

Inhaltliche und technische Aspekte des automatisierten Feedbacks. Einsatz des Fragetyps STACK im formativen eAssessment

1. Hintergrund und Motivation

Im Hochschulverbundprojekt „optes - Optimierung der Selbststudiumsphase“ entstehen Angebote zur Unterstützung des Selbstlernprozesses in der Studienvorbereitung und der Studieneingangsphase. Ein wichtiger Teil dieses Angebots sind die lernzielorientierten Kurse mit Inhalten aus der Schul- und Hochschulmathematik. Diese Kurse beinhalten theoretische Erklärungen, Trainingseinheiten zum Üben des erworbenen Wissens und Tests zur Kontrolle des Gelernten. Eine wesentliche Komponente des erfolgreichen Selbststudiums ist ein aufschlussreiches Feedback. Das optes-Teilprojekt „formatives eAssessment und Propädeutik“, das an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Mannheim angesiedelt ist, setzt den Schwerpunkt für die Aufgabenentwicklung im Selbststudium auf die automatisierte Rückmeldung. Die technische Unterstützung durch die Lernplattform ILIAS ermöglicht unterschiedliche Fragetypen für die Aufgabenstellung in den optes-Kursen. Für das Training und den Selbsttest kommt oft der Fragetyp STACK zum Einsatz, der mittels des Computer-Algebrasystems Maxima an das Test- und Aufgabentool angebunden ist und von Chris Sangwin entwickelt wurde.

2. Aufgabenklassifikation zur Eignung von STACK

Fragetypen wie Single und Multiple Choice sind für geschlossene Aufgabenformate mit genau einer richtigen Lösung verwendbar. Bei halboffenen Aufgabenformaten ist die Lösung nicht sichtbar und muss vom Studierenden selbst produziert werden. Hierfür sind Lückentext-Fragetypen geeignet (Greefrath 2004, Neubrand, J. 2002). Aufgaben, die man für den STACK-Fragetyp klassifizieren kann, sind geschlossene und halboffene sowie mit bestimmter Restriktion auf die Aufgabenstellung offene Aufgaben. Im Vergleich mit üblichen Fragetypen für halboffene Aufgabenformate bietet der STACK-Fragetyp durch Randomisierung der Parameter eine große Vielfalt an Aufgabenvarianten. Offene Aufgaben haben einen bestimmten Lösungsraum mit mehreren richtigen Lösungen bzw. äquivalenten Darstellungsformen wie z. B. bei der Termumformung. Dafür ist der Fragetyp STACK prädestiniert.

Die Wahl der Fragetypen ist stark mit didaktischen und medialen Überlegungen verbunden. Bisher wurden in optes-Kursen meist Fragetypen wie Single bzw. Multiple Choice und Lückentexte verwendet. Diese eignen sich

sehr gut für einen diagnostischen Test, dessen Ziel die Erkennung der Wissenslücken der Studierenden ist. Sie werden auch in den optes-Kursen als Beispiele im theoretischen Teil mit statischen Erläuterungen des Lösungswegs angewendet. Für die Übungsaufgaben (Training) und den Selbsttest ist, aus didaktischer Sicht, der STACK-Fragetyp geeignet, da keine Lösungen - wie etwa beim Multiple Choice-Fragetyp - gezeigt werden und bei jedem Aufruf die Aufgabe mit veränderten Parametern (Randomisierung) erscheinen kann. Für grafikgebundene Aufgaben, deren Darstellungen stark auf die Parameter in der Aufgabenstellung angewiesen sind, ist die Anwendung randomisierter STACK-Aufgaben unvermeidlich. Der Fragetyp STACK ermöglicht in diesem Fall ein neues Bild (Grafik) entsprechend der parametrisierten Aufgabenstellung.

3. Vorteile des STACK-Fragetyps für Selbsttests und selbstständiges Lernen

Sorgfältige Überlegungen in Bezug auf Motivation und Qualität des selbstständigen Lernens führten zur Verwendung des STACK-Fragetyps im Übungs- und Selbstkontrollteil des optes-Kurses. Mehrere ähnliche Aufgaben, die dem Erwerb der mathematischen Fertigkeiten dienen, sollen bezüglich des Schwierigkeitsgrads und der mathematischen Stellung vergleichbar sein. Hier bietet der STACK-Fragetyp kontrollierbare Randomisierung der Aufgaben (s. Abbildung 1).

Vereinfachen Sie den Bruch so weit wie möglich für $x^2 \neq 16$!

$$\frac{4 \cdot (x - 4)^2}{-8 \cdot (x^2 - 16)} = \text{[]}$$

Validieren

Fragen-Variablen

```
a:rand_with_prohib(-10,10,[-1,0,1]);
y:rand_with_prohib(-10,10,[0]);

term:(a*(x-y)^2)/(-2*a*(x^2-y^2));
```

Abbildung 1: Beispielaufgabe zu Randomisierung

Diese Aufgabe dient zum Üben des Bruchrechnens mit eingebundenen binomischen Formeln. Der Vorfaktor a und der Minuend y werden zufällig aus einem vorgegebenen Intervall gewählt und somit verschiedene Aufgabenversionen erzeugt. Hierbei wurden triviale Aufgabenstellungen vermieden

(z. B. dass keine binomische Formel erscheint). Es wird nicht nur die Qualität gesichert, sondern auch die Wiedererkennung der Aufgabenstellung unterstützt.

Einer der wichtigsten Vorteile des STACK-Fragetyps für selbstständiges Lernen liegt im qualifizierenden Feedback. Hierbei werden die Lösungen der Studierenden durch STACK typisiert sowie mit den vorhergesehenen Fehlern abgeglichen und analysiert. Auf dieser Grundlage wird Feedback an die Studierenden gegeben. Für die Lehrenden bedeutet dies, dass die Erstellung des Rückmeldebaums auf den Prinzipien der Denk-, Wissens- und Folgefehler basieren sollte (s. Abbildung 2).

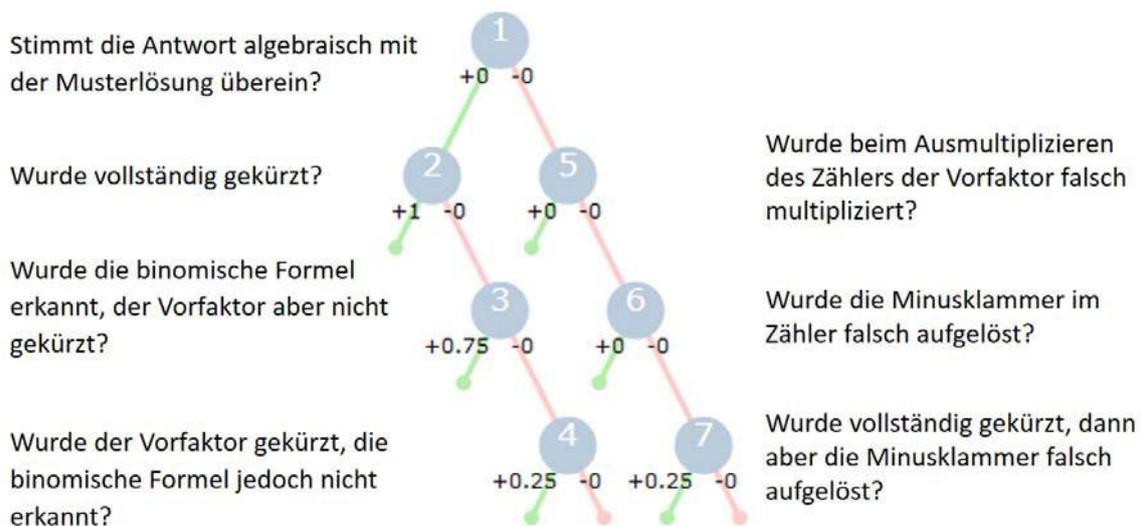


Abbildung 2: Rückmeldebaum der Beispielaufgabe

Abbildung 2 zeigt den Rückmeldebaum zur Beispielaufgabe mit sieben Knoten. Es werden typische Fehler analysiert und Teilpunkte vergeben. Zu jedem Knoten wird ein spezifisches Feedback gegeben.

Im ersten Knoten wird überprüft, ob die studentische Antwort algebraisch äquivalent zu der Musterlösung ist. Ist dies der Fall, so wird in Knoten zwei die vollständige Vereinfachung kontrolliert; in Knoten drei und vier werden die teilweise gekürzte Eingaben analysiert. Anderenfalls wird in Knoten fünf bis sieben auf typische Fehler eingegangen.

Die von STACK unterstützte Vielfalt der Fehleranalyse ermöglicht auch eine ‚faire‘ Punktevergabe bei teilweise richtigen Aufgabenlösungen. Dieser Aspekt spielt eine große Rolle bei der begrenzten Fachkommunikation im selbstständigen Online-Lernen. Die Teilpunkte führen zur realistischen Abschätzung des eigenen Wissensniveaus bei der Vorbereitung auf das angehende Studium. Für die Überprüfung des Lösungsweges wird bei der Rückmeldung zur Fragestellung eine Musterlösung, die die Zufallsparameter berücksichtigt, mit Erläuterung gegeben.

4. Grenzen von STACK im Rahmen des selbstständigen Lernens

Die Aufgaben, die mit dem Fragetyp STACK entwickelt wurden, decken nicht alle fachdidaktischen und technischen Anforderungen des selbstständigen Lernens ab. Aus didaktischer Sicht ist ein selbstständiger Lernprozess in der Mathematik nicht nur mit vielen Übungen, sondern auch mit dem Reflektieren der eigenen Fehler verbunden. Im letzteren Fall ist die menschliche Komponente als Begleiter des Lernens unersetzlich.

STACK-gebundenes Feedback kann auf die Fehler eingehen, die durch den Rückmeldebaum abgebildet werden. Daher müssen im Vorfeld die Ziele der Aufgabe festgelegt und häufige Fehler der Studierenden einbezogen werden. Im Feedback können nicht alle möglichen Antworten der Studierenden abgedeckt werden. In der Beispielaufgabe (s. Abbildung 1) kann man den vollständig gekürzten Bruch beispielsweise als Doppelbruch oder Summe zweier Brüche schreiben - diese Darstellungen erhalten das gemeinsame Feedback „Ihr Ergebnis entspricht nicht der Standardform eines gekürzten Bruchs!“. Die Schwierigkeit besteht darin, den Rückmeldebaum übersichtlich zu halten und gleichzeitig die relevanten Eingabemöglichkeiten abzudecken. In der Test-Phase wird zunächst überprüft, ob die im Rückmeldebaum berücksichtigten Antworten das gewünschte Feedback erhalten. Anschließend werden weitere Antwortmöglichkeiten getestet.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Fragetyp STACK neue Möglichkeiten bei der Entwicklung von Übungsaufgaben eröffnet, insbesondere in Bezug auf individuelles Feedback. Allerdings ist das Erstellen und Testen von STACK-Aufgaben mit hohem Zeitaufwand verbunden, der sich erst lohnt, wenn die Aufgaben wiederholt zum Einsatz kommen.

Alle Lernmaterialien, die im Rahmen des optes-Projekts entwickelt werden, sind Open Source und können von interessierten Hochschulen genutzt werden. Dies gilt auch für den Fragetyp STACK: Nach der internen Qualitätskontrolle und dem Einsatz im optes-Vorkurs werden alle Übungsaufgaben auf der optes-Plattform zur Verfügung gestellt.

Literatur

- Greefrath, G. (2004). Offene Aufgaben mit Realitätsbezug. Eine Übersicht mit Beispielen und erste Ergebnisse aus Fallstudien. *mathematica didactica*, 28(2), 16–38.
- Neubrand, J. (2002). *Eine Klassifikation mathematischer Aufgaben zur Analyse von Unterrichtssituationen: Selbsttätiges Arbeiten in Schülerarbeitsphasen in den Stunden der TIMSS-Video-Studie*. Hildesheim: Verlag Franzbecker.