

## Zum Beitrag

Raimund Girwidz und Bianca Watzka

# Digitale Werkzeuge im Physikunterricht einsetzen

Mit Micro-Controllern und Mini-Computern einfach, kreativ und motivierend die Physik im Alltag verstehen lernen

INFORMATIONEN 2

## Messungen und Projekte mit fertig konfektionierten und kostengünstigen Sensoren

Dieser Überblick stellt eine Auswahl verschiedener Sensorbausteine vor, die bei geringen Kosten interessante Messmöglichkeiten bieten. Dabei sind jeweils Grundinformationen zu dem Sensor und den Möglichkeiten für den unterrichtlichen Einsatz (in Stichworten) zusammengestellt.

Bezugsquellen, entsprechende Programme und weitere Informationen sind auch auf folgender Internetseite verfügbar:

- [http://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/materialien/neue\\_medien/arduino/sammlung/](http://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/materialien/neue_medien/arduino/sammlung/)

### IR-Reflektions-Lichtschanke TCRT5000

Der Sensor TCRT5000 enthält einen Infrarot-Sender und einen Phototransistor als Empfänger. Vom Sender ausgehende und dann reflektierte Strahlung wird vom Phototransistor empfangen. Die Ausgabe ist in zwei Formen möglich:

- *Ausgang Pin D0*: Ausgang hat Zustand „High“, wenn ein Schwellenwert überschritten wird. Der Schwellenwert kann über einen stufenlosen Regler eingestellt werden.
- *Ausgabe Pin A0*: Ausgabe einer analogen Spannung abhängig von der empfangenen Intensität.

Da weiße und schwarze Flächen Infrarotstrahlung unterschiedlich reflektieren, kann der Sensor auch zur Unterscheidung der beiden Farben genutzt werden. Dies wird beispielsweise eingesetzt, um Roboter zu bauen, die einer Linie folgen sollen.

### Einsatzmöglichkeiten im Unterricht

- Lichtschrankenmessungen
- *Projektidee*: Sensor für Händetrockner und Seifenspender nachbauen

### Regensensor YL-38

Der Sensor besteht aus zwei kammförmigen Leiterbahnen, die zunächst nicht verbunden sind, aber dicht an dicht liegen. Fällt nun Regen auf die Leiterplatte, so entsteht durch die Tropfen eine leitende Verbindung. Der elektrische Widerstand der Leiterplatte ändert sich. Je nasser die Platine wird, desto kleiner ist der elektrische Widerstand.

Der Sensorchip bietet zwei Möglichkeiten für die Datenausgabe.

Einerseits gibt es einen digitalen Ausgangs-Pin, der abhängig von der Wasserbenetzung auf „High“ oder „Low“ gesetzt wird. Der Schwellenwert kann über einen Regler auf der Platine eingestellt werden. Andererseits bietet er auch einen analogen Ausgang, der mit einem analogen Eingang am Arduino ausgelesen werden kann.

### Einsatzmöglichkeiten im Unterricht

- Aufnahmen von Wetterdaten für Grafiken und statistische Auswertungen
- *Projektidee*: Wenn die Wäsche zum Trocknen im Freien hängt, wird bei Regen Alarm ausgelöst. Markise wird eingefahren, wenn es regnet.

### Bodenfeuchtesensor, z. B. YL-69

Bodenfeuchtesensoren für den Arduino gibt es in mehreren Ausführungen. In der Regel kommt bei ihnen das nachfolgende Funktionsprinzip zum Einsatz: Zwei nicht miteinander verbundene Elektroden werden in die Erde gesteckt. Während bei trockener Erde der elektrische Widerstand der Anordnung sehr groß ist, sinkt er bei nasser Erde. Ionen wandern dann von einer Elektrode zur anderen. Meist ist beim Sensor ein Chip im Lieferumfang enthalten, der ein Ausgangssignal erzeugt. Hierbei gibt es oft, ähnlich wie beim Regensensor, einen digitalen und einen analogen Ausgabe-Pin.

### Einsatzmöglichkeiten im Unterricht

- Nutzung des feuchteabhängigen Widerstandes der Pflanzenerde.
- *Projektidee*: Alarm für trockene Erde von Zimmerpflanzen im Klassenzimmer.  
*Anmerkung*: Elektrolyse – nicht unbedingt für Nahrungspflanzen geeignet.  
*Tipp*: Nicht andauernd messen, z. B. einmal jede Stunde und in der restlichen Zeit Sensor abschalten.

### Luftfeuchte- und Temperatursensor DHT22

Während Sensoren für die Bodenfeuchte und den Regen auf einer Widerstandsmessung basieren, erfasst der Luftfeuchtesensor die



Änderung der Kapazität eines Messkondensators, dessen Dielektrikum sich in Abhängigkeit von der Luftfeuchte ändert. Auf diese Weise wird vom Sensor die relative Luftfeuchtigkeit bestimmt. Mit diesem Sensor ist ebenfalls eine Temperaturmessung möglich. Die Ausgabe der Messdaten erfolgt digital. Mit dem Arduino kann das digitale Signal dann in Werte für die relative Luftfeuchtigkeit und die Temperatur umgerechnet werden. Für die Programmierung muss zuerst die Bibliothek mit dem Namen „DHT sensor library“ über den Bibliothekenverwalter in der Arduino-Software installiert werden. Der zu schreibende Code reduziert sich dadurch auf wenige Textzeilen.

#### Einsatzmöglichkeiten im Unterricht

- Luftfeuchte der Raumluft, der Atemluft ermitteln (100 %)
- Temperaturabhängigkeit der relativen Luftfeuchte erfassen – Einmachglas mit Glühbirne
- *Projektidee „Lüftung im Bad“*: Eine rote LED und ein Warnton zeigen an, wenn die relative Luftfeuchte im Bad über 80 % ansteigt und das Badfenster gekippt werden muss (Stichwort Schimmelbildung).

#### PIR-Bewegungsmelder SE062

Passive Infrarot-Bewegungsmelder begegnen uns im Alltag meist als Auslöser für eine Beleuchtung. Der vorgestellte Sensor registriert Veränderungen der auftreffenden Infrarotstrahlung. Bei Überschreitung eines Schwellenwertes setzt er den digitalen Ausgangs-Pin auf den Zustand „High“. Nach einer voreingestellten Zeit wird der Pin anschließend wieder auf „Low“ gesetzt. Sowohl der Schwellenwert als auch die Zeitspanne können an zwei kleinen Reglern auf der Sensorplatine eingestellt werden.

Für ein Auslesen des Zustandes kann z. B. eine LED über einen Vorwiderstand direkt mit dem Ausgang und „Ground“ des Sensors

verbunden werden. Alternativ kann ein Arduino verwendet werden, um die Information weitergehend zu verarbeiten.

#### Einsatzmöglichkeiten im Unterricht

Siehe auch Unterricht Physik Nr. 91 (2006).

- *Projektidee*: PIR-Bewegungsmelder SE062 als Auslöser für eine Kamera, die in der Nacht Tiere im Garten fotografiert. Eine Anleitung, um eine Kamera per Fernauslösekabel über einen Arduino auszulösen, gibt es hier: <http://technik.elbebilder.de/2012/12/03/kamera-mit-arduino-fernsteuern/>

#### Digitale Luftdrucksensor BMP180

Der Sensor beruht auf dem piezoresistiven Effekt, d. h., der elektrische Widerstand ändert sich mit dem Druck. Die Ausgangsspannung des Sensors hängt vom jeweiligen Luftdruck ab. Damit beeinflussen zwei wesentliche Größen den Messwert: Höhe und Wetter. Der Messbereich reicht von 300 hPa bis 1100 hPa, was etwa dem Luftdruck in einer Höhe bzw. Tiefe von +9000 m bis –500 m entspricht.

#### Einsatzmöglichkeiten im Unterricht

- Aufnehmen von Wetterdaten für Grafiken und statistische Auswertungen
- Abnahme des Luftdrucks mit der Höhe (halbquantitativ)

#### Ultraschall-Entfernungsmesser HC-SR04

Siehe dazu den Beitrag zur Datenausgabe von Messungen mit einem Ultraschallsensor.

**Raimund Girwidz, Christoph Hoyer und Bianca Watzka**