



## Intelligente Matheaufgaben in optes – mit dem Fragetyp STACK

Im Projekt optes wird sehr viel Wert auf das Einüben von grundlegenden mathematischen Fertigkeiten gelegt – mit Übungsaufgaben, Trainings und Abschlusstests für jedes Kursthema erhalten die Lernenden direktes Feedback und detaillierte Lösungswege für alle Aufgaben.

### Hintergrund

Mathematische eLearning-Testaufgaben fordern als Lösung häufig ein Rechenergebnis. Die eingegebene Lösung wird dann rechnerisch überprüft. Auch muss die Eingabe und korrekte Interpretation mathematischer Eingabesyntax unterstützt werden. Das können nur auf Mathematik spezialisierte Testtools leisten.

Schon zu Beginn des optes-Projekts 2012 wurde nach einer Möglichkeit gesucht, im ILIAS-Testtool Rechenaufgaben zu stellen und auswerten zu können. Nach einer umfangreichen Marktanalyse fiel 2014 die Entscheidung, hierfür **STACK** zu verwenden und eine Erweiterung für **ILIAS\*** zu entwickeln. STACK – die Abkürzung steht für „System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel“ – wurde von Chris Sangwin an der Universität Birmingham entwickelt. Es wird seit vielen Jahren erfolgreich für mathematische Tests verwendet.

Zum Berechnen der Antworten im Test nutzt STACK das **Computer Algebra System (=CAS)** „Maxima“. Auch diese Anwendung wird seit vielen Jahren von einer großen Community getragen und weiterentwickelt. Und wie STACK und ILIAS ist auch Maxima eine **Open Source Software**. Damit können alle drei Anwendungen ohne lizenzrechtliche Restriktionen bereitgestellt und damit erstellte Testfragen von allen interessierten Hochschulen und Anwender\*innen genutzt werden.

Um STACK in ILIAS nutzen zu können, wurde an der Universität Erlangen in Kooperation mit weiteren Hochschulen ein Fragen-Plug-In entwickelt. Finanziert wurde die Entwicklung von zahlreichen Hochschulen. Das ILIAS-Plug-In orientiert sich in Teilen an einem Plug-In, das bereits für Moodle entwickelt wurde. Dadurch ist auch der Austausch von STACK-Fragen zwischen den beiden Learning-Management-Systemen möglich.

Mittlerweile existiert eine wachsende Gruppe von STACK Autor\*innen, die sich jährlich auf der „STACK-Konferenz“ und im „Arbeitskreis Mathe digital“ treffen und vernetzen. Auch optes ist in dieser Community vertreten.

\* Das kostenlose Learning-Management-System ILIAS wird benötigt, um die mathematischen Kurse von optes nutzen zu können. Über die LTI-Schnittstelle können diese aber auch in andere LMS wie z. B. Moodle eingebunden werden.

## STACK in optes

Eingabe von mathematischen Ausdrücken und Formeln

Training Funktionen

Geben Sie eine Funktion  $f$  mit den Nullstellen  $x_1 = 7$ ,  $x_2 = -4$  und  $x_3 = -6$  an!

$f(x) = (x-6)^2(x-4)(x+7)$

$(x-6)^2(x-4)(x+7)$  wurde wie folgt interpretiert:  $(x-6) \cdot (x-4) \cdot (x+7)$

STACK ermöglicht es, in einem Test mathematische Aufgaben zum Ausrechnen zu stellen. Die als Antwort eingegebene Lösung wird durch ein CAS rechnerisch überprüft. Testteilnehmer\*innen können Terme und Formeln per ASCIIMATH-Syntax eingeben und erhalten eine direkte Vorschau der interpretierten Eingabe mit der Möglichkeit, diese zu korrigieren (siehe Abbildung links).

Individuelles Feedback mit Rückmeldebaum und Musterlösung für jede Aufgabe

**Ihre Antwort ist nicht korrekt.**

Ihre Funktion nimmt für  $x = 7$  nicht den Wert 0 an.  
 Ihre Funktion nimmt für  $x = -4$  nicht den Wert 0 an.  
 Ihre Funktion nimmt für  $x = -6$  nicht den Wert 0 an.

Das Schaubild zeigt die Musterlösung und Ihre Antwort:

**Erläuterung:**  
 Wir suchen eine Funktion  $f(x)$ , die die Bedingung  $f(7) = f(-4) = f(-6) = 0$  erfüllt.  
 Eine Funktion mit diesen Eigenschaften ist beispielsweise:  
 $f(x) = (x-7) \cdot (x+4) \cdot (x+6) = x^3 + 3 \cdot x^2 - 46 \cdot x - 168$

Testautor\*innen können beim Erstellen der Rechenaufgaben Variablen verwenden, die bei jedem Aufruf der Frage zufällig mit Werten gefüllt werden. Hieraus ergeben sich zahlreiche Varianten der gleichen Rechenaufgabe. Die individuelle Rückmeldung (richtig / falsch / Lösungsweg etc.) berücksichtigt dabei neben der jeweiligen Lösungseingabe auch immer die zufällig ausgewählten Werte in der Rechenaufgabe (siehe Abbildung links).

Die Randomisierung der Rechenaufgaben in Verbindung mit einem adaptiven Feedback macht STACK-Aufgaben ideal für den Einsatz im Test- und Übungsbereich der Mathematik. Mit einer überschaubaren Anzahl an Testfragen können dank der zufällig gefüllten Variablen sehr viele Rechenaufgaben zum Üben und Überprüfen bereitgestellt werden. Im Gegensatz zur Nutzung von Multiple-Choice-Fragen entfällt bei STACK das Entwickeln sinnvoller falscher Antworten, die für das ernsthafte Testen mit solchen Fragetypen unbedingt nötig sind.

### Alle Vorteile von STACK auf einen Blick

- Terme können eingegeben werden, die anschließend mit Hilfe des CAS auf ihre mathematischen Eigenschaften geprüft und mit spezifischem Feedback versehen werden
- Fragestellungen mit beliebig vielen Lösungen werden ermöglicht
- Lernende erhalten ein automatisiertes, qualitatives Feedback zu ihren Eingaben
- Fragen können mit Hilfe von Zufallsvariablen randomisiert werden, so entstehen mehrere Varianten einer Aufgabe
- Keine Antwortsuggestion (wie bei Multiple-Choice-Aufgaben)

GEFÖRDERT VOM