

Interaktive grafische Aufgaben mit STACK und JSXGraph

1. Einführung

Neue Web-Technologien und Weiterentwicklungen der Lernplattformen haben die Nutzung von interaktiven grafischen Elementen in digitalen Mathematik-Aufgaben vereinfacht. Interaktive grafische Aufgaben existieren schon seit langem, aber deren Erstellung war bisher aufwändig und für die Wiedergabe der interaktiven Grafiken war zusätzliche Software, wie Java oder der Adobe Flash Player, erforderlich.

Durch das Einbetten von JavaScript-basierten JSXGraph-Elementen in STACK-Aufgaben können interaktive grafische Aufgaben (siehe Abbildung 1) mit geringerem Aufwand erstellt werden.

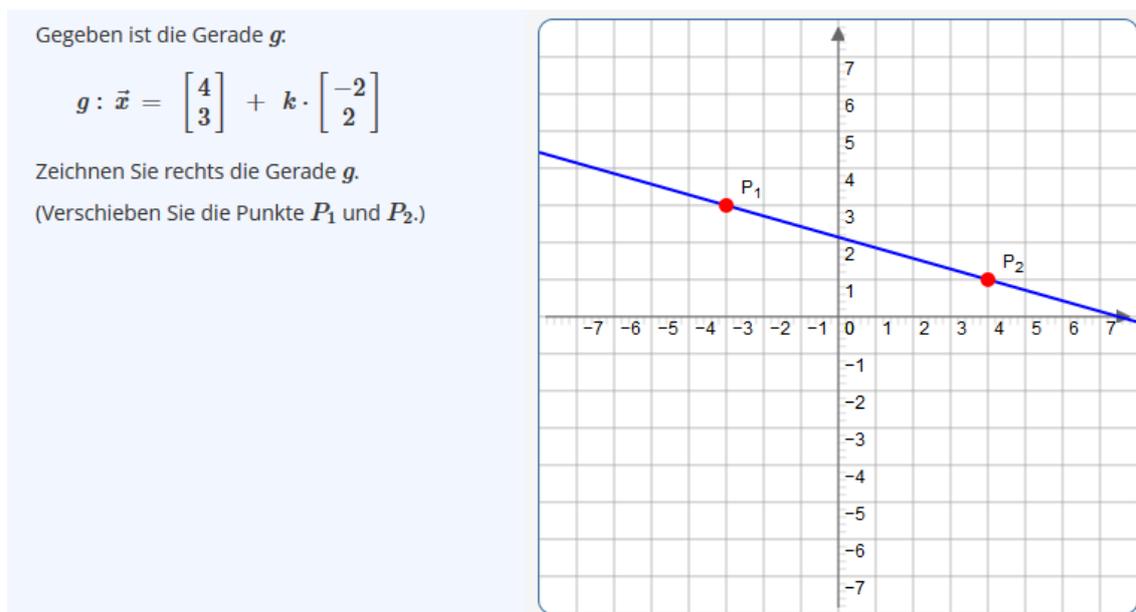


Abbildung 1: eine STACK-Aufgabe mit einem interaktiven JSXGraph-Element

JSXGraph ist eine JavaScript-Library und wurde an der Universität Bayreuth entwickelt. Mithilfe von JSXGraph können interaktive Grafiken schnell, mit wenig Code und mit minimalen Programmier-Kenntnissen geschrieben werden. Die Grafiken können auf HTML-Seiten eingebettet und mit allen gängigen Web-Browsern ohne zusätzliche Software dargestellt werden (Gerhäuser et al., 2010).

STACK wurde von Chris Sangwin entwickelt und steht als Open-Source Plugin für die Lernplattformen Moodle und ILIAS zur Verfügung. Mit STACK können parametrisierte Mathematik-Aufgaben erstellt werden. Für die Erstellung der Aufgaben und für das Überprüfen der studentischen

Antworten wird das Computer Algebra System Maxima verwendet, das viel Flexibilität bei der Aufgabenstellung bietet. Es kann zum Beispiel überprüft werden, ob die Antwort der Studierenden bestimmte mathematische Eigenschaften erfüllt (Sangwin, 2013, 102-126).

2. Didaktische Überlegungen

Diagramme, Skizzen und Grafiken können beim Lernen von Mathematik viele Funktionen übernehmen (Arcavi 2003). Mit interaktiven grafischen Aufgaben können Mathematik-Online-Übungen abwechslungsreicher gestaltet und mehr Aufgabenvariationen angeboten werden. Zudem fördern grafische Aufgaben häufig das Verständnis der Inhalte, da nicht nur das Anwenden eines Lösungsschemas eingeübt wird (Ritter & Vasko, 2018).

In Mathematik-Aufgaben kommen Grafiken in zwei Aufgabentypen vor. Im ersten Aufgabentyp wird Studierenden eine Grafik zur Interpretation vorgelegt. In solchen Aufgaben „konsumieren“ die Studierenden die Grafiken „passiv“. Solche Aufgaben sind einfach digital zu reproduzieren. Statische Grafiken können mit den meisten Online-Übungssystemen generiert werden. Im zweiten Typ erstellen die Studierenden die Grafiken entweder selbst oder bearbeiten vorgegebene Grafiken aktiv. Beispiele solcher Aufgaben sind das Skizzieren von Funktionen, von Vektoren oder von Lösungsmengen von Ungleichungen.

Als Beispiel wird die folgende Aufgabe betrachtet:

Skizzieren Sie die Lösungsmenge der folgenden reellen Ungleichung:

$$-2x^2 - 4x + 4 > |2x - 2| - 2$$

Möchte man diese Aufgabe digital anbieten, müssen Lehrende kreativ werden, da freies Skizzieren schwer automatisch zu prüfen ist. Optimal wäre also, den Studierenden möglichst viel Gestaltungsfreiheit zu geben und dennoch die automatische Auswertung der Aufgabe zu ermöglichen. Es können beispielsweise bestimmte fertige Elemente zur Verfügung gestellt werden, mit denen die Studierenden interagieren können. In dem obengenannten Beispiel könnte eine Betragsfunktion und eine Parabel bereitgestellt werden. Die Studierenden müssten dann durch Verschieben der Punkte S, Q, P1, P2 und P3 die Lösungsmenge der Ungleichung skizzieren (Abbildung 2).

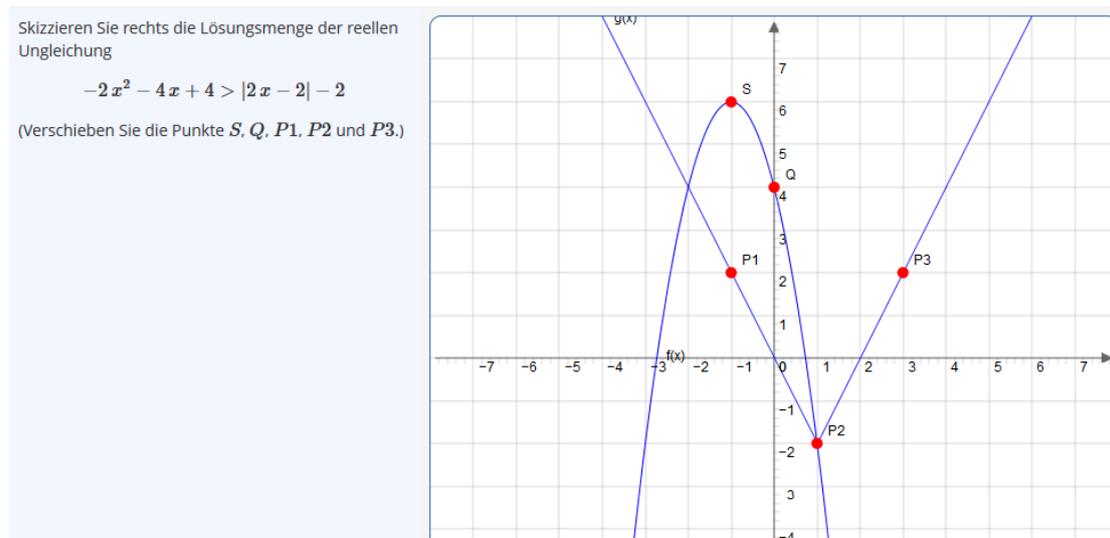


Abbildung 2: Skizze der Lösungsmenge einer Ungleichung

Um Übungen curricular zu verankern, müssen sie korrigiert und benotet werden, aber besonders an den Hochschulen für Angewandte Wissenschaften stehen wenig personelle Ressourcen zum Korrigieren. Daher ist die automatische Auswertung eine wichtige Vorbedingung digitaler Übungsaufgaben. Lern- und motivationsförderlich ist auch, den Studierenden ein sofortiges und antwortspezifisches Feedback anzubieten. In der Beispielaufgabe könnte zum Beispiel im Feedback – statt nur ‚richtig‘ oder ‚falsch‘ anzuzeigen – spezifiziert werden, welche Teile der Aufgabe richtig oder falsch gelöst wurden. Zudem könnte auf Fehlvorstellungen bezüglich der Betrags-Funktion hingewiesen werden.

3. Technik

Eine mit STACK und JSXGraph erstellte interaktive grafische Aufgabe besteht aus zwei Teilen: aus dem grafischen JSXGraph-Element sowie der eigentlichen Aufgabe.

JSXGraph-Grafiken werden mit JavaScript programmiert. Die JSXGraph-Library bietet zahlreiche fertige geometrische Elemente und Konstrukte, mit denen interaktive Diagramme schnell entwickelt werden können.

Die STACK-Aufgabe wird dann auf der Lernplattform Moodle oder ILIAS umgesetzt und das JSXGraph-Element mit der Aufgabe verbunden. Mit JavaScript können Werte aus der Aufgabe gelesen und dadurch die Grafik dynamisch generiert werden. Nachdem die Studierenden ihre Antwort in der interaktiven Grafik reproduziert haben, werden die zur Auswertung benötigten Werte mit JavaScript in ein Antwortfeld geschrieben und an die Lernplattform weitergegeben. Die Antwortüberprüfung passiert dann auf der Server-Seite mithilfe des Computer-Algebra-Systems Maxima.

Das Einbinden von JavaScript-Elementen in ILIAS wurde von Wigand Rathmann (2016) vorgestellt. Die Schnittstelle zwischen den JavaScript-Elementen und den STACK-Aufgaben wurde von Andreas Schenkel (2016) entwickelt und als YouTube-Video veröffentlicht. Weiterentwickelt wurde die Schnittstelle an der Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft.

4. Fazit und Ausblick

Interaktive grafische Aufgaben sind eine Bereicherung für digitale Übungen in der Mathematik. Obwohl es aktuell schon möglich ist, interaktive grafische Aufgaben mit STACK und JSXGraph auf den Lernplattformen Moodle und ILIAS zu erstellen und den Studierenden anzubieten, gibt es trotzdem noch Bedarf zur Weiterentwicklung. Die Anbindung von JavaScript-Elementen in den STACK-Aufgaben sollte standardisiert werden – aktuell ist die Vorgehensweise je nach Lernplattform unterschiedlich. Es besteht auch keine einheitliche Möglichkeit, die Aufgaben von einem System zu exportieren und ins andere zu importieren. Dies erschwert die Zusammenarbeit und den Austausch zwischen Hochschulen – beides ist auch im Bereich digitale Übungsaufgaben sehr wünschenswert und mit einem hohen Mehrwert verbunden.

5. Förderhinweis

Dieses Vorhaben wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01PL16014 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Literatur

- Arcavi, A. (2003). The Role of Visual Representations in the Learning of Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 52, 215–241.
- Gerhäuser, M., Wassermann, A. & Valentin, B. (2010). JSXGraph – dynamic mathematics with javascript. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 17 (4), 211-216.
- Rathmann, W. (2016). Einbau von jsxgraph in ILIAS-Lernmodulen. Ein Vortrag im SIG Mathe+ILIAS Treffen, Bremen, 02.03.2016.
- Ritter, S. & Vasko, M. (2018). Beispiele für Verständnisaufgaben zur Ingenieurmathematik in digitaler Form. Beiträge zum Mathematikunterricht 2017, S. 1197-1200. Münster: WTM-Verlag.
- Sangwin, C. (2013). *Computer Aided Assessment of Mathematics*. Oxford: Oxford University Press.
- Schenkel, A. (2016). Stack und Geogebra in Moodle. YouTube-Video, veröffentlicht am 15.09.2016, in: <https://www.youtube.com/watch?v=7Zg1M4riXdc>