

Marcel SCHAUB, Darmstadt

## **Automatisierte fehleranalytische Diagnose zu Beginn der VEMINT-Vorkurse in Darmstadt**

Damit Studierende zu Beginn unserer VEMINT-Vorkurse Mathematik einschätzen können, in welchen Bereichen sie Defizite besitzen, absolvieren sie einen digitalen Eingangstest. Dieser schließt mit einem automatisierten, individuellen, fehleranalytischen Feedback mit konkreten Modulempfehlungen ab. Für Aufgaben, die verschiedene Stoffelemente kombiniert prüfen, ist eine Fehleraufklärung erforderlich, um passende Modulempfehlungen geben zu können. Dazu werden im folgenden STACK und das Elementarisierende Testen als Grundelemente des Diagnoseinstruments vorgestellt.

### **STACK**

STACK ist ein Plugin für das LMS moodle, welches einen Fragetyp mit Anbindung an das CAS Maxima für die Testaktivität von moodle anbietet. Damit sind neben numerischen Eingaben auch mathematische Terme und Gleichungen automatisch auswertbar (Kallweit, 2016). Somit sind die technischen Möglichkeiten gegeben komplexere Antworteingaben digital im offenen Format zu testen und somit die Nachteile von MC-Items zu vermeiden oder zu reduzieren. Dazu gehören u.a. die Fehlervielfalt, die durch Distraktoren im geschlossenen Format nicht sinnvoll repräsentiert werden kann (Kallweit, 2016) und das Verwenden inverser Handlungen im geschlossenen Format statt der intendierten Handlung (z.B. differenzieren statt integrieren) (Sangwin und Jones, 2017). Neben der Erhöhung der Validität durch den Einsatz des offenen Antwortformats kann STACK die Antworteingabe mit im Hintergrund implementierten Distraktoren abgleichen und somit identifizieren sowie das entsprechende ebenfalls im Hintergrund hinterlegte Feedback abrufen. Neben einzelnen Fehlerphänomenen kann eine Antworteingabe auch auf die Zugehörigkeit in eine Fehlerklasse geprüft werden (Schaub, 2018). Auch wenn die Anzahl an Distraktoren im Hintergrund nicht beschränkt ist, so ist auch hier die große Fehlervielfalt inklusive ihrer Ursachen über STACK nicht abbildbar, was bezogen auf die Fehleraufklärung von komplexeren Aufgaben die größte Grenze des Einsatzes von STACK darstellt. Das im folgenden vorgestellte Diagnoseverfahren stellt eine Chance dar dieses Problem zu reduzieren.

## Elementarisierendes Testen (ET)

Das ET (Feldt-Caesar, 2017) ist ein digitales, adaptives Diagnoseverfahren im Bereich des Mathematischen Grundwissens und Grundkönnens, das dem Lernenden verschiedene inhaltlich-adaptive Aufgabenpfade in Abhängigkeit der Korrektheit der Eingabe des Lernenden in einer vorigen (komplexen) Aufgabe ermöglicht.<sup>1</sup> So wird sowohl das Prüfen von kombinierten Inhalten, als auch eine genaue Lokalisation von Defiziten erreicht. Durch den adaptiven Ansatz können Tests zeitökonomischer gestaltet werden. Insbesondere kann das ET mit STACK-Aufgaben umgesetzt werden. So können mit Hilfe von STACK-Aufgaben im Hintergrund operierende Distraktoren oder Fehlerklassen mit den Antworteingaben verglichen werden, sodass über beide Ansätze Defizite lokalisiert werden können. Außerdem wird dadurch auch die Testzeit optimiert, da Lernende, deren Falschantworten durch den Abgleich mit den in STACK hinterlegten Distraktoren zumindest teilweise aufgeklärt werden können, nicht oder nur teilweise den elementarisierenden Aufgabenpfad absolvieren müssen. In Abbildung 1 ist ein Beispiel für einen solchen Aufgabenkomplex dargestellt.

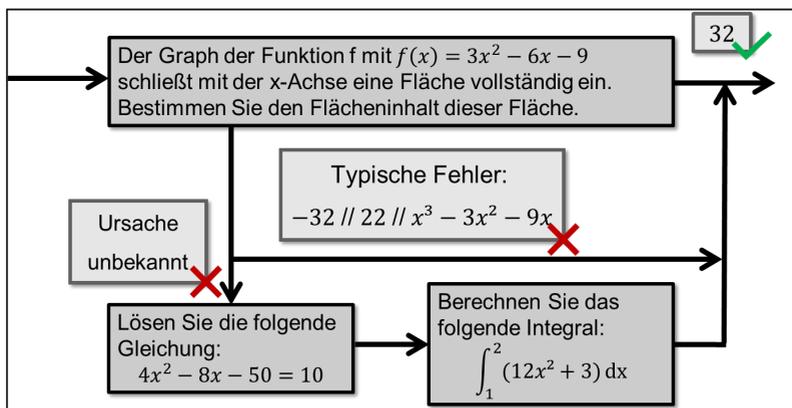


Abb. 1: Adaptiver Aufgabenkomplex Flächeninhalt

## Empirische Ergebnisse

In den letzten zwei Wintersemestern wurden vier adaptive Aufgabenkomplexe im Rahmen der VEMINT-Vorkurse in Darmstadt pilotiert. Um die Qualität der adaptiven Aufgabenkomplexe zu messen wird die

<sup>1</sup> Die Umsetzung des Elementarisierenden Testens findet in moodle durch ein über Studierendenpraktika der Informatik entwickeltes Plugin *DDTA-Quiz* statt. Aktuell wird dieses weiterentwickelt und wird frei verfügbar sein.

Fehlerrückmeldungsbefreiung betrachtet. Diese ist als  $FQ = \frac{N_{AF}}{N_F}$  definiert, wobei  $N_F$  der Anzahl aller falschen Antworten zu einer Aufgabe und  $N_{AF}$  der Anzahl falscher Antworten, die zumindest teilweise aufgeklärt werden konnten, entspricht (Schaub, 2018; modifiziert nach Feldt-Caesar, 2017). Ein Vergleich aller vier Aufgaben des WS 18/19 mit dem WS 17/18 zeigt, dass die FQs gestiegen sind. So konnte im obigen Beispiel durch die Identifikation weiterer Fehlerphänomene die FQ von 61,2% auf 69,9% gesteigert werden. Für die anderen drei Aufgabenkomplexe konnte eine Steigerung der FQs um 6,4%, 14,6% und 19% durch die Implementierung typischer Fehlerphänomene in STACK realisiert werden.

Um den Mehrwert der Kombination aus STACK und des ET zu analysieren, wurden im WS 18/19 die teilnehmenden 306 Studierenden bei falscher Beantwortung einer komplexeren Aufgabe in den adaptiven Aufgabenpfad geleitet. So konnte aufgeschlüsselt werden, durch welches Element der Diagnose eine Falschantwort aufgeklärt werden konnte. Beim Aufgabenkomplex Flächeninhalt beträgt die FQ 69,9%, das heißt 69,9% aller Falschantworten konnten zumindest teilweise aufgeklärt werden. Nur 6,8% aller Falschantworten sind sowohl durch in STACK implementierte typische Fehler(-klassen), als auch durch das ET aufgeklärt worden. 12% bzw. 51,1% aller Falschantworten konnten nur durch eines der beiden aufgeklärt werden. Für die anderen drei Aufgaben zeigen sich ähnliche Ergebnisse: In jeder Aufgabe würde sich die FQ reduzieren, wenn nur ein Element eingesetzt werden würde. So beträgt der Anteil der Falschantworten, die nur durch das ET aufgeklärt werden können, über alle vier Aufgaben jeweils mindestens 34,4%. Es zeigt sich empirisch, dass die Kombination beider Elemente gewinnbringend für die digitale Diagnose von Mathematischem Grundwissen und Grundkönnen am Studienbeginn sein kann.

Um zeitökonomischer zu arbeiten, durchlaufen Studierende mit aufgeklärtem Fehlerphänomen nicht den adaptiven Aufgabenpfad. Dann stellt sich die Frage nach der Konsistenz zwischen der Fehlerrückmeldung beider Elemente. Die Daten der letzten zwei Wintersemester zeigen, dass Studierende, die eine Falschantwort mit bekannter Ursache produzieren, sich nicht immer entsprechend in dem adaptiven Aufgabenpfad verhalten. Damit ist gemeint, dass über die Ursache Rückschlüsse auf gekonnte Teilanforderungen geschlossen werden können. Beispielsweise sollte jemand, der die Antwort -32 bei obiger Aufgabe produziert, beide elementarisierenden Aufgaben beherrschen, da er vermutlich nur vergessen hat den Betrag des Ergebnisses zu verwenden und somit die Berechnung der Nullstellen und des Integrals korrekt realisiert hat. Es zeigt sich jedoch, dass dies nicht immer der Fall ist. Mögliche Ursachen für inadäquates Verhalten in den adaptiven Aufgabenpfaden können

beispielsweise Lerneffekte oder Flüchtigkeitsfehler sein, aber auch falsche Ursachenzuschreibungen.

### **Ausblick**

In den folgenden Jahren wird das beschriebene Konzept für den Eingangstest der VEMINT-Vorkurse weiterentwickelt und optimiert. So steht derzeit technisch die Weiterentwicklung des Feedbacks im Vordergrund. Aus Forschungsperspektive wird die Konsistenz der typischen Fehler bezogen auf das Verhalten in den adaptiven Aufgabenpfaden weiter analysiert. So sollen insbesondere die verschiedenen Inkonsistenzen der verschiedenen Fehlerphänomene fokussiert werden.

### **Literatur**

- Feldt-Caesar, Nora (2017): Konzeptualisierung und Diagnose von Mathematischem Grundwissen und Grundkönnen. Eine Theoretische Betrachtung und Exemplarische Konkretisierung am Ende Der Sekundarstufe II: Spektrum Akademischer Verlag GmbH.
- Kallweit, Michael (2016): Der Computer als Tutor - technikbasierte Diagnostik mit Freitextaufgaben. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2016. Vorträge auf der 50. Tagung für Didaktik der Mathematik vom 07.03.2016 bis 11.03.2016 in Heidelberg. Münster: WTM - Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien, S. 1153–1156.
- Sangwin, Christopher J.; Jones, Ian (2017): Asymmetry in student achievement on multiple-choice and constructed-response items in reversible mathematics processes. In: *Educ Stud Math* 94 (2), S. 205–222. DOI: 10.1007/s10649-016-9725-4.
- Schaub, Marcel (2018): Einsatz des Elementarisierenden Testens im Ein- und Ausgangstest des online-Vorkurses VEMINT. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2018. Vorträge zur Mathematikdidaktik und zur Schnittstelle Mathematik/Mathematikdidaktik auf der gemeinsamen Jahrestagung GDM und DMV 2018 (52. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik). 1. Erste Auflage. Münster: WTM-Verlag, S. 1567–1570.