

Einleitung

Technologie spielt heute in fast allen Bereichen unseres Lebens eine wichtige Rolle. Dass wir uns damit auseinandersetzen, wie die uns umgebende Technik funktioniert, ist daher naheliegend. Die wesentlichen Gründe hierfür lassen sich mit den Schlagwörtern *Sicherheit, Selbstständigkeit, Teilhabe, Fähigkeit zur kritischen Bewertung, Relevanz, Akzeptanz* und *Zukunftsfähigkeit* zusammenfassen.

Sicherheit: Wenn man versteht, wie technische Geräte und Systeme funktionieren, kann man sie sicherer verwenden und mögliche Gefahren vermeiden.

Selbstständigkeit: Wenn man versteht, wie technische Geräte und Systeme funktionieren, kann man sie selbstständig bedienen und ggf. reparieren. Das kann Zeit und Geld sparen und dazu beitragen, dass man unabhängiger ist.

Teilhabe: Wer kein Verständnis dafür hat, wie Technologie funktioniert, könnte ausgeschlossen werden oder Schwierigkeiten haben, an wichtigen Informationen und Möglichkeiten des gesellschaftlichen Lebens teilzuhaben.

Fähigkeit zur kritischen Bewertung: Wenn man versteht, wie Technologie funktioniert, kann man sie kritisch beurteilen und entscheiden, ob und wie man sie nutzen möchte. Man kann sich bewusst machen, welche Auswirkungen sie hat und ob sie für einen selbst und andere nützlich oder schädlich ist.

Relevanz: Technologien müssen praktikabel, effizient und alltagstauglich sein.

Akzeptanz: Technologien müssen gesellschaftlich anerkannt sein und unterstützt werden.

Zukunftsfähigkeit: Technologie entwickelt sich ständig weiter und wird immer wichtiger in unserem Alltag. Wer versteht, wie sie funktioniert, wird in der Lage sein, sich anzupassen und von ihr zu profitieren, auch wenn sich die Technologien verändern.

Wenn wir heute umgangssprachlich und verallgemeinernd von Technologie sprechen, sind dabei meist elektrische Geräte in Verbindung mit Computertechnik gemeint. Solche Geräte enthalten oft Sensoren, um beispielsweise die Temperatur, die Geschwindigkeit oder die Lichtstärke zu messen. Das geschieht nicht selten, ohne dass die Nutzerinnen und Nutzer etwas davon bemerken. Die Sensoren sind dann im Gerät von außen nicht sichtbar verbaut und liefern Daten, die für die Funktionsweise des Geräts wichtig sind.

Insgesamt lässt sich sagen, dass wir ständig bewusst oder unbewusst mit elektronischen Sensoren die verschiedensten Größen messen und davon viele unserer Handlungen beeinflusst werden. Die Funktionsweise von Sensoren oder Teilaspekte davon finden sich daher in den Rahmenlehrplänen der MINT-Fächer vieler Bundesländer wieder.

Die Arbeitsgruppe Physik des Lehrerfortbildungnetzwerkes T³ Deutschland stellt mit dieser Reihe Vorschläge für die unterrichtliche Bearbeitung der Thematik zur Verfügung. Jeder Beitrag befasst sich mit der elektrischen Messung *einer* nicht-elektrischen Größe.

Im Mittelpunkt steht jeweils ein einfaches Experiment, mit dessen Hilfe die Lernenden die gesuchte nicht-elektrische Größe indirekt durch die Messung von Stromstärke oder Spannung bestimmen. Abhängig von der unterrichtlichen Schwerpunktsetzung können dann der Versuch selbst, das Messprinzip (Physik / Chemie), das Kalibrieren des „Sensors“ (Mathematik) und / oder die Ausgabe der Messwerte mithilfe einer selbst erstellten Software (Informatik) weiter thematisiert werden. Jeder Beitrag enthält hierfür Anregungen, die auf den Kontext zugeschnitten sind. Die Autoren haben bei der jeweils vorgeschlagenen experimentellen Umsetzung einfachen, im Unterricht leicht umsetzbaren Varianten den Vorzug gegeben. Dabei entspricht das Messprinzip nicht immer dem der Sensoren, die in den meisten realen Anwendungen benutzt werden.

Arbeitsgruppe Physik, T³ Deutschland / Österreich / Schweiz

Autoren: Hildegard Urban-Woldron, Ralph Schimmack, Michael Roser, Roland Seidel, Benedikt Bannenber, Stefan Christoph, Robert Bennewitz, Jörg Bussmann, Mirco Tewes

Prinzip des indirekten Messens naturwissenschaftlicher Größen über das Messen elektrischer Größen

Prinzipiell funktionieren Sensoren durch die Umwandlung von naturwissenschaftlichen Größen in elektrische Signale.

Als Sensor wird eine Einrichtung benutzt, dessen elektrische Eigenschaften von der zu messenden naturwissenschaftlichen Größe abhängig sind (*Messprinzip*). Besteht in einem Messintervall eine reproduzierbare eindeutige Zuordnung *elektrischer Größe* → *Messgröße*, dann ist der Sensor für die Messung geeignet. Daraus folgt, dass jede Messgröße ihre eigene Art von Sensor erfordert.

Der Sensor liefert zunächst ein von der Messgröße abhängiges analoges Spannungssignal. Dieses muss, will man nicht händisch arbeiten, in einem digitalen Endgerät der eigentlichen Messgröße zugeordnet werden.

Hierfür wird das analoge Spannungssignal zunächst mithilfe eines Analog-Digital-Wandlers in ein digitales Signal umgewandelt, welches an das digitale Endgerät weitergeleitet wird. Mittels einer konkret zum benutzten Sensor passenden Auswertesoftware, wo die häufig lineare Zuordnungsvorschrift hinterlegt ist (Kalibrierung), lässt sich die gesuchte nicht-elektrische Messgröße bestimmen.

Die Messgröße kann dann mit einem Anzeigegerät dargestellt und zur Steuerung oder Regelung technischer Geräte, Anlagen und Prozesse innerhalb eines Systems verwendet werden.

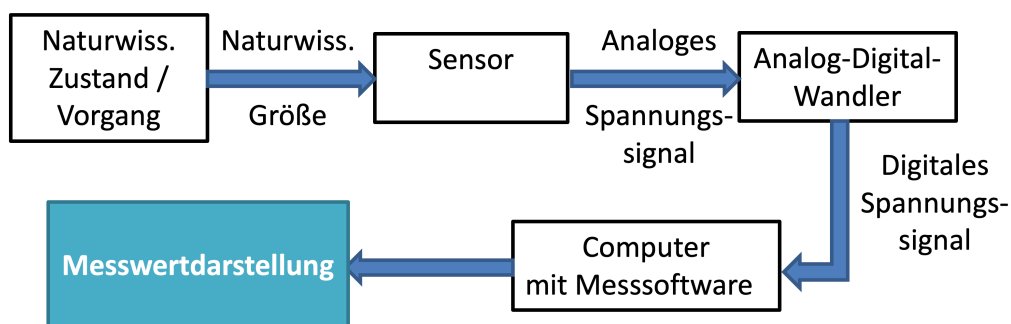


Abb.1: Vereinfachtes Flussdiagramm zum Messen mit Sensoren

Beispiel 3: Prinzip einer Regensensors

Thematische Schwerpunkte

- Grundprinzip des indirekten Messens naturwissenschaftlicher Größen über das Messen elektrischer Größen ...
 - ... am Beispiel des Messens der Lichtintensität
 - ... mithilfe eines Lasers und eines Lichtsensors
- Abhängigkeit der Lichtintensität vom Reflexionswinkel sowie dem Benetzungsgrad der Grenzfläche (Übergang Glas-Luft zu Übergang Glas-Wasser)
- Ermittlung des Schwellwertes (Kalibrierung)
- Programmieren einer „Steuerungssoftware“, die mit Hilfe des Schwellwertes einen Servomotor steuert
- Automatisierung von Prozessen mit Hilfe von Sensoren und Aktoren

Zielgruppe

- Wahlpflichtkurs / AG / Projekt
- regulärer Fachunterricht, wenn Thema im Curriculum (geometrische Optik mit Totalreflexion)
- als Kontext im Physikunterricht, z. B. Sensoren im Alltag

Aufbau / Geräte

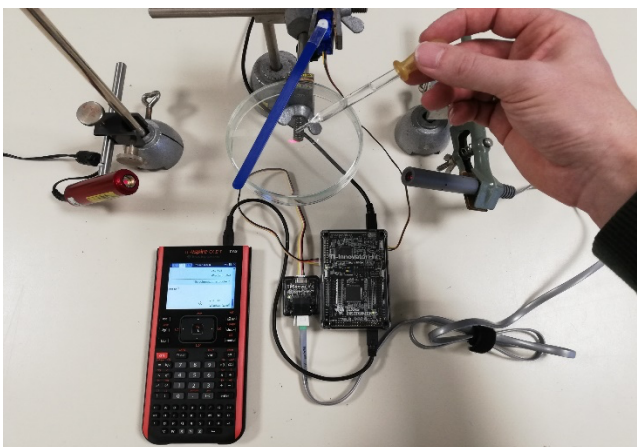


Abb. 1: Aufbau Regensensor

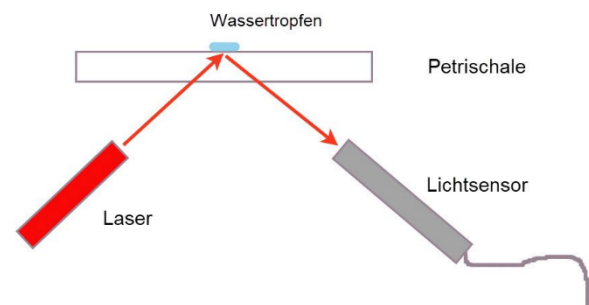


Abb. 2: Schema des Regensensorversuches

Materialliste

- Laser
- Petrischale
- Lichtsensor
- Pipette und Wasser
- TI-InnovatorHub (mit externer Stromversorgung)
- TI-Sensor-Link
- Servomotor mit Wischlippe (oder Kabelbinder)
- Stativmaterial
- Kabel

Ermitteln des Schwellwertes und Durchführung

Die Petrischale, der Laser und der Lichtsensor werden so angeordnet, dass der vom Laser ausgehende Lichtstrahl von der Unterseite der Petrischale reflektiert wird und auf den Lichtsensor trifft. Dabei ist zu beachten, dass der Rand der Petrischale nach unten zeigt, damit später die Wassertropfen besser entfernt werden können.

Der TI-InnovatorHub wird mit dem TI-NSpire verbunden und der Lichtsensor über den TI-Sensor-Link an Eingang 1 (IN 1) angeschlossen. Der Servomotor muss aufgrund der 5V-Spannungsversorgung an Ausgang 3 (OUT 3) angeschlossen werden. Aufgrund der höheren Stromaufnahme des Servomotors ist darauf zu achten, dass der TI-InnovatorHUB über die externe Stromversorgung betrieben wird.

Mit Hilfe der Pipette wird ein Wassertropfen auf die Petrischale, genau an der Stelle, an der der Lichtstrahl auftrifft, gegeben.

Um den notwendigen Schwellwert der Beleuchtungsstärke zu ermitteln, startet man das Programm `regen()` und liest zunächst die gemessenen Werte ohne Wassertropfen ab.

Der ermittelte Schwellwert wird dann in den Programmcode übertragen (hier: Variable „`schwellwert = 0.5`“).

Sobald die Schwelle unterschritten ist, bewegt sich der Servomotor und wischt den Tropfen wieder weg.

Nun kann der Vorgang mehrfach wiederholt werden, um die Funktionsweise zu simulieren.

Programm

```

regen
0/16
Define regen()=
Prgm
Local schwellwert
25 →schwellwert
Send "CONNECT VERNIER 1 TO IN 2 AS LIC
Send "CONNECT SERVO 1 TO OUT 3"
While getKey()≠"esc"
Send "READ VERNIER 1"
Get I
Disp I

```

```

regen
0/16
Disp I
If I<schwellwert Then
Disp "Wischen, bitte!"
Send "SET SERVO 1 TO -90"
Wait 1
Send "SET SERVO 1 TO 31"
Wait 1
EndIf
EndWhile
EndPrgm

```

Abb. 3 und 4: Quellcodes in TI-Basic

```

regen1
2/18
from ti_hub import *

def regen():
    #schwellwert = 0.5
    #light = vernier("IN 1", "lightlevel")
    #wischer = continuous_servo("OUT 3")
    while get_key() != "esc":
        l = light.measurement()
        print(l)
        if l < schwellwert:
            print("Wischen bitte!")
            wischer.set_cw(45,0.1)
            sleep(1)
            wischer.set_ccw(45,0.1)
            sleep(1)

regen()

```

Import der Bibliotheken für die Befehle an den Ti Innovator Hub
Es wird die Funktion „regen“ angelegt
Die Variable „schwellwert“ wird auf 0.5 gesetzt
„light“ wird dem TI-Sensorlink im Eingang „IN1“ im InnovatorHub zugewiesen
„Wischer“ wird dem Servomotor am Ausgang „Out 3“ zugewiesen.
Solange nicht die ESC-Taste gedrückt wird, werden die folgenden Blöcke kontinuierlich ausgeführt.
Die ausgelesene Lichtintensität wird der Variable l zugewiesen und auf dem Display angezeigt.
Solange die Variable l kleiner dem Schwellwert ist, wird folgender Block ausgeführt
Auf dem Display wird „Bitte wischen“ ausgegeben.
Der Servomotor dreht sich mit 45% der maximalen Geschwindigkeit für 0.1s nach rechts und pausiert danach für 1s. Dies wiederholt sich mit den gleichen Parametern mit einer Linksbewegung des Motors.
Die Bibliothek/das Programm Regen wird ausgeführt.

Abb. 5 und 6: Python Quellcode mit Kommentierung

Zusammenfassung / Ausblick

Durch den Vor- und Hauptversuch werden bei den Lernenden nicht nur die physikalischen Grundlagen der Optik aus der Mittelstufe vertieft, sondern auch das Funktionsprinzip des „Regensensors“ veranschaulicht. Durch die kurze und einfache Programmierung wird den Lernenden die Automatisierung von Prozessen und das Auslesen und Ansteuern von Sensoren und Aktoren nähergebracht. Als weiteren Programmierauftrag könnten die SuS überlegen, wie die Geschwindigkeit des Motors bzw. die Häufigkeit des Wischens bei stärker einsetzendem Regen variiert werden muss.