

Sebastian Nell¹
 Simon Goertz¹
 Heidrun Heinke¹

¹RWTH Aachen University

Ein interaktives Steckbrett zum Aufbau elektrischer Schaltungen

Motivation

Der Erwerb experimenteller Kompetenzen ist ein wichtiges Ziel schulphysikalischer Bildung. Um Lehrkräfte bei der Planung und Durchführung von Unterricht zur Vermittlung von experimentellen Kompetenzen zu unterstützen, wurde an der RWTH Aachen University die Plattform „FLexKom“ zum **F**ördern und **L**ernen **e**xperimenteller **K**ompetenzen ins Leben gerufen. Auf dieser werden Unterrichtsmaterialien in Modulform angeboten, die eingeordnet in das FLexKom-Modell (vgl. Goertz et al. 2019) bestimmte Teilkompetenzen des Experimentierens fördern. Dabei sind diese Teilkompetenzen aufbauend z.B. auf dem eXkomp-Modell (vgl. Schreiber et al. 2009) den Bereichen Planung, Durchführung und Auswertung eines Experiments zugeordnet. Die Module können flexibel zu Lernzirkeln kombiniert oder einzeln im Unterricht eingesetzt werden. Dabei sind stets die Schülerinnen und Schüler im Sinne einer Schülerorientierung aktiv und bearbeiten die gegebenen Aufgaben eigenständig. In diesem Beitrag wird die Entwicklung eines Moduls zur Planung und zum Aufbau elektrischer Schaltungen vorgestellt.

Zielsetzung des Moduls und Einordnung in das FLexKom-Modell

Planung und Aufbau elektrischer Schaltungen sind fester Bestandteil des Physikunterrichts und werden im Kernlehrplan Physik der Sekundarstufe I im Abschnitt Erkenntnisgewinnung des Inhaltsfeldes „Elektrischer Strom und Magnetismus“ als Lernziele genannt: „Die Schülerinnen und Schüler können

- zweckgerichtet einfache elektrische Schaltungen planen und aufbauen [...],
- [...] einfache Schaltungen nach Schaltplänen aufbauen“ (vgl. Ministerium für Schule und Bildung des Landes NRW 2019, S. 25).

Im Rahmen des FLexKom-Modells wurde ein Modul entwickelt, das vor allem auf die Förderung der Durchführungs-Kompetenz „Elektronischer Versuchsaufbau“ sowie der Planungs-Kompetenz „Versuchsskizze anfertigen“ abzielt. Hierzu erhalten die Schülerinnen und Schüler Schaltskizzen aus Reihen- und Parallelschaltungen von Widerständen und Glühlampen, analysieren diese und realisieren die Schaltungen auf dem Steckbrett mit entsprechenden Bauteilen.

Auch dieses Modul soll die eigenständige Arbeit von Schülerinnen und Schülern im Rahmen von Lernzirkeln ermöglichen. Demnach ist es unerlässlich, dass die Schülerinnen und Schüler eine direkte Rückmeldung über die Korrektheit der von ihnen aufgebauten Schaltungen erhalten. Dies wird durch Verwendung eines eigenentwickelten interaktiven Steckbretts erreicht. Funktional soll das Steckbrett...:

- ...den Aufbau einfacher Reihen- und Parallelschaltungen ermöglichen,
- ...realisierte Schaltungen auf Übereinstimmung mit den vorgegebenen Schaltbildern prüfen,
- ...den Schülerinnen und Schülern direkt Rückmeldung geben, ob die von ihnen realisierte Schaltung mit dem vorgegebenen Schaltbild übereinstimmt,
- ...den Lehrkräften ermöglichen, möglichst einfach eigene Schaltbilder vorzugeben.

Das Design des interaktiven Steckbretts

Unter Berücksichtigung der genannten Anforderungen wurde das interaktive Steckbrett, welches in Abbildung 1 dargestellt ist, konzipiert. Die verfügbaren Steckplätze können jeweils von Widerständen oder Glühlampen besetzt oder überbrückt werden. So können die Schülerinnen und Schüler reine Reihenschaltungen mit bis zu sieben Bauteilen aufbauen. Zudem ermöglicht das Steckbrett an fünf Steckplätzen, je zwei Bauteile parallel zu schalten.

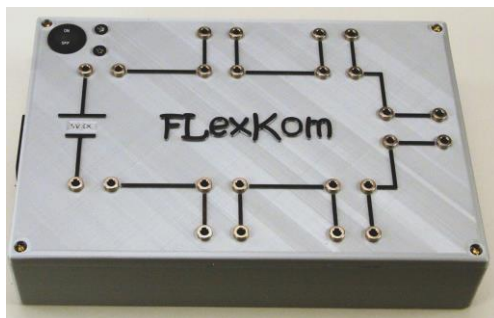


Abb. 1: Vorderansicht des interaktiven Steckbretts.

Im Inneren des Steckbrettes befindet sich ein Arduino, über den die interaktiven Funktionen des Steckbrettes gesteuert werden. Insbesondere ist der Arduino für die Überprüfung der von den Schülerinnen und Schülern realisierten Schaltungen zuständig. Die Überprüfung läuft hierbei wie folgt ab:

Auf dem Arduino ist eine Auswahl verschiedener Schaltungen gespeichert, die jeweils von den Schülerinnen und Schülern aufgebaut werden können. Die Auswahl der jeweils aufzubauenden Schaltung geschieht durch einen zusätzlichen Steckplatz, der seitlich am Steckbrett angebracht ist. Dies ist in Abbildung 2 dargestellt.



Abb. 2: Seitenansicht des interaktiven Steckbrettes mit USB-Anschluss, Batteriefach und einem Steckplatz, der für die Auswahl der auf dem Steckbrett aufzubauenden Schaltung genutzt wird. Hierzu wird der Steckplatz mit einem Widerstand besetzt, der Arduino misst die abfallende Spannung und wählt je nach Spannung eine unterschiedliche Lösungsmenge aus.

Der Arduino misst die am seitlichen Steckplatz abfallende Spannung, worüber diejenige Schaltung kodiert wird, welche die Schülerinnen und Schüler aufbauen sollen. Bauen die Schülerinnen und Schüler nun eine Schaltung auf der Vorderseite auf, so misst der Arduino die an den Steckplätzen abfallenden Spannungen, rekonstruiert mit diesen Werten die Schaltung, welche die Schülerinnen und Schüler realisiert haben und vergleicht dies mit der gegebenen Lösungsmenge. Dabei berücksichtigt der Arduino, dass augenscheinlich verschiedene elektrische Schaltungen aus physikalischer Sicht identisch sein können. Die

Rückmeldung, ob die Schülerinnen und Schüler die gegebene Schaltung korrekt aufgebaut haben, wird über eine grüne (korrekter Aufbau) und eine rote (fehlerbehafteter Aufbau) LED gegeben, die in Abbildung 1 in der oberen linken Ecke zu sehen sind.

Anwendungsmöglichkeiten des Steckbretts

Bisher wurden drei verschiedene Anwendungsmöglichkeiten für das Steckbrett entwickelt. Abbildung 3 zeigt beispielhaft das Schaltbild einer Schaltung, welche von den Schülerinnen und Schülern aufgebaut werden soll. Dies kann eine Aufgabe für den Anfangsunterricht der Elektrizitätslehre sein, in dem die Schülerinnen und Schüler das erste Mal eigene Schaltungen aufbauen. Erste Erprobungen verliefen sehr erfolgreich, das Steckbrett wurde sowohl von Schülerinnen und Schülern als auch von Lehrkräften gelobt. Dabei wurde insbesondere die Feedback-Funktion über die LEDs besonders hervorgehoben.

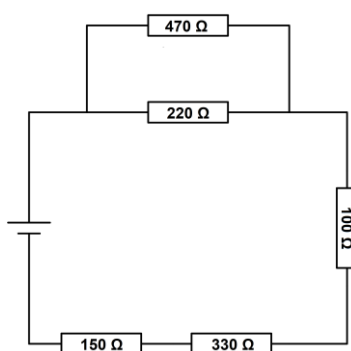


Abb. 3: Darstellung einer Schaltung, die mit dem interaktiven Steckbrett nachgebaut werden kann.

Aufgaben dieser Art können auch in Umsetzung eines Gamification-Ansatzes für den Physikunterricht im Rahmen eines Escape-Games verwendet werden. Eingebettet in ein größeres Rätsel können die Schülerinnen und Schüler eine bestimmte Schaltung aufbauen. Bei korrektem Aufbau erhalten die Schülerinnen und Schüler einen Hinweis oder Gegenstand, den sie in einer nachfolgenden Aufgabe benötigen (vgl. Westphalen 2020).

Für ältere Schülerinnen und Schüler mit fortgeschrittenen Physikkenntnissen kann das Steckbrett auch für eine Aufgabe zur Problemlösung verwendet werden. Hier können beispielsweise sechs Widerstände vorgegeben werden (z.B. $10\ \Omega$, $2 \times 50\ \Omega$, $100\ \Omega$, $220\ \Omega$ und $330\ \Omega$). Ziel einer solchen Aufgabe kann sein, unter Verwendung aller Widerstände auf dem Steckbrett diejenige Schaltung aufzubauen, die den kleinsten Gesamtwiderstand besitzt.

Zusammenfassung und Ausblick

Unter Einsatz eines Mikrocontrollers wurde ein interaktives Steckbrett für den Aufbau elektrischer Schaltungen mit bis zu 12 Bauteilen entwickelt, das den NutzerInnen im Experimentierprozess ein direktes Feedback über die Korrektheit aufgebauter elektrischer Schaltungen geben kann. Zudem wurden verschiedene Einsatzszenarien für das Steckbrett vorgestellt. Es ist vorgesehen, das Steckbrett dahingehend weiterzuentwickeln, dass der experimentelle Prozess vollständig in seiner Abfolge dokumentiert und somit auch rekonstruiert werden kann. Dies eröffnet einen weiteren Zugang zu innovativen Lehrkonzepten bei der Vermittlung experimenteller Kompetenzen.

Literatur

- Goertz, S., Klein, P., Riese, J. & Heinke, H. (2019). Die Plattform „FLexKom“ zur Förderung experimenteller Kompetenzen – Konzept und Einsatzbeispiele. In: PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung 2019, Aachen. Abgerufen am 22.10.2020, von <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/929/1056>
- Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2019). Physik. Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium in Nordrhein-Westfalen. Abgerufen am 20.10.2020, von https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/208/g9_ph_klp_%203411_2019_06_23.pdf
- Schreiber, N., Theyßen, H. und Schecker, H. (2009). “Experimentelle Kompetenz messen?!” In: Physik und Didaktik in Schule und Hochschule (PhyDid) 8.3, S. 92-101.
- Westphalen, T. (2020). FLexcape Game – Konzeption eines Escape Games zum Fördern und Lernen experimenteller Kompetenzen. Masterarbeit, kann auf Anfrage an nell@physik.rwth-aachen.de zugesendet werden.