

Miriam Weigel, Katja Derr, Reinhold Hübl, Tatyana Podgayetskaya (2019). STACK-Aufgaben im formative eAssessment: Einsatzmöglichkeiten des Feedbacks. In: Contributions to the 1st International STACK conference 2018. Friedrich-Alexander-Universität: Nürnberg, Germany.

---

## **STACK-Aufgaben im formativen eAssessment: Einsatzmöglichkeiten des Feedbacks**

Miriam Weigel<sup>1</sup>, Reinhold Hübl<sup>1</sup>, Katja Derr<sup>1</sup>, Tatyana Podgayetskaya<sup>1</sup>

**Abstract:** Feedback gilt als lernförderlich. Dessen Realisierung und Beforschung im Kontext digitaler Selbstlernaufgaben steht jedoch erst am Anfang. Der Fragetyp STACK bietet hervorragende Möglichkeiten individuelles, automatisiertes Feedback einzusetzen. Im vorliegenden Artikel werden die Vorteile des Fragetyps STACK gegenüber herkömmlichen Fragetypen erörtert und die unterschiedlichen Einsatzfelder in Online-Vorkursen genannt. Anschließend wird auf die verschiedenen Feedbackmöglichkeiten eingegangen und eine Beispielaufgabe vorgestellt.

**Keywords:** automatisiertes Feedback, formatives eAssessment, selbstreguliertes Lernen, Studieneingangsphase

### **1 Hintergrund und Motivation**

Im Hochschulverbundprojekt „optes - Optimierung der Selbststudiumsphase“ entstehen Angebote zur Unterstützung des Selbstlernprozesses in der Studienvorbereitung und der Studieneingangsphase insbesondere für mathematikaffine Grundlagenfächer.

Ein wichtiger Teil dieses Angebots sind die lernzielorientierten Online-Kurse mit Inhalten aus der Schul- und Hochschulmathematik. Das optes-Teilprojekt „Formatives eAssessment und Propädeutika“ (Duale Hochschule Baden-Württemberg Mannheim) setzt den Schwerpunkt für die Aufgabenentwicklung zum 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 der Fragetyp STACK zum Einsatz, der mittels des Computer-Algebra-Systems Maxima an das Test- und Aufgabentool angebunden ist und von Chris Sangwin entwickelt wurde (siehe [Sa13]).

---

<sup>1</sup> Forschungsprojekt optes/DHBW-Mannheim, Coblitzallee 1-9, 68163 Mannheim, miriam.weigel@dhbw-mannheim.de

## 2 Vorteile des Fragetyps STACK gegenüber anderen Fragetypen

Es gibt eine Vielzahl an Vorteilen von STACK-Aufgaben gegenüber herkömmlichen Fragetypen. So können STACK-Fragen mit Hilfe von Zufallsvariablen randomisiert werden, sodass mehrere Varianten einer Aufgabe entstehen. Studierende erhalten bei jedem Aufruf der Frage eine andere Version der Aufgabe. Dies verstärkt den Übungseffekt, da den Studierenden viele ähnliche Aufgaben angeboten werden können. Der Frageersteller kann mit einer randomisierten Aufgabe strukturgleiche Versionen erzeugen ohne jedes Mal eine neue Frage zu erstellen und spart Zeit. Ein weiterer Vorteil von STACK-Aufgaben ist, dass anders als bei Multiple Choice Aufgaben keine Lösung suggeriert wird (vgl. [Sal17]). Die Studierenden können nicht aus vorgegebenen Antwortmöglichkeiten auswählen und raten. Dadurch wird gewährleistet, dass sich Studierende intensiv mit der Aufgabenstellung beschäftigen; sie müssen nicht nur die richtige Lösung finden, sondern diese auch in der geforderten Form eingeben. Anders als bei Lückentextaufgaben können in das Eingabefeld der STACK-Frage mathematische Terme eingegeben werden. Diese Eingabe wird anschließend mit Hilfe des CAS Maxima auf ihre mathematischen Eigenschaften geprüft. Dadurch ist es möglich offene Fragen zu stellen, bei denen es beliebig viele Lösungen gibt. Darüber hinaus ist es möglich, für teilweise korrekte Antworten Teilpunkte zu vergeben. Durch die genannten Vorteile von STACK lassen sich damit digitale Übungsangebote flexibler gestalten und folglich passgenauer an vorgegebene Lernziele adaptieren, wie sie beispielsweise für Online-Kurse mathematikaffiner Grundlagenfächer formuliert werden.

## 3 Bestandteile der Online-Kurse im Projekt optes

An der DHBW sind studienvorbereitende Kurse als Online-Kurse konzipiert, die unter anderem im Rahmen des Projekts optes durch STACK-Aufgaben angereichert werden. Dabei sind die mathematischen Inhalte des Vorkurses in das Kerncurriculum und das erweiterte Curriculum unterteilt. Im Kerncurriculum befinden sich die Online-Kurse Mathematische Grundlagen, Arithmetik, Gleichungen und Ungleichungen, Potenzen, Wurzeln, Logarithmen, Funktionen, Geometrie und Trigonometrie. Die Kurse Logik, Wahrscheinlichkeitstheorie, Lineare Algebra, Grenzwerte und Stetigkeit und Differential- und Integralrechnung sind Bestandteil des Erweiterten Curriculums. Jeder Kurs beinhaltet mehrere Lernmodule, Trainings und einen Einstiegs- und Abschlusstest zur Kontrolle des Wissensstandes. Die Lernmodule bestehen aus Definitionen, Sätzen, Beweisen, Beispielen, Zusatzinformationen, interaktiven Animationen und Übungsaufgaben. Zu jedem Lernmodul gibt es ein inhaltlich abgestimmtes Training, das zum Üben des erworbenen Wissens dient. Dabei wird insbesondere die Integration von Feedback in unterschiedlichen Szenarien und Ausgestaltungen berücksichtigt.

Ein frei zugänglicher Kurs („optes-Demokurs Arithmetik“) befindet sich unter [https://www.optes.de/goto.php?target=crs\\_6777&client\\_id=optes](https://www.optes.de/goto.php?target=crs_6777&client_id=optes)

## 4 Einsatzmöglichkeiten des Feedbacks

In dem Vorkurs gibt es drei unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten von Feedback in Online-Fragen: (1) in den Lernmodulen, (2) in den Trainings und (3) in den Tests. Damit ein optimaler Lernerfolg gewährleistet wird, wird das Feedback je nach Zielsetzung angepasst, da die unterschiedlichen Einsatzfelder von Fragen in den Online-Kursen unterschiedliche Schwerpunkte bei der Feedbackgestaltung erfordern.

(1) Ein Lernmodul dient zum Erlernen oder Auffrischen von Inhalten aus der Schulmathematik. Hier bieten sich beispielsweise Fragen mit gestufter Hilfe, bei denen das Feedback als Anleitung zur Aufgabenlösung genutzt wird, an [We18]. Dieser Aufgabentyp ermöglicht Studierenden, die Probleme beim Lösen der Aufgabe haben, ein Schritt-für-Schritt Erarbeiten der richtigen Lösung. Studierende, die die Aufgabe zu Beginn richtig lösen, erhalten keine Zwischenschritte und können ohne Verzögerung im Kurs weiterarbeiten. Darüber hinaus fördern Aufgaben mit spezifischem Feedback und Fehleranalyse den Lernerfolg der Studierenden. Durch die Analyse antizipierter Fehlermuster kann gezielt auf potentielle Fehlerquellen hingewiesen werden mit dem Ziel, ähnliche Fehler in Zukunft zu vermeiden. Eine ausführliche Musterlösung zu den Aufgaben ermöglicht den Studierenden zusätzlich Zwischenschritte zu überprüfen und die richtige Lösung nachzuvollziehen.

(2) Die Trainings dienen zum Üben des zuvor Erlernenen. Ein qualifizierendes Feedback mit Fehleranalyse und randomisierte Aufgaben sind für den Trainingseffekt wesentlich. Ebenfalls sinnvoll sind Aufgaben mit gestufter Hilfe, damit Studierende Herangehensweisen an Aufgaben und die geforderten Zwischenschritte bei Bedarf üben können. Abwechslung der verschiedenen Fragetypen und individuelles Feedback zu der studentischen Antwort steigern die Motivation der Studierenden und ermöglichen ein intensiveres Lernen.

(3) Die Tests dienen zur Überprüfung des Wissensstands. Hier spielt das spezifische Feedback und die (Teil-) Punktevergabe eine große Rolle. Studierende erhalten aufgrund ihrer Testergebnisse Lernempfehlungen. Bei Problemen in gewissen Bereichen werden die Studierenden angehalten die entsprechenden Lernmodule zu bearbeiten und die dazugehörigen Trainings zu absolvieren.

## 5 Beispielaufgabe

Anhand der folgenden Aufgabe (siehe Abbildung 1) lassen sich die Vorzüge des Fragetyps STACK verdeutlichen.

Geben Sie eine Funktion  $f$  mit den Nullstellen  $x_1 = -4$ ,  $x_2 = 6$  und  $x_3 = 1$  an!

$f(x) =$

[Validieren](#)

[Rückmeldung anfordern](#)

Abb. 1: STACK-Aufgabe mit offener Fragestellung

Die Studierenden werden in der Aufgabenstellung aufgefordert eine Funktion anzugeben, die an drei bestimmten Stellen den Wert 0 annimmt. Es werden keine weiteren Eigenschaften gefordert. So ist es beispielsweise möglich, dass die Funktion beliebig viele weitere Nullstellen besitzt. Es gibt für diese Aufgabe unendlich viele richtige Lösungen. Gibt der Studierende eine Funktion ein, die nur an zwei der geforderten Stellen verschwindet, so erhält er Teilpunkte und als Feedback, welche der geforderten Nullstellen keine Nullstelle der eingegebenen Funktion ist. Zusätzlich erhält er ein Schaubild mit der Musterlösung und der eingegebenen Funktion (siehe Abbildung 2).

Geben Sie eine Funktion  $f$  mit den Nullstellen  $x_1 = -4$ ,  $x_2 = 6$  und  $x_3 = 1$  an!

$f(x) =$

Ihre Antwort wurde wie folgt interpretiert:

$(x - 4) \cdot (x - 6) \cdot (x - 1)$

[Rückmeldung anfordern](#)

Ihre Antwort ist teilweise korrekt.

Ihre Funktion nimmt für  $x = -4$  nicht den Wert 0 an.

Das Schaubild zeigt die **Musterlösung** und **Ihre Antwort**:

Abb. 2: Teilpunkte und Feedback

Die Antwortüberprüfung erfolgt durch einen Rückmeldebaum, der auf dem Binärbaumprinzip beruht (siehe Abbildung 3). Der Fragesteller kann Knoten hinzufügen, bei denen die studentische Antwort (SAns) auf mathematische Eigenschaften geprüft wird. In jedem Zweig des Rückmeldebaums (in der Abbildung grün und rot) kann individuelles Feedback gegeben werden. Zudem besteht die Möglichkeit ein allgemeines Feedback, beispielsweise in Form einer Musterlösung, zu geben.

#### Grafische Anzeige

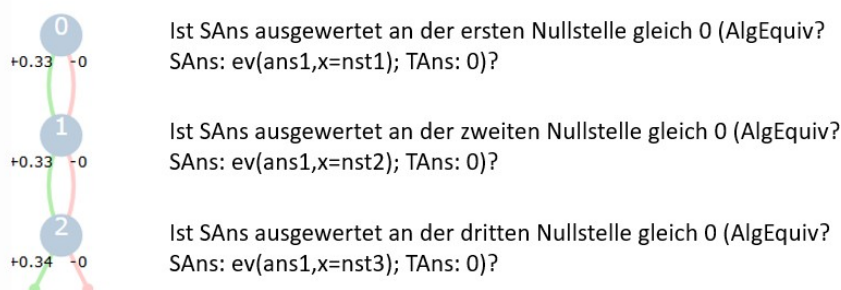


Abb. 3: Rückmeldebaum zur Aufgabe

In dieser Aufgabe wird im ersten Knoten überprüft, ob die durch den Studierenden eingegebene Funktionsvorschrift (ans1) ausgewertet an der ersten geforderten Nullstelle (nst1) den Wert 0 besitzt. Falls ja, erhält der Studierende 0.33 Punkte und der nächste Knoten wird durchlaufen. Falls die studentische Funktion für den geforderten Wert nicht 0 ist, so erhält der Studierende das Feedback „Ihre Funktion nimmt für  $x=$ ‘erste Nullstelle‘ nicht den Wert Null an.“ und gelangt ebenfalls in den nächsten Knoten. Im zweiten Knoten wird überprüft, ob die vom Studierenden eingegebene Funktionsvorschrift ausgewertet an der zweiten geforderten Nullstelle den Wert 0 besitzt und im dritten Knoten wird das Funktionsverhalten für die dritte geforderte Nullstelle geprüft. Wie im ersten Knoten werden in den anderen beiden Knoten entsprechend Teilpunkte summiert und Feedback gegeben.

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.

#### Literaturverzeichnis

- [Sa13] Sangwin, C.: Computer Aided Assessment of Mathematics Using STACK. Oxford University Press, Oxford, 2013.
- [Sa17] Sangwin C. & Jones, I: Asymmetry in student achievement on multiple-choice and constructed-response items in reversible mathematics processes, Educational Studies in Mathematics, 94, 2, (205), 2017.

- [Cosh14] cosh cooperation schule:hochschule. Mathematik (2.0) der Hochschulen Baden-Württembergs für ein Studium von WiMINT-Fächern, 2014. Unter [http://www.mathematik-schule-hochschule.de/images/Aktuelles/pdf/MAKatalog\\_2\\_0.pdf](http://www.mathematik-schule-hochschule.de/images/Aktuelles/pdf/MAKatalog_2_0.pdf)
- [We18] Weigel, M. et al.: Potential von STACK-Aufgaben im formativen eAssessment: Automatisiertes Feedback und Fehleranalyse. In Fachgruppe Didaktik der Mathematik der Universität Paderborn (Hrsg.) Beiträge zum Mathematikunterricht 2018 (S. 1935 - 1938). Münster: WTM-Verlag, 2018.