

# Arduinos in der Schule

## Lernen mit Mikrocontrollern

Die Bedeutung von neuen Technologien für die Lebens- und Arbeitswelt ist unstrittig, und Lerninhalte mit Bezug zu Computern nehmen in Schulen einen immer größeren Stellenwert ein.<sup>1</sup> Dabei geht es nicht nur um Medienkompetenz und Anwendungsprogramme, sondern auch um die Arbeitsweise von informationstechnischen Systemen<sup>2</sup>, und es wird eine grundlegende Informatikbildung angestrebt<sup>3</sup>. In einer Zusammenarbeit der Universität Bremen mit einer Bremer Schule wurde ein Unterrichtsmodul zur Programmierung von Mikrocontrollern (Arduinos)<sup>4</sup> durchgeführt und evaluiert.

### Warum Arduinos?

Programmieren an Computern birgt – gerade für jüngere Lernende – die Gefahr, unübersichtlich und unüberschaubar zu wirken. Einen weniger komplexen Zugang bietet beispielsweise Calliope<sup>5</sup>, allerdings kann Peripherie nur in begrenztem Umfang angeschlossen werden, sodass für eigene Ideen der Lernenden nur wenig Raum besteht.

Darüber hinaus werden keine Kompetenzen in einer „echten“ Programmiersprache erworben, da die Programmierung mithilfe von grafischen Blockbausteinen in der Programmierumgebung *calliope.cc* erfolgt. In unserem Modul fiel die Wahl auf Arduinos, da die Programmierung in C/C++ geschieht und verschiedene Sensoren, Displays und LEDs eingebunden werden können; ein fertig gebautes System ist also für die Lernenden „mit allen Sinnen“ erfahrbar.

### Das Modul

Das Modul fand in einer 5. Klasse fünf Wochen lang in je einer Doppelstunde statt. In der ersten Einheit wurden grundlegende Konzepte erklärt und eine LED zum Blinken gebracht. In den folgenden Stunden wurden in Zweier-Teams kleine Projekte bearbeitet (Tab. 1). Die Dyaden wurden im Sinne einer reflexiven Koedukation<sup>6</sup> geschlechtshomogen realisiert, da Jungen häufig gegenüber Mädchen in Computerbelangen dominant sind und Jungen und Mädchen im Umgang mit Computern unterschiedliche

Ziele verfolgen: Während bei Jungen häufig das eigene Vorkommen im Vordergrund steht, wollen Mädchen gemeinsam ein gutes Resultat erreichen<sup>7</sup>.

### Umsetzung der Projekte am Beispiel der „Ampel“

Im Projekt „Ampel“ wurde eine Ampelschaltung nachgebaut, sodass nach dem Drücken eines Knopfes die Auto-Ampel über Gelb auf Rot schaltet und anschließend die Fußgängerampel grün wird. Die Farben der Ampeln wurden durch entsprechend farbige LEDs realisiert (s. Abb. 1).

Arduino-Programme bestehen aus zwei Teilen: **(1) setup** wird beim Programmstart zur Konfiguration von Eingabe- und Ausgabeschnittstellen einmalig ausgeführt, **(2) loop** wird in einer Schleife endlos ausgeführt und realisiert die eigentliche Funktionalität; durch Bibliotheken kann die Komplexität des Codes reduziert werden. Es können Objektinstanzen angelegt werden, wobei jedes Objekt eine reale Komponente repräsentiert, die mit dem Arduino verbunden ist.

Im Ampel-Programm werden Bibliotheken für Taster und LED eingelesen und Objektinstanzen für jede Komponente angelegt. Dabei wird das Schema „Objektart Objektname (Parameter)“ verwendet. Die Objektart entspricht LED oder Taster, der Objektname kann frei gewählt werden und dient im Programmverlauf zur Interaktion mit dieser Komponente. Die Parameter bestimmen, an welchem Anschluss das Objekt an den Arduino angeschlossen ist (Tab. 2: A und B). Bevor die Hauptfunktionalität realisiert wird, werden Hilfsroutinen

erstellt, z. B. „`autoAmpelRotSchalten()`“, die das Verhalten der LEDs bei der jeweiligen Aktion modellieren und eine spätere Abstraktion ermöglichen. Zuerst wird dabei die grüne LED aus- und die gelbe eingeschaltet, nach 1 Sekunde erlischt Gelb, und Rot wird eingeschaltet (s. Tab. 2: C).

Die eigentliche Funktionalität wird anschließend in der Loop-Routine realisiert (Tab. 2: D): Durch Drücken des Tasters wird der Programmcode ausgelöst. Hierbei wird das Schlüsselwort `if <Bedingung>` verwendet, das prüft, wie die Bedingung `knopf.wurdeGedrueckt()` ausgewertet und, falls erfüllt, den nachfolgenden Programmcode ausführt: Wurde der Taster gedrückt, wird die KFZ-Ampel auf Rot geschaltet. Nach 1 Sek. wird die Fußgängerampel grün und nach weiteren 5 Sek. wieder rot. Nach 1 Sek. wird die KFZ-Ampel grün, nach 10 Sek. ist der Taster wieder aktivierbar.

### Ergebnisse

Die Einschätzungen der Lernenden erfolgten auf einer 5-stufigen Skala. An der Befragung nahmen 13 Mädchen und 14 Jungen teil. Bezüglich der Frage „Hat dir das Programmier-Modul insgesamt gut gefallen?“ ergab sich seitens der Jungen eine sehr positive Einschätzung, die signifikant besser ausfiel als die der Mädchen ( $p < .01$ ). Jungen fanden auch die Arduinos an sich wesentlich interessanter als Mädchen ( $p = .02$ ). Sie beantworteten die Frage, ob sie gerne zu Hause an ihrem Projekt weitergearbeitet hätten, signifikant positiver ( $p = .046$ ) und hielten das Modul für signifikant nützlicher ( $p = .04$ ). Bei

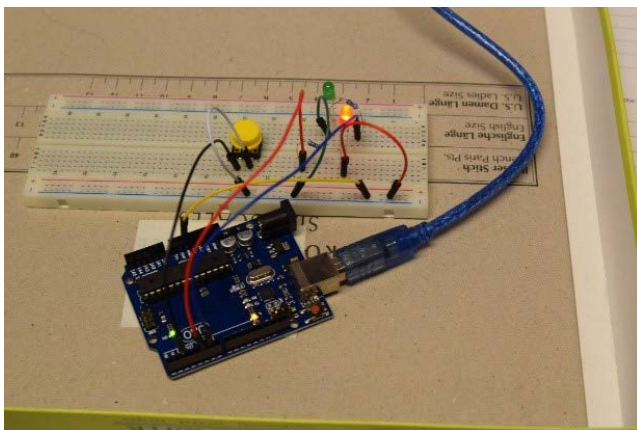


Abb. 1: Zwischenstand einer Schülerlösung

Projekt	Schwierigkeit	Beschreibung
Füllstandssensor	gering	Messung des Wasserstandes in einem Glas
Temperaturanzeige	gering	Anzeige der Temperatur
Zähler	gering	Hochzählen einer Anzeige auf Knopfdruck
Lärmsensor	gering	Warnton, wenn Lautstärke einen bestimmten Wert erreicht
Tonleiter	mittel	Abspielen einer Tonleiter
Diebstahlsicherung	mittel	Warnton, wenn ein Kabel entfernt wird
Ampel	hoch	Auf Knopfdruck wird Auto-Ampel rot und Fußgängerampel grün
Matrix	hoch	Anzeige von Mustern auf einer Matrix mit 8x8 LEDs

Tab. 1: Projektübersicht

der Frage nach dem eigenen Lernerfolg im Modul ergaben sich positive Einschätzungen ohne Unterschied zwischen Mädchen und Jungen. Sowohl vor als auch nach der Durchführung des Moduls wurden die Kinder gefragt, ob es sie interessiert, wie ein Smartphone funktioniert. In beiden Befragungen blieben die Werte der Mädchen deutlich hinter den Jungen zurück (Vorbefragung  $p = .04$ ; Nachbefragung  $p = .01$ ), aber für beide Geschlechter wurde von der Vor- zur Nachbefragung eine deutliche Steigerung sichtbar. Bei der Frage „Was passiert, wenn man eine LED verwendet, aber den Widerstand vergisst?“ unterschieden sich die Ergebnisse der Mädchen nicht von denen der Jungen. Demgegenüber wussten Jungen signifikant häufiger als Mädchen, was der Befehl „delay (4000)“ bedeutet ( $p = .01$ ). Ein kurzes Programm konnten Jungen mit mehr korrekten Elaborationen erläutern als Mädchen, allerdings war der Unterschied knapp nicht signifikant ( $p = .05$ ). Allerdings ergab eine Analyse der Anzahl der Wortbeiträge in den offenen Plenumsphasen einen signifikanten Unterschied zwischen Mädchen und Jungen (Mädchen: 29 Beiträge, Jungen: 47 Beiträge,  $p = .04$ ).

**Fazit**

Das Modul wurde mit dem Ziel umgesetzt, das Technikinteresse zu fördern; tatsäch-

lich war eine erhebliche Steigerung zu beobachten. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine Integration von technikbezogenen Lerninhalten das technikbezogene Selbstkonzept von Mädchen positiv beeinflussen kann (wobei die Frage vorerst offen bleibt, inwieweit eine gleichgeschlechtliche Zusammenstellung der Zweiergruppen in diesem Punkt von Relevanz ist). Einschränkend ist allerdings festzuhalten, dass die Mädchen die anfängliche positive Interessenlage der Jungen nicht erreichten und in den Plenumsphasen deutlich zurückhaltender agierten als die Jungen. Bemerkenswert war auch das Statement eines Jungen in der letzten Stunde, als sich alle gegenseitig in einem Museumsgang ihre Arbeit zeigten: „Die Mädchen haben ja nur die einfachen Projekte gemacht!“ Obwohl dies direkt widerlegt werden konnte – Mädchen und Jungen hatten in gleichem Ausmaß einfache bzw. schwierige Projekte gewählt – zeigt diese Äußerung dennoch, wie früh in der Altersentwicklung bereits Vorurteile verankert sind (vgl. dazu auch S. 41–42). Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass ein Einführungskurs zur Computernutzung im Vorfeld sinnvoll ist. Insbesondere sollte aber überprüft werden, ob das Einbinden von Bibliotheken tatsächlich hilfreich ist. Während dies einerseits die Übersichtlichkeit

des Codes verbessert, besteht andererseits die Gefahr, dass die zugrundeliegenden Prozesse intransparent werden. Um die Nachhaltigkeit des Lernerfolges und auch ein selbstständigeres Arbeiten zu sichern, sollten grundlegende Informationen dauerhaft zur Verfügung gestellt und Anwendungsphasen im Wechsel mit

gemeinsamen Wiederholungsphasen durchgeführt werden. Dies ist insbesondere dann relevant, wenn der Erwerb spezifischer Kompetenzen im Vordergrund steht. Bemerkenswert waren die Offenheit und das Selbstvertrauen der Kinder, Kabel anders zu stecken und Programme anders zu schreiben als in den

A – Einbindung der Komponenten	<pre>#include &lt;LED.h&gt; #include &lt;Taster.h&gt; LED autoampel_gruen( 8 ); LED autoampel_gelb( 12 ); LED autoampel_rot( 11 ); LED personenampel_gruen( 10 ); LED personenampel_rot( 9 ); Taster knopf( 3 );</pre>
B – Setup: Beschreibung des Startzustands	<pre>void setup() {   autoampel_gruen.einschalten();   personenampel_rot.einschalten(); }</pre>
C – Grün-auf-Rot-Umschaltung der KFZ-Ampel	<pre>void autoAmpelRotSchalten(){   autoampel_gruen.ausschalten();   autoampel_gelb.einschalten();   delay(1000);   autoampel_gelb.ausschalten();   autoampel_rot.einschalten(); }</pre>
D – Zusammenspiel von KFZ- und Fußgängerampel	<pre>void loop() {   if( knopf.wurdeGedruickt() ) {     autoAmpelRotSchalten();     delay(1000);     personenAmpelGruenSchalten();     delay(5000);     personenAmpelRotSchalten();     delay(1000);     autoAmpelGruenSchalten();     delay(10000);   } }</pre>

Tab. 2: Darstellung der Codes

Anleitungen dargestellt. Der dadurch entstandene Sachschaden (zwei defekte LEDs, zwei geplatze Temperatursensoren und ein ruiniertes Breadboard) belief sich aber nur auf wenige Euros. Die Kinder ließen sich durch diese Fehler nicht verunsichern, sondern verwandelten sie positiv in Lerngelegenheiten.<sup>8</sup> So konnten sie beispielsweise sehen, wie ein Breadboard von innen aussieht, und diskutieren, warum bei manchen Bauteilen die Polung relevant ist. Insofern unterstützt eine positive Fehlerkultur die Zielerreichung in hohem Ausmaß.

#### Dank

Diese Arbeit entstand in einer Kooperation des SFB 1232 „Farbige Zustände“ an der Universität Bremen mit der Wilhelm-Focke-Oberschule in Bremen. Wir danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die Förderung von „Schule in

Farbigen Zuständen“ (Teilprojekt Öffentlichkeitsarbeit) sowie den Teilprojekten P01 und P02.

Ebenfalls bedanken wir uns bei der Schulleitung und bei der Klasse 5a, die mit Engagement und Lernbereitschaft sehr zum Gelingen des Moduls beigetragen hat.

#### Anmerkungen:

- (1) Brinda, 2016.
- (2) Gesellschaft für Informatik, 2015.
- (3) MINT Nachwuchsbarometer, 2017.
- (4) <https://www.arduino.cc/>
- (5) <https://calliope.cc/>
- (6) Stürzer, 2003.
- (7) Wurm, 2004.
- (8) Für detailliertere Schilderungen siehe <http://blog.sfb1232.de/>

#### Literatur:

- (1) Brinda, T. (2016). Stellungnahme zum KMK-Strategiepapier „Bildung in der digitalen Welt“. <https://fb-iad.gi.de/fileadmin/stellungnahmen/gi-fbiad-stellungnahme-kmk-strategie-digitale-bildung.pdf> [letzter Zugriff: 21. 03. 2018]
- (2) Gesellschaft für Informatik

(2015). 3. Dagstuhl-Erklärung zur Informatischen Bildung in der Schule 2015 der Gesellschaft für Informatik e.V. <https://gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Themen/GI-Dagstuhl-Erklaerung2015.pdf> [letzter Zugriff: 21. 03. 2018]

- (3) MINT Nachwuchsbarometer (2017). Fokusthema: Bildung in der digitalen Transformation. Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech) und Körber-Stiftung.
- (4) Stürzer, M. (2003) Zur Debatte um Koedukation, Monoedukation und reflexive Koedukation. In: Geschlechterverhältnisse in der Schule. DJI-Reihe (Gender), vol 20. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, [https://doi.org/10.1007/978-3-322-90921-3\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-322-90921-3_7) [letzter Zugriff: 21. 03. 2018]
- (5) Wurm, K. G. (2004). Gendersensitiver „Informatik“-Unterricht – oder Wer braucht heute noch monoedukativen Unterricht? In Medienimpulse, 48, 66–71.

Cornelia S. Große, Arbeitsgruppe Rechnerarchitektur, Universität Bremen; Cyber-Physical Systems, DFKI GmbH

Claudia Sobich, Fachbereich Produktions-technik, Universität Bremen; Leibniz-Institut für werkstofforientierte Technologien

Sebastian Huhn, AG Rechnerarchitektur, Bremen; Cyber-Physical Systems, DFKI GmbH

Markus Leuschner, Wilhelm-Focke-Oberschule, Bremen

Rolf Drechsler, AG Rechnerarchitektur, Bremen; Cyber-Physical Systems, DFKI GmbH

Lutz Mädler, Fachbereich Produktions-technik, Universität Bremen; Leibniz-Institut für werkstofforientierte Technologien

Kontakt:  
Claudia Sobich,  
Wissenschaftskommunikation  
SFB 1232

wiko@sfb1232.de

## pinnwand



### Smartphone wird sicherer

Nicht alle Smartphone-Anwendungen sind so vertrauenswürdig, wie wir glauben: Viele Apps geben ohne das Wissen und ohne die Zustimmung der Nutzer private Daten weiter – selbst dann, wenn sie zwar auf dem Smartphone installiert sind, aber nicht verwendet werden.

Doch nun scheint es Hoffnung zu geben, dass die Nutzer die Kontrolle über ihr Gerät wiedererlangen: Gegen den Datenklau per Smartphone haben Informatiker von der Goethe-Universität Frankfurt/Main nach umfangreichen Forschungen zum Thema eine App für Android-Nutzer entwickelt: Die „Android App Behaviour Analyser (A3)-App“ informiert darüber, wann, wie oft und aus welchem Grund auf dem Smartphone installierte Apps auf welche persönlichen Daten zugreifen. Außerdem ist es möglich, unsichere Apps aufzuspüren, die persönliche Daten missbrauchen könnten.

Die zugehörige Publikation ist zugänglich unter [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-64483-7\\_1](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-64483-7_1)

### Bayern sucht junge Radio-Journalisten

Für den Jugendradiopreis „Politik & Wir“ können Kinder und Jugendliche zwischen 10 und 26 Jahren aus ganz Bayern bis zum 1. August 2018 ihre Beiträge zu aktuellen, politischen Fragestellungen einreichen.

Ausgeschrieben wird der Preis vom Bayerischen Jugendring (BJR) und dem Institut für Medienpädagogik in Forschung und Praxis (JFF). Die Beiträge sollten eine Dauer von 60 Minuten nicht überschreiten und sich mit aktuellen Themen auseinandersetzen. Formal sind der Kreativität vom vom Sachbeitrag bis zum Jingle keine Grenzen gesetzt. Bei Bedarf kann medienpädagogische Unterstützung angeboten werden. Am 15. September 2018 werden die jungen Preisträger im

Rahmen der langen Nacht der Demokratie ausgezeichnet. Das Preisgeld beträgt 250 Euro. €. Weitere Informationen zur Ausschreibung sind zu finden unter [medienzentrum@jff.de](mailto:medienzentrum@jff.de)

### Digitalisierung braucht Strategien

Laut der Studie „IT- und Datensicherheit 2017“ der Nationalen Initiative für Internet und Datensicherheit e.V. (NI-FIS) fehlt es Deutschland offenbar nach wie vor an sinnvollen Strategien für die Digitalisierung. Für die Studie wurden Fachkräfte der IT und der IT-Sicherheit befragt. Unter anderem zeigen sich die Befragten sehr besorgt ob des langsamen Breitbandausbaus in Deutschland und weisen darauf hin, dass dem Bund durch unpassende Digitalisierungsstrategien Gelder in Milliardenhöhe entgehen. Unter [team@euromarcom.de](mailto:team@euromarcom.de) kann die vollständige Auswertung der Studie kostenfrei angefordert werden.