

Miriam WEIGEL, Reinhold HÜBL, Tatyana PODGAYETSKAYA & Katja DERR, Mannheim

Potential von STACK-Aufgaben im formativen eAssessment: Automatisiertes Feedback und Fehleranalyse

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 online-Kurse mit Inhalten aus der Schul- und Hochschulmathematik. Jeder Kurs beinhaltet mehrere Lernmodule, Trainings und einen Abschlusstest zur Kontrolle des Gelernten. Die Lernmodule bestehen aus Definitionen, Sätzen, Beweisen, Beispielen, Zusatzinformationen und Übungsaufgaben. Zu jedem Lernmodul gibt es ein inhaltlich abgestimmtes Training, das zum Üben des erworbenen Wissens dient. Das optes-Teilprojekt „Formatives eAssessment und Propädeutika“ (Duale Hochschule Baden-Württemberg Mannheim) setzt den Schwerpunkt für die Aufgabenentwicklung für das Selbststudium auf ein aufschlussreiches, automatisiertes Feedback. Die technische Unterstützung durch die Lernplattform ILIAS ermöglicht verschiedene Fragetypen für die Aufgabenerstellung in den optes-Kursen. Neben den Fragetypen Single Choice, Multiple Choice und Lückentext 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. Allgemeine Vorteile des Fragetyps STACK

Mit Hilfe von Single bzw. Multiple Choice Aufgaben und Lückentextfragen innerhalb eines diagnostischen Tests können die Wissenslücken der Studierenden sehr gut erkannt werden. Diese Fragetypen werden in den optes-Kursen als Beispiele im theoretischen Teil mit statischen Erläuterungen des Lösungswegs angewendet. Zum Üben mathematischer Routinen bieten sich randomisierte Fragen mit automatisiertem, individuellen Feedback und Fehleranalyse an. Hierfür ist der Fragetyp STACK prädestiniert. Während bei Single bzw. Multiple Choice Aufgaben eine feste Auswahl an Antwortmöglichkeiten zur Verfügung steht, gibt es beim Fragetyp STACK keine Antwortuggestion. STACK überprüft die studentische Eingabe mittels des CAS Maxima auf ihre mathematischen Eigenschaften, wodurch algebraisch äquivalente Lösungen erkannt und richtig ausgewertet werden. Aufgrund dieser Überprüfungsform ist es möglich offene Fragen zu stellen, bei denen es un-

endlich viele richtige Lösungen gibt. Außerdem bietet STACK die Möglichkeit Teilpunkte zu vergeben: bei einer Aufgabe, die beispielsweise aus zwei Teilen besteht, wobei das Ergebnis des ersten Teils für die Berechnung des Ergebnisses des zweiten Teils benötigt wird, erkennt STACK, ob mit dem falschen Zwischenergebnis richtig weitergerechnet wurde und ermöglicht eine Teilpunktevergabe. Eine sehr wichtige Eigenschaft des Fragetyps STACK stellt die Randomisierung der Parameter einer Aufgabe dar. Wird eine Aufgabe mit Zufallszahlen erstellt, so erhält man mehrere Versionen derselben Aufgabe. Bei den herkömmlichen Fragetypen muss für jede Aufgabenvariante eine neue Aufgabe erstellt und die Zahlen händisch angepasst werden. STACK bietet viele Möglichkeiten Grafiken einzubinden. Einerseits können über die HTML- und Maxima-Anbindung statische Grafiken eingebunden werden. Andererseits können mit Hilfe von JSX-Graph dynamische Grafiken eingefügt werden, die eine Interaktion des Studierenden mit der Grafik ermöglichen. Neben dem allgemeinen Feedback, das unabhängig von der studentischen Antwort nach Prüfen der Eingabe erscheint, bietet STACK die Möglichkeit des spezifischen Feedbacks. Das spezifische Feedback ist an die studentische Antwort angepasst und bietet eine hervorragende Möglichkeit zur Fehleranalyse.

3. Einsatzmöglichkeiten des spezifischen Feedbacks

Im optes-Teilprojekt „Formatives eAssessment und Propädeutika“ wird zwischen den Testformaten Training und Abschlusstest unterschieden. Das Training dient zum Üben des Erlernten. Hier spielt die Randomisierung und das spezifische Feedback des Fragetyps STACK eine große Rolle. Für den Abschlusstest, der zum Prüfen des Erlernten dient, ist eine exakte (Teil-)Punktevergabe wichtig. Durch die Randomisierung entstehen mehrere Versionen einer Aufgabe. Dadurch wird nicht nur die Qualität der Aufgabe gesichert, sondern auch die Wiedererkennung der Aufgabenstellung unterstützt. Das spezifische Feedback kann zur Fehleranalyse verwendet werden. Hier hat der Frageersteller die Möglichkeit häufige Fehler mit einer ausführlichen Rückmeldung zur Fehlerursache zu versehen (Derr et al., 2017), sodass der Studierende ein aufschlussreiches Feedback erhält. Das spezifische Feedback kann auch als Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Musterlösung eingesetzt werden (Abbildung 1).

Berechnen Sie den folgenden Ausdruck:

$$\frac{\log_{94} (38 + 56)^6}{2} - (20 \cdot 4 + 29) = \boxed{8}$$

Rückmeldung anfordern

Ihre Antwort ist nicht korrekt.

Sie erhalten jetzt eine Anleitung zum Lösen der Aufgabe. Befolgen Sie dafür die angegebenen Schritte.

Berechnen Sie zunächst die Summe innerhalb des Logarithmus und geben Sie das Ergebnis in die Lücke ein.

Abbildung 1: Beispielaufgabe mit Rückmeldung

Berechnet der Studierende den Ausdruck der Aufgabe aus Abbildung 1 richtig, so erscheint nach Drücken des „Rückmeldung anfordern“-Buttons das spezifische Feedback „Ihre Antwort ist korrekt“. Der Studierende muss sich nicht weiter mit der Aufgabe beschäftigen und kann zur nächsten Frage im Training oder Test springen. Wurde der Term jedoch nicht richtig berechnet, so erscheint das Feedback „Ihre Antwort ist nicht korrekt. Sie erhalten jetzt eine Anleitung zum Lösen der Aufgabe. Befolgen Sie dafür die angegebenen Schritte. Berechnen Sie zunächst die Summe innerhalb des Logarithmus und geben Sie das Ergebnis in die Lücke ein.“ Nach erfolgreicher Eingabe des Zwischenergebnisses erfolgen weitere Anleitungsschritte mit der Aufforderung das jeweilige Zwischenergebnis in die Eingabelücke einzutragen. Wurden alle Anleitungsschritte befolgt und die letzte Eingabe getätigt, so erscheint das Feedback „Ihre Antwort ist korrekt“. Ein Vorteil dieser Einsatzmöglichkeit des spezifischen Feedbacks ist, dass nur die Studierenden, die die Aufgabe anfangs nicht lösen konnten, eine schrittweise Hinführung zur Musterlösung erhalten. Studierende, die direkt das richtige Ergebnis eingeben, müssen keine Zwischenschritte befolgen.

4. Grenzen von STACK

STACK-Aufgaben verfügen über ein Eingabefeld, in das der Studierende seine Lösung einträgt. Da lediglich das Endergebnis und nicht der Rechenweg des Studierenden überprüft werden kann, ist das spezifische Feedback mit Fehleranalyse nur eine mögliche Erklärung der Fehlerursache. Die genaue Fehlerursache kann oftmals nur durch Analysieren aller Rechenschritte geklärt werden. Außerdem erhalten lediglich die vom Fragesteller berücksichtigten Eingaben eine Erklärung zur Fehlerursache. Der Fragesteller

muss sich demnach im Vorfeld überlegen, welche typischen Fehler berücksichtigt werden sollen und diese entsprechend implementieren. Gibt der Studierende eine falsche Antwort ein, die nicht vom Fragesteller berücksichtigt wurde, so erhält der Studierende die Rückmeldung „Ihre Antwort ist nicht korrekt“ und keine Informationen zur Fehlerursache. Bei Aufgaben mit einer Schritt-für-Schritt-Anleitung als spezifisches Feedback muss der Fragesteller abwägen, welche Zwischenschritte notwendig sind um sicherzustellen, dass die Aufgabe nicht zu kleinschrittig wird. Insgesamt sind die Frageerstellung und Test-Phase von Aufgaben mit Schwerpunkt auf dem spezifischen Feedback sehr zeitintensiv. Es sollten sowohl alle wichtigen Rückmeldungen berücksichtigt als auch eine übersichtliche technische Umsetzung ermöglicht werden. Im Anschluss an die Implementierung muss in einer Test-Phase überprüft werden, ob die Eingaben das passende Feedback erhalten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Fragetyp STACK eine Vielzahl neuer Möglichkeiten bei der Entwicklung von online-Aufgaben bietet. Die Randomisierung und die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten des spezifischen Feedbacks heben diesen Fragetyp positiv von den herkömmlichen Fragetypen ab.

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

- cosh cooperation schule:hochschule (2014). *Mathematik (2.0) der Hochschulen Baden-Württembergs für ein Studium von WiMINT-Fächern*. Unter http://www.mathematikschule-hochschule.de/images/Aktuelles/pdf/MAKatalog_2_0.pdf
- Derr, K., Hübl, R., Mechelke-Schwede, E., Podgayetskaya, T. und Weigel, M. (2017). *Inhaltliche und technische Aspekte des automatisierten Feedbacks. Einsatz des Fragetyps STACK im formativen eAssessment*. In Beiträge zum Mathematikunterricht 2017, WTM, Münster, S. 1185–1192.
- Sangwin, C. (2013). *Computer Aided Assessment of Mathematics Using STACK*. Oxford University Press, Oxford.