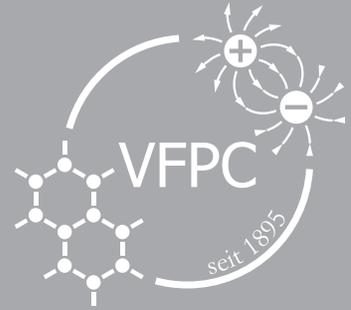
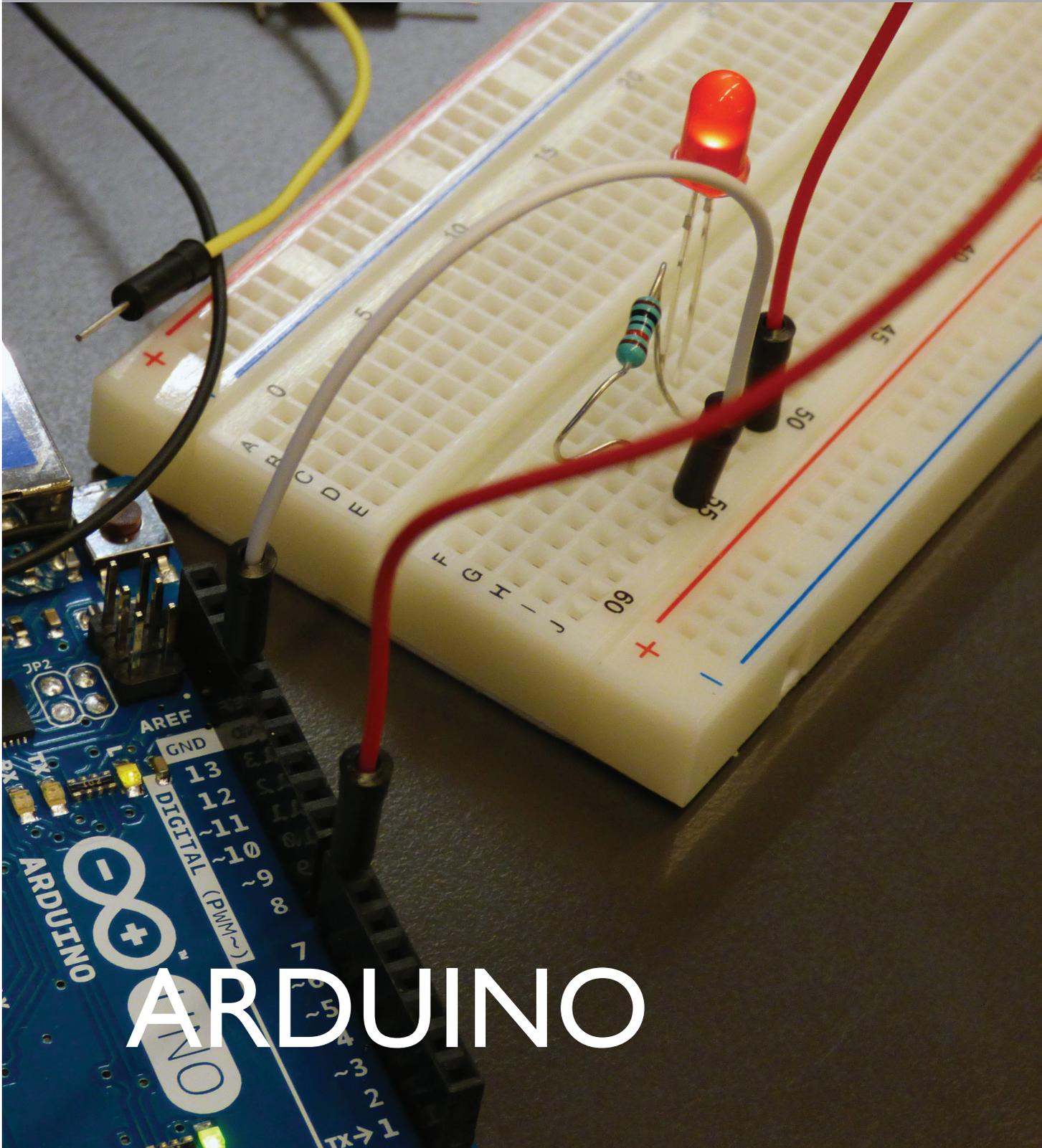


plusLucis



Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts



ARDUINO

ISSN 1606-3015

Ausgabe 1/2018

Impressum

PLUS LUCIS, Mitteilungsblatt des Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts und des Fachausschusses Physik & Schule der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft (VZR: 668472729)
Erscheint vierteljährlich

Medieninhaber und Herausgeber:

Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts
Adr.: AECC Physik Universität Wien, Porzellangasse 4, Stiege 2, 1090 Wien

Im Web: <http://pluslucis.univie.ac.at>

Redaktion dieser Ausgabe:

Prof. Dr. Dr. Hartmut Wiesner
Universität München
Email: hartmut_wiesner@t-online.de

Preis des Einzelhefts: € 6,-
für Mitglieder € 3,- (ist im Mitgliedsbeitrag enthalten)

Die jährliche Abonnementgebühr für Nichtmitglieder beträgt € 20,-.

Offenlegung nach § 25 des Mediengesetzes: Grundlegende Richtung: Fortbildung und fachliche Information für Physik- und Chemielehrer, organisatorische Mitteilungen, Vereinsinterna.

Beiträge werden erbeten an:

Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf
AECC Physik, Universität Wien
E-Mail: martin.hopf@univie.ac.at

Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens
AECC Chemie, Universität Wien
E-Mail: anja.lembens@univie.ac.at

Ass. Prof. Dr. Claudia Haagen-Schützenhöfer
Universität Graz, Physikdidaktik
E-Mail: claudia.haagen@uni-graz.at

Es wird erbeten, Beiträge nach Möglichkeit per E-Mail einzureichen.
Bevorzugtes Dateiformat: MS Word.
Bilder im tif- oder jpg-Format.

Titelbild (Umschlag):

Tomasz Mikolajczyk via pixabay.com

Heftkoordination:

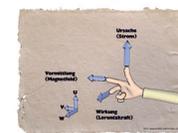
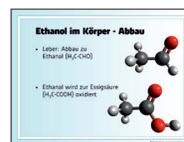
Mag. Dr. Thomas Plotz
Layout: Maria Wasserburger, BSc

Inhalt

Der Arduino als Medium für den naturwissenschaftlichen Unterricht.....	4
<i>Holger Zieris</i>	
Gebäudetechnik eines Schulhauses oder ... Lerne durch ein Projekt einen Mikrocontroller zu programmieren!	8
<i>Ulrike Englert</i>	
Schülerexperimente unter Nutzung eines Arduinos.....	12
<i>Christian Salinger, Alexander Zeus, Simon Hütz, Fabian Deußen, Leonard Büsch & Heidrun Heinke</i>	
Arduino im Elektronikunterricht der 9. Klasse.....	17
<i>Rainer Dietrich</i>	
Wer braucht schon Widerstände?.....	22
<i>Martin Ernst Kraus</i>	
Lehrer/innentag der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft.....	25
<i>Ronald Binder</i>	
Statuten des Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts.....	27
<i>(Einstimmig verabschiedet von der Generalversammlung am 19.11.2013)</i>	
Buchbesprechung.....	31
<i>Leo Ludick & Helmut Kühnelt</i>	

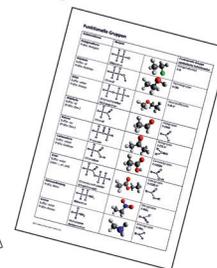
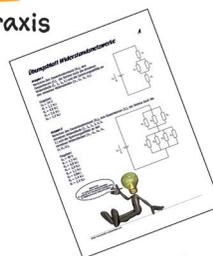
Zeit sparen durch vorbereitete, editierbare Unterrichtsmaterialien

- ★ Vortragsfolien
- ★ Kopiervorlagen
- ★ Übungsblätter
- ★ Zusammenfassungen
- ★ Fragen für die mündliche Reifepfprüfung
- ★ Experimentieranleitungen



Vorteile:

- ★ sofort einsetzbar
- ★ anpassbar
- ★ aus der Praxis



Chemie und Physik

www.leichter-unterrichten.com

Editorial

Entdecken oder Erfinden? Arduino in den Physikunterricht

In den letzten Jahren hat die programmierbare Open-source-Plattform Arduino eine bemerkenswerte Resonanz für den Einsatz im Schulunterricht gewonnen. Aber gehört sie in ihren möglichen didaktischen Funktionen in den Physikunterricht oder eher in den Technik- bzw. Informatikunterricht? Denkt man darüber nach, dann erinnert man sich an den Briefwechsel zwischen M. Wagenschein und C. Schietzel vor etwa 50 Jahren. [1] Dort und in der ergänzenden Literatur zu dieser Debatte wird eine tiefsinnige Diskussion über das Verhältnis von Naturwissenschaft und Technik und die jeweilige Bedeutung für den Unterricht in verschiedenen Schulformen geführt. Nach Wagenschein wird in den Naturwissenschaften in der Natur gegebenes entdeckt, das ‚ohne uns‘ schon im Verborgenen da war. Technische Geräte werden dagegen erfunden, indem auf bereits „Entdecktes“ zurückgegriffen wird. Das Erleben des Entstehens physikalischer Gesetze im genetischen Unterricht führt bei ihm zur Einsicht in den Aspektcharakter der Physik, für ihn ein zentrales Bildungsziel des Physikunterrichts. Für Schietzel gibt es keinen wesentlichen Unterschied zwischen der vorgefundenen und der gemachten Welt. Aber der Bereich der Technik hat für ihn das größere Anregungspotential, die größere Mannigfaltigkeit und Originalität der Denkkakte. K. Weltner hat gemäß dieser Auffassung die Methode des nacherfindenden Unterrichts [2] entwickelt, in der ein technisches Problem zu lösen ist. [3] Dabei gibt es nicht – wie in der Physik üblich – nur die eine richtige Lösung. Inzwischen sind, anders als vor 60, 70 Jahren, die technischen Geräte, die die Schülerinnen und Schüler aus ihrem Alltag kennen, so komplex und undurchschaubar, dass von ihnen befriedigende Lösungen oft schwer zu realisieren sind. Mit dem Arduino-Konzept steht nun allerdings ein didaktisch geeignetes Angebot zur Verfügung, mit dem einerseits beeindruckende technische Lösungen realisiert werden können. Und auf der anderen Seite hebt der Arduino den Gegensatz, wie ihn Wagenschein und Schietzel formuliert haben, zumindest teilweise auf: mit dem Arduino können die Schülerinnen und Schüler authentische technische Probleme (in Projektarbeit) lösen und sie können die experimentellen Messverfahren verfeinern und so überzeugender zu physikalischen Gesetzen kommen bzw. Hypothesen präziser formulieren und genauer überprüfen.

Literatur

- [1] Abgedruckt in M. Wagenschein: Die pädagogische Dimension der Physik. Braunschweig, 3. ergänzte Ausgabe 1971, S.306ff.
 [2] „Nacherfindend“, weil vermutlich alle von Schülerinnen und Schülern lösbaren technische Problem bereits entwickelt worden sind.



Hartmut Wiesner

Ein anderes, gewichtiges Argument für den Einsatz des Arduino im Schulunterricht liefert die aktuelle Diskussion über „Industrie 4.0“ [4]. „Industrie 4.0“ steht für die vierte industrielle Revolution (nach Einführung der Dampfmaschine, des Fließbandes und Automatisierung durch Elektronik und IT), bestimmt durch die Verzahnung von Produktion und modernster Informations- und Kommunikationstechnik. An die Arbeitnehmer werden damit künftig Kompetenzen wie Prozess-, System-, Problemlöse- und Kommunikationsfähigkeiten im Vordergrund stehen. Die Schule sollte einen Beitrag zur Ausbildung dieser Kompetenzen leisten. Die Arbeit mit dem Arduino ist dafür sehr gut geeignet, wenn man sinnvolle Probleme lösen lässt und passende Methoden verwendet (Projektunterricht, situiertes Lernen, u.ä.).

In dem vorliegenden Heft finden interessierte Leserinnen und Leser eine Reihe von Anregungen für den Einsatz des Arduinos im Unterricht.

H. Zieris gibt in seinem Beitrag „Der Arduino als Medium für den naturwissenschaftlichen Unterricht“ eine einführende Beschreibung für die Verwendung des Arduino im Schulunterricht.

U. Englert stellt in ihrem Beitrag „Gebäudetechnik eines Schulhauses oder ...Lerne durch ein Projekt einen Mikrocontroller zu programmieren!“ ein Projekt vor, in dem modellhaft die Steuerung der Gebäudetechnik konstruiert wird.

In dem Beitrag von Ch. Salinga, A. Zeus, S. Hütz, F. Deußen, L. Büsch und H. Heinke „Schülerexperimente unter Nutzung eines Arduinos“ werden unter Verwendung des Arduino verbesserte Schülerexperimente vorgestellt.

R. Dietrich beschreibt in „Arduino im Elektronikunterricht der 9. Klasse“ wie im Unterricht über Elektronik der Arduino eingesetzt werden kann.

Im Beitrag von M. Kraus „Wer braucht schon Widerstände? – Die Spannungsteilerschaltung für Sensoren am Arduino“ stehen ebenfalls Fragestellungen der Elektronik im Vordergrund.

- [3] K. Weltner: Technik und Naturwissenschaft. MNU 24 (1971), 65-75
 [4] <http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Industrie40/WasIndustrie40/was-ist-industrie-40.html>

Der Arduino als Medium für den naturwissenschaftlichen Unterricht

Holger Zieris

Digitale Technik ist aus unserem Alltag heute kaum noch wegzudenken. Smartphones und sogenannte intelligente Geräte helfen uns, unseren Alltag zu meistern und werden von Jung und Alt gleichermaßen selbstverständlich eingesetzt. Parallel zur Verbreitung ist die Technik sehr preiswert geworden und es haben sich Standardsysteme etabliert, die eine freie Programmierung von Chips zulassen. Die Möglichkeiten, die solche Systeme bieten, haben aber bisher nur bedingt zu ihrem Einsatz als Unterrichtsmedium im Klassenzimmer gefunden, obwohl sie in vielerlei Hinsicht ein spannendes und vielfältiges Moment im modernen Physikunterricht darstellen können. Ein prominenter Vertreter der modernen Mikrocontroller ist der Arduino, der - je nach Einsatzszenario mit der entsprechenden Peripherie versehen und programmiert – als Medium bei der Klärung naturwissenschaftlicher Problemstellungen eingesetzt werden kann und dabei auf mehreren Ebenen einen individuellen Lernfortschritt ermöglicht.

1. Warum ein Arduino?

Wenn sich Lehrkräfte auf die Suche nach digitaler Technik für den Unterrichtseinsatz machen, gelten meist die gleichen, oft alltagspraktischen Rahmenbedingungen: Die Geräte müssen erschwinglich sein, eine einfache Handhabung erlauben und gleichzeitig so flexibel sein, dass sie in verschiedenen Problemstellungen einsetzbar sind. All dies erfüllt der Arduino Mikrocontroller. Als Open-source-Plattform ist das Arduino Board in vielen Variationen erhältlich, von denen in den meisten Fällen bereits die einfacheren Boards, die ab wenigen Euro zu beziehen sind, für die Verwendung im Unterricht völlig ausreichen. Die zur Programmierung des Arduino benötigte Software ist für alle gängigen Betriebssysteme frei verfügbar (Arduino-Homepage, o.J.) und wird durch die Community stets aktualisiert und weiterentwickelt.

2. Wie muss man sich das Programmieren eines Arduino nun konkret vorstellen?

Der Arduino wird über USB an einen PC angeschlossen, über dessen Bildschirm wird dann eine integrierte Entwicklungsumgebung, eine sogenannte GUI (graphical user interface), angezeigt, in der das Programm für den Arduino verfasst werden kann. Für Arduino nennt sich diese GUI Arduino-IDE, die in Abbildung 1 gezeigt ist. Sie ist einfach zu bedienen und die Erstellung eines einfachen Sketches, wie ein Arduinoprogramm genannt wird, ist auch für Ungeübte schnell zu verstehen. Treten bei der Erstellung des Sketches Probleme auf, kann dank des Open-source Konzepts auf viele

Lösungsansätze im Internet zurückgegriffen werden, die für das aktuelle Projekt verwendet und modifiziert werden können.



Abbildung 1: Die Arduino GUI mit einfachem Sketch

3. Wie muss man sich das Aufbauen der Hardware vorstellen?

Mikrocontroller wie der Arduino sind mit analogen und digitalen Eingängen bestückt. Deshalb sind sie in der Lage, von unterschiedlichsten Sensoren wie z. B. Licht- bzw. Temperatursensoren, veränderbaren Widerständen bis hin zu I2CBUS-Sensoren Signale zu erfassen. Je nach Einsatzgebiet im Unterricht werden auf Breadboards, wie in Abbildung 2 zu sehen, die jeweils benötigten Sensoren aufgesteckt. Anschließend werden die Sensoren durch Drahtbrücken (Kabelsteckverbindungen) mit dem Mikrocontroller verbunden.

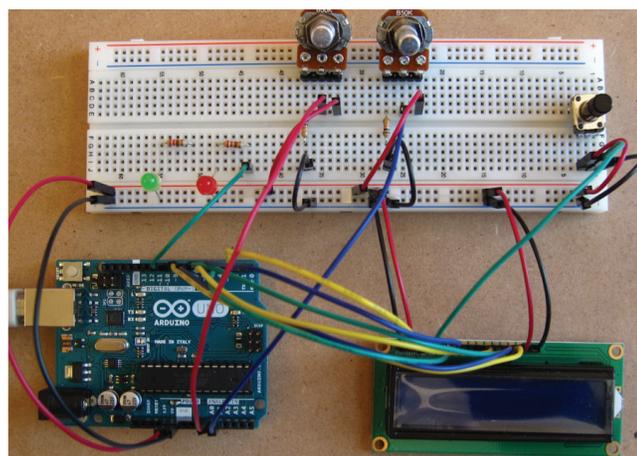


Abbildung 2: Ein typisches Arduino Board mit Steckplatte (Breadboard) zum einfachen und schnellen Verbinden des Mikrocontrollers mit der eingesetzten Sensorik

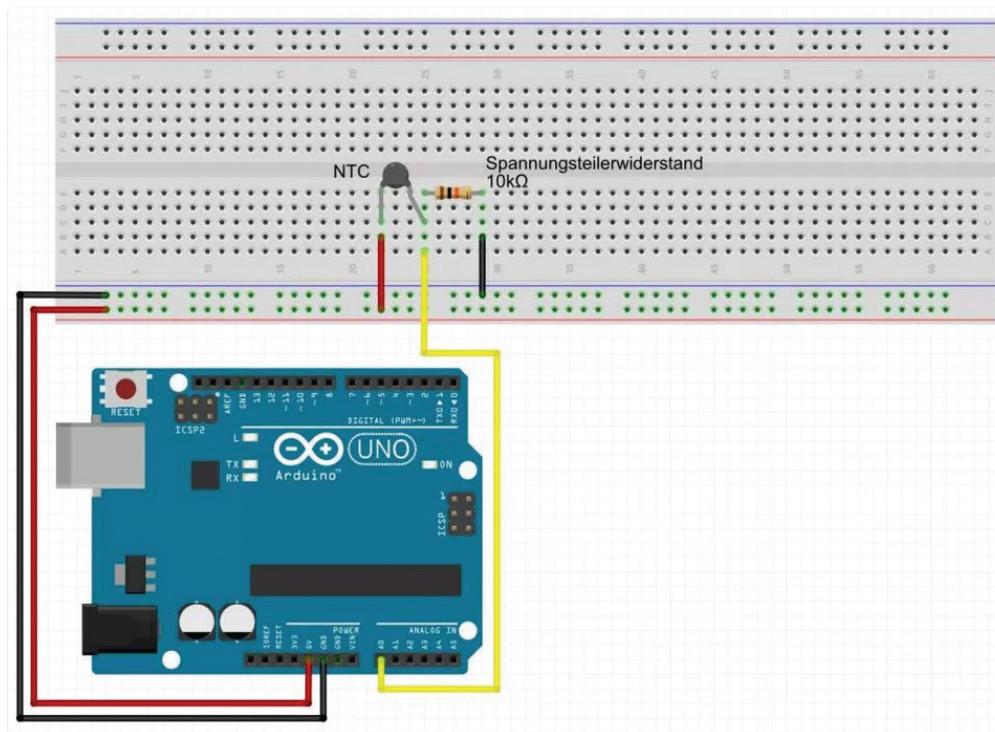


Abbildung 3: Aufbau der Temperaturmessung mit NTC und Spannungsteiler an AnalogIN A0

4. Von einfach bis komplex

Am und mit dem Arduino können verschiedenste Inhalte und Kompetenzen im Fach Physik handlungsorientiert erlernt werden. Im einfachen Fall soll der Arduino beispielsweise beim Erreichen einer definierten Temperatur ein optisches Signal abgeben. Hierbei sind die Lernenden gefordert, eine einfache Reihenschaltung, die beim Anschluss einer LED an die 5V Betriebsspannung an den Ausgängen des Arduino nötig ist, zu realisieren und einen geeigneten Vorwiderstand zu bestimmen. Leuchtet die LED nicht auf Anheiß, sind Sperr- und Durchlassrichtung einer Diode zu erörtern. Sensorseitig kann ein einfacher PTC oder NTC Widerstand für erste Temperaturfeststellungen genutzt werden. Zum Lösen der Aufgabe eignen sich die Lernenden Wissen über den richtigen Aufbau eines Spannungsteilers sowie der Widerstandsänderung bei Heiß- und Kaltleitern an. Auf diese Weise erfahren die Lernenden traditionelle Inhalte der Elektrik als sinnhaft, nämlich als elementare Fertigkeiten, die beim Erstellen eines Mess- oder Steuerungsprojekts mit dem Arduino gebraucht werden. Das Wissen wird also durch das Programmieren relevant gesetzt und transferiert. Komplexere Messsysteme mit genauerer Datenerfassung, Auswertung und Deutung, wie sie beispielsweise beim Erstellen einer Wetterstation auftreten, können fachwissenschaftliche Inhalte anderer Teilgebiete der Physik tiefgehend beleuchten und den Lernenden abverlangen, es situativ zu vernetzen.

5. Mehr als nur Ablesen eines Messwerts

Wer einen Messwert abliest, muss noch lange nicht verstanden haben, was ein solcher Wert widerspiegelt und wie er überhaupt zustande kommt. Das eigentlich physikdidaktisch wertvolle Problem liegt aber gerade nicht in der Frage, wie warm das

Klassenzimmer ist, sondern vielmehr darin, wie der Messwert zustande kommt.

Durch den Einsatz eines Arduinos werden solche Fragen aufgeworfen: Ein analoger Sensor, konkret ein Widerstand, dessen Leitfähigkeit sich abhängig von der Temperatur verändert, liefert einen Wert zwischen 0 und 1023. Dieser Wert repräsentiert einen Spannungswert zwischen 0 und 5 Volt, nicht aber ein „fertiges“ Messergebnis in Form gewohnter Skalenwerte wie etwa Grad Celsius.

Um dorthin zu gelangen, muss der vom Arduino gemessene analoge Zahlenwert im Bereich von 0 bis 1023 in einen Temperaturwert einer festgelegten Skala übersetzt werden. Hierfür ist es neben der Auseinandersetzung mit unterschiedlichen Temperaturskalen notwendig, die verschiedenen Fixpunkte zu bestimmen, den Fundamentalabstand festzulegen etc. – und dies im Sketch einzupflegen. So wird das Black-Box System des traditionellen Messgeräts aufgebrochen und Verstehen von physikalisch-technischer Messwerterfassung möglich.

Im Folgenden wird das Beispiel der Temperaturmessung aufgegriffen und konkret dargestellt.

Um die Temperatur zu erfassen wird ein Spannungsteiler aus einem Widerstand und einem NTC auf dem Breadboard aufgesteckt und mit dem Arduino verbunden. Der genaue Aufbau kann aus Abbildung 3 entnommen werden.

Somit ist die Hardware schon fertig. Nun muss dem Arduino nur noch „gesagt“ werden, was er zu tun hat. Dazu muss ein passendes Programm in der Arduino IDE verfasst und mittels USB Verbindung zum Mikrocontroller übertragen werden. Ein Beispielprogramm, welches die Temperatur am analogen Eingang A0 misst und in eine eigene Temperaturskala

umrechnet, kann folgendermaßen lauten:

```
int Messwert;
int TempInGradPlusLucis;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  Messwert = analogRead(A0);

  TempInGradPlusLucis = map(Messwert, 682, 750, 1, 1000); //eigene Messwerte!

  Serial.print(TempInGradPlusLucis);
  Serial.println(" Grad Plus Lucis");

  delay(2000)
}
```

6. Was aber bedeuten diese Programmzeilen?

In den ersten beiden Zeilen werden Variablen deklariert. Diese kann man sich wie Schubladen vorstellen, in denen Zahlen oder Buchstabenkombinationen abgelegt werden können. Im gezeigten Beispiel werden zwei Variablen mit den Namen „Messwert“ und „TempInGradPlusLucis“ erstellt, um die aktuellen Messwerte zu speichern und mit ihnen zu rechnen.

Nun folgt das sogenannte Setup. Hier wird aufgeführt, was alles angeschlossen ist und was vor dem eigentlichen Programmstart alles abgearbeitet werden soll. Im Beispielpogramm wird durch `Serial.begin(9600);` eine Verbindung zum PC aufgebaut, über die später die Messwerte gesendet und am PC ausgegeben werden.

Durch die Zeile `void loop()` wird dem Arduino mitgeteilt, dass ab hier das eigentliche Programm beginnt. Dieses Programm beginnt und endet immer mit einer geschweiften Klammer ({ und }) und wird kontinuierlich wiederholt.

Der Befehl `Messwert = analogRead(A0);` bewirkt, dass der aktuelle Spannungswert am Eingang A0 gemessen und in der erstellten Schublade „Messwert“ gespeichert wird.

Um danach den Messwert in eine eigene Skala zu übersetzen werden zwei Fixpunkte eingeführt und ein Fundamentalabstand bestimmt. Mit dem Befehl `map()` kann dieser Vorgang auf einfache Weise erfolgen:

```
TempInGradPlusLucis = map(Messwert, 682, 750, 0, 1000);
```

In diesem Beispiel wird der errechnete Temperaturwert in der Schublade `TempInGradPlusLucis` abgelegt. Als Rechengrundlage dient der Wert „Messwert“. Die gewählte Skala hat, bei einem am analogen Eingang anliegenden Wert von 682, den ersten Fixpunkt. Dies entspricht einem Temperaturwert von 0 Grad. Beim Wert 750 ist der zweite Fixpunkt gewählt, dem der Temperaturwert 1000 zugewiesen wird.

Die letzten Zeilen weisen den Arduino an, den errechneten Temperaturwert und den Text „Grad in Plus Lucis“ per USB Datenverbindung an den PC zu senden, wo das Ergebnis der Messung abgelesen werden kann. Danach macht der Mikrocontroller 2000ms (2 Sekunden) Pause und das Programm beginnt von neuem.

Eine ausführlichere und genauere Erklärung, zusätzliches Material zum praktischen Umgang mit dem Arduino und ein Beispiel für eine komplette Wetterstation findet sich auf <https://arduinoimphysikunterricht.wordpress.com/>.

7. Der Kontext ist entscheidend/ Erarbeitung einer Unterrichtseinheit

Der Einsatz von Arduino folgt stets zwei etablierten didaktischen Grundprinzipien: Erstens der Problemorientierung (Zumbach 2006), die durch das Programmieren aufgeworfen wird, und zweitens der Kontextorientierung (Muckenfuss 1995), die das physikalische Problem als eine konkrete Frage aus der Lebenswelt der Lernenden ableitet. In unserem Kontext heißt das: Traditionelle Inhalte der Physik werden mit dem Arduino aufgegriffen, um ein Alltagsproblem reflektiert

zu lösen. Optimalerweise geschieht dies fächerübergreifend (zum Beispiel mit Informatik) in Kleingruppenarbeit, um Diskussionen über Lösungswege anzuregen.

Der Input besteht dabei aus zwei Teilen: Einer vorgegebenen, mehr oder weniger wohldefinierten Aufgabenstellung sowie entsprechendem Informationsmaterial. Beide sind für die Qualität des Lernens und die fachdidaktische Fundierung entscheidend. Unabdingbar ist deshalb, dass beide Bestandteile Leerstellen eröffnen, die die Lernenden (nur) füllen können, wenn sie Wissen über Physik erwerben und dieses Wissen gezielt anwenden. Die Aufgabenstellung soll zwar zu Anfang berücksichtigen, dass sich die Lernenden mit einem neuen Medium auseinandersetzen und Handhabungssicherheit erwerben müssen, Lehrende schaffen aber grundsätzlich in der Aufgabenstellung Transparenz in Bezug auf die physikdidaktischen Zielsetzungen, d.h. darüber dass dem zu lösenden Alltagsproblem ein physikalischer Sachverhalt zugrunde liegt. Erlangen die Lernenden an dieser Stelle Klarheit, können sie von Beginn an ihr Lernhandeln entsprechend ausrichten und reflektieren.

Bei komplexeren Fragestellungen bietet sich die Aufspaltung in Teilaufgaben und eine Begleitung durch Lernmaterialien an. Dies kann in traditionellen Methoden wie Lerntheken vorgenommen werden, ist aber auch gut als e-learning Format denkbar. Ergänzend kann zu jeder Teilaufgabe eine Differenzierung in mehreren Stufen angeboten werden. Ein möglicher Pflichtteil deckt alle mindestens zu erwerbenden fachlichen Inhalte und Kompetenzen ab. Expertenteile ergänzen ihn, sind meist komplexer in der Codegestaltung und fordern einen Transfer der Inhalte aus dem Pflichtteil. Den Lernenden wird während der Aufgaben ein Gerüst (Scaffolding) an Lösungsmöglichkeiten oder vertiefenden Informationen angeboten, auf das sie zurückgreifen können, wenn die eigenen Ansätze scheitern.

Literatur

ARDUINO-Homepage (o.J.): <https://www.arduino.cc>. (Zugriff am 30.12.2017)

Zumbach, Jörg: „Problembasiertes Lernen. Überlegungen und Ansatz für eine lernerzentrierte Didaktik“. In: Krampen, G./ Zayer, H. (Hrsg.): Didaktik und Evaluation in der Psychologie. Göttingen: Hogrefe, 2006, S. 245-260.

Das Informationsmaterial setzt sich aus Fundstücken aus dem Internet zusammen. Beispielhaft sei ein Codeblock genannt, der zeigt, wie ein Sensor in unterschiedlichen Zusammenhängen angesprochen wird. Daraus können Lernende Rückschlüsse auf die Arbeitsweise des spezifischen Sensors ziehen und sich überlegen, wie sie ihn für das eigene Problem einsetzen. Dies stellt die Situation, mit der die Lernenden im realen Leben bei Problemen konfrontiert sind besonders gut nach. Die Lernenden suchen im Internet nach der Lösung ihres Problems und finden bspw. Tutorials, die einen Lösungsvorschlag machen, der aber an die konkrete Situation angepasst werden muss.

Der Weg also ist das Ziel. Am Ende des Wegs halten die Lerner zusätzlich ein Produkt in den Händen, das zum Ausgangspunkt für neue Projekte und tiefergehende physikalische Fragestellungen werden kann.

8. Nur Mut

Durch die einfache Handhabung und Programmierfreundlichkeit des Arduino wandelt sich anfängliche Scheu schnell. Das Medium und seine Bedienung treten in den Hintergrund und eröffnen Raum für spielerische Entdeckerfreude, die die Lernenden dabei unterstützt, physikalische Inhalte zu fokussieren und sie für sich nutzbar zu machen.

Der Arduino bietet sowohl im regulären Unterrichtseinsatz als auch in Projekten eine große Fülle an fächerübergreifenden Einsatzmöglichkeiten und eröffnet dem Lehrenden durch seine günstige Anschaffung und Vielfältigkeit nahezu grenzenlose Einsatzmöglichkeiten.

Viele schon vorhandene Beispiele machen den Einstieg in das Lernen mit Arduino einfach und bieten gleichzeitig Entfaltungsmöglichkeiten.

Holger Zieris *Fachbereich Physik, Pädagogische Hochschule Weingarten*

H. Muckenfuß: Lernen im sinnstiftenden Kontext: Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts. Berlin: Cornelsen, 1995.

Gebäudetechnik eines Schulhauses oder ... Lerne durch ein Projekt einen Mikrocontroller zu programmieren!

Ulrike Englert



Abbildung 1: Die Gebäudetechnik des neuen Schulhauses als Projektgrundlage

1. Das neue Schulgebäude als Projektidee

Im Jahr 2015 ist das Willibald-Gluck-Gymnasium in Neumarkt i.d.Opf. in ein neues Schulgebäude gezogen, das nach den neuesten Standards zur Energieeffizienz geplant und gebaut wurde. Dazu gehören auch eine vollautomatisierte Lüftungsanlage sowie eine durch Sensoren gesteuerte Gebäudetechnik. Die Gebäudetechnik des neuen Schulhauses war der Anlass für 12 Schülerinnen und Schüler (SuS), das Programmieren mit dem Mikrocontroller „Arduino“ an einem konkreten Projekt zu erlernen bzw. zu vertiefen. Der Wahlkurs MinteX, den die SuS der Mittelstufe besuchen, läuft am Willibald-Gluck-Gymnasium im Rahmen des Excellence-Programms, durch das fachliche und methodische Kompetenzen von naturwissenschaftlich begabten und leistungsbereiten Schüler weiter gestärkt werden sollen.

2. Bau eines Modells

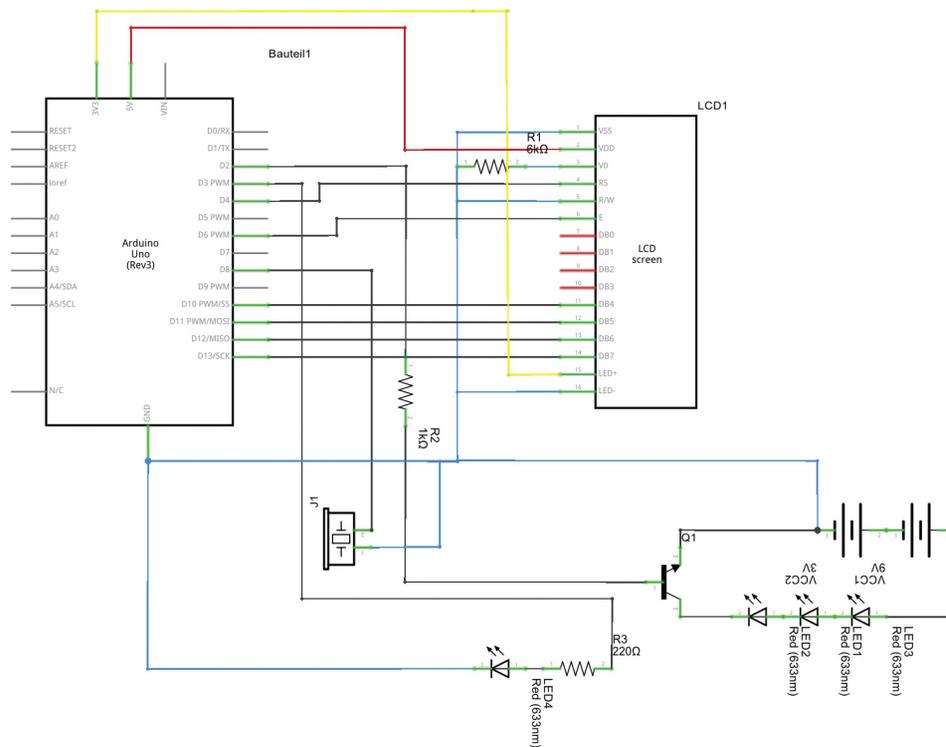
Ziel dieses Projektes war also der Bau eines Modells des neuen Gebäudes, in dem Steuerungen der Gebäudetechnik anschaulich dargestellt werden. Die Programmierung der Steuersysteme erfolgte mit dem Mikrocontroller Arduino. Das Modell sollte der Demonstration vor einem Publikum dienen und ebenfalls Grundlage für eine Bewerbung beim Schülerwettbewerb "Vision-Ing21" sein (vgl. [2]). Die SuS wählten dabei selbst, welches Thema aus der Gebäudetechnik sie darstellen wollten, und schlossen sich zu Interessengruppen zusammen. Das reale Szenario motivierte die SuS in außergewöhnlicher Weise, sich in das Programmieren mit dem Arduino zu vertiefen, um die unterschiedlichen Problemstellungen umzusetzen.



Abbildung 2: Ein Klassenzimmer im Modell mit Beleuchtung und Gong

3. Grundkenntnisse zur Programmierung des Arduinos

Ein Teil der SuS des Kurses MinteX verfügte bereits über Kenntnisse der Programmierung des Arduinos vom vergangenen Schuljahr. Für die Neulinge im Kurs wurde eine kurze Einführung gehalten, um die Grundvoraussetzungen für die Bewältigung des Projektes zu erwerben. In einem ersten Auftrag programmierten die Schüler eine Ampelschaltung. Damit waren sie in der Lage, Aktoren (z. B. eine LED) zeitlich zu steuern. Danach erhielten die SuS den Auftrag,



Schaltplan "Zeitablauf"

fritzing

Abbildung 3: Schaltplan für die zeitgesteuerten Aktionen im Klassenzimmer

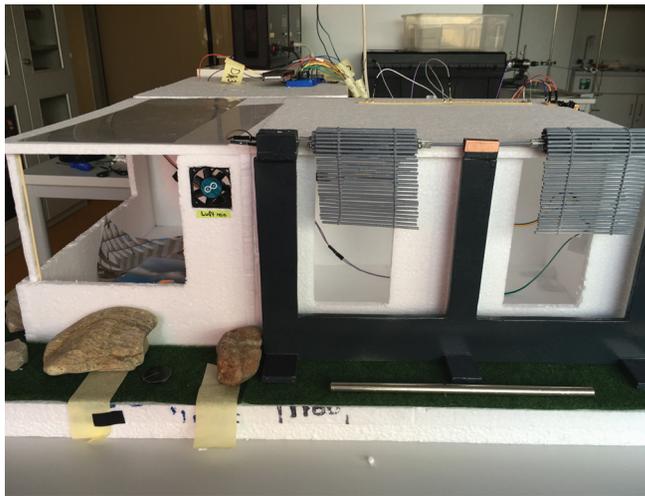


Abbildung 4: Das Modell im Bau mit der Jalousie

durch Veränderung eines analogen Eingangssignals den Aktor ein- oder auszuschalten. Die SuS, die bereits über das Wissen verfügten, halfen den anderen als Tutoren bei der Bewältigung der gestellten Aufgaben.

Nun konnten die Schüler mit Hilfe von Schwellwerten Aktoren steuern und die Grundvoraussetzungen für das Projekt waren geschaffen.

4. Modellierung ausgewählter Beispiele zur Gebäudetechnik

Im nächsten Schritt wurde die Gebäudetechnik analysiert hinsichtlich der Fragestellung, welche Steuerungsmechanismen im Modell umgesetzt werden könnten. Die Schüler entschieden

sich für die zeitliche Darstellung eines typischen Schultages mit Beleuchtung und Gong, die Nachbildung der Bedienung der Jalousien sowie der Steuerung der Lüftungsanlage. Entsprechende Sensoren wurden ausgewählt (u. a. bei [5]) und die Umsetzung im Modell musste diskutiert und geplant werden.

Anschließend wurden die Sensoren durch passenden Programmcode erfolgreich angesteuert. Zum Beispiel programmierte die „Lüftungsgruppe“ den Arduino so, dass über einen Luftqualitätssensor (MQ135) PC-Lüfter angesteuert wurden. Dabei zieht ein Ventilator die Luft in den Raum ein, während ein weiterer die verbrauchte Luft nach außen transportiert. Je nach Luftqualität haben die Ventilatoren zwei Drehgeschwindigkeiten. Schlechte Raumluft wird im Modell erzeugt, indem man mit einem Feuerzeug Gas am Sensor erzeugt.

Die „Jalousiengruppe“ lernte mit einem integrierten Baustein (L293), einen Motor in zwei Richtungen anzutreiben. Die Jalousien lassen sich nun mit zwei Schaltern regeln, wie sie in der Schule zu finden sind. Als Rollo diente eine „Sushimatte“, die zurecht geschnitten und mit silbernem Spraylack angesprüht wurde.

Die „Zeitsteuerungsgruppe“ programmierte einen Zustandsautomaten, der die verschiedenen Situationen in einem Klassenzimmer darstellt. Auf einem LCD-Display sieht man die Uhrzeit, zum Stundenwechsel ertönt der Gong, der durch einen steuerbaren Soundrekorder (ISD 1820, erhältlich z. B. bei [7]) abgespielt wird. Zu bestimmten Uhrzeiten werden die Klassenzimmerbeleuchtung (LED-Leisten) und der Beamer (eine ultrahelle weiße LED mit geringem Abstrahlwinkel in einer

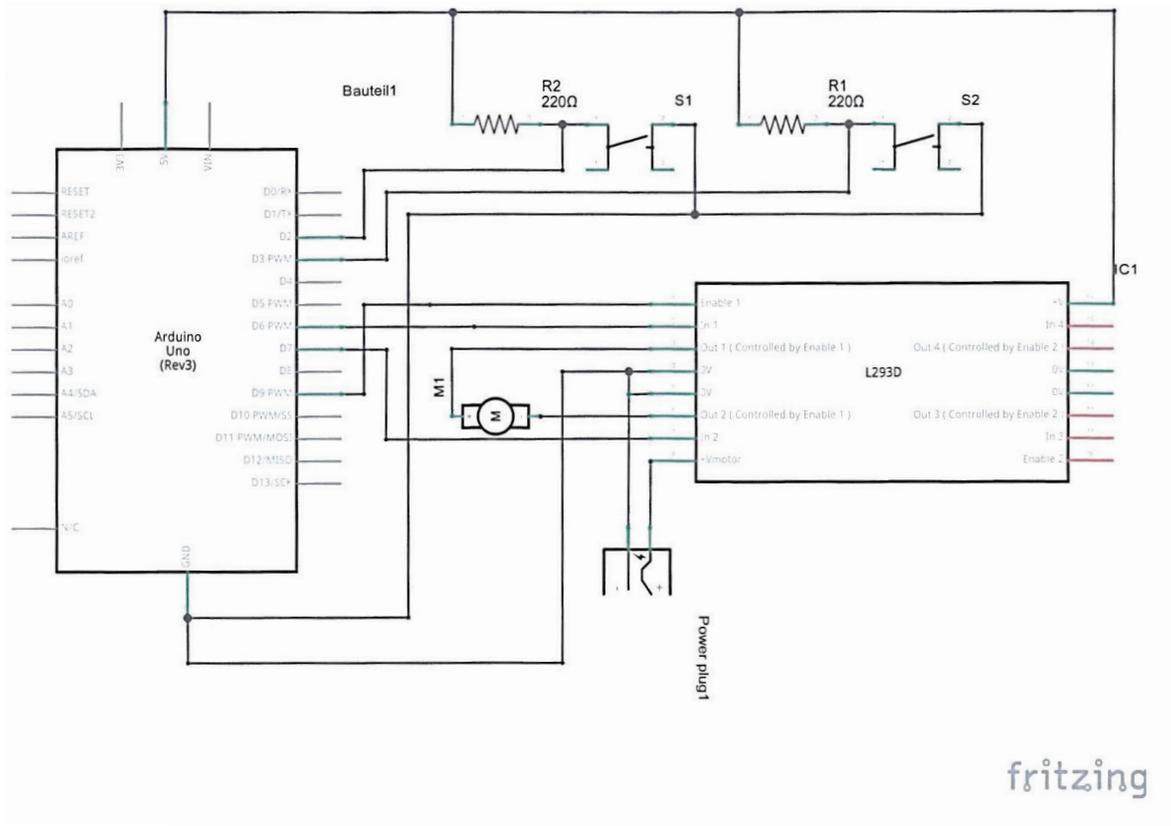


Abbildung 5: Schaltplan für die Motorsteuerung mit dem IC L293

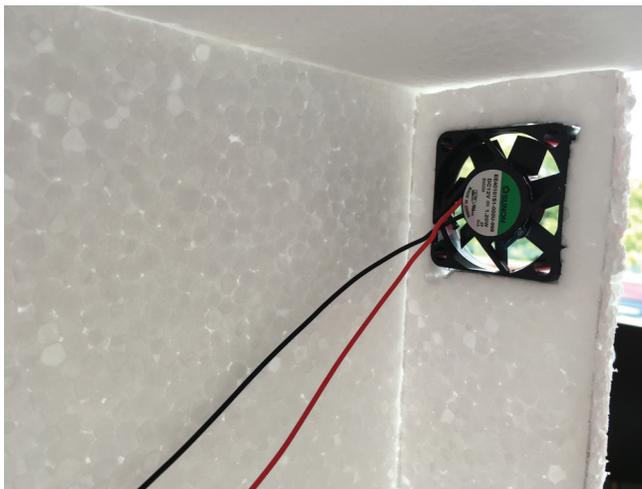


Abbildung 6: Lüftung

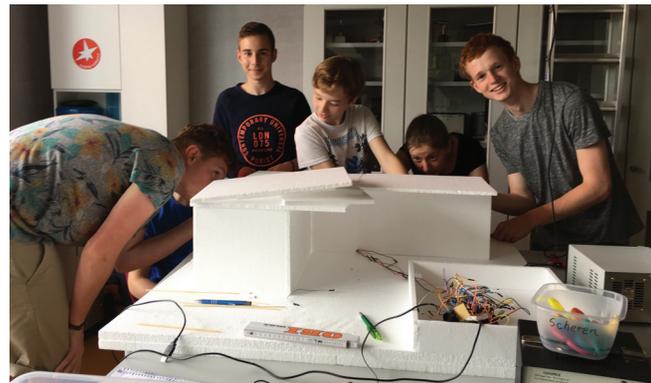


Abbildung 8: Schüler beim Modellbau

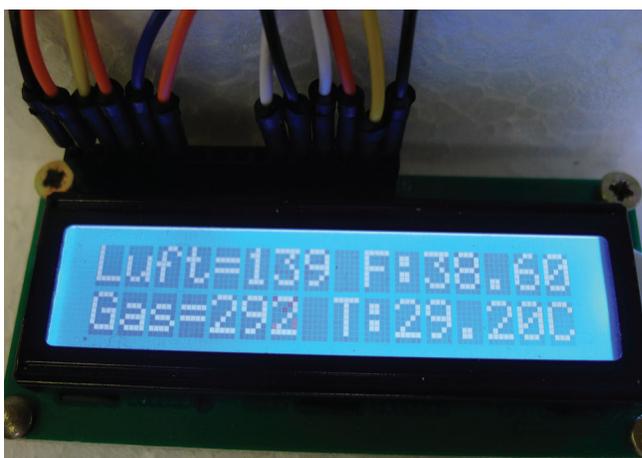


Abbildung 7: LCD-Anzeige mit Messwerten

Streichholzschachtel) an- und ausgeschaltet. Der zeitgesteuerte Ablauf simuliert somit einen typischen Schulalltag. Schließlich erfolgte der Bau eines realen Modells aus Styropor, in das die Komponenten eingebaut wurden. Ein Video des fertigen Modells, in dem alle wesentlichen Komponenten gezeigt werden, ist auf „Youtube“ zu finden [6].

5. Lernziele der Projektarbeit

Folgende Punkte standen in diesem Projekt für den Lernzuwachs im Vordergrund:

- Anwendung und Vertiefung der Programmierkenntnisse für den Arduino,
- Abbildung der Realität auf ein Modell, dabei Reduktion auf wesentliche Prinzipien,
- Kennenlernen verschiedener Sensortypen,



Abbildung 9: Das Team und ihr fertiges Modell

- Erstellung und Einhaltung eines Projektplans mit entsprechender Zeitschiene,
- Kommunikation der Gruppen untereinander, Absprachen und Arbeit im Team.

In gemeinsamen Projektsitzungen wurden zu Beginn die Ergebnisse und die neuen Aufgaben besprochen, bevor es in die Gruppenarbeit ging. In Zwischenpräsentationen wurden Teilergebnisse gegenseitig präsentiert. Alle Entscheidungen über die Umsetzung wurden im Plenum diskutiert und abgestimmt. Als Projektabschluss wurde das Modell beim Schülerwettbewerb „Vison-Ing21“ an der TU Erlangen an einem Stand sowie in einer Kurzpräsentation vorgestellt.

6. Fazit

Das Projekt zeichnet sich durch seine Übertragbarkeit auf andere Schulen aus: Jedes Schulgebäude verfügt über interessante Aspekte der Steuerung z. B. von Licht, Verdunkelung, Heizung. Somit wird das eigene Schulhaus zum Objekt, an dem Steuer-

und Regelsysteme studiert, modelliert sowie mit dem Arduino und den entsprechenden Bauteilen umgesetzt werden können. Durch den Bezug auf ein reales, schülernahes Beispiel wurde die Programmierung des Arduinos in einen konkreten Kontext eingebettet, das die SuS hoch motivierte. Durch die hohe Eigenverantwortung und einen festen Abschlusstermin erledigten alle Gruppen ihre Aufgaben pflichtbewusst und termingerecht. Als Lehrer hieß es, sich möglichst zurückzunehmen, geschickt und minimal Hilfestellungen zu geben, stets zu motivieren und an die Leistungen der Schüler zu glauben. Dieses war nicht immer einfach, denn es gab auch Durststrecken mit Misserfolgen und Kommunikationsprobleme unter den Gruppen. Doch letztendlich wurde das Projekt erfolgreich abgeschlossen. Der Stolz über die gelungene Realisierung stärkt sicherlich die Persönlichkeit aller Beteiligten.

Ulrike Englert Willibald-Gluck-Gymnasium Neumarkt i.d.Opf.,
Burghann

Literatur

- [1] Grundlagen zur Programmierung mit dem Arduino: Brühlmann, Thomas, Arduino Praxiseinstieg, Heidelberg 2010
- [2] <http://www.vision-ing21.de>
- [3] Schulhomepage: http://www.wgg-neumarkt.de/seiten/text/schule/00_excellence/00_excellencekurse/mintex.php
- [4] Erstellung von Schaltplänen mit: <http://fritzing.org/home/>
- [5] Sensoren wie den Luftqualitätssensor findet man z. B. bei: <http://www.watterott.com>
- [6] Das fertige Modell kann angesehen werden unter: <https://youtu.be/oArBHV76IM>
- [7] Den Sound-Rekorder findet man bei: <https://eckstein-shop.de/ISD1820-Voice-Recording-and-Playback-Module-with-Mic-Sound>

Der letzte Zugriff auf alle Internetseiten erfolgte am 8. 2. 2018

Schülerexperimente unter Nutzung eines Arduinos

Christian Salinga, Alexander Zeus, Simon Hütz, Fabian Deußen, Leonard Büsch & Heidrun Heinke

1. Einleitung

Forciert durch die technische Entwicklung sind in den letzten Jahren die Möglichkeiten, durch die Bereitstellung motivierender Experimente die Attraktivität des Physikunterrichts zu erhöhen und dabei gleichzeitig vielfältige Lerngelegenheiten zu unterschiedlichen Teilkompetenzen des Experimentierens zu eröffnen, deutlich gewachsen. Hierzu gehören Smartphone-Experimente ebenso wie Experimente, die auf der Basis von low-cost-Microcontrollern wie Raspberry Pi oder Arduino in Kombination mit verschiedenen ebenfalls preisgünstigen Sensoren eine Vielfalt von Experimenten ermöglichen.

Der Fokus dieses Beitrages richtet sich auf die Nutzung des großen Potentials von Microcontrollern zur Entwicklung von physikalischen Schülexperimenten. Insbesondere soll demonstriert werden, dass Microcontroller in Kombination mit geeigneten Sensoren bei überschaubaren und damit für Schulen tragbaren Kosten Zugang zu attraktiven neuen Schülexperimenten eröffnen. Damit können Experimente, die bislang nur als Demonstrationsexperimente möglich waren, als Schülexperimente eingesetzt werden. Dies ist aus motivationaler Sicht von Vorteil und eröffnet den Schülerinnen und Schülern den Zugang zu Experimenten mit einer zeitgemäßen computergestützten Datenerfassung. Die damit verbundenen Vorteile (u. a. im Kompetenzbereich der Erkenntnisgewinnung) können vielfältig sein:

- stärkere Aktivität der Schülerinnen und Schüler,
- Vermittlung eines adäquateren Bildes der modernen Physik,
- überzeugendere Anwendungsbeispiele für Modellbildungsprozesse in der Physik,
- höhere Mobilität der Experimente und damit bessere Überbrückung der Kluft zwischen Physikunterricht und Alltagserfahrungen der Schülerinnen und Schüler.

In diesem Beitrag wird die Realisierung von Arduino-gestützten Schülexperimenten an zwei Beispielen demonstriert: Zum einen ist dies eine Lichtschranke, die hier in einem Experiment zum freien Fall eingesetzt wird; zum anderen wird kurz beschrieben, wie Kraftsensoren in Form von sog. Wägezellen genutzt werden können, um schülergerecht das dritte Newtonsche Axiom zu demonstrieren. Die Auswahl der entwickelten Experimente erfolgte unter Berücksichtigung einer von Lehrkräften der Aachener Region formulierten Liste wünschenswerter Anwendungen des Arduinos in physikalischen Schülexperimenten.

2. Experiment zum freien Fall mit Arduino-Lichtschranke

Das hier realisierte Experiment folgt dem klassischen Aufbau zur Analyse des freien Falls:

Durch eine Haltevorrichtung (beispielsweise in Form eines Haltemagneten) wird ein Gegenstand (oft eine Metallkugel) gehalten und dann losgelassen. Die Fallzeit des Gegenstands wird gemessen; wobei in herkömmlichen experimentellen Aufbauten dazu entweder Lichtschranken oder Kontaktplatten zum Einsatz kommen.

Hier wurde ein Versuchsaufbau mit einer modifizierten Reagenzglasklammer als Haltevorrichtung und einer selbstgebaute Lichtschranke realisiert. Der Arduino fungiert in dem Aufbau quasi als Stoppuhr, die durch das Öffnen der Reagenzglasklammer bzw. das Freigeben der Kugel gestartet und durch die Unterbrechung der Lichtschranke gestoppt wird. Dieser Aufbau mit Klammer, Kugel und Lichtschranke ist in Abb. 1 zu sehen.

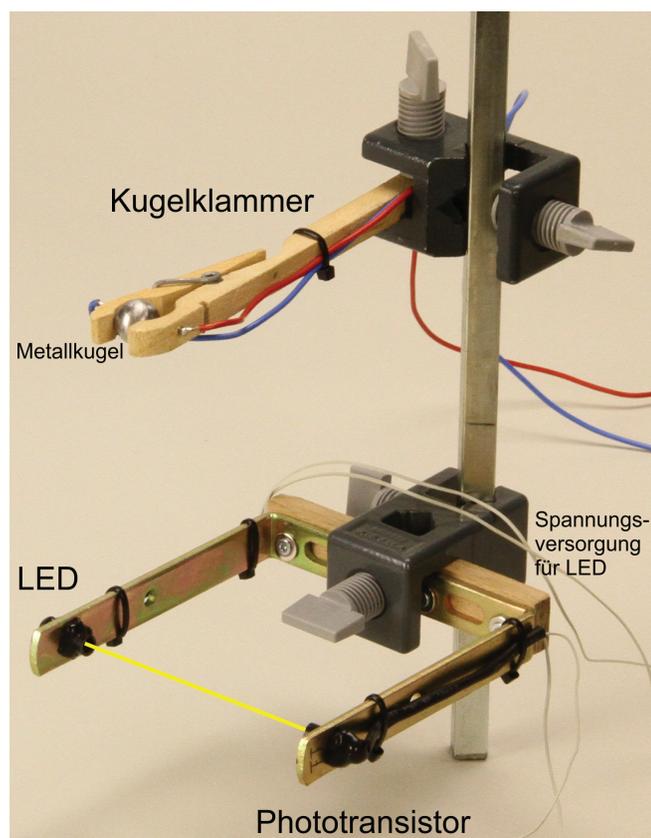


Abbildung 1: Oben an der Stativstange ist die Kugelklammer so eingespannt, dass die Metallkugel genau durch den Strahlengang der Lichtschranke (gelbe Linie) zwischen der LED und dem Phototransistor fällt. Von jedem der drei Bauelemente (Kugelklammer, LED und Phototransistor) führen zwei Kabel zum Arduino (s. Schaltplan in Abb. 2).

Einfachere Aufbauten ohne Stativmaterial sind ebenfalls umsetzbar. Die Kugelklammer könnte mit Klebeband auf einem Tisch befestigt sein und die Lichtschranke auf dem Boden liegend die Unterbrechung des Strahlengangs durch die Metallkugel detektieren.

Die hier gezeigte Lichtschranke wurde mit einfachen, in Baumärkten erhältlichen Materialien realisiert (zwei Metallwinkel für Befestigung von LED und Phototransistor, eine Holzleiste als Träger für die Winkel und zum besseren Einspannen in die Stativmuffe). Zur Herstellung der Kugelklammer werden durch die Reagenzglasklammer (Standardklammer für Reagenzgläser bis zu einem Durchmesser von 2 cm) von innen nach außen zwei leitfähige Schrauben durch die Arme der Klammer geschraubt, sodass über diese Schrauben und über eine dazwischen geklemmte leitfähige Metallkugel ein Stromkreis geschlossen werden kann. Der Durchmesser der Kugel sollte zur besseren Handhabbarkeit und wegen der angewendeten Messtechnik nicht zu klein sein. Bewährt hat sich ein Durchmesser von 2 cm (Kugelmasse 13,7 g). Die Lichtschranke löst ab einem Kugeldurchmesser von 3 mm aus.

Für das Lichtschrankenexperiment zum freien Fall werden der Spannungsabfall über der Kugelklammer und das Auslösen der Lichtschranke über den Arduino ausgelesen. Die Funktion einer Lichtschranke wird dabei durch die Kombination einer LED mit einem Phototransistor realisiert. Der Phototransistor verhält sich dabei, solange er beleuchtet wird, wie ein geschlossener Schalter und öffnet, sobald der Lichtfluss unterbrochen wird. Um Einflüsse des umgebenden Lichts im sichtbaren Bereich zu minimieren werden ein Phototransistor und eine LED verwendet, die beide im gleichen Bereich des Infrarotspektrums arbeiten. Die präzise Ausrichtung von Phototransistor und LED zueinander ist entscheidend für die Funktionalität der Lichtschranke. Dieses Ausrichten wird durch die vorhandenen Löcher der Winkel unterstützt. Es liegt nahe auch die Spannungsversorgung der LED über den Arduino zu realisieren.

Das führt zu dem in Abb. 2 gezeigten Schaltplanschema für das Experiment zum freien Fall mit selbstgebauter Kugelklammer

und Lichtschranke (LED und Phototransistor). Mit diesem Aufbau wurden die nachfolgend dokumentierten Messreihen realisiert.

Um nun die Fallzeit mit dem Lichtschrankenaufbau (s. Abb. 1) zu bestimmen ist eine Zeitmessung nötig, die durch das Lösen der Kugelklammer gestartet und durch das Unterbrechen der Lichtschranke gestoppt wird. Der Arduino übernimmt diese Funktion. Zur Darstellung der Daten wird ein auf den Arduino zu steckendes LCD-Display verwendet (Details siehe unten). Dafür wird der Aufbau wie in Abb. 2 dargestellt verschaltet.

In den online-Ressourcen zu diesem Artikel [1] ist der Arduino-Code verfügbar, der dafür sorgt, dass beim Lösen der Kugelklammer die aktuelle Zeit als Startzeit gesetzt wird und beim Unterbrechen der Lichtschranke von der dann registrierten aktuellen Zeit die Startzeit subtrahiert und dann die Differenz als Fallzeit ausgegeben wird.

Die mit dem einfachen experimentellen Aufbau (Abb. 1) durchgeführten Experimente führen zu gut verwertbaren Messergebnissen, die in den Abbildungen 3 und 4 dargestellt sind.

Zuerst wurde die Streuung der über den Arduino ermittelten Fallzeiten bei gleichbleibender Höhe ermittelt. Dazu wurden 50 Fallversuche bei einer gleichbleibenden Fallhöhe von 59 cm durchgeführt. Die Verteilung der ermittelten Fallzeiten ist in Abb. 3 zu sehen.

Diese geringe Streuung bei der ermittelten Fallzeit bietet gute Voraussetzungen für Schülerexperimente zur Bestimmung der Gravitationskonstanten g mittels Arduino-gestützter Fallexperimente. Dabei kann auch die Fallhöhe variiert werden. Mit gängigem Stativmaterial wurden Fallhöhen zwischen 5 cm und 120 cm realisiert. Die Fallhöhe wird mit einer Messunsicherheit von $\pm 0,5$ cm bestimmt. Die Ergebnisse sind in Abb. 4 dargestellt.

Die Abweichungen der Fallzeiten von ± 3 ms und der Fallhöhen von $\pm 0,005$ m ergeben für die Gravitationskonstante $(9,80 \pm 0,10)$ m/s². Die Genauigkeit der hier gezeigten Ergebnisse erscheint ausreichend für den Einsatz des Arduino-gestützten Fallexperimentes als Schülerexperiment.

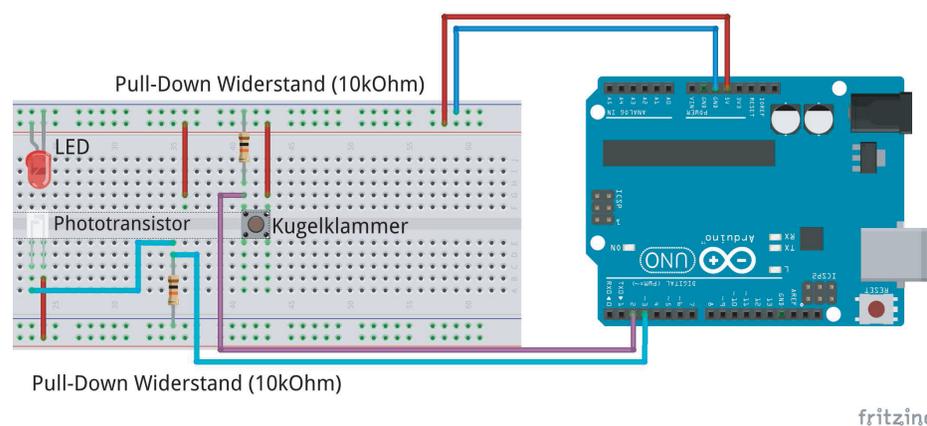


Abbildung 2: Schaltplan der Lichtschranke und Halteklammer. Die Kugelklammer und der Phototransistor werden über den Arduino ausgelesen. Die Spannungsversorgung der LED erfolgt ebenfalls durch den Arduino.

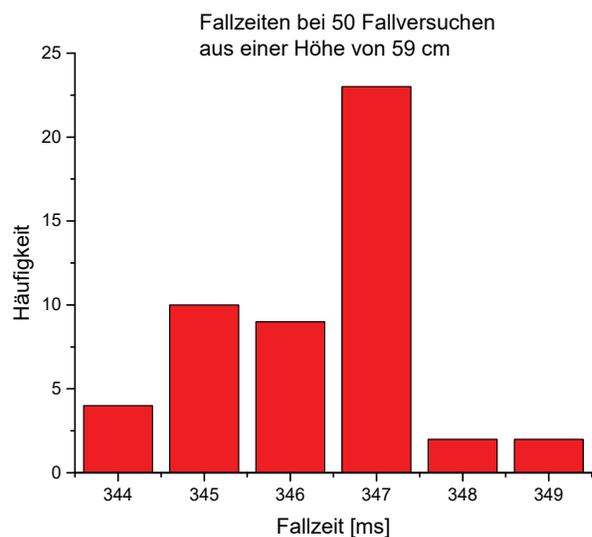


Abbildung 3: Aufgetragen ist die Häufigkeit der gemessenen Fallzeiten für eine Fallhöhe von 59 cm. Der Mittelwert liegt bei 346 ms und die maximale Abweichung beträgt 3 ms bzw. etwa 1%.

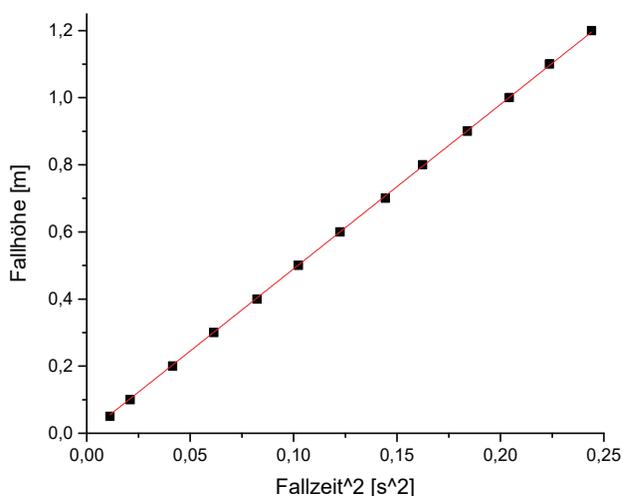


Abbildung 4: Die Fallhöhe wurde zwischen 5 cm und 120 cm variiert. Es wurden je Fallhöhe fünf Fallversuche durchgeführt und aus den ermittelten Fallzeiten der Mittelwert bestimmt, welcher im Folgenden genutzt wird. Aufgetragen ist die quadrierte mittlere Fallzeit t^2 über der Fallhöhe h der Kugel. Die Ausgleichsgerade liefert für die Gravitationskonstante $g = (9,80 \pm 0,10) \text{ m/s}^2$. Auf das Einzeichnen der Messunsicherheiten wurde verzichtet, da diese kaum von den dargestellten Messpunkten zu unterscheiden sind.

Modulares Gehäusekonzept für Arduino-gestützte Experimente:

Somit ist eine Arduino-gestützte Messwertaufnahme prinzipiell umsetzbar, aber für den Einsatz als Schülerexperiment in der oben gezeigten Form nur schwerlich geeignet. Problematisch erscheinen dabei u. a. das Arbeiten mit Steckbrettern, offenen Verkabelungen und die unkomfortable Datenauslesung. Deswegen wurden aus Gründen der besseren Handhabbarkeit und der Variabilität der Einsatzfähigkeit Arduino-Shields verwendet.

Bei einem Shield handelt es sich um eine Platine, die auf den Arduino aufsteckbar ist und mit zusätzlichen Funktionen

ausgestattet ist, die an den konkreten Versuchsaufbau angepasst werden können. Der Vorteil in der Verwendung eines Shields liegt darin, dass das Arduino-Board so für mehrere unterschiedliche Versuchsaufbauten verwendet werden kann und lediglich das Shield von Versuch zu Versuch ausgetauscht werden muss.

Ein Proto-Shield wird verwendet um kleine Schaltungen vom etwas sperrigen Steckbrett (Breadboard) auf eine Platine zu übertragen, damit der Gesamtaufbau für den Einsatz handhabbarer wird. Dies erscheint vor allem vor dem Hintergrund des Einsatzes als Schülerexperiment sinnvoll.

Für viele Experimente reicht eine direkte Anzeige der gewonnenen Messwerte, wie hier der gemessenen Zeit, in einem einfachen Display. In anderen Experimenten können im Display aber auch Temperaturen oder Abstände angezeigt werden.

Es existieren viele LCD-Displays, die mit dem Arduino angesprochen werden können. Die größten Unterschiede zwischen diesen Displays liegen in ihrer Handhabung. Hier wird nach dem Test verschiedener Displays das Adafruit LCD-Display-Shield genutzt, das im Vergleich zu den anderen Displays eine sehr gut dokumentierte Anleitung und viele Beispiele bietet, die die Bedienung erleichtern.

Dieses Display-Shield besitzt fünf Taster, welche im Code des Arduino nutzbar sind. Ein großer Vorteil dieses Shields ist auch, dass es aufgrund des eingebauten Chips nur 2 Pins des Arduino nutzt, wohingegen eine manuelle Ansteuerung eines Displays mindestens 8 Pins belegen würde. Der im Vergleich zu anderen Displays recht hohe Preis (Adafruit LCD-Display-Shield ca. 20 €, LCD-Display ohne Shield ca. 5 €) ist aus unserer Sicht durch die bei Adafruit-Produkten durchgängig gute Dokumentation und durch die geringe Anzahl an benötigten Pins gerechtfertigt.

Für andere experimentelle Anwendungen ist eine Ergänzung um ein Data-Logger-Shield zum Sichern der Daten auf einer SD-Karte empfehlenswert. Ebenso gibt es Shields zur Bluetooth- oder WLAN-Anbindung, zur GPS-Standortbestimmung und Audioausgabe.

Je nach Kenntnisstand beim Aufbau des Arduino-gestützten Experimentes sollte man bei der Auswahl des Zubehörs auf das Vorhandensein einer ausführlichen Dokumentation achten. Für den Schuleinsatz empfiehlt es sich die jeweiligen Kombinationen aus Arduino und Shields (inkl. Display) durch ein für den Schülereinsatz geeignetes robustes Gehäuse zu schützen. Im Internet sind viele Gehäuse für den Arduino zu kaufen. Mit Blick auf den angestrebten modularen Einsatz des Arduino für verschiedene Schülerexperimente wurde hier ein mit 3D-Druckern herzustellendes erweiterbares modulares Gehäusekonzept entwickelt, welches an das modulare Shield-Konzept des Arduino und die Erfordernisse variierender Schülerexperimente angepasst ist. Dieses Konzept umfasst ein Grundgehäuse, das Platz für den Arduino Uno oder auch den

Arduino Mega bietet, aufsteckbare Gehäuseteile für eingesetzte Proto-Shields sowie eine Abdeckung, die wahlweise geschlossen gestaltet ist oder Aussparungen für die Datenausgabe über das LCD-Display und die Bedienung des Adafruit LCD-Shields liefert.

Diverse Öffnungen in den Gehäuseteilen ermöglichen die Verbindung mit externen Spannungsquellen und eventuell weitere für den experimentellen Aufbau erforderliche Verkabelungen. In der Explosionszeichnung in Abb. 5 sind die drei Bestandteile des modularen Gehäusekonzeptes zu sehen.

Das Gehäusekonzept ist beliebig erweiterbar und eröffnet den Nutzern somit vielfältige Optionen.

Möchte man ein Display auf das Arduino Board, welches in Abb. 5 in der untersten Gehäuselage platziert ist, aufsetzen, so ist ein geschlossener Deckel unpraktisch. Man kann die offene Variante wie abgebildet nutzen. Soll ein weiteres Shield zwischen Display und Arduino Board eingebaut werden, ändert sich die Höhe der Komponenten und somit auch die des benötigten Gehäuses. Dies kann durch eine Zwischenlage des Gehäuses mit entsprechenden Öffnungen realisiert werden, welche das einfache Herausführen von Kabeln ermöglichen. Dies wäre bei einem starren Gehäuse ebenfalls problematisch. Details zu dem modularen Gehäusekonzept sind in den online-Ressourcen zu diesem Artikel zu finden.

Alternative Realisierung des Experiments zum freien Fall:

Das Arduino-gestützte Experiment zum freien Fall wurde auch in einer Variante realisiert, in der bis zu 20 Lichtschranken

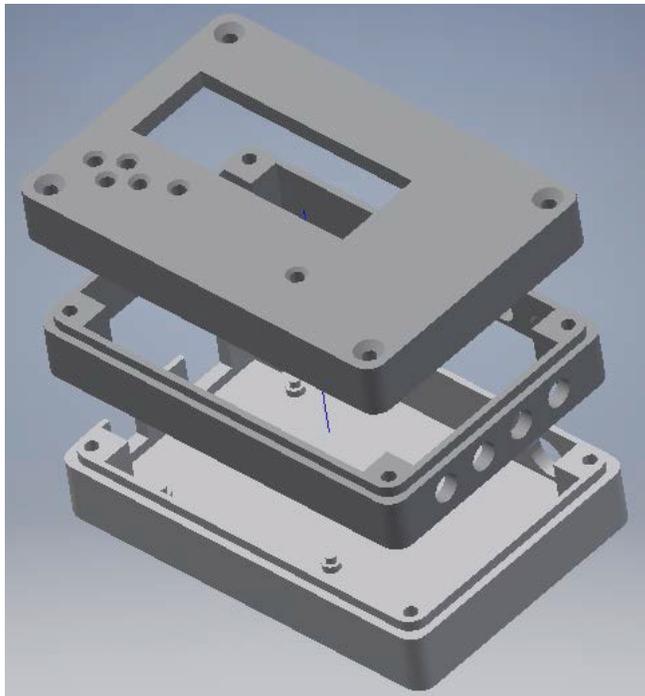


Abbildung 5: Ein Beispiel des stapelbaren Gehäusekonzeptes für den 3D-Druck bestehend aus Grundmodul (unten) für den Arduino, Zwischenlage (Mitte) für ein auf den Arduino gestecktes Shield sowie Abdeckung (oben) – hier mit Öffnungen für ein Display mit fünf Tastern.

seriell verwendet werden können. Die Lichtschranken wurden alternativ zur in Abb. 1 gezeigten Variante dabei im 3D-Drucker umgesetzt. Zusätzlich wurde statt einer Halteklammer ein selbstgebauter Haltemagnet realisiert, dessen Grundkörper ebenfalls aus dem 3D-Drucker stammt. Bei Verwendung eines Haltemagneten ist darauf zu achten, dass dieser zum Aufbau des Magnetfelds höhere Ströme benötigt, als der Arduino liefern kann. Um dieses Problem zu lösen wurde ein Shield entwickelt, welches neben dem benötigten Transistor zum Schalten des Magneten auch Anschlüsse für weitere Lichtschranken enthält. Alle nötigen Informationen zu dieser Umsetzung des Experimentes (Dateien für den 3D-Druck von Lichtschranken, Magnethalter und Gehäuse sowie der Schaltplan und der Arduino-Code) stehen als Ergänzung dieses Beitrages online zur Verfügung [1].

3. Weitere Experimente mit anderen Sensoren

Unter den vorgestellten Rahmenbedingungen sind viele verschiedene Experimente zu diversen Themen für unterschiedliche Jahrgangsstufen nicht nur im Fach Physik realisierbar.

Dazu müssen geeignete Sensoren mit dem Arduino verschaltet werden, was durch das modulare Gehäuse- und Shield-Konzept (s. Abb. 5) nach erstmaliger Umsetzung zunehmend einfacher zu realisieren sein sollte.

Beispielsweise wurden so Experimente mit Druck- und Kraftsensoren entwickelt. Hier wird nachfolgend ein Beispiel zum Einsatz sogenannter Wägezellen, die auf Basis von Dehnungsmessstreifen arbeiten, gezeigt. Mit diesen Wägezellen werden Kräfte in Spannungssignale umgewandelt. Verbindet man zwei dieser Zellen über jeweils einen Haken miteinander, kann durch wechselseitiges Ziehen an beiden Haken eindrucksvoll das dritte Newtonsche Axiom visualisiert werden.

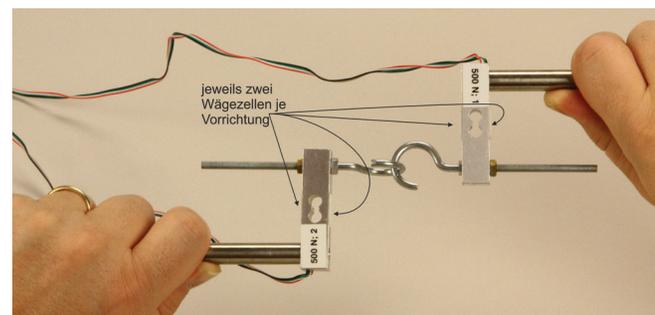


Abbildung 6: Die Haken sind jeweils fest mit dem quaderförmigen Metallstück, welches in der Mitte eine Aussparung besitzt, verschraubt. Genau über und unter der Aussparung ist auf den auf dem Foto nicht sichtbaren Seiten jeweils eine Wägezelle angebracht. Eine im Quader verschraubte Stativstange ermöglicht das einfache Festhalten und Ziehen. Die in den Wägezellen erzeugten zur Kraft proportionalen Spannungen werden über die vier Kabel zum Arduino (nicht im Bild) geführt und dort detektiert.

Bei diesem Experiment ist zu beachten, dass die Wägezellen kalibriert werden müssen. Je nach experimenteller Aufgabenstellung und eingesetztem Sensormodell muss außerdem ein externer AD-Wandler genutzt werden, falls die Auflösung des internen AD-Wandlers des Arduino nicht ausreicht.

Zieht man die beiden über die Haken miteinander verbundenen Stativstangen hin und her, werden die Messdaten der zuvor kalibrierten Wägezellen in einer Datei auf einer SD-Karte gespeichert und können anschließend z. B. als Funktion der Zeit aufgetragen werden. Der aus einer so aufgezeichneten Datei erstellte Graph der in der rechten und linken Vorrichtung im Versuchsverlauf ermittelten Kräfte ist in Abb. 7 zu sehen.

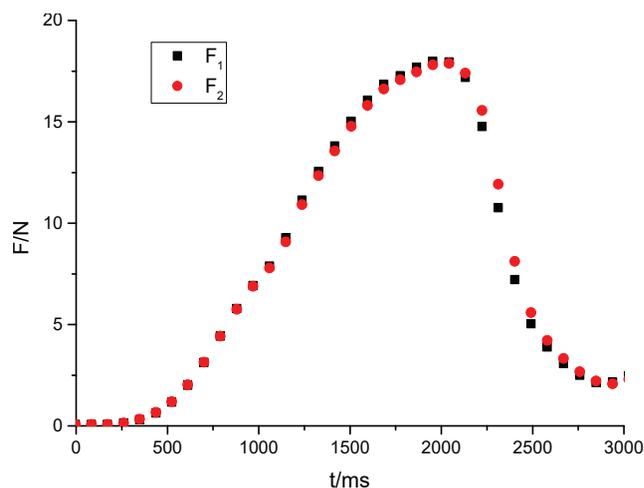


Abbildung 7: Die beiden Kräfte aus den Daten der rechten (F_1) und linken (F_2) Zugvorrichtung sind über der Zeit aufgetragen. Die Synchronität der Kräfte ist klar zu erkennen.

Hier ist auch ein so genannter Data-Logger zum Einsatz gekommen, mit dem die gemessenen Daten zunächst auf einer SD-Karte gespeichert und später mit einem PC grafisch dargestellt werden konnten. Damit sind die experimentell gewonnenen Daten durch die Schüler im Experiment nicht unmittelbar beobachtbar, was aus didaktischer Sicht mit Nachteilen verbunden sein kann. Die App phyphox [2], die

jetzt schon eine Vielzahl von physikalischen Smartphone-Experimenten ermöglicht, bietet hier einen vielversprechenden Ausweg. Über eine Bluetooth-Verbindung eines Bluetooth-Shields können die in Arduino-Experimenten gewonnenen Messwerte direkt auf den Smartphone-Displays der Schülerinnen und Schüler in der phyphox-App sichtbar gemacht werden. Prinzipiell ist dies jetzt schon mit größerem Aufwand über Bluetooth 3.0 umsetzbar, soll in einer der nächsten phyphox-Versionen aber auch für Laien einfach nutzbar werden. Auch die zur Realisierung dieses Experimentes nötigen Informationen (verwendete Wägezellen, Kalibrierungskurven, Schaltplan und der Arduino-Code) stehen als Ergänzung dieses Beitrages online zur Verfügung [1].

4. Fazit

Microcontroller wie der Arduino ermöglichen die Realisierung von Schülerexperimenten zu verschiedenen Themen im Physikunterricht. Arduino-gestützte Schülerexperimente bieten zudem das Potential, um engagierte Schülerinnen und Schüler auch in die Realisierung solcher Experimente von einer Idee bis zum fertiggestellten Schülerexperiment einzubinden und damit weitergehend zu aktivieren. Die absehbare Möglichkeit der einfachen Datenaufnahme und Darstellung auch über Smartphones mittels einer geeigneten App wie phyphox wird die positive Entwicklung hin zu neuen Schülerexperimenten weiter vorantreiben und damit einen die Schülerinnen und Schüler aktivierenden Physikunterricht unterstützen, in dem sie selbst immer mehr und vielfältigere experimentelle Erfahrungen sammeln können.

Christian Salinga,

Alexander Zeus,

Simon Hütz,

Fabian Deußen,

Leonard Büsch &

Heidrun Heinke *I. Physikalisches Institut IA, AG Physikalische*

Praktika, RWTH Aachen

Literatur

[1] www.schuelerlabor.physik.rwth-aachen.de/?Low-Cost-Experimente/Arduino

[2] <http://phyphox.org/>

Arduino im Elektronikunterricht der 9. Klasse

Rainer Dietrich

1. Rahmenbedingungen

Der bayerische Physikunterricht am naturwissenschaftlich-technologischen Gymnasium gliedert sich in zwei inhaltliche Bereiche: Der erste stellt einen Kernbereich dar, den auch Schüler und Schülerinnen der anderen Ausbildungszweige durchlaufen. Themen sind dabei u. a. Elektrizität und Magnetismus, die unter dem Blickwinkel „Physik als Grundlage moderner Technik“ unterrichtet werden sollen. Der zweite Bereich ist als Profilbereich ausgewiesen, in dem fakultative Themen aus dem Kernbereich vertieft und erweitert werden. „An unterschiedlichen Beispielen erfahren die Schüler die für die Technik charakteristische problemorientierte Vorgehensweise und können diese in einfacher Weise nachvollziehen.“ [1] Unter den Vorschlägen des Lehrplans finden sich „Halbleiter und Mikroelektronik“, sowohl theoretisch als auch über den „Bau einfacher Schaltungen, z. B. Feuchtigkeitsmelder oder Blinklicht“.

In einer üblichen Behandlung der Elektronik würde man nun von den einzelnen Bauteilen ausgehen, evtl. Kennlinien aufnehmen und in einfachen Schaltungen ihre Eigenschaften erarbeiten. Erst in einem zweiten Schritt können dann die Bauteile zu komplexeren Gruppen zusammengesetzt werden und es könnte dann eine der im Lehrplan aufgeführten Schaltungen am Ende des Abschnitts stehen.

Ein Nachteil dieses Zugangs liegt allerdings darin, dass die so entstehenden Schaltungen notgedrungen nicht allzu komplex sein dürfen. Dann sind sie zwar für Schüler der Mittelstufe zugänglich, büßen aber an Alltagsrelevanz ein. Denn die Jugendlichen wachsen in einer Umwelt auf, die zwar fast vollständig von Elektronik geprägt ist, allerdings auf einem sehr hochstehenden Niveau. Entsprechend hoch dürfte auch die Erwartungshaltung an einen zeitgemäßen Elektronikunterricht liegen. Anders als noch vor Jahrzehnten ist die Spannweite zwischen dem, was Jugendliche erleben und was sie selbst vollständig verstehen können, groß.

Ein Ausweg aus diesem Dilemma kann in der Verwendung eines einfach zu programmierenden Mikroprozessors liegen. Mit vertretbarem Aufwand können so auch jüngere Schüler interessante Anwendungen erstellen. Anders als in der Informatik können diese Anwendungen direkt mit der Umwelt interagieren und die Bedeutung der Hardware tritt klar hervor. Gegenüber dem traditionellen Elektronikunterricht ist die Zahl der Hardware-Komponenten aber beschränkt und Schülerinnen und Schüler können sich so auf das Verständnis einiger weniger zusätzlicher Bauteile pro Versuch konzentrieren.

Dieses Vorgehen entspricht durchaus dem in der technischen Realität. Wenn nicht besondere Anforderungen gestellt werden,

sind Schaltungen mit Mikroprozessoren sowohl kostengünstiger als auch flexibler als entsprechende Spezialschaltungen. Größere Projekte könnten zudem ohne Rückgriff auf standardisierte Bauteile gar nicht effektiv geplant und ausgeführt werden. Diese müssen nur der Funktionsweise nach bekannt sein; ein tiefgreifendes Verständnis des konkreten Aufbaus ist für die technische Einsetzbarkeit gar nicht nötig. Hilfreich ist hier, dass Schüler es durchaus gewohnt sind, mit solchen „Black Boxes“ umzugehen. Auch aus dieser Perspektive erscheint somit eine mehr technisch als physikalisch motivierte Vorgehensweise statthaft.

2. Durchführung

Die folgende Sequenz wurde gegen Ende des Schuljahres mit einer 9. Klasse durchgeführt; dabei standen für den praktischen Teil sechs Unterrichtsstunden zur Verfügung. Dies schränkte die Zeit deutlich ein, die für Details der Programmierung verwendet werden konnte. Es lag deshalb nahe, Programmcode aus der Beispiel-Bibliothek der Programmierumgebung als Ausgangspunkt zu verwenden.

2.1 Blinkschaltung

Zum Kennenlernen der Funktionsweise des Arduino bietet sich das Programm „Basics/Blink“ an, das eine LED (extern oder die auf dem Board befindliche) periodisch ein- und wieder ausschaltet. Diese Schaltung lässt sich sogar ohne Steckbrett denkbar einfach aufbauen; an dieser Stelle steht der Programmcode im Vordergrund. Die grundlegenden Konzepte (`setup-` und `loop-`Teil, `pinMode`, `digitalWrite` und `delay`) lassen sich daran einfach erläutern, ebenso wie das Compilieren und Hochladen vom Computer auf das Arduino-Board. Von der Hardware-Seite aus ist nur ein elementares Verständnis der LED nötig; an dieser Stelle kann auch bereits die Bedeutung eines Vorwiderstands besprochen und erklärt werden.

2.2 Ampelschaltung

Die vorgegebenen Einstellungen zur Blinkfrequenz lassen sich von den Schülern leicht variieren. Denkbar ist hier auch eine Verknüpfung mit der Sinnesphysiologie („Ab welcher Blinkfrequenz scheint die LED nicht mehr zu flackern?“) und der Möglichkeit, eine LED durch geschickte Wahl von Hell- und Dunkelzeit zu dimmen (Pulsweiten-Modulation s. Kasten 1). Danach erscheint der Schritt hin zu mehreren LEDs natürlich und kann in den Kontext einer Schaltung für eine einzelne Verkehrsampel eingebettet werden. Die entsprechende Erweiterung des Programmcodes (Abb. 1) bietet keine

Schwierigkeiten und nach mehr oder weniger langer Trial-and-Error-Phase haben alle Schülergruppen eine realistische Ampel vor sich.

2.3 Fußgängerampel mit Druckknopf

Bereits an dieser Stelle zeigten sich deutliche Unterschiede im Arbeitstempo der einzelnen Schülergruppen. Eine Binnendifferenzierung ist hier sinnvoll und auch leicht umzusetzen. So kann beispielsweise die Schaltung um eine weitere Ampel für den Querverkehr erweitert werden oder die Schüler fügen Abbiegespuren etc. hinzu. Besonders interessant erscheint die Hinzunahme eines Tasters als weiterem Bauteil. Mit ihm kann etwa eine Fußgängerampel grün geschaltet werden. Das Bauteil ist in diesem Fall unspektakulär, aber die Einführung des `digitalRead`- und vor allem des `if`-Befehls sind aus Sicht der Programmiersprache sehr bedeutend.

2.4 Einstellbare Blinkfrequenz

Will man das Blinken einer LED manuell beeinflussen, so bietet sich der Einsatz eines Potentiometers am analogen Eingang des Arduinos an. Die Schüler kannten bereits aus vorhergehenden Klassenstufen einen veränderbaren Widerstand; das Ausnützen aller drei Anschlüsse war aber für die meisten Schüler neu. Entsprechend war es nötig, an dieser Stelle auf die Physik des Potentiometers etwas genauer einzugehen. Im Programm „Analog/AnalogInput“ tritt neu lediglich der selbsterklärende Befehl `analogRead` auf. Als neues Konzept wird die Einführung einer Variable („sensorValue“ im Beispielprogramm) gezeigt, mittels derer der Spannungszustand des Potentiometers nicht nur an einer, sondern an mehreren Stellen im Programm verwendet werden kann. Weil ihr Wert auf einen Bereich zwischen 0 und 1023 beschränkt ist (10-Bit-Analog-Digital-Wandler), kann zudem ein weiterer Vorteil vom

Umgang mit einer Variablen demonstriert werden: Vor der Verwendung, z. B. für die Blinkdauer, kann eine mathematische Manipulation stehen und so der Bereich der Blinkfrequenzen unabhängig von Hardware-Einschränkungen gewählt werden.

2.5 Temperaturgesteuerte Blinkfrequenz

Die Schaltung wird einfach in Richtung Sensortechnik erweitert, indem man nicht mehr beide Teilwiderstände des Potentiometers nutzt, sondern nur noch einen. Der zweite Widerstand in der Spannungsteilerschaltung ist dann z. B. ein NTC-Widerstand. Mit dem Potentiometer kann dann eine sinnvolle Grundfrequenz der LED eingestellt werden, die anschließend durch unterschiedliche Temperaturen am NTC-Widerstand verändert wird.

2.6 Elektronisches Thermometer

Um aus der vorangegangenen Schaltung ein funktionierendes Thermometer zu machen, ist zunächst eine geeignete Ausgabe-einheit nötig. Zwar lassen sich mit dem Arduino auch unterschiedliche digitale Displays ansteuern, doch bietet sich im Testbetrieb der serielle Monitor auf dem Computerbildschirm an. Er wird in „Analog/AnalogInOutSerial“ demonstriert. Dort werden die neuen Befehle `Serial.begin` (im Setup) und `Serial.print` eingeführt. Wenn die Schüler beim Ausprobieren der einfachen Blinkschaltung in Abschnitt 2.1 bereits das Dimmen einer LED durch Pulsweitenmodulation kennen gelernt haben, kann das Beispielprogramm wie vorhanden ausprobiert werden. Falls nicht, ist es sinnvoller, auf die LED zu verzichten und nur die Messwerte auszugeben, wobei zunächst „outputValue = inputValue“ gesetzt werden sollte. Der `map`-Befehl (lineare Abbildung eines Intervalls auf ein anderes) ist dann ebenfalls entbehrlich.

Natürlich wird schnell klar, dass die Werte des Sensors (wie

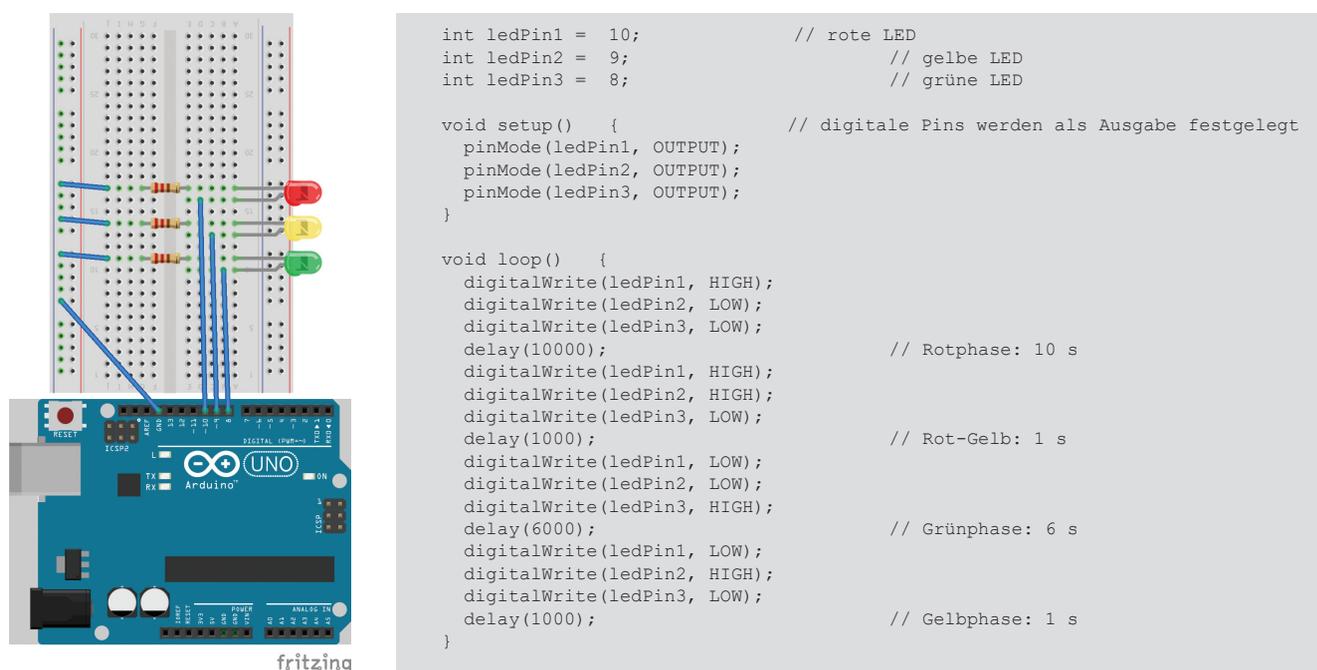


Abbildung 1: Aufbau und Programmcode zur Ampelschaltung

bereits erwähnt: Integerwerte zwischen 0 und 1023) noch keine sinnvolle Temperaturskala liefern. Es ist also nötig, den Sensor zu kalibrieren. Dies geschieht in der einfachsten Form durch den Vergleich mit einem geeichten Thermometer aus der Physksammlung. Bestimmt man für zwei möglichst weit auseinander liegende Temperaturen jeweils die Sensorwerte, so lässt sich damit ein Umrechnungsdiagramm anlegen. Mathematisch werden die Schüler dabei auf das Problem der Erstellung einer Geradengleichung geführt. Für Fortgeschrittene kann auch die Linearität des Messfühlers thematisiert werden und die Genauigkeit durch Hinzunahme eines dritten Punktes erhöht werden. Hier ist dann also eine Parabelgleichung anzupassen.

2.7 Automatische Temperaturüberwachung

Als abschließendes Projekt wurde ein Ventilator gebaut, der sich bei einer vorgegebenen Temperatur einschaltet. Das vorangehende Programm wurde dazu um eine if-else-Abfrage erweitert, die einen digitalen Output-Pin ansteuert (Abb. 2). An diesen kann ein Motor angeschlossen werden, wobei auf die geeignete Dimensionierung geachtet werden muss: Die Stromstärke der Output-Pins ist beim Arduino/Genuino UNO auf 20 mA beschränkt. Das ist für viele gängige Elektromotoren zu wenig. Es gibt aber Motoren, die mit dieser Stromstärke betrieben werden können; häufig werden sie als „Solarmotoren“ bezeichnet und sind für den Betrieb mit Solarzellen ausgelegt.

3. Projekt für Fortgeschrittene: Funktionsgenerator

Für sehr interessierte Schüler kann in der 9. Klasse noch an einer weiteren Stelle ein Kontext gefunden werden, in dem

sich der Einsatz eines Mikroprozessors anbietet. Bei der Behandlung des Elektronenstrahl-Oszilloskops wird man verschiedene Ablenkungsmuster präsentieren, z. B. eine Sinusfunktion oder eine Sägezahnkurve. Die Frage liegt nahe, ob auf diese Weise auch andere, kompliziertere Funktionen dargestellt werden können. Dass dies tatsächlich möglich ist, zeigt Abb. 3. Die für die Ablenkung des Elektronenstrahls nötigen Parametrisierungen $f_x(t)$ und $f_y(t)$ der Eingangssignale werden durch einen einfachen Funktionsgenerator erzeugt. Er beruht auf einem Digital-Analog-Wandler, der über ein pulsweiten-moduliertes Signal angesteuert wird. Die Schaltung selbst und auch die Feinheiten des Arduino-Programms (Abb. 4) müssen von den Schülern wieder als „Black Box“ angenommen werden. Die Definition der Funktionen $f_x(t)$ und $f_y(t)$ kann aber grundsätzlich verstanden werden, wenngleich sicherlich am Anfang ein einfacheres Beispiel betrachtet und verändert werden wird.

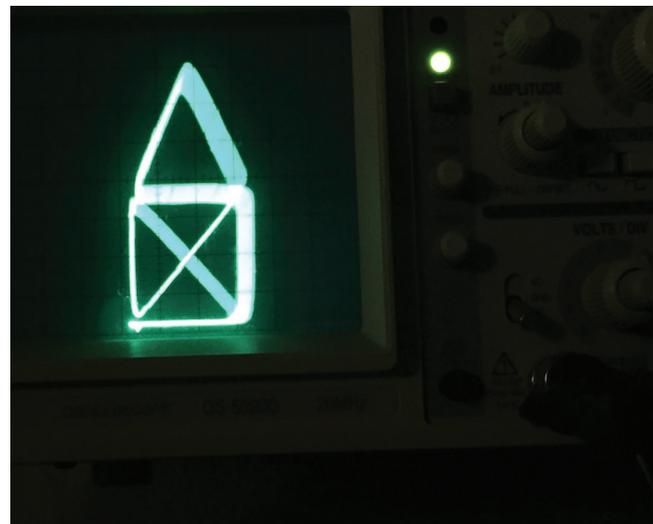
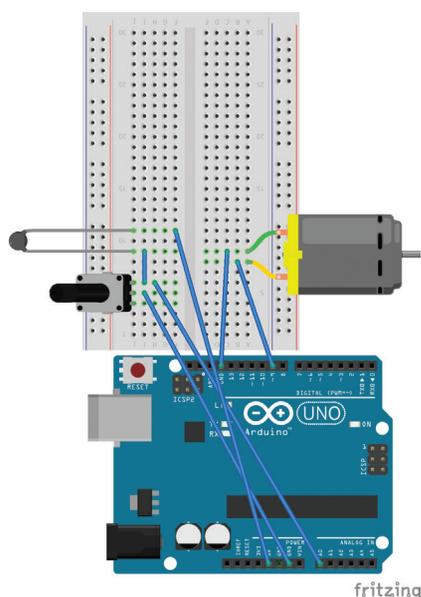


Abbildung 3: Das „Haus des Nikolaus“ auf dem Oszilloskop



```
int analogInPin = A0; // Mittelabgriff zwischen NTC und Potentiometer
int digitalOutPin = 9; // Ausgabe an den Ventilator-Motor

int sensorValue = 0; // Eingabewert vom Sensor
float outputValue = 0.0; // Temperaturangabe in °C

void setup() {
  Serial.begin(9600); // serielle Übertragung mit 9600 Bits pro Sekunde
}

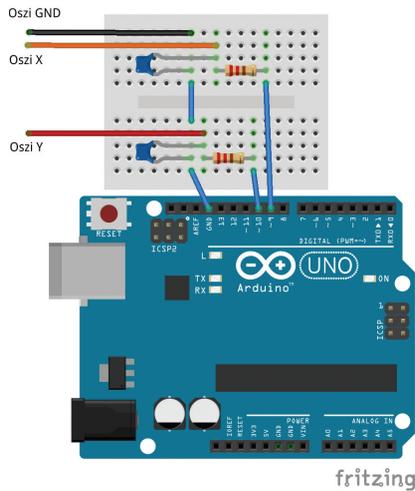
void loop() {
  sensorValue = analogRead(analogInPin);
  outputValue = 0.137*sensorValue-21.8; // Beispielkalibrierung

  Serial.print("Sensor = "); // Anzeige auf dem Serial Monitor
  Serial.print(sensorValue);
  Serial.print("\t Temperatur = ");
  Serial.println(outputValue);

  if (outputValue > 25) { // Ventilator startet bei Temperaturen über 25°C
    digitalWrite(digitalOutPin, HIGH);
  }
  else {
    digitalWrite(digitalOutPin, LOW);
  }

  delay(1000); // neuer Sensorwert nur für jede Sekunde
}
```

Abbildung 2: Aufbau und Programmcode zum Ventilator



```
#include <TimerOne.h>

const byte xDirPin = 9; // nicht alle Pins sind für PWM ausgelegt!
const byte yDirPin = 10;
const byte prescale = 64; // Faktor zwischen Takt- und PWM-Frequenz
long time;
long t;

void setup() {
  pinMode(xDirPin, OUTPUT);
  pinMode(yDirPin, OUTPUT);
  Timer1.initialize(prescale); // bei einem 16MHz-Board wird hier T=4µs
}

int fx(long t) { // Parametrisierung der x-Auslenkung
  if (t < 1000) { return int(0.1*t); }
  else if (t < 2000) { return 100; }
  else if (t < 3000) { return int(-0.1*(t-3000)); }
  else if (t < 5000) { return int(0.05*(t-3000)); }
  else if (t < 6000) { return int(-0.1*(t-6000)); }
  else if (t < 7000) { return 0; }
  else if (t < 8000) { return int(0.1*(t-7000)); }
  else if (t < 9000) { return int(-0.1*(t-9000)); }
  else return 0;
}

int fy(long t) { // Parametrisierung der x-Auslenkung
  if (t < 1000) { return 0; }
  else if (t < 2000) { return int(0.1*(t-1000)); }
  else if (t < 3000) { return 100; }
  else if (t < 4000) { return int(0.1*(t-2000)); }
  else if (t < 6000) { return int(-0.1*(t-6000)); }
  else if (t < 7000) { return int(0.1*(t-6000)); }
  else if (t < 8000) { return int(-0.1*(t-8000)); }
  else if (t < 9000) { return 0; }
  else return 0;
}

void loop() {
  time = micros(); // laufende Zeit = Mikrosekunden seit Arduino-Start
  t = time%10000; // Zeit seit Beginn der aktuellen Periode
  Timer1.pwm(xDirPin, fx(t));
  Timer1.pwm(yDirPin, fy(t));
}
```

Abbildung 4: Aufbau und Programmcode zum Funktionsgenerator

4. Fazit

Ein mikroprozessor-basierter Elektronikunterricht bietet für Schüler der Mittelstufe vielfältige Möglichkeiten, eigenständig aktiv zu werden. Dadurch, dass Schaltungen und Programmierung auf einer höheren Ebene stehen als in einem traditionellen Kurs, können rasch Erfolgserlebnisse geschaffen werden. Dies kommt schwächeren Schülern entgegen, während stärkere leicht zusätzliche eigene Ideen verwirklichen können. Eine effektive Binnendifferenzierung

ist auf diese Weise mit wenig Aufwand zu verwirklichen. Der Unterricht kann alltagsnah gestaltet werden; zudem zeigt sich für die Schüler, wie wichtig scheinbar abstrakte Inhalte aus der Informatik und der Mathematik werden können. Der so gestaltete Elektronikunterricht trägt somit zu einer Vernetzung der MINT-Fächer bei. Nicht zuletzt lernen die Schüler eine technische Herangehensweise kennen, die sich in ihrer pragmatischen Ausrichtung deutlich von der eher analytisch geprägten physikalischen Methodik unterscheidet.

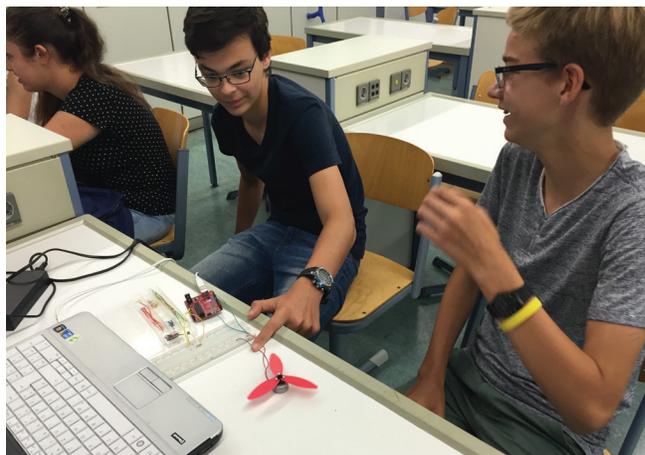


Abbildung 8

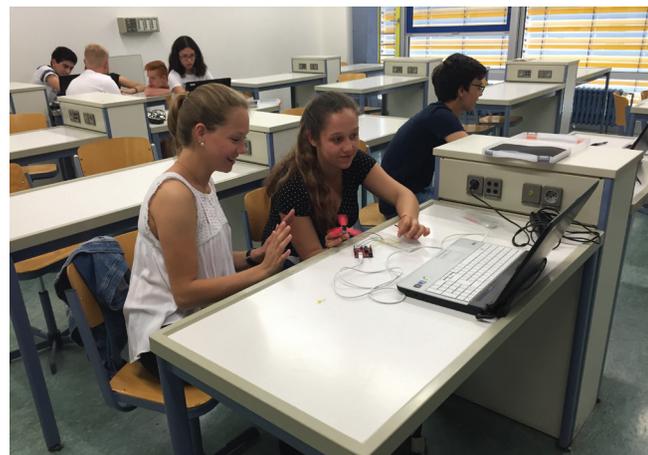


Abbildung 9

Die PWM stellt ein einfaches Verfahren dar, um den Effekt einer variablen analogen Spannung mit digitalen Mitteln zu erreichen. Beispielsweise kann es erforderlich sein, eine LED zu dimmen oder die Umdrehungsgeschwindigkeit eines Motors zu steuern. Die grundlegende Idee ist die, dass es in den beschriebenen Fällen gar nicht auf den jeweils exakten Wert der Spannung ankommt, sondern nur auf ihren Durchschnittswert. Das kann physiologisch begründet sein (unser Auge kann schnellen Hell-Dunkel-Sprüngen nicht mehr folgen) oder auch physikalisch (die Trägheit des Rotors führt zu einem gleichmäßigen Drehen auch bei ungleichmäßigem Antrieb).

Besonders einfach gestalten sich die Verhältnisse bei einer Rechteckspannung (s. Abb. 5). Ihr Durchschnittswert lässt sich ändern, indem das Verhältnis von HIGH- und LOW-Anteil variiert wird. Nachdem so die Breite des Rechteckpulses angepasst wird, spricht man von Pulsweiten-Modulation („pulse-width-modulation“). Den HIGH-Anteil an der gesamten Pulslänge nennt man Tastgrad („duty-cycle“).

Auf dem Arduino lässt sich ein PWM-Signal nur auf bestimmten Pins ausgeben. Auf dem Arduino/Genuino Uno haben dabei die Pins 9 und 10 eine Grundfrequenz von 490,20 Hz. Die Ansteuerung erfolgt mit `analogWrite`, das als Argument den Tastgrad als Zahl zwischen 0 (0%) und 255 (100%) annimmt. Mit dem Paket `TimerOne` [2, 3] lässt sich die Grundfrequenz ändern. Der Befehl für das PWM-Signal heißt dann `Timer1.pwm` und der Tastgrad kann zwischen 0 und 1023, d. h. als 10-Bit-Wert, eingestellt werden. Beim vorgestellten Funktionsgenerator ist diese erhöhte Auflösung hilfreich; essentiell für eine nicht mehr flackernde Darstellung am Oszilloskop ist aber die deutlich erhöhte Grundfrequenz von 250 kHz.

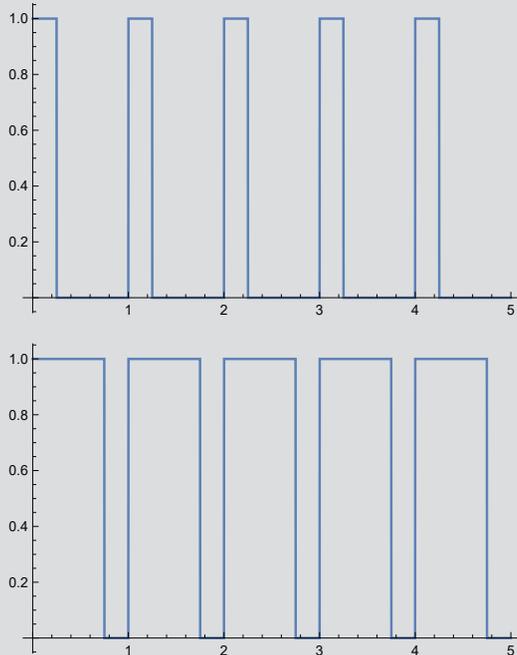


Abbildung 5: Pulsweiten-moduliertes Signal mit einem Tastgrad von 25% (oben) bzw. 75% (unten)

Kasten 1: Pulsweiten-Modulation (PWM)

Literatur

- [1] Bayerischer Lehrplan Physik 9 (Gymnasium), online unter <http://www.isb-gym8-lehrplan.de/contentserv/3.1.neu/g8.de/index.php?StoryID=26438>
- [2] <http://playground.arduino.cc/Code/Timer1>

Die PWM kann zwar für bestimmte Bauteile die gleichen Resultate liefern wie ein echtes analoges Signal, die ausgegebenen Spannungen bewegen sich aber trotzdem zwischen 0 und 5 V. Benötigt man hingegen z. B. eine sinusförmige Spannung zur Tonerzeugung oder für einen Funktionsgenerator, so sind weitere Bauteile nötig. Eine einfache Möglichkeit eines Digital-Analog-Wandlers stellt ein Tiefpass-Filter dar (Abb. 6) [4]. In schneller Folge wird ein Kondensator auf- und wieder entladen. Durch entsprechende Dimensionierung der Bauteile lässt sich erreichen, dass dabei die Spannung am Kondensator nicht immer wieder auf 5 V ansteigt bzw. auf 0 V absinkt, sondern nur noch geringfügig um einen Mittelwert schwankt. Dieser Mittelwert hängt vom Tastgrad des PWM-Signals ab, wie Abb. 7 zeigt.

Mögliche Werte für eine Schaltung nach Abb. 4 sind $R = 46,6 \text{ k}\Omega$, $C = 0,01 \text{ }\mu\text{F}$. Mit ihnen ergibt sich eine Zeitkonstante $T = RC = 466 \text{ }\mu\text{s}$.

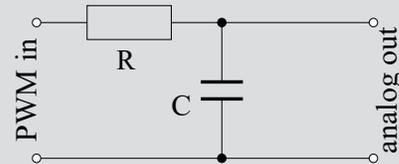


Abb. 6: Tiefpass-Filter

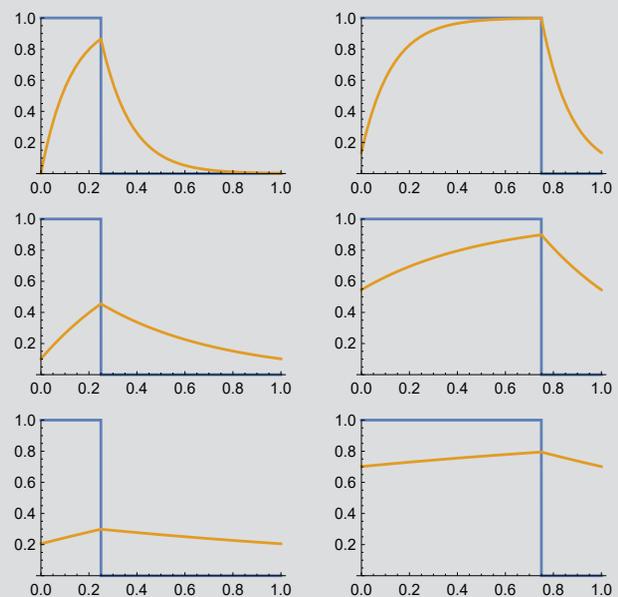


Abbildung 7: PWM-Signal und analoges Ausgangssignal für Tastgrad 25% (links) bzw. 75% (rechts) und unterschiedlichen Zeitkonstanten $RC = T/8$, $RC = T/2$, $RC = 2T$ (von oben nach unten).

Kasten 2: Digital-Analog-Wandler (DAC)

Rainer Dietrich *Alexander-von-Humboldt-Gymnasium, Schweinfurt*

- [3] <https://github.com/PaulStoffregen/TimerOne>
- [4] <https://arduino-info.wikispaces.com/Analog-Output>

Wer braucht schon Widerstände?

Die Spannungsteilerschaltung für Sensoren am Arduino™

Martin Ernst Kraus

Möchten Schülerinnen und Schüler mit einem Arduino™ Sensoren auswerten, ist der Programmcode schnell geschrieben (s. Kasten 1). Aber mit Blick auf die Elektronik sind sie unmittelbar mit einer für viele unverständlichen Schaltung konfrontiert. An den Analogeingang (z. B. A0) wird nämlich nicht direkt der Sensor angeschlossen, sondern es wird eine Spannungsteilerschaltung gewählt, in der zum Sensor eine Art Referenzwiderstand in Reihe geschaltet wird (s. Abb. 1). Am Analogeingang entsteht dabei ein Schaltkreisknoten, der für viele Lernende nicht leicht zu deuten ist.

Zum Teil verharren Schülerinnen und Schüler entweder ohnehin in bekannten Alltagsvorstellungen, also ist zu erwarten, dass sie Stromkreise nur in einer sequenziellen Abfolge lesen können. In diesem Fall ist ein Knoten eigentlich nicht zu verstehen, weil nicht klar ist, wie sich der Strom sozusagen entscheiden wird. Oder sie können nur lokal argumentieren, als ob eine Änderung des Sensorwiderstandes keinen Einfluss auf den Gesamtstromkreis habe.

Und andere Schülerinnen und Schüler versuchen, über Ströme zu argumentieren, als ob der Sensor im hochohmigen Zustand einen Weg versperre. Die grundsätzliche Erkenntnis, dass nunmehr eine bisher weitgehend unbekannte Spannungsteilerschaltung vorliegt, muss daher eigens angebahnt werden. Das hier vorliegende Arbeitsblatt führt aus, welche Teilerkenntnisse erworben werden müssen, bevor die Grundidee dieses Spannungsverhältnisses genutzt werden kann, um die Rolle des Referenzwiderstandes einzuordnen.

Zugleich wird damit die Frage beantwortet, wozu Widerstände überhaupt benötigt werden. Man kann davon ausgehen, dass diese von Schülerinnen und Schülern bestenfalls als Vorwiderstände für sinnvoll erachtet werden, z. B. wenn eine LED an 5V angeschlossen werden soll. Ansonsten wirken

Widerstände, die elektrische Energie in ungenutzte Wärme umwandeln, überflüssig oder gar schädlich. Das Denkmuster, das hier zugrunde liegt, beruht auf einer eingeschränkten Perspektive auf die Bedeutung von Stromkreisen: Stromkreise, so zeigt es der Unterricht der Mittelstufe, dienen praktisch ausschließlich der Übertragung von Energie. Diese bedeutende Didaktisierung wurde von Muckenfuß/Walz ([1]) gründlich ausgeführt und hat sich insofern offensichtlich bewährt, als es in vielen Kerncurricula und Schulbuchkonzepten Eingang gefunden hat. Insbesondere die sorgfältige Trennung von Ladungsstrom und Energiestrom kann wohl als lernwirksam gelten, weil es mit der Alltagsvorstellung vom Strom-, „verbrauch“ aufräumt. Muckenfuß selbst hat jedoch darauf verwiesen, dass die Energieübertragung nur *eine* Grundfunktion von Stromkreisen sei. Ebenbürtig ist eigentlich die Funktion als *Informationsübertragung*. Insbesondere in einer zunehmend digitalisierten Welt gibt es viele Stromkreise, deren Ströme Informationen transportieren können, sei es im einfachen Wechsel von High/Low digitaler Signale, sei es bei Zuleitung zu

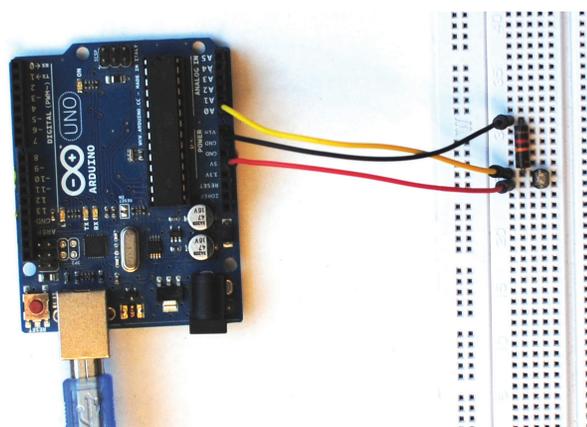


Abbildung 1: Die Schaltung für den Einsatz eines LDR beim Anschluss an den Analogeingang A0; dieser Eingang führt auf einen Knoten an zwischen zwei in Reihe geschalteten Bauelementen

```
int LDR_Pin = A0;           // Der Analogpin A0 wird deklariert

void setup(){
  Serial.begin(9600);       // der Ausgabebildschirm wird
                             // definiert
}

void loop(){               // Hauptschleife
  int LDRReading = analogRead(LDR_Pin); // Die Variable LDRReading liest
                                     // den Sensorwert ein
  Serial.println(LDRReading); // Der Wert wird ausgegeben
  delay(250);               // Die Schleife wird für ¼ Sekunde
                             // angehalten
}
```

Kasten 1: Die Grundlage dieses Quellcodes lässt sich in der Entwicklungsumgebung von Arduino™ finden: Datei/Beispiele/01Basics/AnalogReadSerial

Sensoren oder bei der Ausgabe von Werten auf Anzeigegeräten, bei denen jeweils die zugleich erfolgende Energieübertragung einen zumeist unerwünschten Nebeneffekt darstellt. Die Messung mit Sensoren nutzt Stromkreise also zur Gewinnung und Übertragung von Informationen; so lässt sich ein LDR nutzen, um die Lichtmenge an einem bestimmten Punkt zu bestimmen. Beim Anschluss an den Arduino™ wird der dabei sich ändernde Widerstand dann genutzt, um im A/D-Wandler in einen digitalen Wert zwischen 0 bis 1023 umgesetzt zu werden, der seinerseits kalibriert werden kann. Widerstände spielen bei Informationsübertragungen eine ganz andere Rolle: sie bilden eine Art Referenz, mit der der sich verändernde Widerstand des Sensors abgeglichen wird. Widerstände begrenzen daher nicht primär die Energie, sie sind ein wesentlicher Bestandteil in der Informationsgewinnung. Gleiches gilt für Pull-Up-Widerstände (s. Kasten 2). Die Rolle als Referenz ist z. B. auch bei der Dimensionierung, bei der Wahl des Widerstandes zu beachten: der Analog-Digital-Wandler im Arduino™ füllt nur dann den vollständigen Wertebereich zwischen 0 und 1023, wenn die Größe des Referenzwiderstandes in derselben Größenordnung liegt wie ein mittlerer Widerstandswert des Sensors, typisch sind Werte im Kilo-Ohm-Bereich, so dass die tatsächlichen Ströme sehr gering sind. Damit lässt sich erreichen, dass der Energiebedarf verringert wird, ein Vorteil also bei mobilen Anwendungen. Ferner begrenzt eine kleinere Stromstärke die Selbstaufheizung des Sensors (vgl. [2], S.174), die gerade bei Temperaturmessungen zu einem systematischen Fehler führen würde.

Es gibt eine weitere Anwendung von Widerständen in Schaltungen von Mikroprozessoren: Die Verwendung als Pull-Down- oder Pull-Up-Widerstände. Diese sind sowohl bei den digitalen Eingängen als auch bei den Ausgängen nötig, damit diese nicht auf Störsignale reagieren ([2],165). Lässt man sie weg, wird z. B. durch einen offenen Schalter in ca. 50% der Abfragen dennoch ein LOW signalisiert. Erst durch den Einbau eines Widerstandes wird auch der HIGH-Zustand definiert.

Kasten 2: Widerstände als Pull-Down

Wie lässt sich die Spannungsteilerschaltung schülernah den Schülern nahe bringen?

Die nachfolgende Übersicht enthält die benötigten Schaltungen als Kopiervorlage. Die Skizzen sollten in Anpassung an die Gegebenheiten vor Ort mit Werten ergänzt werden, z. B. $R=1k\Omega$ und $U=10V$. Bei der Durchführung hat es sich angeboten, zwischendurch zu unterbrechen, damit Schüler nicht nur die Experimente auf einen Effekt hin ausführen, sondern auch durchdenken.

Alternativ oder ergänzend zu den Schaltplänen ließen sich nachfolgende Anregungen und Hilfekarten geben, um den Unterricht differenzierend anzulegen. Dies wäre auch als Treppenunterricht (s. [3]) denkbar, indem man die Aufgabenstellungen so einteilt, dass sie in jeweils ca. 3

Minuten zu absolvieren sind, weil man darüber Aufschluss gewinnen kann, ob die Lerngruppe mit bestimmten Aufgaben besondere Schwierigkeiten hat. Dazu würde man z. B. bereits Versuch 1 in Teilversuche untergliedern, indem man zunächst das Amperemeter weglässt und auch schon angibt, in welcher Größenordnung die Messwerte liegen müssen.

Didaktische Funktion der Versuche 1-5

Im **Versuch 1** wird der Aufbau des einfachen Stromkreises wiederholt. Insbesondere für den Anschluss von Volt- und Amperemeter parallel bzw. in Reihe, die Wahl des Messbereichs und die Funktionsprüfung ist dies wichtig, ebenso die Wiederholung des ohmschen Gesetzes als Anknüpfungspunkt für das Vorwissen.

Im **Versuch 2** erfolgt der Aufbau einer Reihenschaltung als erste Spannungsteilerschaltung. Auch dies dient der Wiederholung und hier auch der experimentellen Bestätigung der Kirchhoff'schen Regel.

Im **Versuch 3** erfolgt der Vorversuch zur Nutzung eines variablen Widerstandes (Potentiometers). Dieses Bauteil ist neben dem Transistor aufgrund seiner drei Anschlüsse in jedem Fall einzeln zu betrachten. Inhaltlich erfolgt die Wiederholung der Kirchhoff'schen Regel nun auch bei variablem Widerstand.

Der **Versuch 4** ist optional, er stellt eine eigentliche Spannungsteilerschaltung dar: Die Stromstärke bleibt gleich, doch das Verhältnis der Teilspannungen ändert sich (bei hinreichend großem Innenwiderstand des Voltmeters) linear mit der Position des Stromabnehmers. Erneut wird die Kirchhoff'sche Regel bestätigt.

Mit **Versuch 5** wird nun die Spannungsteilerschaltung wie beim Anschluss eines Sensors (hier: LDR) am Arduino™ vorgestellt. In diesem Hauptversuch ist zu erkennen, dass sich in Abhängigkeit vom Lichteinfall der Spannungsabfall am LDR ändert.

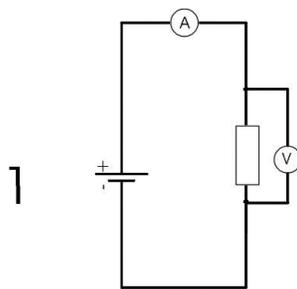
Weitergehende Durchführungshinweise

- Auch in Sek-II-Kursen findet man noch häufig falsch eingestellte Multimeter, der Messbereich wird nicht sicher gewählt, gerade bei den üblicherweise sehr kleinen Stromstärken.
- Die Schaltung muss aus Sicherheitsgründen abgenommen werden
- Die Anschlüsse am Potentiometer sind häufig unklar; hier sollte man ggf. ein Foto des Aufbaus vorhalten.
- Die Hilfen eignen sich auch als Differenzierungsangebote; Versuch 4 lässt sich ggf. weglassen bzw. kann schnell arbeitenden Schülergruppen vorbehalten bleiben.

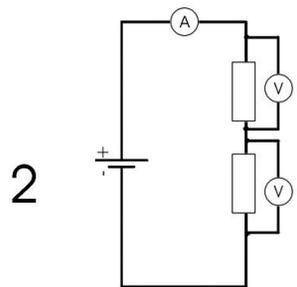
Danksagung

Ich danke Dr. Sven Groß, Göttingen, für die sachkundige und intensive Kritik an diesem Artikel.

Kopiervorlage

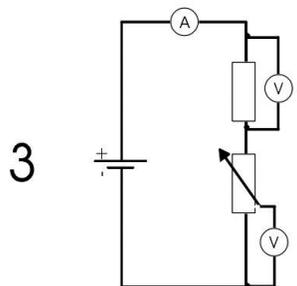


Auftrag: Prüfe, ob sich mit dem Experiment das ohmsche Gesetz bestätigen lässt.
Hilfe: Das ohmsche Gesetz lautet $U = R \cdot I$; der Wert von R ist dabei auf dem Bauteil abgedruckt.



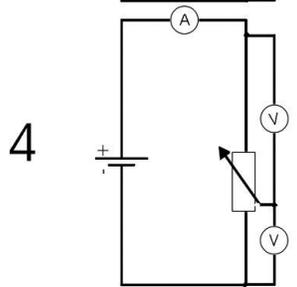
Auftrag: Prüfe, ob sich mit dem Experiment die Kirchhoffsche Regel bestätigen lässt, wie sich Spannungen in der Reihenschaltung verhalten. Inwiefern ergibt es Sinn, dass Elektroingenieure diese Schaltung als „Spannungsteiler“-Schaltung bezeichnen?

Hilfe: Die Kirchhoffsche Regel lautet $U_{ges} = U_1 + U_2$



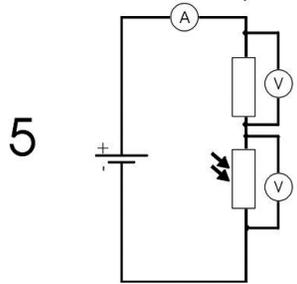
Auftrag: Ersetze einen Widerstand durch einen einstellbaren Widerstand, ein so genanntes Potentiometer. Messe die Spannungen an beiden Widerständen. Begründe, weswegen sich für die Spannung am Potentiometer ein festes Intervall ergibt.

Hilfe: Das Potentiometer kann alle Widerstandswerte zwischen Null und dem aufgedruckten Widerstandswert annehmen. Man beachte, dass die Werte häufig eine recht große Ungenauigkeit haben, Schwankungen um 10% sind keine Seltenheit.



Auftrag: Entferne den zweiten Widerstand, so dass nur das Potentiometer angeschlossen ist (der mittlere Anschluss wird von zwei Leitungen verwendet). Überprüfe, ob sich das Verhältnis an den beiden Voltmetern linear mit der Position des Potentiometers verändert.

Hilfe: Das Potentiometer teilt die Spannungen genau auf beide Teilbereiche auf; deswegen muss man bei der Stellung in der Mitte ziemlich genau die halbe Spannung auf jedem Voltmeter messen, bei einer Stellung von $\frac{1}{4}$ entsprechend eine Verteilung von einem Viertel zu drei Vierteln.



Auftrag: Baue erneut Schaltung 3 auf, ersetze aber das Potentiometer durch den LDR, den lichtabhängigen Widerstand. Miss die Spannungen, wenn jeweils der LDR ins Licht gehalten wird bzw. wenn er abgedeckt wird. Welches Voltmeter zeigt an, dass die Spannung geringer wird, wenn die Lichtmenge abnimmt?

Hilfe: Der LDR verhält sich wie das Potentiometer, es reagiert aber nicht auf ein Verstellen, sondern auf die Lichtmenge.

Martin Ernst Kraus *Felix-Klein-Gymnasium Göttingen und
 Fachleiter für Physik am Studienseminar Göttingen*

Literatur

- [1] Muckenfuß, Heinz und Walz, Adolf: Neue Wege im Elektrikunterricht; Aulis Verlag Deubner; 1992: S. 15f. und S. 57
- [2] Caroli, Philip und Christian: Arduino™-Handbuch. Haar: Franzis 2015, S. 174
- [3] Kraus, Martin Ernst: Der Treppenunterricht. Eine Methode zur Diagnose eigener Elementarisierungen und des Schüler-Arbeitstempes. In: Unterricht Physik 147/148 (2015), S. 46-49

Lehrer/innentag der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft

Ronald Binder

Der Arbeitskreis „Young Minds“ und der Fachausschuss „Physik und Schule“ der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft organisierten gemeinsam für den 28.09.2017 einen Lehrer/innentag am Atominstitut der TU Wien. Im Rahmen dieser Veranstaltung fanden Preisverleihungen, Preisträgervorträge und Vorträge der „Young Minds“ statt. Sehr erfreulich war das große Interesse der Lehrer/innen, die auch vielfach ihre interessierten Schüler/innen in das Atominstitut mitnahmen, sodass der Hörsaal mit 200 Voranmeldungen schon einige Wochen vor der Veranstaltung ausgebucht war.

Ausgezeichnet wurden die besten Vorwissenschäftlichen Arbeiten des Maturajahrganges 2017 mit Physikbezug, sowie die Träger des Studierenden-Preises.



Abbildung 1: ÖPG Lehrertag 2017

Tabelle 1: ÖPG-Preisträgerinnen und Preisträger durch hervorragende Arbeiten

Preise	Name	Institution	Titel der Arbeit
VWA – 1. Preis	Iris Borns	Konrad Lorenz BG/BRG Gänserndorf	Experimentelle Beschreibung der physikalischen Grundprinzipien zum Schutz vor ionisierender Strahlung
VWA – 2. Preis	Kevin Kutlesa	BG/BRG Leoben	Methoden der Werkstoffprüfung: Zerstörungsfreie und nicht-zerstörungsfreie Werkstoffprüfung
VWA – 3. Preis	Julian Pichler	BG/BRG Wieselburg	Fallbewegungen: „Freier Fall“ und Fall mit Luftwiderstand
Studierenden-Preis	DI Lukas Semmelrock	HEPHY/TU Wien	Dissipative Losses in Self-Interacting Dark Matter Collisions
	DI Raphaela Wutte	TU Wien	Near Horizon Boundary Conditions for Spin-3 Gravity in Flat Space



Abbildung 2: VWA-Preisträger 2017



Abbildung 3: Studierendenpreis 2017

Ebenso geehrt wurden die erfolgreichen Teilnehmer/innen der 48. Internationalen Physikolympiade (IPhO) und des International Young Physicists Tournament 2017 (IYPT)

Tabelle 2: ÖPG-Ehrungen für hervorragende Leistungen

Preise	Name	Institution
IPhO	Katharina Buczolich	HTL Eisenstadt
	Jonas Bodingbauer	HTL Leonding
	Katharina Bogner	BRG Rohrbach
	Konstantin Mark	BG Feldkirch
	Erwin Pfeiler	BRG Graz
IYPT	Amir Dellali	BRG Salzburg
	Jakob Fiechter	Akademisches Gymnasium Innsbruck
	Jonathan Hell	Akademisches Gymnasium Salzburg
	Philipp Reindl	HTL Leoben
	Valentin Wiesinger	Akademisches Gymnasium Salzburg

Der Sexl-Preis wurde an zwei Personen für ihr großes Arrangement um die Physik vergeben.

Tabelle 3: Sexl-Preisträger 2017

Roman Ulrich	LSI HR Mag. Günther Vormayr	Landesschulrat für Oberösterreich
Sexl-Preis	Mag. Josef Gröchenig	BG Porcia Spittal/Drau

Nach den ausgezeichneten Preisträgervorträgen konnten drei „Young Minds mit Vorträgen zu den Themen Holografisches Prinzip, 3D-Druck und Dunkle Materie das Publikum begeistern. Aufgrund des großen Erfolges wird diese Veranstaltung in ähnlicher Form in diesem Jahr im Rahmen der Jahrestagung der Österreichische Physikalische Gesellschaft Ende September wieder stattfinden.

Die ÖPG lädt schon jetzt alle Physiklehrkräfte ein, Vorwissenschaftliche Arbeiten aus dem Schuljahr 2017/2018, die sie für auszeichnungswürdig erachten, bis zum 1. Mai 2018 zur Prämierung einzureichen. Die Arbeit kann, wenn die Datei kleiner als 10 MB ist, als E-Mail oder in digitaler Form (Datenträger CD oder DVD; PDF-Datei oder Winword-Datei) per Post an folgende Adresse gesendet werden:

Ass.Prof. Dr. Dipl.Phys. Alexander Strahl

Universität Salzburg, School of Education, Didaktik der Naturwissenschaften, AG Didaktik der Physik
 Hellbrunnerstraße 34, 5020 Salzburg
 E-Mail: alexander.strahl@sbg.ac.at

Die Verfasserin bzw. der Verfasser muss mit der Einreichung einverstanden sein. Die betreuende Lehrkraft soll zusätzlich zur Arbeit eine Begründung (etwa eine A4-Seite) für die Einreichung mitschicken.



Abbildung 4: AYPT 2017



Abbildung 5: Physikolympiade 2017



Abbildung 6: Sexl-Preisträger 2017 – LSI HR Mag. Günther Vormayr



Abbildung 7: Sexl-Preisträger 2017 – Mag. Josef Gröchenig

Ronald Binder Institut Fortbildung Krems/NÖ,
 Planungsverantwortlicher Naturwissenschaften,
 Kirchliche Pädagogische Hochschule Wien/Krems

Statuten des Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts

(Einstimmig verabschiedet von der Generalversammlung am 19.11.2013)

§ 1: Name, Sitz und Tätigkeitsbereich

- (1) Der Verein führt den Namen „Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts“.
- (2) Er hat seinen Sitz in Wien und erstreckt seine Tätigkeit auf ganz Österreich.
- (3) Die Errichtung von Zweigvereinen ist nicht beabsichtigt.

§ 2: Zweck

Der Verein, dessen Tätigkeit nicht auf Gewinn gerichtet ist und dessen Tätigkeit im Sinne von §34 ff BAO ausschließlich gemeinnützig ist, bezweckt, den physikalischen und chemischen Unterricht aller Schulgattungen in wissenschaftlicher und didaktischer Hinsicht zu vervollkommen.

§ 3: Mittel zur Erreichung des Vereinszwecks

- (1) Der Vereinszweck soll durch die in den Abs. 2 und 3 angeführten ideellen und materiellen Mittel erreicht werden.
- (2) Als ideelle Mittel dienen
 - a) Regelmäßige Vorträge mit anschließender Wechselrede
 - b) Vorführung und Besprechung physikalischer und chemischer Apparate und Versuche
 - c) Herausgabe einer Vereinszeitschrift
 - d) Lehrgänge für die Weiterbildung
 - e) Sonstige Maßnahmen, die geeignet sind, den Vereinszweck zu fördern
- (3) Die erforderlichen materiellen Mittel sollen aufgebracht werden durch
 - a) Beitrittsgebühren und Mitgliedsbeiträge
 - b) Subventionen und Förderungen
 - c) Spenden, Sammlungen, Vermächtnisse und sonstige Zuwendungen
 - d) Vermögensverwaltung (z. B. Zinsen, sonstige Kapitaleinkünfte, Einnahmen aus Vermietung und Verpachtung usw.)
 - e) Erträge aus Vereinsveranstaltungen
 - f) Sponsorgelder
 - g) Werbeeinnahmen

§ 4: Arten der Mitgliedschaft

- (1) Die Mitglieder des Vereins gliedern sich in ordentliche, außerordentliche und Ehrenmitglieder.
- (2) Ordentliche Mitglieder sind jene, die sich voll an der Vereinsarbeit beteiligen. Außerordentliche Mitglieder sind solche, die die Vereinstätigkeit vor allem durch Zahlung eines erhöhten Mitgliedsbeitrags fördern. Ehrenmitglieder sind Personen, die hierzu wegen besonderer Verdienste um den Verein oder die Vereinsziele ernannt werden.

§ 5: Erwerb der Mitgliedschaft

- (1) Mitglieder des Vereins können alle physischen Personen, die an dem Ausbau des physikalischen und chemischen Unterrichts Anteil nehmen sowie juristische Personen und rechtsfähige Personengesellschaften werden.
- (2) Über die Aufnahme von ordentlichen und außerordentlichen Mitgliedern entscheidet der Vorstand. Die Aufnahme kann ohne Angabe von Gründen verweigert werden.
- (3) Die Ernennung zum Ehrenmitglied erfolgt auf Antrag des Vorstands durch die Generalversammlung.

§ 6: Beendigung der Mitgliedschaft

- (1) Die Mitgliedschaft erlischt durch Tod, bei juristischen Personen und rechtsfähigen Personengesellschaften durch Verlust der Rechtspersönlichkeit, durch freiwilligen Austritt und durch Ausschluss.
- (2) Der Austritt kann nur zum 30. September erfolgen. Er muss dem Vorstand mindestens ein Monat vorher schriftlich mitgeteilt werden. Erfolgt die Anzeige verspätet, so ist sie erst zum nächsten Austrittstermin wirksam. Für die Rechtzeitigkeit ist das Datum der Postaufgabe maßgeblich.
- (3) Der Vorstand kann ein Mitglied ausschließen, wenn dieses trotz zweimaliger schriftlicher Mahnung unter Setzung einer angemessenen Nachfrist länger als sechs Monate mit der Zahlung der Mitgliedsbeiträge im Rückstand ist. Die Verpflichtung zur Zahlung der fällig gewordenen Mitgliedsbeiträge bleibt hiervon unberührt.
- (4) Der Ausschluss eines Mitglieds aus dem Verein kann vom Vorstand auch wegen grober Verletzung anderer Mitgliedspflichten und wegen unehrenhaften Verhaltens verfügt werden.

- (5) Die Aberkennung der Ehrenmitgliedschaft kann aus den im Abs. 4 genannten Gründen von der Generalversammlung über Antrag des Vorstands beschlossen werden.

§ 7: Rechte und Pflichten der Mitglieder

- (1) Die Mitglieder sind berechtigt, an allen Veranstaltungen des Vereins teilzunehmen und die Einrichtungen des Vereins zu beanspruchen. Das Stimmrecht in der Generalversammlung sowie das aktive und passive Wahlrecht stehen nur den ordentlichen und den Ehrenmitgliedern zu.
- (2) Jedes Mitglied ist berechtigt, vom Vorstand die Ausföhlung der Statuten zu verlangen.
- (3) Mindestens ein Zehntel der Mitglieder kann vom Vorstand die Einberufung einer Generalversammlung verlangen.
- (4) Die Mitglieder sind in jeder Generalversammlung vom Vorstand über die Tätigkeit und finanzielle Gebarung des Vereins zu informieren. Wenn mindestens ein Zehntel der Mitglieder dies unter Angabe von Gründen verlangt, hat der Vorstand den betreffenden Mitgliedern eine solche Information auch sonst binnen vier Wochen zu geben.
- (5) Die Mitglieder sind vom Vorstand über den geprüften Rechnungsabschluss (Rechnungslegung) zu informieren. Geschieht dies in der Generalversammlung, sind die Rechnungsprüfer einzubinden.
- (6) Die Mitglieder sind verpflichtet, die Interessen des Vereins nach Kräften zu fördern und alles zu unterlassen, wodurch das Ansehen und der Zweck des Vereins Abbruch erleiden könnte. Sie haben die Vereinsstatuten und die Beschlüsse der Vereinsorgane zu beachten. Die ordentlichen und außerordentlichen Mitglieder sind zur pünktlichen Zahlung der Mitgliedsbeiträge in der von der Generalversammlung beschlossenen Höhe verpflichtet.

§ 8: Vereinsorgane

Organe des Vereins sind die Generalversammlung (§§ 9 und 10), der Vorstand (§§ 11 bis 13), die Rechnungsprüfer (§ 14) und das Schiedsgericht (§ 15).

§ 9: Generalversammlung

- (1) Die Generalversammlung ist die „Mitgliederversammlung“ im Sinne des Vereinsgesetzes 2002. Eine ordentliche Generalversammlung findet jährlich im letzten Jahresquartal statt.
- (2) Eine außerordentliche Generalversammlung findet auf
 - a. Beschluss des Vorstands oder der ordentlichen Generalversammlung,
 - b. schriftlichen Antrag von mindestens einem Zehntel der Mitglieder,
 - c. Verlangen der Rechnungsprüfer (§ 21 Abs. 5 erster Satz VereinsG),

- d. Beschluss der/eines Rechnungsprüfer/s (§ 21 Abs. 5 zweiter Satz VereinsG, § 11 Abs. 2 dritter Satz dieser Statuten),

- e. Beschluss eines gerichtlich bestellten Kurators (§ 11 Abs. 2 letzter Satz dieser Statuten) binnen vier Wochen statt.

- (3) Sowohl zu den ordentlichen wie auch zu den außerordentlichen Generalversammlungen sind alle Mitglieder mindestens zwei Wochen vor dem Termin schriftlich, mittels Telefax oder per E-Mail (an die vom Mitglied dem Verein bekannt gegebene Fax-Nummer oder E-Mail-Adresse) einzuladen. Die Anberaumung der Generalversammlung hat unter Angabe der Tagesordnung zu erfolgen. Die Einberufung erfolgt durch den Vorstand (Abs. 1 und Abs. 2 lit. a – c), durch die/einen Rechnungsprüfer (Abs. 2 lit. d) oder durch einen gerichtlich bestellten Kurator (Abs. 2 lit. e).
- (4) Anträge zur Generalversammlung sind mindestens drei Tage vor dem Termin der Generalversammlung beim Vorstand schriftlich, mittels Telefax oder per E-Mail einzureichen.
- (5) Gültige Beschlüsse – ausgenommen solche über einen Antrag auf Einberufung einer außerordentlichen Generalversammlung – können nur zur Tagesordnung gefasst werden.
- (6) Bei der Generalversammlung sind alle Mitglieder teilnahmeberechtigt. Stimmberechtigt sind nur die ordentlichen und die Ehrenmitglieder. Jedes Mitglied hat eine Stimme. Die Übertragung des Stimmrechts auf ein anderes Mitglied im Wege einer schriftlichen Bevollmächtigung ist zulässig.
- (7) Die Generalversammlung ist ohne Rücksicht auf die Anzahl der Erschienenen beschlussfähig.
- (8) Die Wahlen und die Beschlussfassungen in der Generalversammlung erfolgen in der Regel mit einfacher Mehrheit der abgegebenen gültigen Stimmen. Beschlüsse, mit denen das Statut des Vereins geändert oder der Verein aufgelöst werden soll, bedürfen jedoch einer qualifizierten Mehrheit von zwei Dritteln der abgegebenen gültigen Stimmen.
- (9) Den Vorsitz in der Generalversammlung führt der/die Obmann/Obfrau, in dessen/deren Verhinderung sein/e/ihr/e Stellvertreter/in. Wenn auch diese/r verhindert ist, so führt das an Jahren älteste anwesende Vorstandsmitglied den Vorsitz.

§ 10: Aufgaben der Generalversammlung

Der Generalversammlung sind folgende Aufgaben vorbehalten:

- a) Beschlussfassung über den Voranschlag;
- b) Entgegennahme und Genehmigung des Rechenschaftsberichts und des Rechnungsabschlusses unter Einbindung der Rechnungsprüfer;
- c) Wahl und Enthebung der Mitglieder des Vorstands und der Rechnungsprüfer;

- d) Genehmigung von Rechtsgeschäften zwischen Rechnungsprüfern und Verein;
- e) Entlastung des Vorstands;
- f) Festsetzung der Höhe der Mitgliedsbeiträge für ordentliche und für außerordentliche Mitglieder;
- g) Verleihung und Aberkennung der Ehrenmitgliedschaft;
- h) Beschlussfassung über Statutenänderungen und die freiwillige Auflösung des Vereins;
- i) Beratung und Beschlussfassung über sonstige auf der Tagesordnung stehende Fragen.

§ 11: Vorstand

- (1) Der Vorstand besteht aus sechs Mitgliedern, und zwar aus Obmann/Obfrau und Stellvertreter/in, Schriftführer/in und Stellvertreter/in sowie Kassier/in und Stellvertreter/in.
- (2) Der Vorstand wird von der Generalversammlung gewählt. Der Vorstand hat bei Ausscheiden eines gewählten Mitglieds das Recht, an seine Stelle ein anderes wählbares Mitglied zu kooptieren, wozu die nachträgliche Genehmigung in der nächstfolgenden Generalversammlung einzuholen ist. Fällt der Vorstand ohne Selbstergänzung durch Kooptierung überhaupt oder auf unvorhersehbar lange Zeit aus, so ist jeder Rechnungsprüfer verpflichtet, unverzüglich eine außerordentliche Generalversammlung zum Zweck der Neuwahl eines Vorstands einzuberufen. Sollten auch die Rechnungsprüfer handlungsunfähig sein, hat jedes ordentliche Mitglied, das die Notsituation erkennt, unverzüglich die Bestellung eines Kurators beim zuständigen Gericht zu beantragen, der umgehend eine außerordentliche Generalversammlung einzuberufen hat.
- (3) Die Funktionsperiode des Vorstands beträgt ein Jahr; Wiederwahl ist möglich. Jede Funktion im Vorstand ist persönlich auszuüben.
- (4) Der Vorstand wird vom Obmann/von der Obfrau, bei Verhinderung von seinem/seiner/ihrer/ihrer Stellvertreter/in, schriftlich oder mündlich einberufen. Ist auch diese/r auf unvorhersehbar lange Zeit verhindert, darf jedes sonstige Vorstandsmitglied den Vorstand einberufen.
- (5) Der Vorstand ist beschlussfähig, wenn alle seine Mitglieder eingeladen wurden und mindestens die Hälfte von ihnen anwesend ist.
- (6) Der Vorstand fasst seine Beschlüsse mit einfacher Stimmenmehrheit; bei Stimmgleichheit gibt die Stimme des/der Vorsitzenden den Ausschlag.
- (7) Den Vorsitz führt der/die Obmann/Obfrau, bei Verhinderung sein/e/ihr/e Stellvertreter/in. Ist auch diese/r verhindert, obliegt der Vorsitz dem an Jahren ältesten anwesenden Vorstandsmitglied oder jenem Vorstandsmitglied, das die übrigen Vorstandsmitglieder mehrheitlich dazu bestimmen.

- (8) Außer durch den Tod und Ablauf der Funktionsperiode (Abs. 3) erlischt die Funktion eines Vorstandsmitglieds durch Enthebung (Abs. 9) und Rücktritt (Abs. 10).
- (9) Die Generalversammlung kann jederzeit den gesamten Vorstand oder einzelne seiner Mitglieder entheben. Die Enthebung tritt mit Bestellung des neuen Vorstands bzw Vorstandsmitglieds in Kraft.
- (10) Die Vorstandsmitglieder können jederzeit schriftlich ihren Rücktritt erklären. Die Rücktrittserklärung ist an den Vorstand, im Falle des Rücktritts des gesamten Vorstands an die Generalversammlung zu richten. Der Rücktritt wird erst mit Wahl bzw. Kooptierung (Abs. 2) eines Nachfolgers wirksam.
- (11) Die Generalversammlung wählt eine von ihr fest zu legende Anzahl von Beiräten, die den Vorstand bei der Erreichung der Vereinszwecke unterstützt, und die an Vorstandssitzungen als Auskunftspersonen teilnehmen.

§ 12: Aufgaben des Vorstands

Dem Vorstand obliegt die Leitung des Vereins. Er ist das „Leitungsorgan“ im Sinne des Vereinsgesetzes 2002. Ihm kommen alle Aufgaben zu, die nicht durch die Statuten einem anderen Vereinsorgan zugewiesen sind. In seinen Wirkungsbereich fallen insbesondere folgende Angelegenheiten:

- (1) Einrichtung eines den Anforderungen des Vereins entsprechenden Rechnungswesens mit laufender Aufzeichnung der Einnahmen/Ausgaben und Führung eines Vermögensverzeichnisses als Mindestanforderung;
- (2) Erstellung des Jahresvoranschlags, des Rechenschaftsberichts und des Rechnungsabschlusses;
- (3) Vorbereitung und Einberufung der Generalversammlung in den Fällen des § 9 Abs. 1 und Abs. 2 lit. a – c dieser Statuten;
- (4) Information der Vereinsmitglieder über die Vereinstätigkeit, die Vereinsgebarung und den geprüften Rechnungsabschluss;
- (5) Verwaltung des Vereinsvermögens;
- (6) Aufnahme und Ausschluss von ordentlichen und außerordentlichen Vereinsmitgliedern;
- (7) Aufnahme und Kündigung von Angestellten des Vereins.

§ 13: Besondere Obliegenheiten einzelner Vorstandsmitglieder

- (1) Der/die Obmann/Obfrau führt die laufenden Geschäfte des Vereins. Der/die Schriftführer/in unterstützt den/die Obmann/Obfrau bei der Führung der Vereinsgeschäfte.
- (2) Der/die Obmann/Obfrau vertritt den Verein nach außen. Zur Gültigkeit einer Urkunde in Vereinsangelegenheiten ist die Unterschrift des Obmannes oder eines Mitgliedes der Vereinsleitung erforderlich. Schriftliche Ausfertigungen des Vereins in Geldangelegenheiten in überdurchschnittlicher

Höhe (vermögenswerte Dispositionen) bedürfen zu ihrer Gültigkeit der Unterschriften des/der Obmanns/Obfrau und des Kassiers/der Kassierin. Rechtsgeschäfte zwischen Vorstandsmitgliedern und Verein bedürfen der Zustimmung eines anderen Vorstandsmitglieds.

- (3) Rechtsgeschäftliche Bevollmächtigungen, den Verein nach außen zu vertreten bzw. für ihn zu zeichnen, können ausschließlich von den in Abs. 2 genannten Vorstandsmitgliedern erteilt werden.
- (4) Bei Gefahr im Verzug ist der/die Obmann/Obfrau berechtigt, auch in Angelegenheiten, die in den Wirkungsbereich der Generalversammlung oder des Vorstands fallen, unter eigener Verantwortung selbständig Anordnungen zu treffen; im Innenverhältnis bedürfen diese jedoch der nachträglichen Genehmigung durch das zuständige Vereinsorgan.
- (5) Der/die Obmann/Obfrau führt den Vorsitz in der Generalversammlung und im Vorstand.
- (6) Der/die Schriftführer/in führt die Protokolle der Generalversammlung und des Vorstands.
- (7) Der/die Kassier/in ist für die ordnungsgemäße Geldgebarung des Vereins verantwortlich.
- (8) Im Fall der Verhinderung treten an die Stelle des/der Obmanns/Obfrau, des Schriftführers/der Schriftführerin oder des Kassiers/der Kassierin ihre Stellvertreter/innen.

§ 14: Rechnungsprüfer

- (1) Zwei Rechnungsprüfer werden von der Generalversammlung auf die Dauer von einem Jahr gewählt. Wiederwahl ist möglich. Die Rechnungsprüfer dürfen keinem Organ – mit Ausnahme der Generalversammlung – angehören, dessen Tätigkeit Gegenstand der Prüfung ist.
- (2) Den Rechnungsprüfern obliegt die laufende Geschäftskontrolle sowie die Prüfung der Finanzgebarung des Vereins im Hinblick auf die Ordnungsmäßigkeit der Rechnungslegung und die statutengemäße Verwendung der Mittel. Der Vorstand hat den Rechnungsprüfern die erforderlichen Unterlagen vorzulegen und die erforderlichen Auskünfte zu erteilen. Die Rechnungsprüfer haben dem Vorstand über das Ergebnis der Prüfung zu berichten.
- (3) Rechtsgeschäfte zwischen Rechnungsprüfern und Verein bedürfen der Genehmigung durch die Generalversammlung. Im Übrigen gelten für die Rechnungsprüfer die Bestimmungen des § 11 Abs. 8 bis 10 dieser Statuten sinngemäß.

§ 15: Schiedsgericht

- (1) Zur Schlichtung von allen aus dem Vereinsverhältnis entstehenden Streitigkeiten ist das vereinsinterne Schiedsgericht berufen. Es ist eine „Schlichtungseinrichtung“ im Sinne des Vereinsgesetzes 2002 und kein Schiedsgericht nach den §§ 577 ff ZPO.
- (2) Das Schiedsgericht setzt sich aus drei ordentlichen Vereinsmitgliedern zusammen. Es wird derart gebildet, dass ein Streitteil dem Vorstand ein Mitglied als Schiedsrichter schriftlich namhaft macht. Über Aufforderung durch den Vorstand binnen sieben Tagen macht der andere Streitteil innerhalb von 14 Tagen seinerseits ein Mitglied des Schiedsgerichts namhaft. Nach Verständigung durch den Vorstand innerhalb von sieben Tagen wählen die namhaft gemachten Schiedsrichter binnen weiterer 14 Tage ein drittes ordentliches Mitglied zum/zur Vorsitzenden des Schiedsgerichts. Bei Stimmgleichheit entscheidet unter den Vorgeschlagenen das Los. Die Mitglieder des Schiedsgerichts dürfen keinem Organ – mit Ausnahme der Generalversammlung – angehören, dessen Tätigkeit Gegenstand der Streitigkeit ist.
- (3) Das Schiedsgericht fällt seine Entscheidung nach Gewährung beiderseitigen Gehörs bei Anwesenheit aller seiner Mitglieder mit einfacher Stimmenmehrheit. Es entscheidet nach bestem Wissen und Gewissen. Seine Entscheidungen sind vereinsintern endgültig.

§ 16 Freiwillige Auflösung des Vereins

- (1) Die freiwillige Auflösung des Vereins kann nur in einer Generalversammlung und nur mit Zweidrittelmehrheit der abgegebenen gültigen Stimmen beschlossen werden.
- (2) Die Generalversammlung hat – sofern Vereinsvermögen vorhanden ist – über die Abwicklung zu beschließen. Insbesondere hat sie eine Abwicklerin oder einen Abwickler zu berufen und Beschluss darüber zu fassen, wem diese(r) das nach Abdeckung der Passiva verbleibende Vereinsvermögen zu übertragen hat.
- (3) Der letzte Vereinsvorstand hat die freiwillige Auflösung binnen vier Wochen nach Beschlussfassung der zuständigen Vereinsbehörde schriftlich anzuzeigen.

§ 17 Verwendung des Vereinsvermögens bei Auflösung des Vereins oder bei Wegfall des begünstigten Zwecks

Bei Auflösung des Vereins oder bei Wegfall des bisherigen begünstigten Vereinszwecks ist das nach Abdeckung der Passiva verbleibende Vereinsvermögen, für gemeinnützige, mildtätige oder kirchliche Zwecke im Sinne der §§ 34 ff Bundesabgabenordnung (BAO) zu verwenden. Soweit möglich und erlaubt, soll es dabei Institutionen zufallen, die gleiche oder ähnliche Zwecke wie dieser Verein verfolgen.

Buchbesprechung

Treffen sich zwei Moleküle im Labor

Martin Moder

Sachbuch, 239 S., Illustr., 2016, Ecowin Verlag, ISBN 978-3-7110-0093-5, € 24,00

Martin Moder, Molekularbiologe in Wien wurde 2014 zum Science Slam Europameister gekürt. Science Slams sind Wissenschaftsturniere, bei denen die Teilnehmer ihre Forschungen populär und witzig in etwa 10 Minuten vorstellen. Und dass Moder nicht zu Unrecht Science Slam Europameister ist, zeigt sich auch im vorliegenden Buch. Salopp geschrieben, witzig verpackt, gibt er Einblick in das, was Molekularbiologie ist und wie Molekularbiologen arbeiten. Wissenschaftler mögen vielleicht die Nase rümpfen, wenn Moder sich allzu oft und gerne mit Hinweisen auf das Liebesleben einlässt. Aber gerade durch die flapsigen Bemerkungen liest man das Buch mit steigendem Interesse und oftmals mit einem Schmunzeln. Es

ist für den Nichtbiologen eindrucksvoll zu lesen, wie man das Gehirn von Fruchtfliegen analysieren kann oder was sich alles mit DNA und RNA anfangen lässt. Nachgerade philosophisch werden Moders Betrachtungen über das menschliche Gehirn und erstaunt liest man, was die Zukunft bringt oder bringen kann. „Treffen sich zwei Moleküle im Labor“ ist sicher kein Buch, um Molekularbiologie in allen Facetten zu verstehen, es ist aber – und das muss lobend angemerkt werden – ein Buch, das zeigt, dass in diesem Wissensgebiet ein Zauber liegt. Es animiert dadurch auch zum Weiterstudieren, wozu auch das umfangreiche Literaturverzeichnis beiträgt. So kann man – einmal angeregt – zielführende wissenschaftliche Literatur aufspüren und sich in einzelne Themen vertiefen.

Für den Kundigen ist es ein Buch, das amüsiert und für den interessierten Laien kann es Anstoß geben, sich eingehender mit Mikrobiologie zu beschäftigen. Damit hat Moder aber mit seinem Buch sehr viel erreicht, ist doch gerade die populäre Vermittlung komplexer Inhalte nicht so einfach.

Leo Ludick

Unfassbare Strahlung Werdegang zur Modernen Physik

Peter M. Schuster, Lily Wilmes

Sachbuch, 360 S., über 600 Abb., 2016, Living Edition, ISBN 978-3-901585-33-3, € 25,00

Im Jahr 2010 konnte Peter Maria Schuster, ehemals Industriephysiker und in seinem zweiten Leben Schriftsteller und Physikhistoriker, seinen Traum verwirklichen: Die Dauerausstellung „Strahlung – der ausgesetzte Mensch“ wurde im oststeirischen Schloss Pöllau eröffnet. Ausstellungsobjekte sind wissenschaftliche Geräte, die hauptsächlich in der Zeit ab 1850 entwickelt wurden und die den Werdegang zur modernen Physik begleitet haben. Eine besondere Bedeutung erhält die Ausstellung durch die angeschlossene Victor Franz Hess-Forschungs- und Gedenkstätte mit dem Original der Nobelpreisurkunde für die Entdeckung der kosmischen Strahlung.

Das vorliegende, reich mit Abbildungen ausgestattete Buch entspricht einem Gang durch die Ausstellung, ohne allerdings die Vollständigkeit eines Katalogs anzustreben.

Als Wegbereiter in Österreich werden zunächst Christian Doppler (der mit dem von ihm entdeckten Effekt vergeblich die Farben von Doppelsternen erklären wollte), Joseph Loschmidt (mit der ersten Bestimmung von Molekülgrößen), Josef Stefan (T₄-Gesetz der Wärmestrahlung) und Ludwig Boltzmann als Menschen und als Forscher vorgestellt.

Eingehend wird das 1910 eröffnete Institut für Radiumforschung mit seinen Forschern gewürdigt, zu denen von 1910 bis 1920 auch Victor Franz Hess gehörte. Der Entdeckung der kosmischen Strahlung 1912 bei Ballonflügen folgten ab 1927 Messungen im Hochgebirge. Beeindruckend klein sind die Originalinstrumente von 1912 – besonders wenn man an die heutigen Experimente denkt: Z. B. werden beim H.E.S.S.-Experiment die von dem höchstenergetischen Anteil der kosmischen Strahlung in der Atmosphäre erzeugten Teilchenschauer mit Spiegelteleskopen von 12 m und 28 m Durchmesser erforscht.

Weitere Kapitel betreffen Elektromagnetismus, Optik, Radioaktivität und die Versuche von Mach und Salcher, die Stoßwellen von Geschossen darzustellen, und die Weltraumforschung mit vielen aktuellen Beiträgen. Unter dem Motto Zeitmessung treffen mittelalterliche Turmuhren auf eine Rekonstruktion des sog. Mechanismus von Antikythera, eines über 2000 Jahre alten astronomischen Computers, der sowohl das gute Verständnis der Regelmäßigkeiten im Sonnensystem als auch die hohen handwerklichen Fähigkeiten jener Zeit demonstriert.

Durch ein ansprechendes Layout und die zahlreichen Abbildungen hoher Qualität haben Dr. Schuster und seine Partnerin Lily Wilmes eine Dokumentation zur Ausstellung geschaffen, die man gerne immer wieder zur Hand nimmt – sowohl zur Einstimmung vor dem Besuch der Ausstellung als auch zur Erinnerung an einen Gang durch etwa 100 Jahre Physikgeschichte.

Helmut Kühnelt

Informationen aus dem Verein

Liebe Vereinsmitglieder,

das Jahr 2018 beginnt im Verein traditionell mit der Fortbildungswoche, von der kurz berichtet werden soll.

1. 72. Fortbildungswoche des VFPC:

Flankiert von einer Tagung und einem Symposium präsentierte sich die 72. Fortbildungswoche in diesem Jahr. Die über 200 PädagogInnen konnten aus 15 erstklassigen Vorträgen, 17 Workshops und 11 Exkursionen auswählen und bei verschiedenen Ausstellern Neues entdecken. Ein Highlight war vor allem der Vortrag von Wolfgang Hund, der die Zuhörenden mit seinen physikalischen Tricks verblüffte und erstaunte.

Neu war in diesem Jahr ein spezieller Teil der Fortbildungswoche am Mittwochnachmittag, der für VolksschullehrerInnen konzipiert wurde. Mehr als 90 PädagogInnen waren beim Hauptvortrag von Prof. Wiesner und arbeiteten später intensiv in den Workshops. Der Nachmittag wurde von den Beteiligten als inspirierend und wichtig eingeschätzt und wird auch künftig Teil der Fortbildungswoche sein.

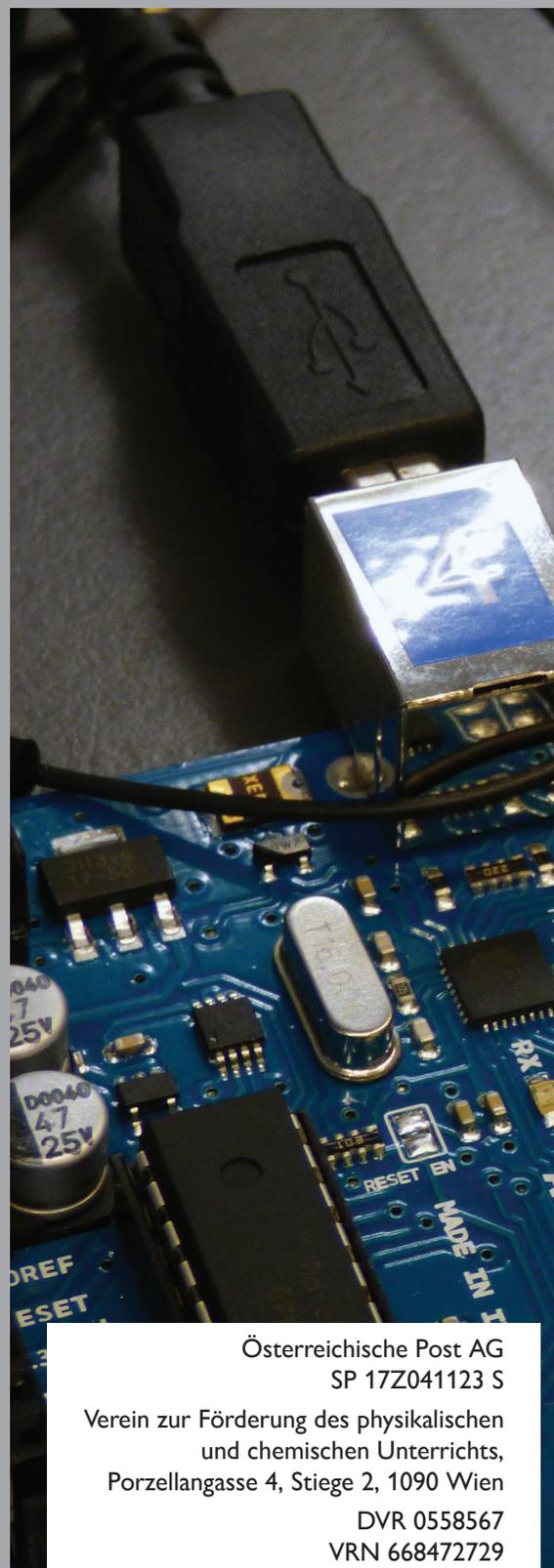
Der Vorstand bedankt sich bei allen, die in der Organisation und der Durchführung auf und hinter der Bühne beteiligt waren und freut sich auf die 73. Fortbildungswoche 2019.

2. Ausschreibung VWA-Preis:

Die Österreichische Physikalische Gesellschaft lädt alle Physiklehrkräfte ein, Vorwissenschaftliche Arbeiten aus Physik, die sie im Schuljahr 2017/2018 betreut haben und die sie für auszeichnungswürdig erachten, **bis zum 1. Mai 2018** zur Prämierung bei Alexander Strahl einzureichen. Genaue Informationen finden Sie im Heft.

Viel Erfolg bei den Einreichungen wünschen

Thomas Plotz und Brigitte Wolny



Österreichische Post AG
SP 17Z041123 S

Verein zur Förderung des physikalischen
und chemischen Unterrichts,
Porzellangasse 4, Stiege 2, 1090 Wien

DVR 0558567
VRN 668472729

Impressum: Medieninhaber (Verleger) und Hrsg.: Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts. Druck: Fa. Wograndl GmbH, Mattersburg

Retouren an: AECC Physik Universität Wien, Porzellangasse 4, Stiege 2, 1090 Wien.