



LINK:Lehrer, Ingenieure, Naturwissenschaftler Kooperieren

# Motorsensoren, Hinweise

Eine Unterrichtssequenz zum Einsatz verschiedener Sensoren im NWT-  
Unterricht  
Hinweise zum Einsatz, z.T. mit Lösungen, Beschaffungshinweise





# Motorsensoren, Unterrichtsmaterialien – Hinweise

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
1 Motorsensoren im naturwissenschaftlichen Unterricht.....	3
1.1 Allgemeines.....	3
1.2 Zu den Versuchsangaben.....	3
1.3 Abfolge der Sensoren.....	3
1.4 Koffer mit verschiedenen Sensoren, Kofferinhalt.....	5
2 Verschiedene Sensoren.....	7
2.1 Tankfüllstandssensor.....	7
2.3 Der Beschleunigungssensor.....	11
2.4 Piezoelement als Airbagauslöser.....	13
2.5 Untersuchungen am Beschleunigungssensor mit Hilfe des LabPro.....	14
2.6 Schubladenwächter - Schülerprotokoll.....	17
2.7 Der Drucksensor.....	19
2.8 Bewegungsmelder.....	22
2.9 Infrarotsensoren.....	24
2.10 Rauchmelder-1.....	25
2.11 Rauchmelder-2.....	26
2.12 Rauchmelder-3.....	28
3. USB-Interface-Board, verwendete Programme, kurze Programmbeschreibung.....	29
3.1 USB-Interface VM110, Velleman.....	29
3.1 NI-USB-6008, National-Instruments.....	33
4. Lambdasonde.....	34
5. Die Steckplatine.....	35
c) Erzeugen eines kräftigeren Dauertons.....	38
6. Bezugsquellen.....	40
6.1 Tankfüllstandssensor.....	40
6.2 Thermoschalter, Heißleiter.....	40
6.3 Lichtabhängiger Widerstand.....	40
6.4 Beschleunigungssensor.....	40
6.5 Drucksensor.....	41
6.6 Infrarotsensor, Bewegungsmelder.....	41
6.7 Messwerterfassung, USB-Interface.....	41
6.8 Lernpaket Elektronik 2006, Handbuch, Franzis - Verlag.....	42
7. Ergänzende Anmerkungen.....	43





# 1 Motorsensoren im naturwissenschaftlichen Unterricht

## 1.1 Allgemeines

In Kraftfahrzeugen werden immer mehr Funktionen elektronisch geregelt. Die "Sinnesorgane" dafür sind Sensoren für Weg, Winkel, Drehzahl, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Vibration, Druck, Durchfluss, Gaskonzentration, Temperatur und weitere Einflussgrößen.

Vorgestellt werden hier drei kleine Projekte, die mit 9 Schülerinnen und Schülern aus den Klassen 9 und 10 durchgeführt wurden. Insbesondere konnten die folgenden drei Sensoren genauer behandelt werden: Ein Tankfüllstandssensor, ein Thermoschalter und ein Durchflussmengensensor. Dabei wurde darauf geachtet, dass auch die Schüler der Klassen 9 und 10 auf ihrem Leistungsstand die Sensoren und Anwendungen verstehen können.

## 1.2 Zu den Versuchsangaben

Bei den benötigten Materialien wird häufig eine Rastersteckplatte benötigt. Am Königin-Katharina-Stift verwenden wir das Stecksystem von Leybold. Viele meiner Versuche basieren auf diesem System. Es sollte aber kein Problem sein, die Versuche/Schaltungen auf jedes andere System zu übertragen.

In vielen Fällen kann der Aufbau auch frei zusammengelötet werden. Dann ist allerdings die Beschaffung der Materialien vorher zu bedenken.

## 1.3 Abfolge der Sensoren

### Tankfüllstandssensor

Als guter Einstieg bietet sich der Tankfüllstandssensor an, z.B. im Rahmen eines kleinen Projekts. Er vereint elektrische Grundkenntnisse (Stromkreis, Messung, veränderlicher Widerstand) mit mechanischen Kenntnissen (Umsetzung einer Auf-Ab-Bewegung in eine Rotationsbewegung, sowie die Umsetzung von eigenen Schülerideen in ein eigenständiges funktionierendes Produkt.

### Thermoschalter, Temperaturregler

Thermoschalter und Temperaturregler wurden mit einfachsten Mitteln auf der Steckplatte realisiert. Auch hier könnte natürlich auch wieder ein kleines Projekt mit einem selbst zu bauenden Sensor gemacht werden.

### Rauchmelder

Bevor der Rauchmelder gebaut wird, insbesondere wenn eine Transistorschaltung benutzt wird, sollte zuvor eine kleine Einheit Elektronik vorgeschoben werden, damit die Schülerinnen und Schüler mit elektronischen Bauteilen wie Diode, Transistor und LED umgehen können.

Hier ist zu überlegen, ob man die Schüler zunächst selbst einen Rauchmelder nach eigenen Ideen zusammenbauen lässt, oder ob nicht vom fertigen Produkt ausgeht, dieses einmal aufschraubt und dessen Eigenschaften untersucht. Anschließend kann man dann versuchen, diesen Rauchmelder mit eigenen Materialien nachzubauen.

### Beschleunigungssensor

Der Beschleunigungssensor bietet wieder viel Raum für das selbständige Arbeiten der Schülerinnen und Schüler und bietet Raum, hier die Physik mit Sport und Alltagserfahrungen zu kombinieren. Notwendig ist hier nur eine kurze Einführung in die Messwerterfassung.





Auch hierbei ist es vollkommen egal, mit welchem System gearbeitet wird. Wir haben hier originale Beschleunigungssensoren SMB60 der Robert Bosch GmbH benutzt. Diese liefern ein zu der Beschleunigung proportionales Spannungssignal, das mit jeder Messwerterfassung die Spannungen aufnehmen kann gemessen werden kann. Wir haben hier das USB-Experiment-Interface-Board von Velleman benutzt. Die mitgelieferte Software wurde von mir etwas modifiziert und zeigt nun das zeitabhängige Spannungssignal an, das später dann auch in einer Tabellenkalkulation weiter bearbeitet werden kann. Dieses Interface wurde auch beim Tankfüllstandsensor eingesetzt, wo mit diesem Interface und einem Programm ein konstanter Wasserfüllstand in einem Behälter realisiert wurde, unabhängig vom Zu- oder Abfluss aus dem Behälter.

### **Drucksensor**

Der Drucksensor ist in der Bestimmung der Eigenschaften etwas knifflig. Die aufzulegenden Massestücke müssen exakt plan auf dem Sensor aufliegen, was bei vielen Massestücken aus der Ph-Sammlung nicht der Falls ist. Hier muss notfalls ein kleines Stück Holz (gleiche Größe wie der Sensor) zwischen Sensor und Massestück gelegt werden, so dass der Druck auf der gesamten Fläche ein einigermaßen gleich verteilt wird. Es wäre auch zu überlegen, ob man nicht eine kleine Hebelvorrichtung baut, die mit einer definierten Fläche auf den Sensor drückt und man dann auf diese Hebelvorrichtung nur noch die Massestücke drauf stellt. Aber dies ist auch eine Aufgabe, die man auch guten Schülern stellen kann.

Ein gutes Modell zur Veranschaulichung der Funktionsweise eines Drucksensors ist ein feuchter Schwamm, zwei Krokodilklemmen und ein Widerstandsmessgerät. Der feuchte Schwamm wird als Widerstand angeschlossen und je Stärke des Zusammenpressens des Schwamms, ändert sich der Widerstand. Dies lässt sich sehr schnell und leicht realisieren.

### **Infrarotsensoren**

Bei der Bearbeitung des Infrarotsensors kann sehr eingehend auf die Eigenschaften des Infrarotlichts eingegangen werden (z.B. Arbeitsblatt 14, Lernzirkel) oder man hält es ganz kurz und beschränkt sich auf die reinen Eigenschaften des verwendeten Sensors (Arbeitsblatt 11). Wer z.B. das Lego-Mindstorms-Set zur Verfügung hat, kann mit einem entsprechenden Spannungsadapter den IR-Sensor auch an einem Lego-Roboter befestigen und den Roboter durch eigene Programmierung sich z.B. so bewegen zu lassen, dass er nicht gegen irgendwelche Hindernisse fährt. Voraussetzung ist natürlich eine Mindestgröße der Hindernisse, sonst werden sie nicht erkannt. Nachteil bei der Verwendung von Lego ist die zusätzliche Spannungsversorgung für den IR-Sensor.



Stark erhöhten Aufwand beim Programmieren erfordert natürlich die Programmierung eines Roboters, der sich nur mithilfe seiner IR-Sensoren in einem Labyrinth zurechtfindet. Aber meiner Ansicht nach ist dies eher ein Problem für einen Informatik-Kurs in Kl. 12 als für den NWT-Unterricht, wo ja eher die Technik im Vordergrund stehen sollte.



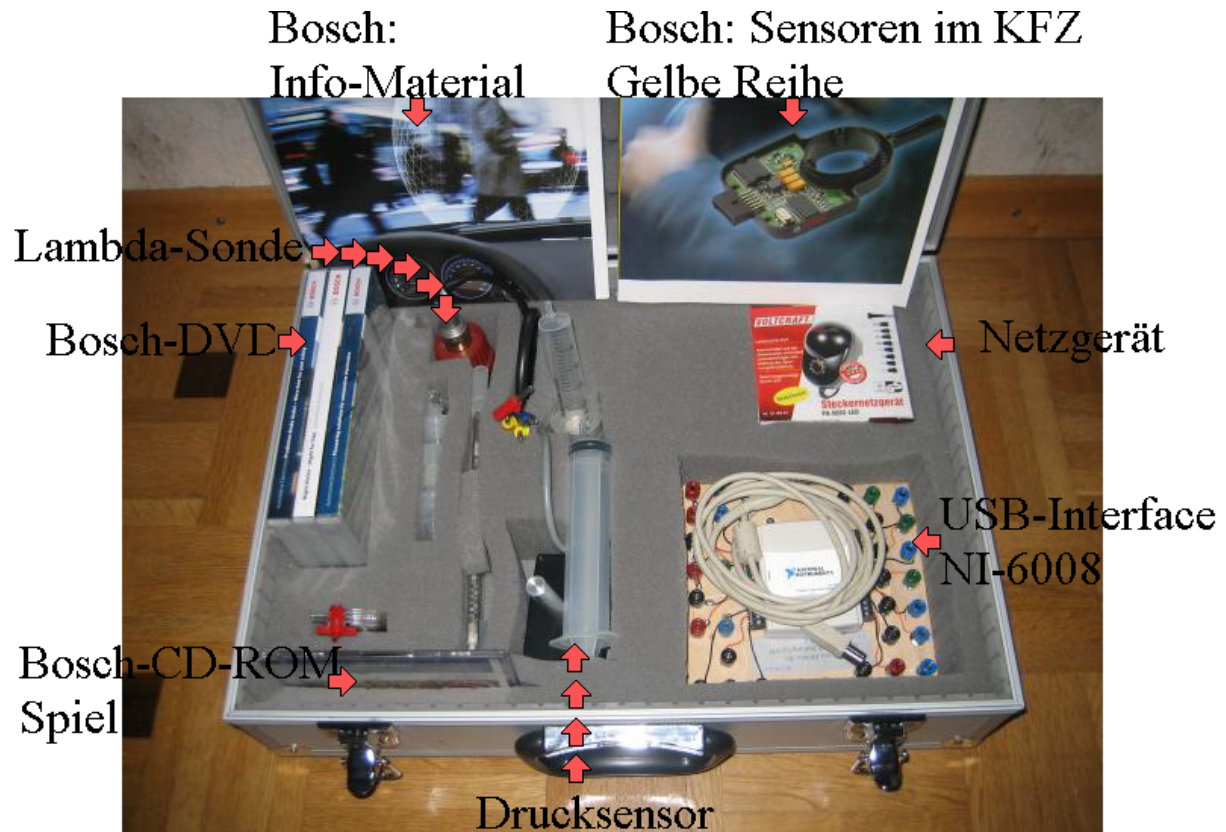


Bei der Verwendung von anderen Systemen ist darauf zu achten, dass die Schülerinnen und Schüler nicht an mechanischen Problemen wie der Lenkbarkeit oder einfachen Getriebeproblemen scheitern.

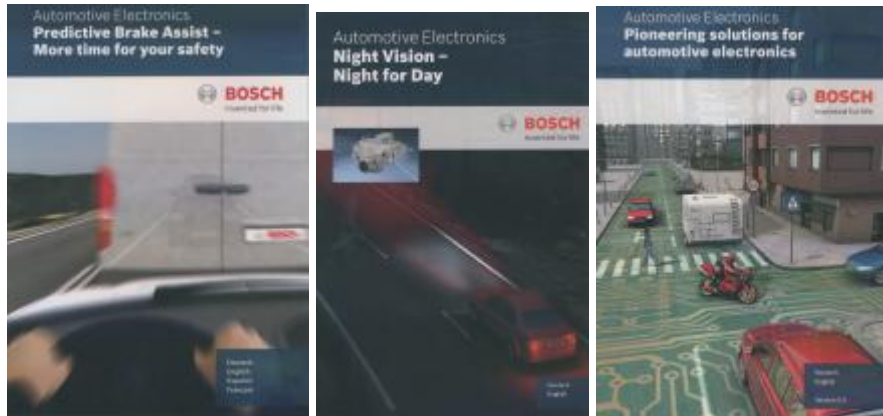
### 1.4 Koffer mit verschiedenen Sensoren, Kofferinhalt

Wir haben zwei Koffer zusammengestellt, in denen die Sensoren, die man nicht so leicht zur Hand hat zusammengefasst sind, bzw. sind die Koffer als kleine Zusammenstellung zum Ausprobieren und Testen gedacht.

#### Koffer 1:



#### Info zu Bosch-Material:



*Predictive Brake Assist* und *Night-Vision* sind zwei DVDs zu den zwei Themen, gut und leicht verständlich. *Pioniering solutions for automotive Controls* ist eine Hybrid-DVD (läuft als eigenes Programm auf dem Computer oder im normalen DVD-Spieler) die gut aufgemachte Informationen zu den neuesten gängigen Entwicklungen bei Bosch bietet.



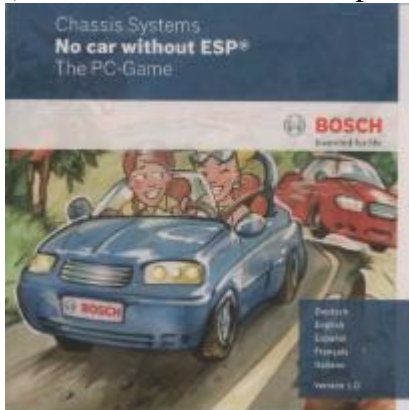


Es gibt Infos zum Unternehmen, Technik und Service.

**Service:** Hier kann unter folgenden Filmen ausgewählt werden: Insassenschutz, Crash-Phasen, Crash-Sensierung, Adaptive Cruise-Control, Night-Vision, Predictive Brake Assist PBA, Predictive Collision Warning, Intelligenter Eiparkassistent CAPS – Combines Active und Passive Safety, We push the Limits, Filmlänge zw. 1,5 min und 7 min.

**Technik:** Insassenschutz, Fahrerschutz, Fußgängerschutz, Vernetzung der Systeme, Überwachung und Steuerung des Fahrzeugs.

(DVD sind zum Teil mehrsprachig).



Kleines PC-Spiel

Allerdings hohe Voraussetzung an die Hardware-Ausstattung, gute 3D-Grafikkarte notwendig

**Info-Material und Sensoren im Kraftfahrzeug (GelbeReihe):**



**Koffer 2:**



## 2 Verschiedene Sensoren

### 2.1 Tankfüllstandssensor

#### 2.1.1 Tankfüllstandssensor, das Funktionsprinzip (Arbeitsblatt 1)

Verwendung findet immer noch ein relativ einfaches, aber robustes Verfahren (siehe Abb. 1). Das eigentliche Sensorelement ist ein kraftstoffdicht gekapseltes Potentiometer, das als variabler Widerstand geschaltet ist. Mit dem Füllstand ändert sich die Position des Schwimmers und damit die Stellung des Schleifkontaktes im Drehpotentiometer.

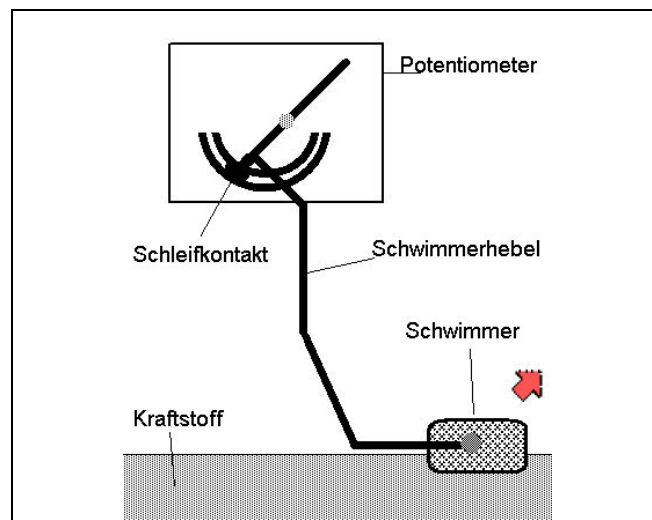


Abb.1: Tankfüllstandssensor

#### 2.1.2 Der Füllstandssensor im Unterricht

Ziel im Unterricht war der Bau einer funktionsfähigen Anordnung für die Anzeige des Flüssigkeitsstandes in einem Wasserbehälter. Für den Bau war lediglich der Einsatz eines Potentiometers vorgegeben. Die Schüler lernten das Bauteil als Widerstand kennen, der seinen Wert ändert, wenn man an der Achse dreht. Dies wurde durch einfache Messungen geprüft und die geeignete Anschlussbelegung herausgefunden.

Es folgten erste Überlegungen, wie man eine Änderung des Flüssigkeitsstandes in eine Drehbewegung des Potentiometers umsetzen kann. Verschiedene Ansätze wurden durchgespielt. Nicht alle waren realisierbar (Komplexität, Aufwands, fehlendes Baumaterial). Die Bilder zeigen einige Ergebnisse nach 5 Schulstunden (Abb. 2).

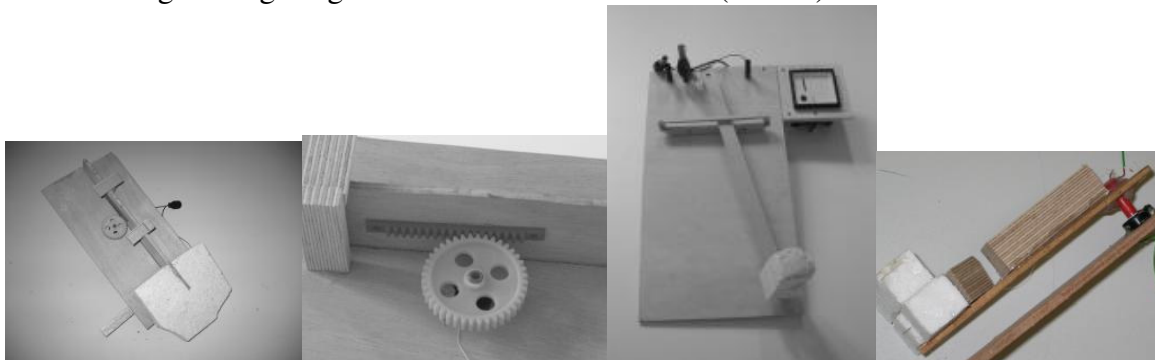


Abb. 2: Verschiedene Konstruktionen zum Füllstandssensor



In der ersten Anordnung, wird die Auf-Abbewegung des Schwimmers über eine Zahnstange und ein Zahnrad (aufgesteckt auf das Potentiometer) in eine Drehbewegung umgesetzt. Die rechten zwei Sensoren wandeln die Auf-Abbewegung des Schwimmers direkt in eine Drehbewegung um. Aufgrund der Reibung ist auf die Länge des Arms und die Masse des Schwimmers zu achten.

*In einem Wasserbehälter soll der Wasserstand zwischen den Marken V (voll) und L (leer) schwanken. Ist L erreicht, soll eine Pumpe eingeschaltet werden, die den Behälter füllt; erreicht der Wasserstand V, dann soll die Pumpe abgeschaltet werden.*

Lösung b1:

Mit 2 Reed-Kontakten und einem Magneten, der an der Wasseroberfläche schwimmend den Kontakt bei V oder bei L schließt. Dabei sinkt beide Male das Potential auf 0V. Damit kann man ein Flip-Flop\* setzen (wenn L schließt) oder zurücksetzen (wenn V schließt). Mit dem gesetzten Flip-Flop kann über einen Transistor (z.B. ein Feldeffekttransistor) eine Pumpe gesteuert werden.

Lösung b2:

Ein Infrarotfernungsmesser liefert eine Spannung  $U(d)$ , die von der Entfernung der Wasseroberfläche vom Sensor abhängt (mit zunehmender Entfernung steigt die Spannung).

Ein Beispiel:

Bei  $U = 1,5 \text{ V}$  ist L erreicht und die Pumpe soll eingeschaltet werden. Mit steigendem Wasserspiegel sinkt  $U$  und hat bei V den Wert  $0,5 \text{ V}$ . Dann soll die Pumpe abgeschaltet werden.

Diese Steuerung habe ich auf 2 Weisen verwirklicht:

- Mit dem Robo Interface von Fischer Technik
- Mit Hilfe von zwei Spannungskomparatoren (beide befinden sich auf dem IC LM358) und einem Flip-Flop (Als Flip-Flop benutze ich den Timer555)

Zum Abschluss des Projekts wurden auch industrielle Fertigungen betrachtet. Besonders attraktiv wurde dies durch den Besuch eines Fachmanns der Fa. Bosch. Er gab einen Überblick über verschiedene Messverfahren. Vorgestellt wurden Messungen mit Ultraschall, mit Licht, sowie die Berechnung über den Verbrauch (gemessen über den Durchfluss durch die Einspritzpumpe). Aus finanziellen und alltagstauglichen Gründen wird in der Regel nach wie vor ein Potentiometer mit angeschlossenem Schwimmer verwendet. Zusätzlich wurden technische Probleme beim Anzeigen des Flüssigkeitsstandes (Auto am Berg, Schwankungen beim Fahren) und einige Lösungen (z.B. zeitliche Mittelung und Vergleichsberechnungen aus dem Verbrauch) diskutiert.

Der Bericht und die Informationen eines Vertreters aus der Industrie war eine besonders interessante Abwechslung im Unterrichtsalltag. Wo dies nicht möglich ist, kann ersatzweise auf Spezialliteratur und Bildmaterialien zurückgegriffen werden (siehe z. B. [1], [2]).

## 2.2.1 Temperatursensoren in der KFZ-Technik (Arbeitsblatt 2,3)

Ein schnelles Reaktionsvermögen verlangt, dass die Sensoren möglichst klein gebaut sind und eine geringe Wärmekapazität aufweisen.

Aus Kostengründen werden am häufigsten Halbleiterwiderstände verwendet. Für NTC-Widerstände (NTC: Negativer Temperatur-Koeffizient) ist ihre stark fallende Temperaturkennlinie charakteristisch. Näherungsweise kann sie aber im Bereich zwischen  $20^\circ\text{C}$  und  $70^\circ\text{C}$  als linear angesehen werden (Abb. 3).





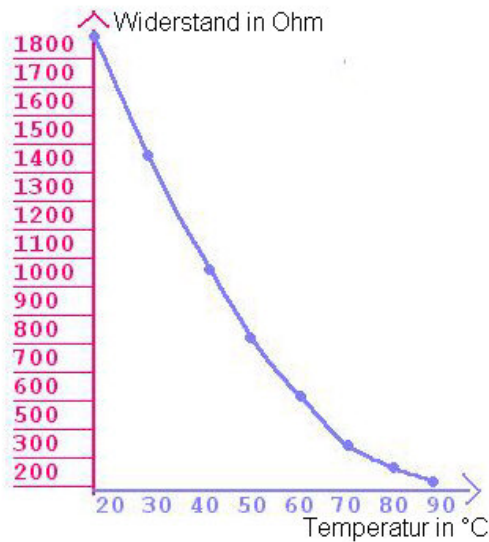


Abb. 3: NTC-Widerstandskennlinie



Abb.4: NTC-Widerstand (2,2kOhm)

### 2.2.2 Der Temperatursensor im Unterricht

Zunächst wurde im Unterricht die Charakteristik des NTC-Widerstandes (Abb. 4) untersucht. Dazu wurde er an ein Ohmmeter angeschlossen, in ein Wasserbad getaucht und ein R(T)-Diagramm aufgenommen (Abb. 3). Anhand der Kennlinie konnte die Verwendung als Temperatursensor diskutiert werden.

Der zweite Abschnitt war der Bau einer Relaisschaltung. Die Schüler lernten ein Relais als elektromechanischen Schalter kennen, der bei einem genügend großen Strom schaltet. Hilfreich ist es, dazu ein offenes Relais im Betrieb zu beobachten.

Anschließend konnte die nachfolgende Schaltung entwickelt werden (Abb.5). Die Lampe diente als Kontrollleuchte für heißes Wasser.

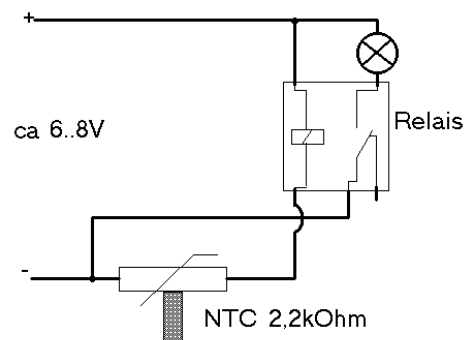




Abb. 5: Relaisschaltung für eine Temperaturüberwachung

Alternativ (je nach Wissenstand der Schülerinnen und Schüler) kann anstelle des Relais auch ein Transistor verwendet werden (Abb. 6). Der Transistor wurde dafür zunächst nur funktionell als elektronischer Schalter eingeführt, der bei genügend großer Basis-Spannung, hier also bei genügend kleiner Temperatur durchschaltet.

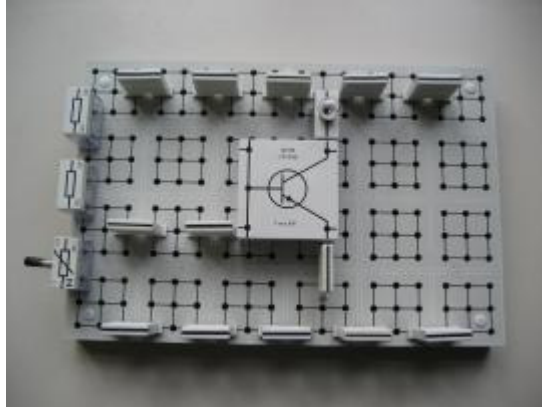


Abb. 6: Transistorschaltung zur Temperaturüberwachung



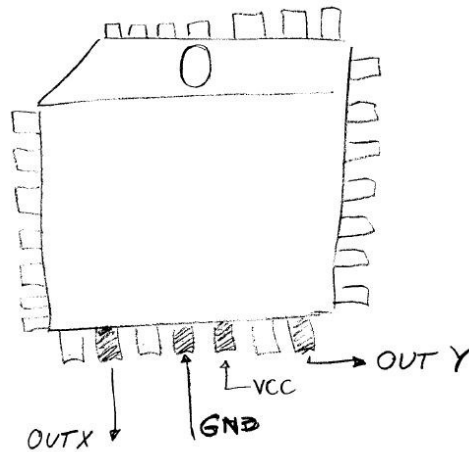


### 2.3 Der Beschleunigungssensor

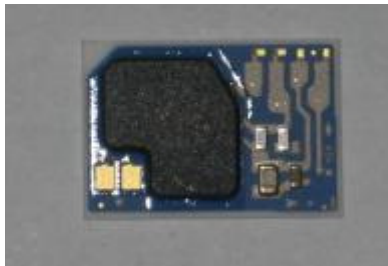
Es gibt zwei verschiedene Beschleunigungssensoren, einmal den SMB60, der Beschleunigungen bis 60g messen kann und einen empfindlicheren, der nur bis 1,8g messen kann.



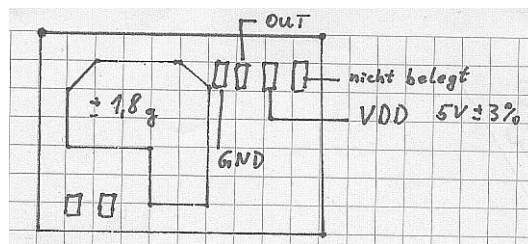
SMB60 der Robert-Bosch GmbH



Pin-Belegung des SMB60 (VCC=+5V=)



1,8g-Sensor der Robert-Bosch GmbH

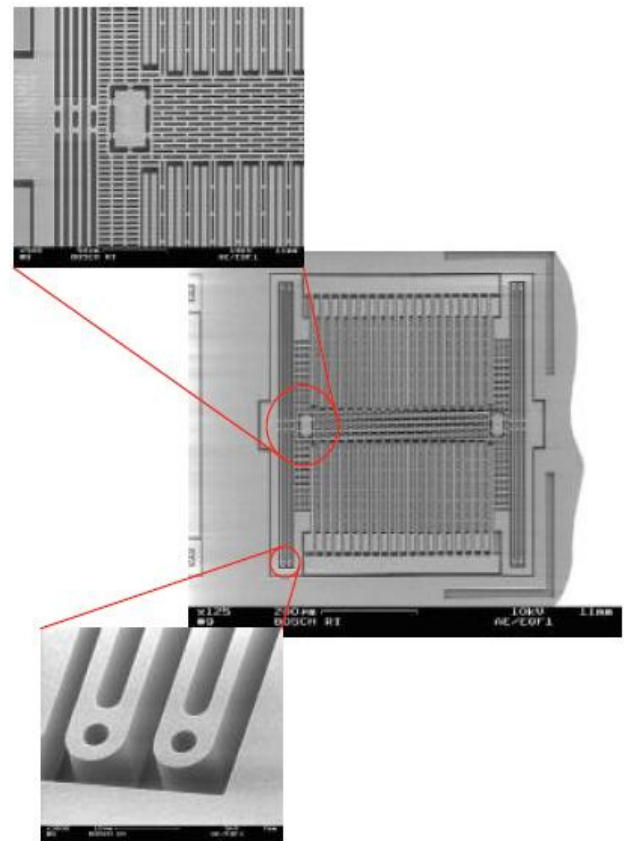
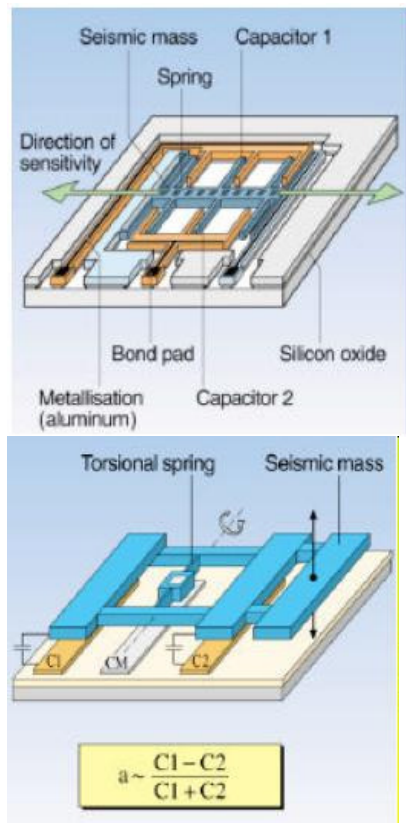


Pin-Belegung des 1,8g-Sensors



Die Sensoren sind verkabelt und mit Heißkleb vor Schäden gesichert. Die Stromversorgung erfolgt über einen 9V-Block im Gehäuse. Das Signal (0..5V) kann an den Buchsen des Gehäuses abgegriffen werden (vorher einschalten!). Die Sensoren sind mit unterschiedlich langen Kabeln ausgestattet, z.T. bis 7m Länge.





Im Innern des Sensors befindet sich eine sog. seismische Masse die auf die eine Seite gedrückt wird, wenn der ganze Sensor beschleunigt wird. Dadurch ändern sich im Innern die Kapazitätsverhältnisse, durch Hintereinanderschaltung von vielen solcher Kondensatoren, erhält man dann am Ausgang ein von der Beschleunigung abhängiges Spannungssignal.

Für die Produktion und Herstellung eines solchen Sensors bietet sich auch Besuch im Halbleiterwerk der Robert-Bosch GmbH in Reutlingen an. Hier bekommt man detailliert beschrieben, wie Sensoren mit „beweglichem Innenleben“ hergestellt werden.





## 2.4 Piezoelement als Airbagauslöser

- 1.) Drückt man mit dem Finger auf die Piezoscheibe, gibt es einen Spannungsimpuls von bis zu 20 V. Das kann man mit einem Voltmeter zeigen.
- 2.) Legt man den positiven Impuls an das Gate eines MOSFET, dann kann man eine LED zum Leuchten bringen ( oder eine Glühlampe )
- 3.) Bei Aufprall eines Probekörpers auf die Scheibe, kommt es je nach Krafteinwirkung zu einem kleinen Aufleuchten der LED.
- 4.) Bei Aufprall des Probekörpers auf die Scheibe wird der Transistor leitend und an seinem Eingang sinkt die Spannung kurz fast auf 0 V ab. Diesen Impuls nimmt man wieder zum Setzen eines Flip-Flops.

### Mögliche Aufgaben:

- 1.) Durchführen der obigen Punkte 1.) bis 3.)
- 2.) Bau der Schaltung samt Flip-Flop auf ein Steckboard ( 1 Timer 555, 2x 20kOhm, 2x1kOhm, 2 LED, 1MOSFET, Drähte, Abisolierzange )
- 3.) Der Aufschlagbolzen, der die Scheibe trifft kann verstellt werden. An einer schiefen Ebene mit dem Wagen Aufprallversuche durchführen. Bei welcher Anlaufstrecke wird ausgelöst?

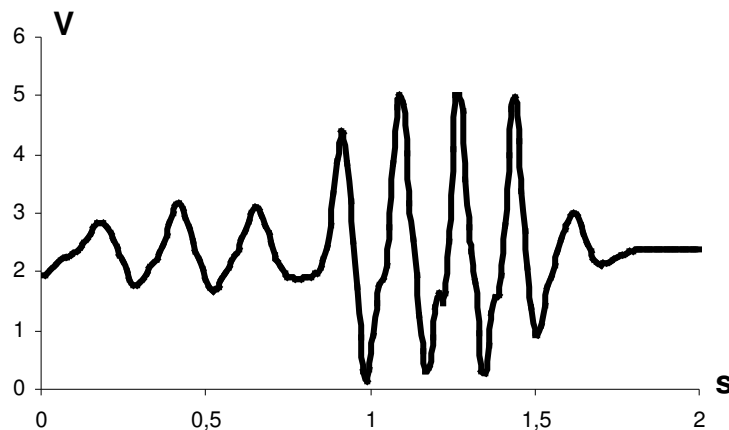




## 2.5 Untersuchungen am Beschleunigungssensor mit Hilfe des LabPro

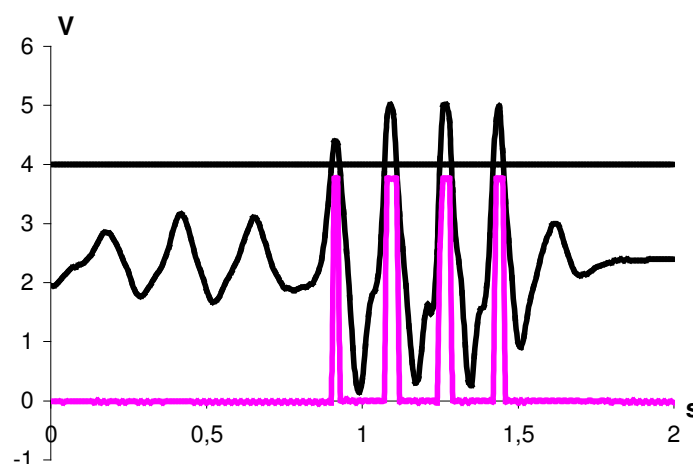
am  
Friedrich-Schiller-Gymnasium in Ludwigsburg  
durch Hans-Martin Trein

- 1.) Der Beschleunigungssensor ist auf ein ca. 40cm langes Brett von 4cm Breite geklebt. Durch schnelles Hin- und Herbewegen erhält man folgende  $U(t)$ -Kurve:



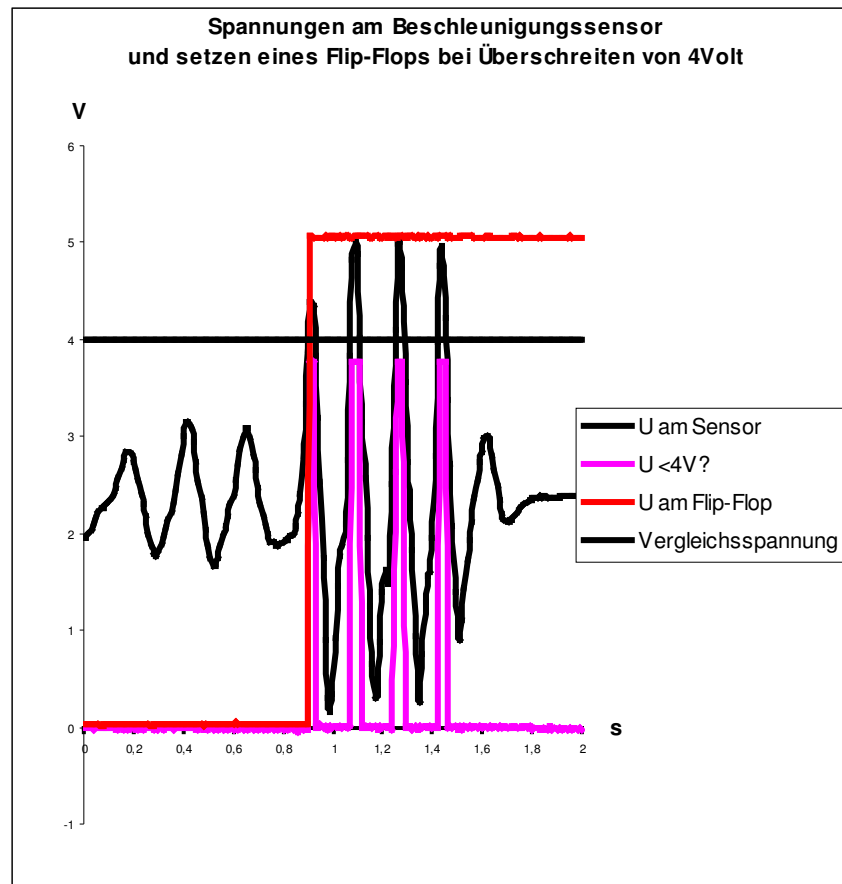
Durch Erhöhen der Frequenz steigt zwangsläufig die Beschleunigung.

- 2.) Man vergleicht nun mit einem Operationsverstärker die Spannung  $U_b$  des Sensors mit einer einstellbaren Spannung, hier waren es 4 V:  
Ist  $U_b < 4V$ , dann ist die Spannung  $U_2$  am Ausgang des Operationsverstärkers 0V, ist  $U_b > 4V$ , dann ist  $U_2 = 3,7 V$ :



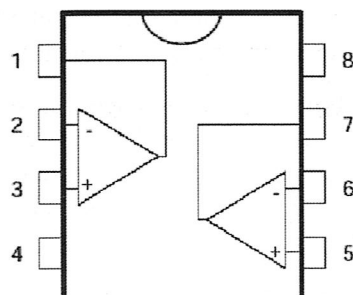


- 3.) Wenn  $U_b$  erstmals 4 V überschreitet setzt die Spannung  $U_2$  ein NOR-Flip-Flop; auf diese Weise wird dieses Ereignis dauerhaft gespeichert und kann weitere Ereignisse auslösen:



Hinweis zu den Schaltungen:

- 1.) Vergleichen von Spannungen mit dem LM358:



- |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| 1 - Output 1              | 5 - Non-inverting input 2 |
| 2 - Inverting input 1     | 6 - Inverting input 2     |
| 3 - Non-inverting input 1 | 7 - Output 2              |
| 4 - $V_{CC}^-$            | 8 - $V_{CC}^+$            |

Abb. 8.4: Anschlussbild des Zweifach-OPV LM358

( Kopie aus Handbuch des Lernpaket Elektronik 2006 von Franzis )



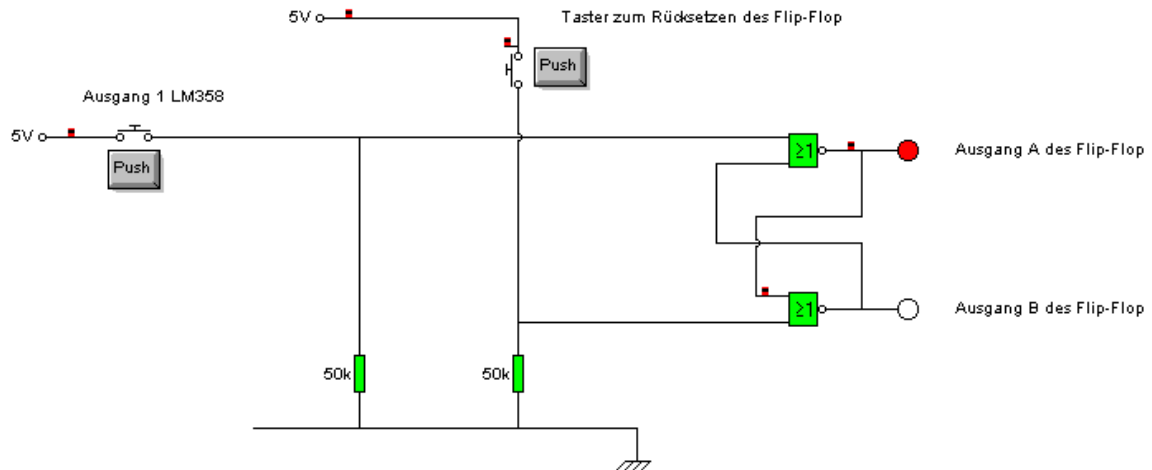


Man legt die Vergleichsspannung von z.B. 4V an den invertierenden Eingang 2 und die Ausgangsspannung  $U_b$  des Beschleunigungssensors an den nicht invertierenden Eingang 3. Ist  $U_b < 4V$ , dann liegt am Ausgang 1 die Spannung 0V, ist  $U_b > 4V$ , dann liegt am Ausgang 1 die volle Spannung.

Die violette Kurve ist also die Spannung am Ausgang 1. Die Höhe der Ausgangsspannung hängt von der Versorgungsspannung des LM358 ab.

2.) Herstellen eines Flip-Flops:

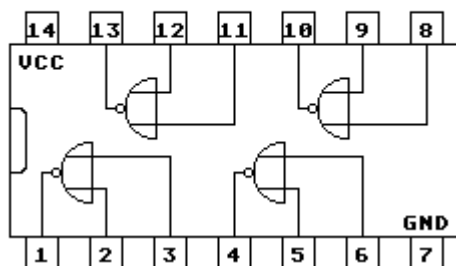
Mit Hilfe von 2 NOR-Gattern kann man ein Flip-Flop realisieren:



Beide Taster dürfen nicht gleichzeitig gedrückt werden!  
 Durch drücken des Resettasters hat ist  $U_B = 0V$  und  $U_A = 5V$ .  
 Liegen am Ausgang des LM358 5V, dann wird  $U_A = 0V$  und  $U_B = 5V$ ; einmaliger Spannungsstoß reicht aus, um das Flip-Flop zu setzen.

### Anschlussbelegung eines IC 7402 mit 4 NOR-Gattern

#### 7402 Quad 2-Input NOR Gate



([http://www.ralfzimmermann.de/ttl\\_ic/0e03.html](http://www.ralfzimmermann.de/ttl_ic/0e03.html))







## 2.6 Schubladenwächter - Schülerprotokoll

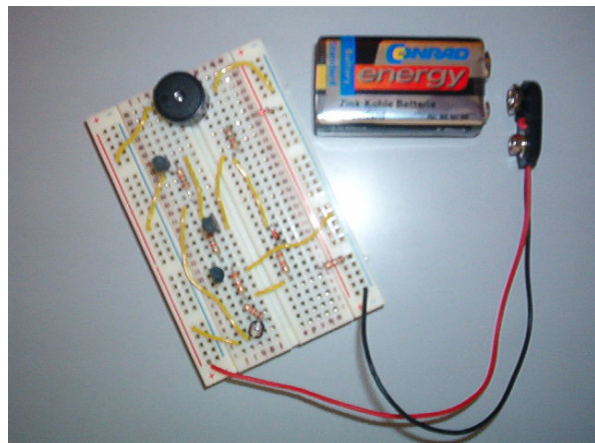
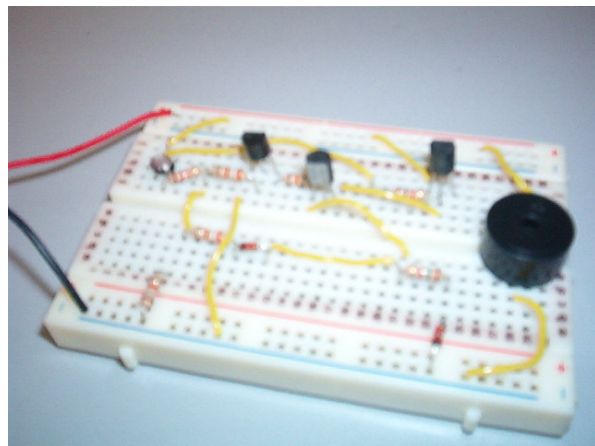
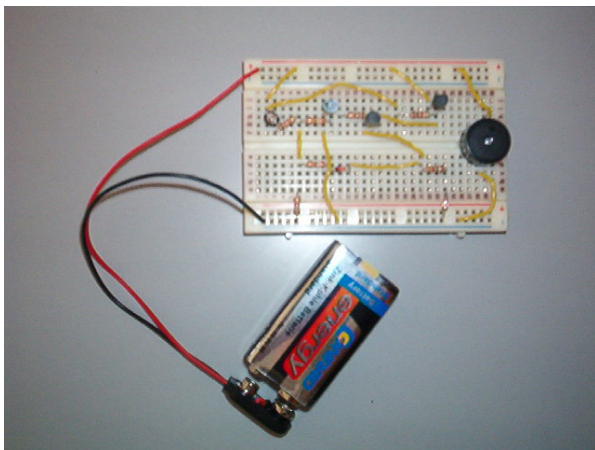
### Praktikanten:

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

### Materialien:

- 1 Steckplatine
- 1 Stück Bild für Vorderansicht,
- 24 Stück Reißzwecken mit Metallkopf,
- 1 Stück npn-Siliziumtransistor T1, z. B. BC 547 A,
- 2 Stück pnp-Siliziumtransistor T2, z. B. BC 557 A,
- 1 Stück Fotowiderstand FW, z. B. von der Fa. Conrad, Best.-Nr. 14 54 75-94,
- 1 Stück Miniatursummer, z. B. von der Fa. Conrad, Best.-Nr.71 01 12-94,
- 2 Stück Universal-Schaltdioden vom Typ 1 N 4148 (SAY 12-18),
- 1 Stück Widerstand 1 kW,
- 1 Stück Widerstand 1,5 kW,
- 1 Stück Widerstand 1,8 kW,
- 1 Stück Widerstand 10 kW,
- 1 Stück Widerstand 12 kW,
- 2 Stück Widerstände 39 kW,
- 1 Stück 9-V-Blockbatterie,
- 1 Stück Batterieclip
- Schaltdraht mit etwa 0,5 mm Durchmesser, Isolierschlauch

### Aufbau:





### Durchführung:

Schubladenwächter nach folgendem Bauplan mit den oben genannten Materialien zusammenbauen!

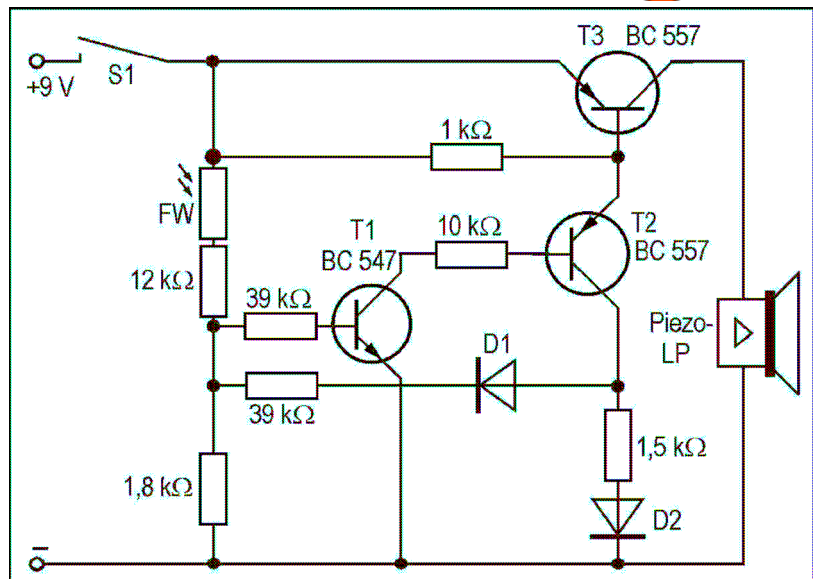
### Beobachtungen:

Messungen der Spannung, die wir an verschiedenen Stellen des Stromkreises durchgeführt haben, sind unterschiedlich ausgefallen.

Bei Lichteinfall piepst der Piezo-Lautsprecher.

### Erklärung:

Die Teilspannungen sind unterschiedlich ausgefallen, da verschiedene Widerstände im Stromkreis vorhanden sind.





## 2.7 Der Drucksensor

Die Ausarbeitung zum Drucksensor stammt von Lara Gayer, Schülerin am Königin-Katharina-Stift, Kl.11, SJ 06/07

Der zu untersuchende Drucksensor ändert je nach Auflagedruck seinen elektrischen Widerstand. Zu untersuchen war der Zusammenhang dieser beiden Größen.

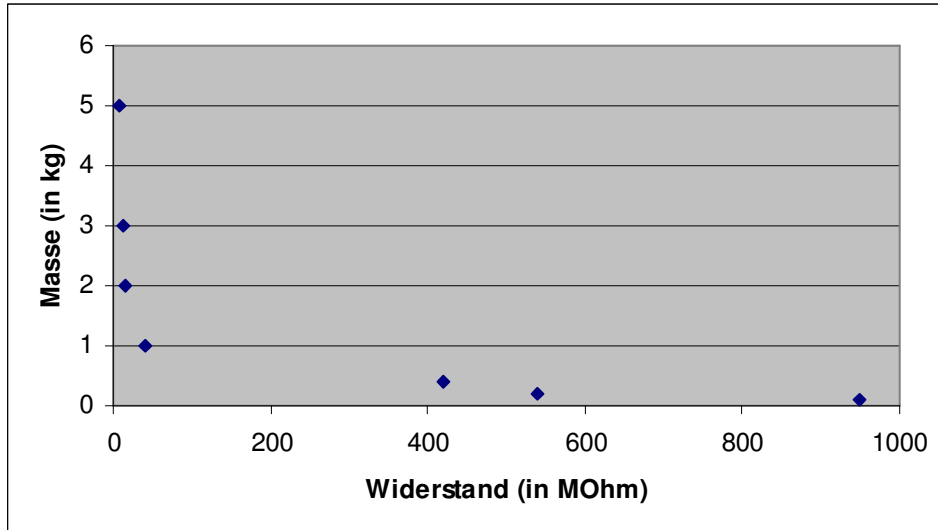
### Versuchsdurchführung:

Drucksensor und Widerstandsmesser in Reihe schalten.

Bestimmung des Widerstandes bei Auflage unterschiedlicher Wägstücke.

### Messergebnis/Versuchsauswertung:

Widerstand (in MOhm)	Masse (in kg)
6,8	5
12	3
14	2
40	1
420	0,4
540	0,2
950	0,1



Aus dem Schaubild ließe sich ein exponentieller (1) oder ein potenzieller (2) Verlauf der Funktion  $m(R)$  vermuten. Diese Möglichkeiten sollen im Folgenden näher untersucht werden:

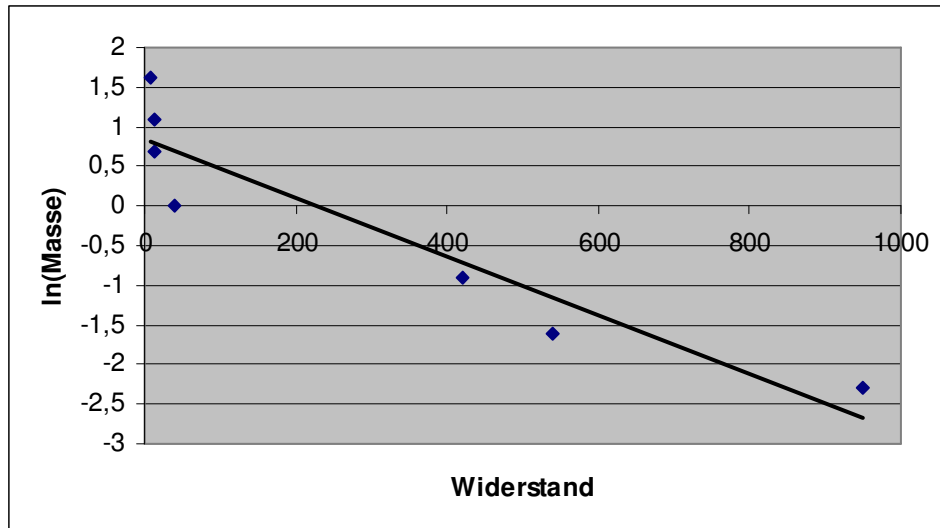
(1)

vermutete Gleichung:  $m(R) = e^{aR+b}$  (a,b sind zu ermittelnde Konstanten)

umgeformt:  $\ln(m) = a \cdot R + b$

Die Funktion  $\ln(m(R))$  ist damit linear. Aus ihrem Schaubild sind a als Steigung und b als y-Achsenabschnitt direkt ablesbar:





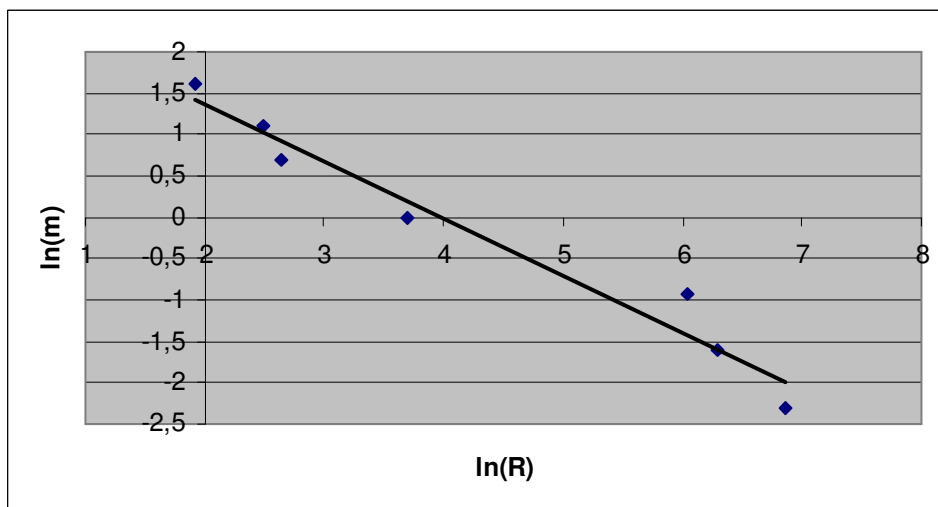
$a = -0,0037$   
 $b = 0,8453$

(2)

vermutete Gleichung:  $m(R) = b \cdot R^a$  (a,b sind zu ermittelnde Konstanten)

umgeformt:  $\ln(m) = a \cdot \ln(R) + \ln(b)$

Die Größen  $\ln(m)$  und  $\ln(R)$  hängen linear zusammen. a ist die Steigung der Funktion, aus dem y-Achsenabschnitt y ergibt sich b aus der Beziehung  $e^y = b$ :



$a = -0,6907$   
 $\ln(b) = 2,7483$   
 $b = 15,616062$

**Vergleich:**

Der Vergleich beider Schaubilder (1 und 2) legt die Vermutung nahe, dass es sich um einen potenziellen Funktionsverlauf handelt, da in diesem Fall die Abweichungen von der Ausgleichsgerade am geringsten sind.





### Versuchsergebnis:

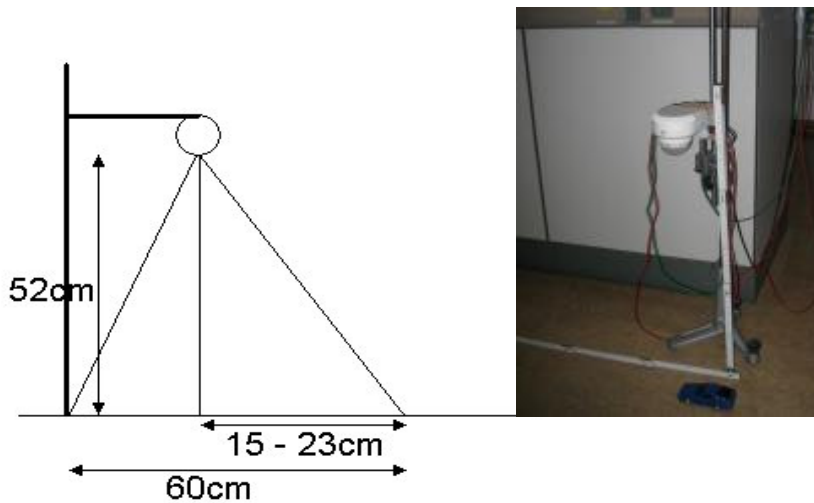
Das empirisch gefundene Gesetz zum Zusammenhang von Masse des Wägstücks (Druck unterscheidet sich in diesem Aufbau nur durch den konstanten Faktor  $g/A$ ) und Widerstandswert des Drucksensors lautet wie folgt:

$$m(R) = 15,62 \cdot R^{-0,69}$$





## 2.8 Bewegungsmelder



### Der Bewegungsmelder reagiert auf Wärmeänderungen:

- Versuch mit Fön: Ist der Fön auf Heißluft geschaltet, so schaltet er ein, ist er auf Kaltluft geschaltet, so schaltet er bei Durchströmen der Luft unter dem Sensor nicht ein.
- Versuch mit einer erhitzten Stativstange: Eine Stativstange wurde in der Bunsenbrennerflamme erhitzt und bei Annähern an den Sensor löst er aus



### Test des Sensors mit ferngesteuertem Auto

Der Sensor reagiert, obwohl eigentlich keine Wärmeänderung oder große Abstrahlung vom Auto erfolgt. Folgende Theorien wurden aufgestellt:

- Luftzug
- Reflexionen am Auto
- heißer Motor (??), eigentlich unmöglich nach einer Fahrstrecke von ca. 1m

### Zur Klärung der Theorien wurden vertiefte Untersuchungen angestellt:

- Auto mit weißem Papier eingehüllt -> reagiert. Diffuse Reflexion/Streuung der von den umstehenden SchülerInnen ausgesandten Wärmestrahlung
- mit schwarzem Papier umhüllt -> reagiert. Ein schwarzer Körper hat auch ein großes Abstrahlvermögen
- grünes Tuch -> reagiert, siehe weißes Papier
- blaues/schwarzes Papier -> reagiert, siehe weißes/schwarzes Papier
- mit Alufolie eingepackt : **reagiert nicht!**

Die Reflexion der umgebenden Wärmestrahlung geht am Sensor vorbei, bei einigen wenigen Test reagiert der Sensor an „unmöglichen Stellen“. Die Reflexion wurde nachgewiesen durch Auslegen der reflektierenden Rettungsfolie im „normalen Erfassungsbereich“ des Sensors auf dem Boden. Bei Annäherung an den Sensor, weit außerhalb des Erfassungsbereiches reagiert der Sensor. Das Reflexionsgesetz aus der Körpermitte über Folie zum Sensor wurde mit einem Laserstrahl nachgewiesen.

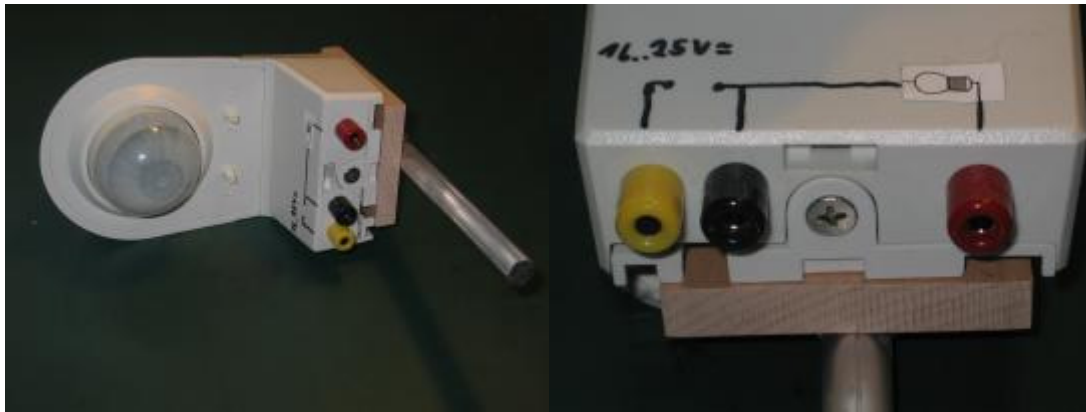




- zerknitterte Alufolie: **reagiert auch nicht!** Zwar auch diffuse Reflexion, aber anscheinend zu wenig für den Sensor um auszulösen, oder die entsprechende Person stand an der falschen Position.

### Test des Sensors mit in Rettungsdecke („Goldfolie“) eingewickelten Schülern

Auf der empfindlichsten Seite des Sensors reagiert er relativ spät, Vermutung: Luftzug, Erwärmung der Rettungsdecke (oder trotz allem zu schnelle Bewegung ?), Reflexionen durch die Umgebung.



Der Bewegungsmelder wurde mit Anschlussbuchsen ausgerüstet und wird jetzt mit einer Spannung von 16 bis 25V (Gleich oder Wechselspannung) betrieben. Der Bewegungsmelder schaltet dann die an der roten Buchse anzuschließende Lampe zur schwarzen Buchse durch.

Mit den kleinen Drehknöpfen an der Unterseite des Bewegungsmelders kann die Schaltzeit und die Empfindlichkeit auf Tageslicht angepasst und eingestellt werden.



Mit den kleinen PIR-Sensoren (Passiver InfraRot-Sensor) kann das Schaltverhalten eines solchen Sensors verdeutlicht werden. Angeschlossen an einen 9V-Block kann an den Buchsen eine Spannungsänderung im mv-Bereich gemessen werden, wenn sich das Wärmebild vor dem Sensor ändert.



## 2.9 Infrarotsensoren



Es sind zwei verschiedene Sensoren vorhanden, sie unterscheiden sich lediglich in Reichweite. Der Gp2D12 hat eine Reichweite bis 80cm, der GP2Y hat eine Reichweite bis 150cm.

Betrieben werden auch diese Sensoren mit einem 9V-Block. An den beiden Buchsen kann eine Spannung abgegriffen werden, mit der dann mit Hilfe des ausführlichen Datenblattes auf die Entfernung des Gegenstandes/Hindernisses vor dem Sensor geschlossen werden kann. Zum Test, ob die Sensoren funktionieren/bzw. zum Nachweis, dass diese Sensoren tatsächlich aktiv IR-Licht aussenden, kann die beigelegte IR-Test-Karte benutzt werden.



Damit diese Karte funktioniert, muss sie zuerst in Tageslicht oder vor eine UV-Lampe gehalten werden. Das dann auftreffende IR-Licht wird dann von der aktiven Schicht in sichtbares Licht umgewandelt.





## 2.10 Rauchmelder-1



Es befinden sich zwei baugleiche Rauchmelder im Koffer, einer zum Öffnen, zum Betrachten des Inneren eines Rauchmelders und einer zum normalen Betrieb.

Die Funktion des Rauchmelders kann entweder mit dem Aerosol oder den Rauchhölzern getestet werden. Falls eine Nebelmaschine vorhanden ist, kann auch diese eingesetzt werden.



Auch bei dem Nachbau eines Rauchmelders können die Rauchhölzer verwendet werden. Allerdings sollte beim Einsatz im Klassenverband auf gute Lüftung im Klassenzimmer geachtet werden.

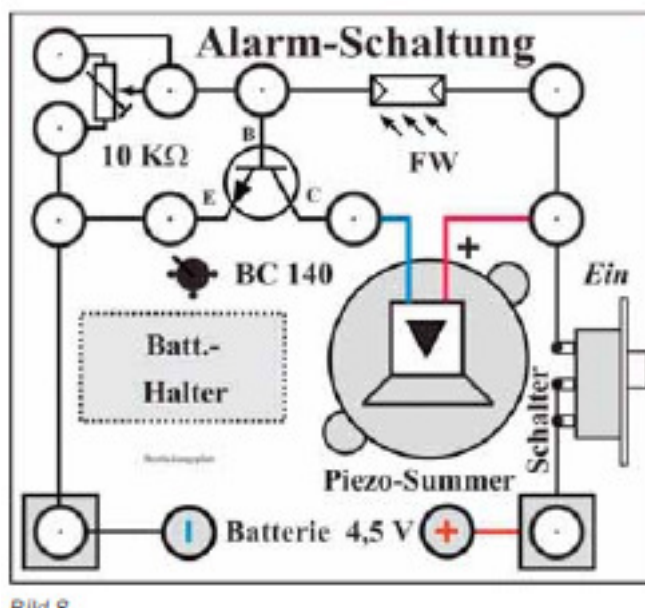




## 2.11 Rauchmelder-2

Im NWT-Vorläuferunterricht am Friedrich-Schiller-Gymnasium Ludwigsburg wurde dieses Projekt von drei Schülern einer 9. Klasse (G8) durchgeführt.

Quelle:



Obige Reißnagelschaltung wurde von den Schülern verwirklicht, ebenso der Bau der Holzkiste. Den Rauch haben wir mit einem Raucherzeuger für elektrische Lokomotiven erzeugt; man braucht ca. 16V.

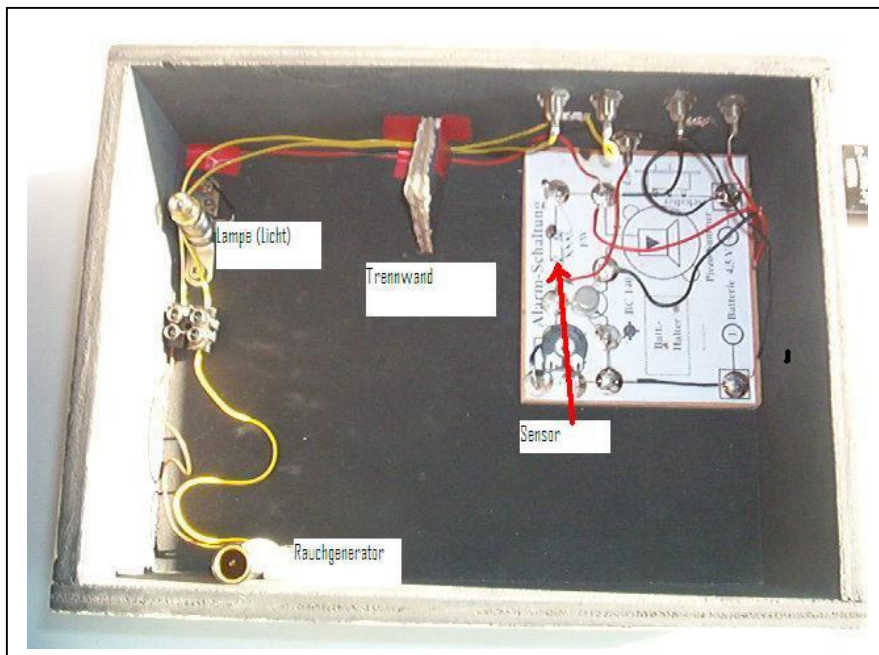
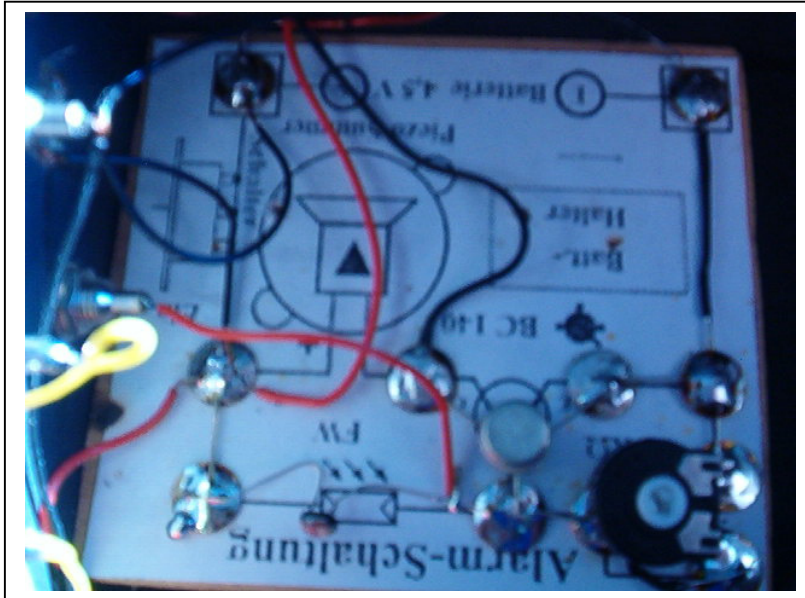
Bei Inbetriebnahme war es sehr schwierig, das Hindernis zwischen Lampe und LDR so zu positionieren, dass ohne Rauch kaum Streulicht auf den LDR fiel und dass mit Rauch genügend Licht auf den LDR fiel, damit der Transistor geschaltet wurde.

### Protokoll

#### 1.Stunde:

Wir haben die Schaltung gelötet und in die Kiste eingebaut. Danach haben wir sowohl den Summer als auch den Rauchgenerator eingebaut und mit der Spannungsquelle verbunden. Nun haben wir versucht die Trennwand so zuzuschneiden, dass genügend Licht auf den Summer fällt, er aber gleichzeitig nicht piepst und das Streulicht ausreicht damit es piepst.





### 2.Stunde:

Heute haben wir den Summer eingebaut und geschaut ob er zusammen mit der Photozelle funktioniert. Danach haben wir das ganze, zusammen mit einem Lämpchen in die Schachtel gesetzt und ebenfalls geschaut ob diese funktioniert. Da der Summer durch die Wände der Schachtel nicht so gut zu hören war, haben wir uns vorgenommen den Summer nach außen zu leiten, außen an der Kiste zu befestigen, damit man ihn besser hören kann. Nun müssen wir noch eine Trennwand zwischen Lampe und Summer einbauen, und ein Loch in die Wand einer Schachtel bohren, damit von außen Rauch in die Schachtel eindringen kann und den Alarm auslösen.

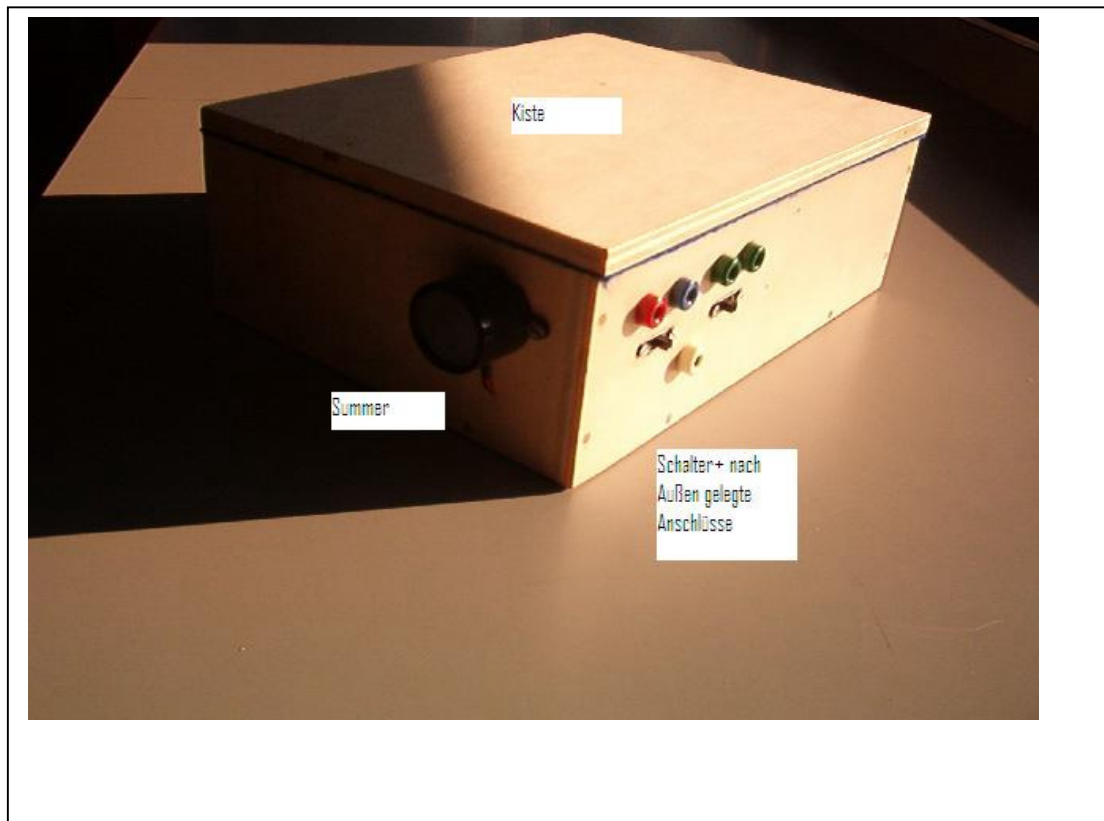
### 3.Stunde :

Wir haben den Summer nach außen gelegt und auch die dazu gehörigen Stromanschlüsse für die Lampe und die Rauchmaschine. Zusätzlich haben wir zwei Schalter für jeweils beide Stromkreise zum an und ausschalten nach außen gelegt. Nun müssen wir das Licht der Lampe durch eine Trennwand so verringern, dass der Summer nicht piepst, er aber noch genug Licht





abbekommt, dass das Streulicht des Rauches ausreicht um ihn zum piepsen zu bringen. Dies gelang uns dann letztendlich auch nach viel herumprobieren. Der Rauchmelder fängt bei einer Stromstärke von ca. 0,6 V an zu piepsen.



## 2.12 Rauchmelder-3

Viele Rauchmelder funktionieren nach dem Prinzip der Lichtstreuung. In einer Kammer wird durch den eindringenden Rauch IR-Strahlung einer LED in Richtung eines Fototransistors gestreut. Der dadurch bewirkte Fotostrom bewirkt den Alarm.

### 1. Versuch:

Umbau einer Infrarotlichtschranke ( Bausatz von Conrad ) um die Streuwirkung von Rauch zu zeigen.

### 2. Versuch:

Aus einem Rauchmelder wurden die Kammer samt LED und Fototransistor ausgebaut. Der Fotostrom wird mit 2 Transistoren in Darlingtonschaltung verstärkt.

Dringt Rauch in die Kammer ein, dann sinkt die Spannung an den Kollektoren der Transistoren schlagartig auf 0 V ab.

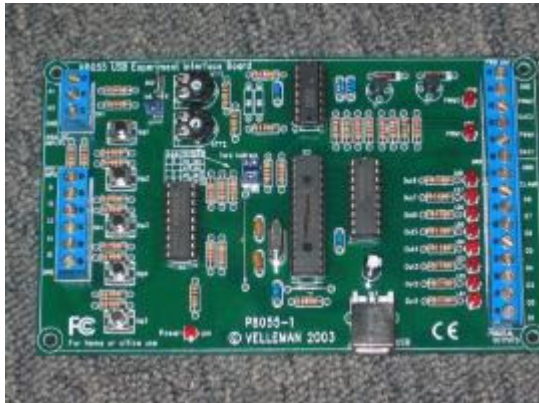
Auch dieses Absinken auf 0 V kann wieder zu Setzen eines Flip-Flop benutzt werden.





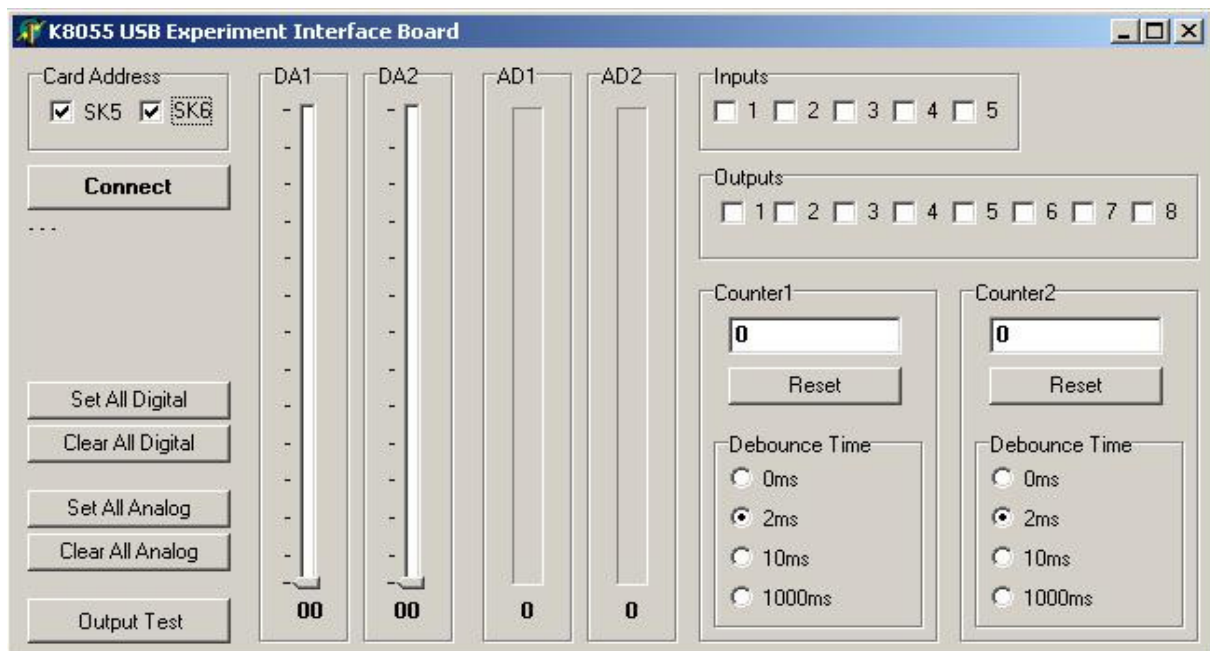
### 3. USB-Interface-Board, verwendete Programme, kurze Programmbeschreibung

#### 3.1 USB-Interface VM110, Velleman



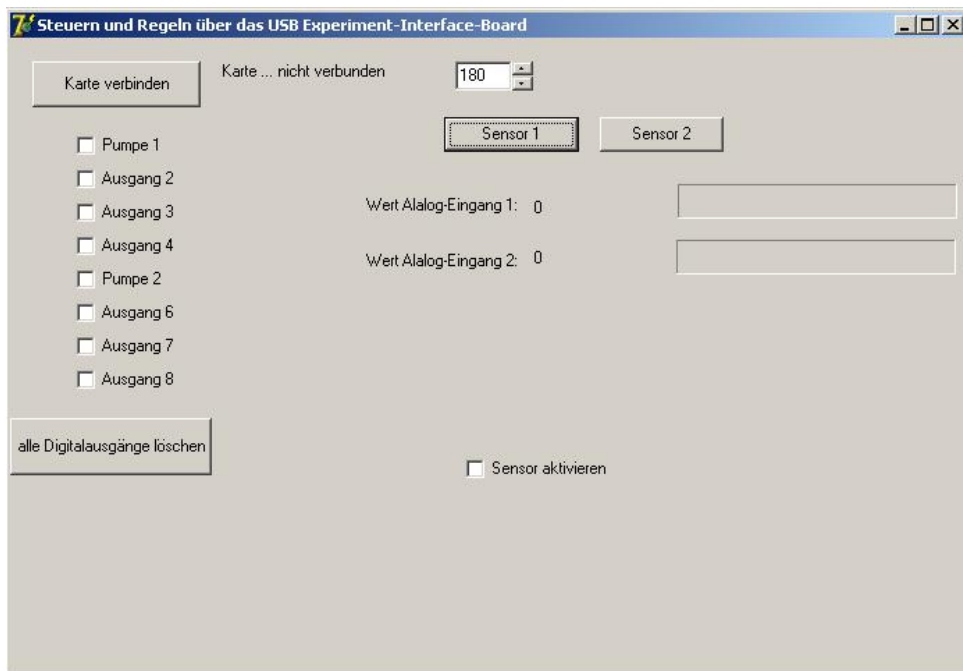
Links: Das Interface ohne Beschaltung, Rechts: auf einer Holzplatte montiert mit zwei analogen Eingängen links unten und drei digital schaltbaren Ausgängen oben

Bei diesem Interface ist ein Programm dabei, mit dem sämtliche Ein- und Ausgänge gemessen bzw. geschaltet werden können:



Dieses Programm liegt dabei auch im Quelltext in Delphi, Visual-Basic und C++ vor. Da für einfache Schülerversuche dieses Programm total überdimensioniert ist, habe ich den größten Teil des Programms gelöscht und nur die digitalen Ausgänge sowie die zwei analogen Eingänge beibehalten.





Dies war das Beispiel für die Steuerung beim Tankfüllstandsensor. Die Schüler bekamen vorher eine extrem kurze Einführung in Delphi, so dass sie einen Button einfügen und auf Klicken auf den Button reagieren konnten. Sie lernten die Programmierung des **If .. Then .. Else**. Im Prinzip hat sich die Programmierung dieses Problems (Konstanthalten des Flüssigkeitsstandes in einem Behälter in Abhängigkeit der Auslenkung des Füllstandssensors) auf zwei Programmzeilen beschränkt

```

procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject); // ****
var Daten1, Daten2,x : integer; // ****
begin
    // ****
    x:= strtoint (edit1.Text); // ****
    ReadAllAnalog(Daten1,Daten2); // ****
    lblAnalog1.Caption:=inttostr(Daten1); // ****
    lblAnalog2.Caption:=inttostr(Daten2); // ****
    prgAnzeige1.Position:=Daten1; // ****
    prgAnzeige2.Position:=Daten2; // ****
    if checkbox9.Checked=true then begin
    if daten1<x then checkbox1.checked:= true else checkbox1.Checked:=false ;
    if daten1>x then checkbox6.checked:= true else checkbox6.Checked:=false ;
    end;
end; // ****
//-----// ****
procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
    edit1.Text:=' 180';
end;

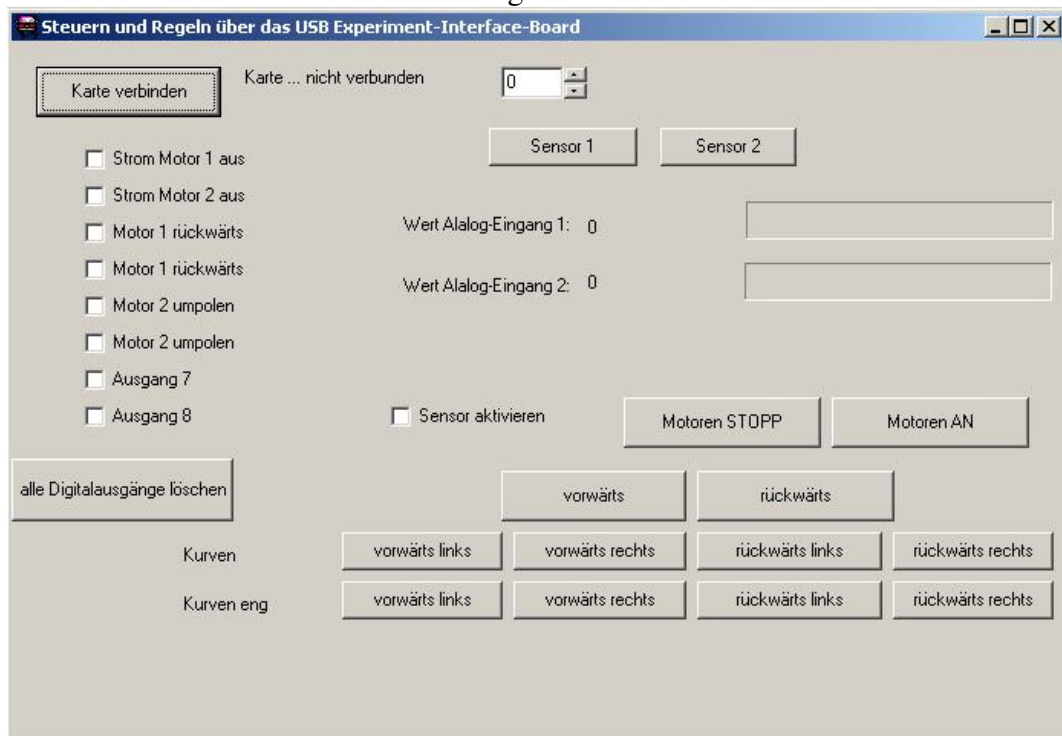
procedure TForm1.Button4Click(Sender: TObject);
begin
    edit1.Text:=' 50';
end;
    
```

Sämtliche Zeilen, die unbedingt nötig waren zum Funktionieren des Programms wurden von mir mit dem Kommentar **// \*\*\*\*** markiert. Die Zeilen, die diese Markierung nicht enthalten, wurden von den Schülern programmiert. Wie man sieht hält sich hier der Programmieraufwand und auch die notwendigen Kenntnisse für die Schüler in Grenzen.

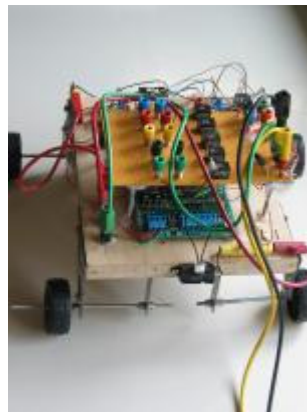




Bei der Programmierung eines aus Metallteilen gebauten Roboters war der Aufwand für die Schüler natürlich erheblich größer:

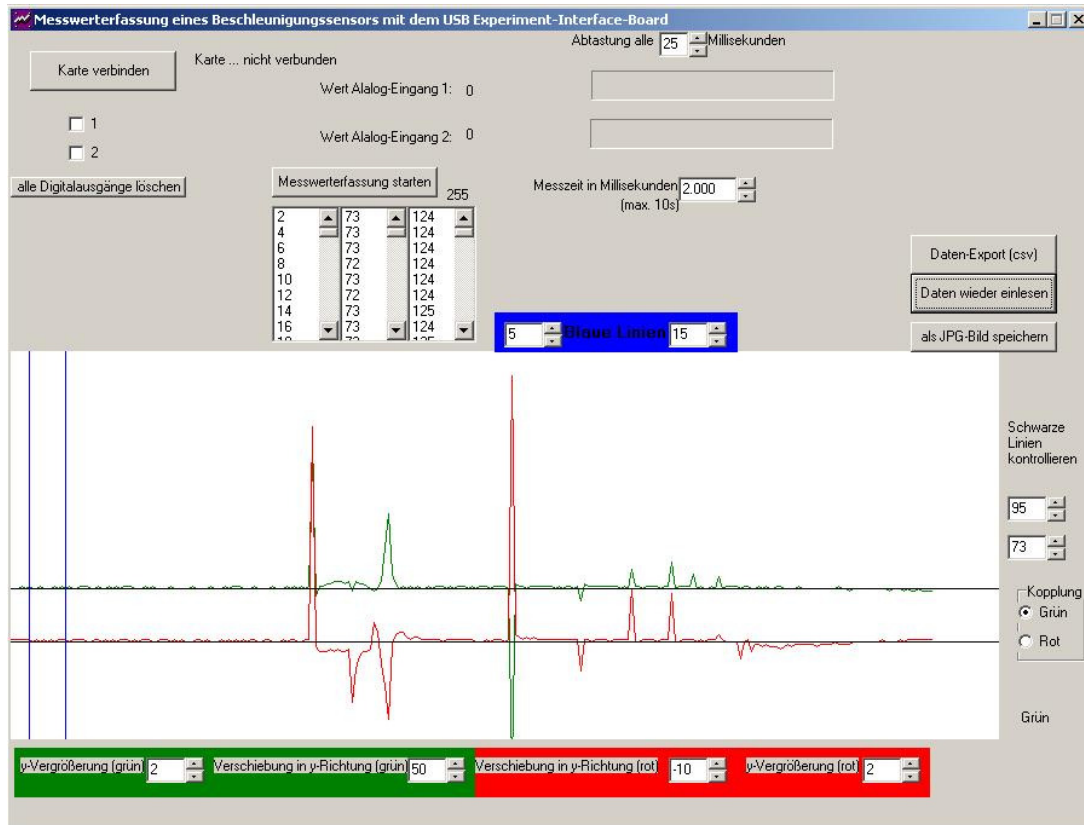


Die einzelnen Knöpfe/Buttons waren nur zum Testen, ob die Verkabelung auch funktioniert. Diese Projekt ist aber nicht an der Programmierung und Verkabelung gescheitert, sondern an den mangelnden mechanischen Grundfertigkeiten der Schüler, die es nicht geschafft haben, aus den vorhandenen Materialien einen manövrierbaren Roboter zu bauen.



Für die Beschleunigungssensoren wurde dann von mir das Programm noch etwas verändert und mit einer Grafikfunktion ausgestattet:





Die Daten lassen sich auch in eine Tabellenkalkulation exportieren, allerdings sind sie dort nicht so leicht zu untersuchen. Deshalb gibt es hier horizontal und vertikal verschiebbare Geraden, um die Kurven genauer zu untersuchen.

Nach der ersten Spitze bei der roten Kurve erkennt man z.B. dass die rote Linie nun unterhalb der eingeblendeten schwarzen Linie liegt. Aus diesem Abstand kann man nun sehr leicht den Ortsfaktor bestimmen. Denn dieses Schaubild ist der Flug eines Fußballs, der etwa 2m vor dem Tor in Tor geschossen wird. In der Zeit zwischen Abschlag und Auftreffen im Netz, wirkt nur die Erdbeschleunigung auf den Ball (vorausgesetzt der Ball wird nicht angedreht!). Im Vergleich zur Tabellenkalkulation, wo man die Daten nur sehr mühsam herausfinden kann, kann man hier mit den Schülern sehr leicht die Arbeit in Diagrammen, das Eichen eines Sensors und auch Fehler im Versuchsaufbau untersuchen (z.B.: Sensor falsch angebracht, Sensor nicht richtig ausgerichtet, das Kabel ist hängen geblieben, ...)



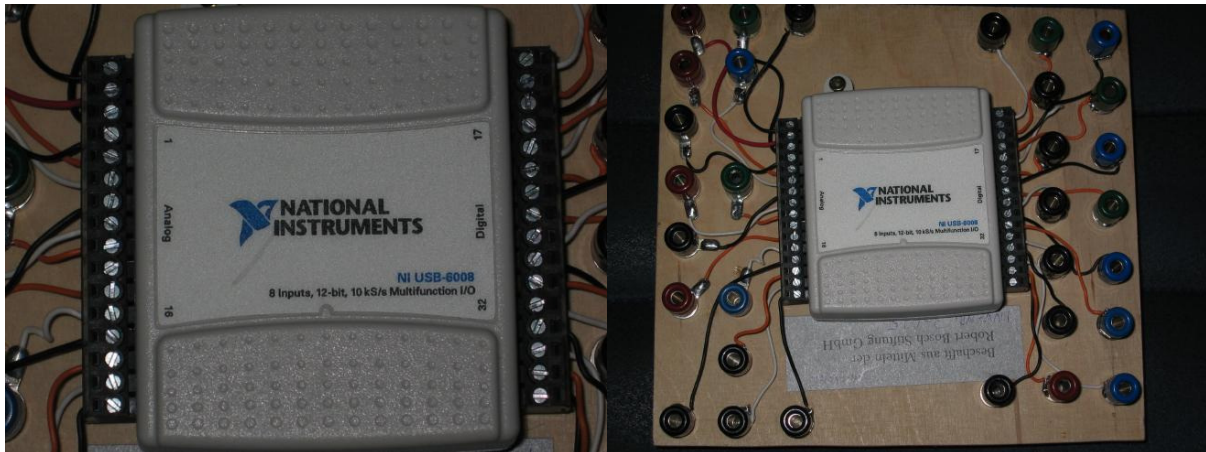




### 3.1 NI-USB-6008, National-Instruments

Vom Funktionsumfang her vergleichbar mit obigem Interface (das NI-Interface hat allerdings 4 analoge Eingänge, 8 digitale Ein-/Ausgänge, sowie zwei analoge Ausgänge). Programmiert wird allerdings mit LabView, einer grafischen Programmiersprache, die äußerst komplex ist, aber nach kurzer Einarbeitungszeit schnell zu sicheren und guten Ergebnissen führt. (Siehe dazu auch die extra LabView-Anleitung).

Das NI-USB-6008 ist in der Handhabung sicherer (keine offenliegenden Kontakte) und ist außerdem kleiner. Damit es benutzt werden kann muss allerdings erst die notwendige Software(Treiber + Messprogramm) installiert sein, während das Vellemann Interface nur am USB-Port angeschlossen werden muss und das Messprogramm direkt von der CD gestartet werden kann.



Das NI-USB-6008 montiert auf einer Holzplatte mit Buchsen für die in der Schule üblichen Experimentierkabel.



Im linken Bild die analogen Ein- und Ausgänge, im rechten Bild die digitalen Ein-/Ausgänge

Soll mit dem Interface mit Leistung geschaltet werden, so ist an den Ausgängen natürlich noch eine Leistungsstufe zu schalten, denn mit diesem Aufbau liefert lediglich der USB-Port die Stromversorgung und die ist auf insgesamt 50mA begrenzt.





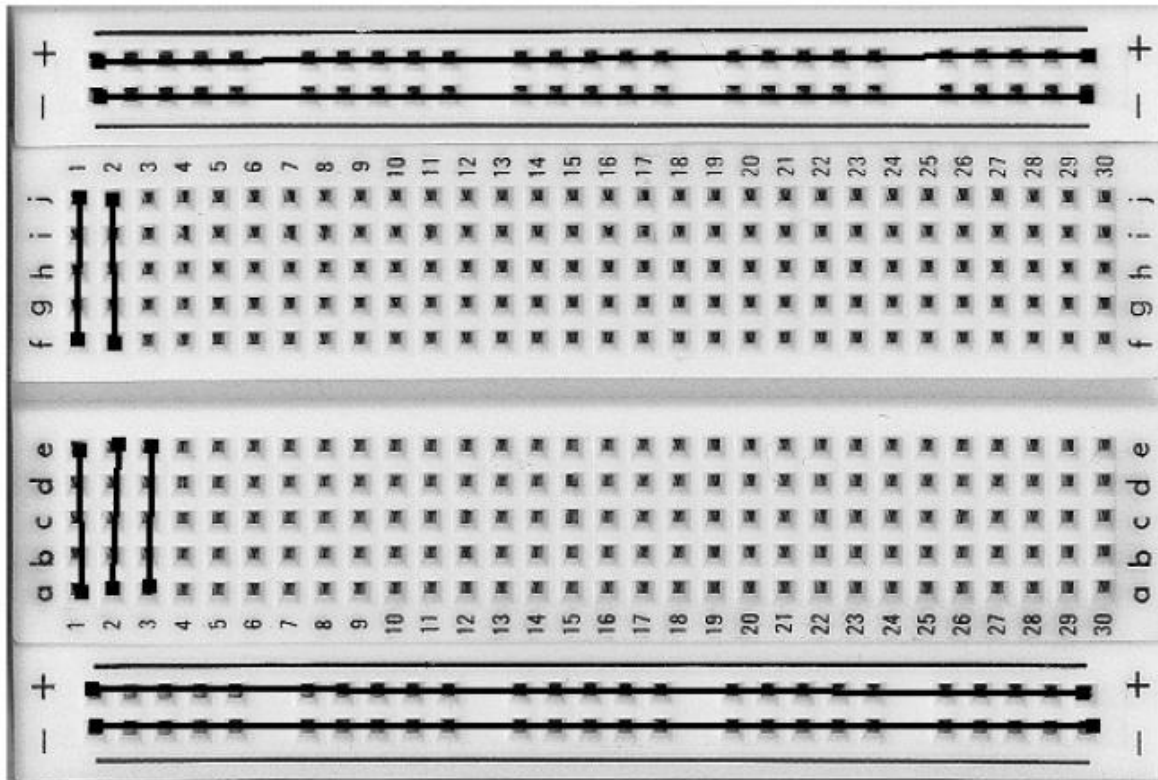
## 4. Lambdasonde

Versuch 1	<p><b>Aufgabe:</b> Untersuche die Funktion der Lambdasonde als Sauerstoffmesssonde und vergleiche das Prinzip mit der Messung an zwei Halbzellen (z.B. <math>c_1 \text{Cu}^{2+} // c_2 \text{Cu}^{2+}</math>) verschiedener Konzentration</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Luft / Luft, Luft / Sauerstoff, Luft / <math>\text{CO}_2</math>, Luft / Methan</li></ul> <p><b>Achtung:</b> Nach Sauerstoff immer zuerst mit <math>\text{CO}_2</math> spülen, wegen Explosionsgefahr bei Sauerstoff-Methan-Mischungen an der heißen Lambdasonde.</p> <p><b>Ergebnis:</b> Die Lambdasonde ist eine Konzentrationsmesssonde</p>
Versuch 2	<p><b>Aufgabe:</b> Untersuche die verschiedenen Zonen der Brennerflamme auf ihre Zusammensetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Qualitativ mit einem Magnesiastäbchen</li><li>• Quantitativ mit der Lambdasonde und eventuell zusätzlich mit dem Gaschromatographen.</li></ul> <p><b>Ergebnis:</b> Der innere Flammenkegel besteht aus <math>\text{CO}</math> / Methan</p>
Versuch 3	<p><b>Aufgabe:</b> Untersuche das Brennverhalten des Abgases aus den verschiedenen Flammenzonen am Katalysator.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Brennverhalten der verschiedenen Gase aus der Brennerflamme ohne/ mit zusätzlicher Luftzufuhr</li><li>• Steuerung einer katalytischen Verbrennung mit der Lambdasonde</li></ul> <p><b>Ergebnis:</b> Gas aus dem inneren Flammenkegel benötigt definierte Luftzufuhr zur Reaktion am Katalysator</p>





## 5. Die Steckplatine



### Unterhalb der Oberfläche sind leitend verbunden

- Alle Punkte der oberen Pluschiene
- Alle Punkte der oberen Minuschiene
- Alle Punkte der unteren Pluschiene
- Alle Punkte der unteren Minuschiene
- Obere und untere Plus- und Minuschiene sind nicht miteinander verbunden
- Die Punkte a1 , b1, c1, d1, e1
- Die Punkte f1, g1, h1, i1, j1
- Usw.....

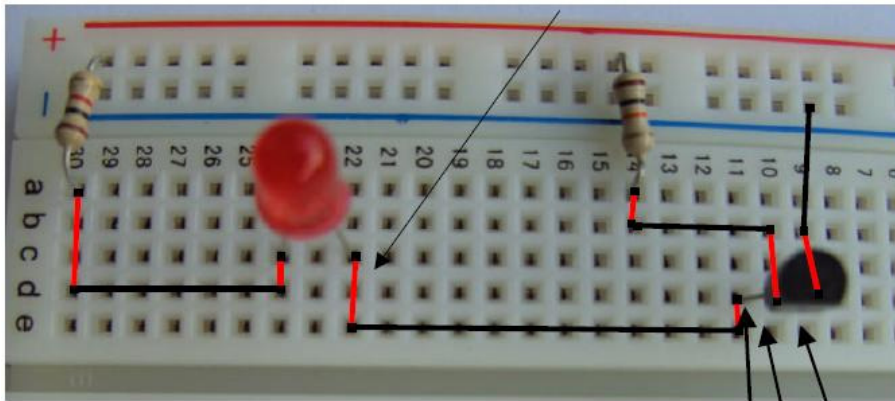
Die Steckplatine kann einzeln bei Conrad, ELV oder im Elektronikfachhandel gekauft werden. Sie ist auch in diversen Elektroniklernpaketen vom Franzis-Verlag enthalten.





## Aufbau einer Transistorschaltung

a) Mit vier zu verlegenden Verbindungsdrähten

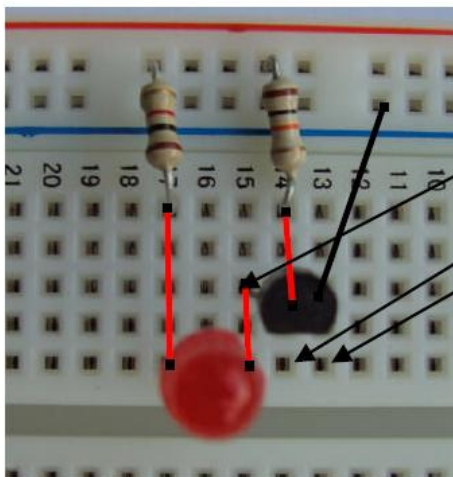


Katode der LED

Die schwarzen Leitungen muss man legen, die roten sind unter  
Platinenoberfläche vorhanden

der

b) Mit einem zu verlegenden Draht



C

B

E

Die schwarze Leitung muss man legen, die roten sind unter der Platinenoberfläche vorhanden.

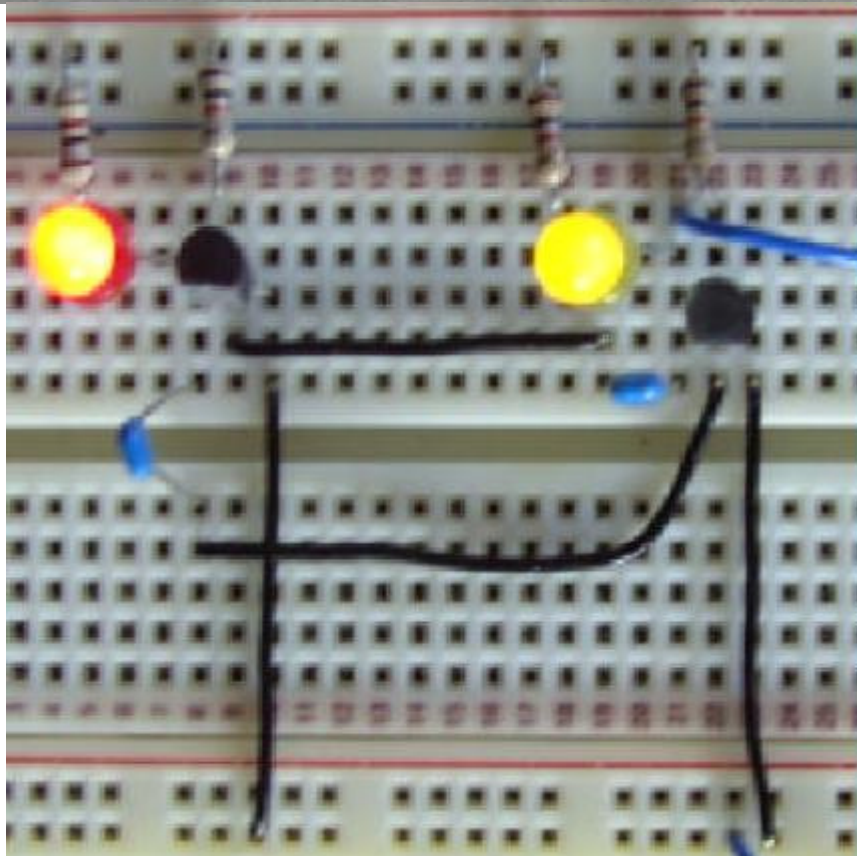
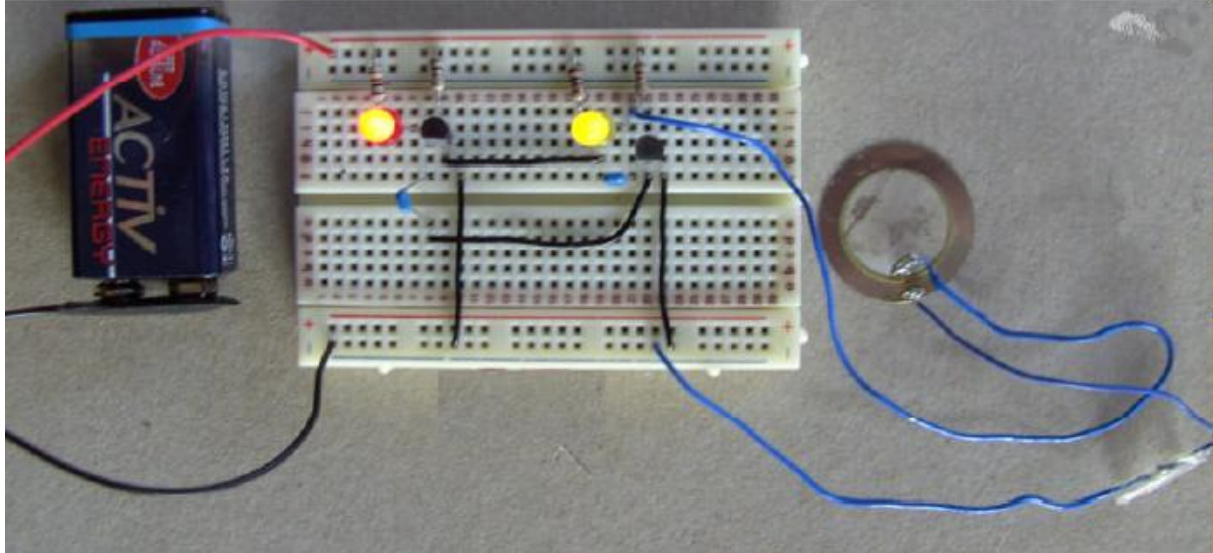




### Klingende Piezoscheibe

Ersetze die Kondensatoren aus a) durch 10nF – Kondensatoren und schließe die Piezoscheibe an. Die Piezoscheibe muss zwischen P ( vgl. Schaltung ) und der 0V-Schiene angeschlossen werden. Die LED's leuchten dann dauernd; sie können auch weggelassen werden. Bei diesen Kondensatoren brauchst Du nicht auf die Polung zu achten.

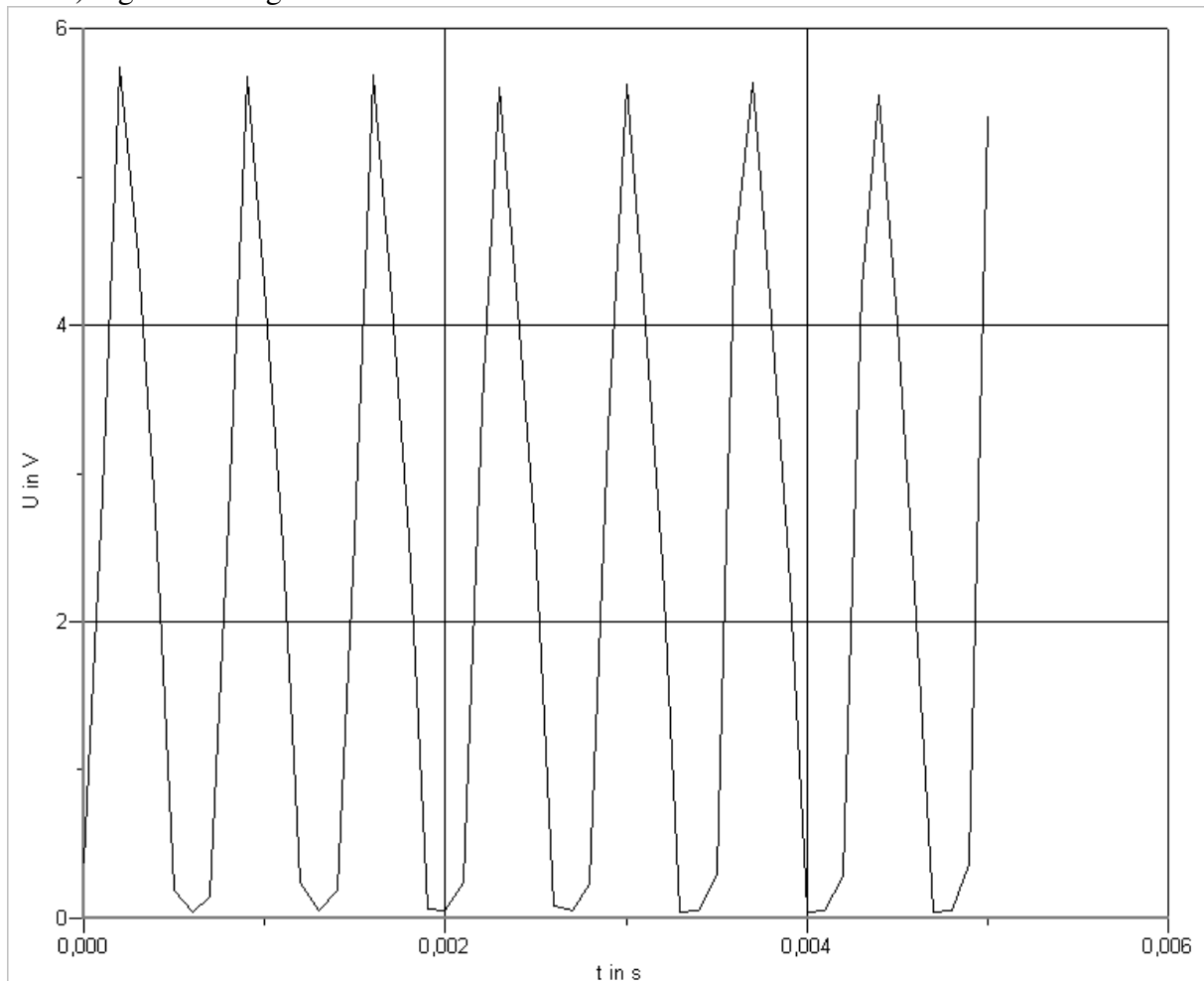
Aufgebaute Platine:





Hat man ein Messwerterfassungsgerät, kann man die Spannung in a) oder b) aufzeichnen.

Bei b) ergab sich folgendes Bild:

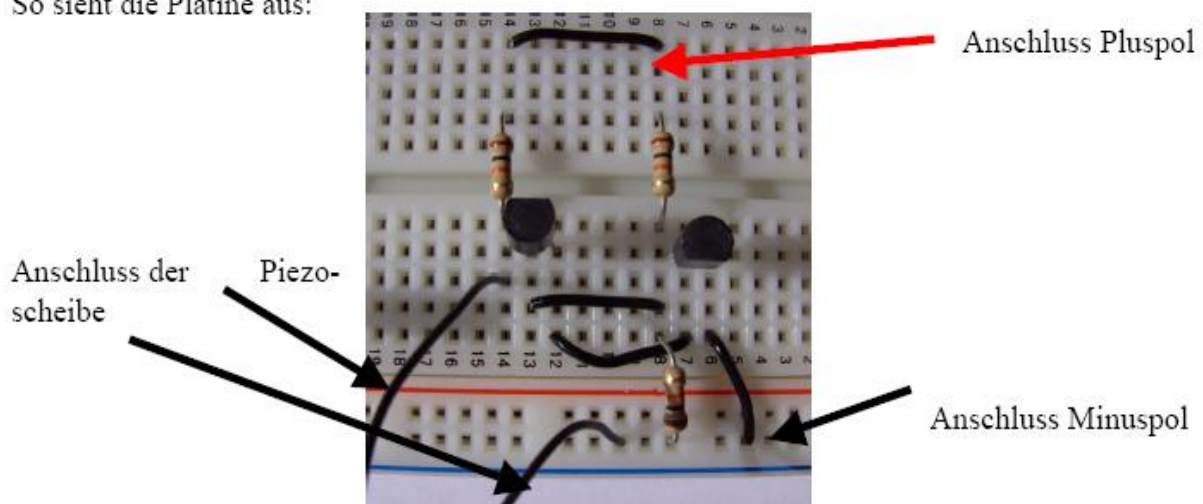


Dabei wurde die Spannung zwischen P und 0V gemessen. Aus der Dauer für 5 Perioden ergab sich die Frequenz 1,4kHz.

c) Erzeugen eines kräftigeren Dauertons

Die Piezoscheibe ist ein Kondensator. Er wird über den 10kOhm-Widerstand aufgeladen. Steigt seine Spannung über 5,1 V, dann ist die Spannung am Emitter des BC557 gegenüber der Basis 0,6V größer (die beiden rechten 10kOhm-Widerstände teilen 9V im Verhältnis 1:1). Damit schaltet BC557 durch und der BC547 erhält einen Basisstrom, wird ebenfalls leitend und der Kondensator entlädt sich.

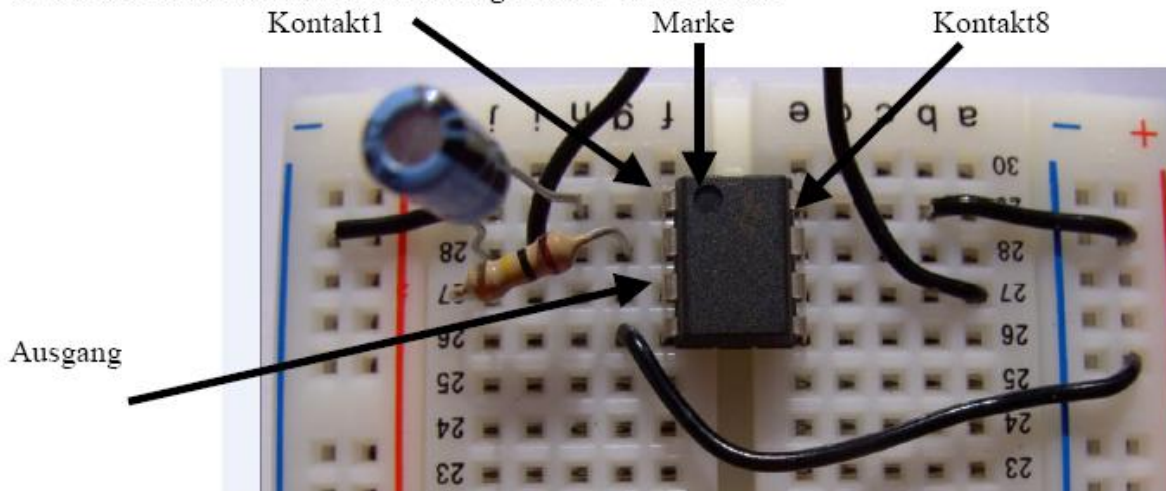
So sieht die Platine aus:



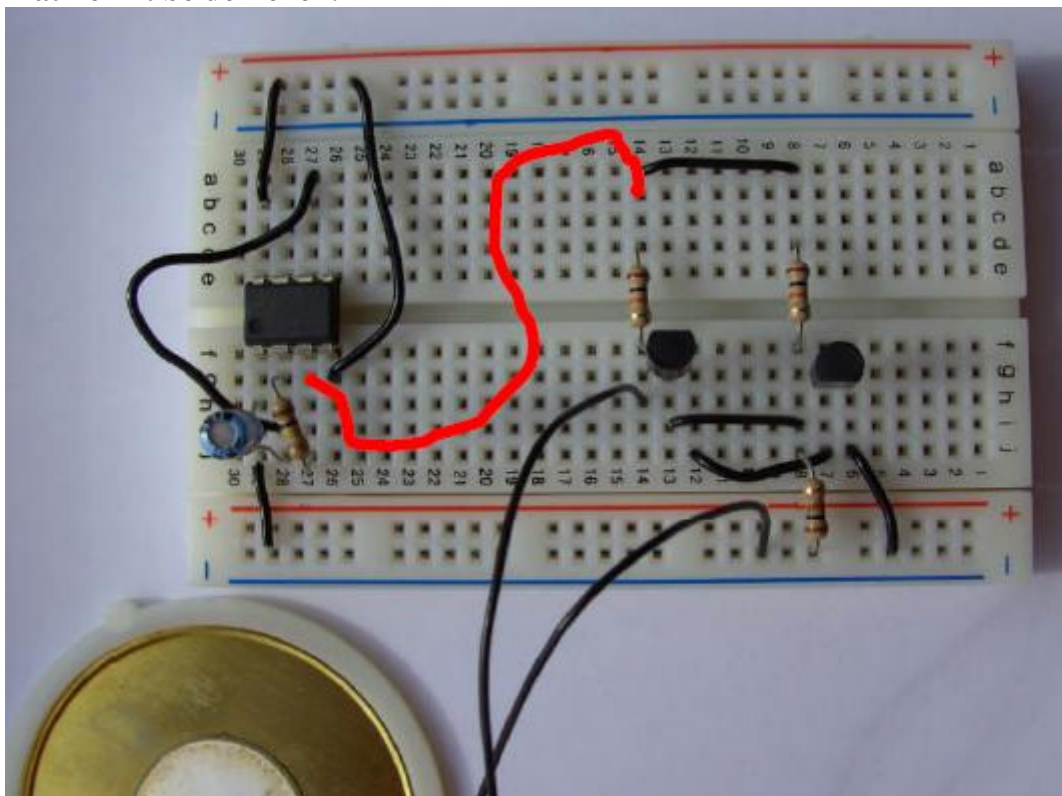


#### d) Piezoscheibe als Piepser

So sieht die rot umrahmte Schaltung auf der Platine aus:



Platine mit beide Teilen:



Zur Verbindung der beiden Schaltungsteile muss die „rote Leitung“ gelegt werden.





## 6. Bezugsquellen

Zu allen Preise bei den Conrad-Beispielen muss noch die Mehrwertsteuer addiert werden.

### 6.1 Tankfüllstandssensor

Dafür ist eigentlich nur ein einfaches Potentiometer und etwas Holz notwendig. Zur Bearbeitung reicht eine Handsäge oder ein Laubsägebogen, etwas schneller geht es mit einer kleinen Dekupiersäge. Zu Verkabelung ist noch ein Lötkolben notwendig

### 6.2 Thermoschalter, Heißeleiter

Entweder die Bauteile sind in den Schülerübungen schon vorhanden und passen somit zum Rest des System. Andernfalls können die Heißeleiter (NTC-Widerstände) auch im Elektronikfachhandel beschafft werden. (z.B. Conrad 50 04 54-29, 2,2kOhm, 93ct)



### 6.3 Lichtabhängiger Widerstand

Wenn schon im System vorhanden, dürfte es kein Problem sein, ansonsten können diese LDR ebenfalls leicht im Elektronikfachhandel beschafft werden. (z.B. Conrad, FW300, 18 35 98-29, 6,64€)

### 6.4 Beschleunigungssensor

Bei Bosch Sortotec können Schulen kostenlose Exemplare erhalten, die aber nicht in sicherheitskritischen Anwendungen verbaut werden dürfen. Weitere Informationen unter [www.bosch-sensortec.com](http://www.bosch-sensortec.com). Es ist aber z.T. schwierig, ein älteres Modell zu bekommen, da hier sehr kurze Produktzyklen vorliegen. Die Beschleunigungssensoren sind auch im Elektronikfachhandel auffindbar, aber z.T. mit anderer Beschaltung oder anderes Modell.

Es gibt auch einen Beschleunigungssensor für das Lego-Mindstorms-System. Der neue NXT-Sensor kostet nur noch 60€ und hat den großen Nachteil, dass er eben nur mit Lego funktioniert. Aber die Daten aus dem Lego-RX auslesen ist relativ umständlich und im Unterricht eigentlich nicht praktikabel. Wenn man sich mit der vereinfachten Darstellung im Investigator-Modus zufrieden gibt, ist es allerdings eine Alternative, die keine zusätzliche Lötarbeit erfordert.

Wenn man den Bosch-Sensor hat, muss er mit Spannung versorgt und entsprechen verkabelt werden. Er benötigt eine geglättete Gleichspannung von 5V (5V-Festspannungsregler + 9V-Block). Der neuere BMA140 benötigt nur noch 3V. Um ein gutes Signal zu erhalten, sollte ein geschirmtes Kabel verwendet werden, hier bietet sich ein Mikrofon-Kabel an. Es sollte dabei darauf geachtet werden, dass das Kabel sich leicht bewegen lässt (sollte also nicht zu







starr und zu dick sein), lang genug ist (es muss genügend Kabel vorhanden sein, damit man auch beim Tennis z.B. einen vernünftigen Aufschlag machen kann, oder beim Fußball ordentlich auf den Ball treten kann ohne dass einem das zu kurze Kabel gleich wieder Grenzen aufzeigt. Außerdem muss das Kabel und der Sensor an den Kontaktstellen gut geschützt werden. Am besten mit der Heißklebepistole Kabel und Sensor fest miteinander verkleben, nachdem die Kabel angelötet wurden. Da der Sensor noch viele weitere Anschlussbeinchen hat, sind auch diese dann durch die Klebemasse geschützt.

Da die Ballspiele schlecht im Klassenzimmer/Physiksaal gemacht werden können, ist die Benutzung eines Laptops und eines mobilen Datenerfassungsgeräts eigentlich unverzichtbar. Im Prinzip können diese Versuche auch mit dem Leybold-Cassy-System gemacht werden, da diese aber eine extra Stromversorgung benötigen ist der Einsatz im Schulhof deshalb äußerst umständlich.

## **6.5 Drucksensor**

Wenn schon im System vorhanden, dürfte es kein Problem sein, ansonsten können diese FSR-Drucksensoren ebenfalls leicht im Elektronikfachhandel beschafft werden. (z.B. Conrad, FSR- 151AS=(CP18);  $\varnothing$ 15mm; 18 25 46-29; 9,18€)

## **6.6 Infrarotsensor, Bewegungsmelder**

Hier gibt es einmal den GP2D12- (10-80cm) und den GP2D15- (20-150cm) Distanzsensor von Sharp. Beide haben identische Anschlüsse. Der GP2D15 hat eine etwas größere Gehäuseform (z.B. Conrad: GP2D12, 18 53 09-29, 26,30€, GP2D15 bzw. GP2Y0A02YK, 18 53 64-29, 30,72€).

Auch hier ist eine geglättete Gleichspannung von 5V erforderlich, Das Ausgangssignal ist eine von der Entfernung zum Gegenstand abhängige Spannung (Leider nicht proportional, aber genau das muss den Schülern bewusst gemacht werden).

Für den Bewegungsmelder bietet sich ein einfaches Gerät aus dem Baumarkt an. Da diese aber in der Regel für 230V~ ausgelegt sind, sollte man hier zu einem greifen, der ein etwas größeres Gehäuse hat, so dass man dort noch zusätzliche Anschlussbuchsen befestigen kann. Wenn der Sensor mit einem Trafo ausgestattet ist, so legt man die neuen Anschlüsse zu den Trafoanschlüssen auf der Niederspannungsseite. In meinem Fall war nur eine Gleichrichterschaltung mit 4 Dioden und ein großer Widerstand drin. In diesem Fall habe ich die neue Zuleitung natürlich nach dem Widerstand angeschlossen. Die notwendige Betriebsspannung kann entweder durch Spannungsmessung im richtig am Stromnetz angeschlossenen Sensor bestimmen oder man versucht die notwendige Spannung an dem im Innern verwendeten Relais abzulesen (in der Regel reicht eine Spannung zwischen 8V= und 16V= aus, damit das Relais zuverlässig schaltet)

Für den Lernzirkel ist es noch sinnvoll, ein modernes Infrarot-Thermometer zu beschaffen. Bei kleinem Etat bietet sich ein einfaches und billiges Stirnthermometer an, wer mehr Geld zur Verfügung hat, kann sich ein höherwertiges Infrarotthermometer anschaffen, das neuerdings sogar auf die jeweilige Oberflächenbeschaffenheit eingestellt werden kann. Einfachere Modelle liefern nur dann ein nachvollziehbares Ergebnis, wenn die Oberfläche eine definierte Struktur und Farbe besitzt.

## **6.7 Messwerterfassung, USB-Interface**

Für die Messwerterfassung gibt es viele verschiedene Möglichkeiten. Denkbar ist auch der Einsatz des Cassy-Systems von Leybold. Dieses hat jedoch den Nachteil, dass damit schlecht auf die Eingaben reagiert werden kann. Die Ausgabemöglichkeiten (z.B. Motoren





ein/ausschalten sind nicht so vielfältig). Außerdem ist hier immer der Einsatz einer Spannungsquelle notwendig, außer man benützt die einfacheren USB-Schülergeräte. Das USB-Interface ist für experimentierfreudige Personen viel variabler und für einen weitaus geringeren Preis zu beschaffen. (Conrad: 19 11 37-29, 46,11€, als Bausatz nur ca. 30€). Das Programm benötigt keine Installation, lediglich die benötigte DLL muss im gleichen Verzeichnis stehen, wie das selbst geschriebene Programm. Das Programm lässt sich auch jederzeit von CD starten und ist so an jedem beliebigen, mit einem USB-Anschluss ausgestatteten, Computer einsetzbar.

Nachteil bei diesem Gerät ist, dass das Interface im Prinzip eine offene Schaltung ist, bei der man im Extremfall auch mit irgendwelchen Kabeln an die Kontakte auf der Platine kommen kann. Man sollte also selbst noch ein Gehäuse mit allen benötigten Anschlüssen drum herum bauen. Aber so kann man sich das Interface seinen eigenen Wünschen entsprechen anpassen. Wer gerne lötet, kann versuchen, das Interface (z.B. bei ELV oder Conrad) im Bausatz bestellen und selber zusammenlöten (etwa 15€ günstiger).

Das NI-USB-6008 gibt es bei National-Instruments und kostet mit einfacher Messsoftware ca. 160€. Diese mitgelieferte Software zeigt sehr schnell Ergebnisse, es muss nichts programmiert werden, lediglich einige Einstellungen müssen getätigt werden.

Für komplexere Messaufgaben ist dann LabView nötig. Hier gibt es das German-High-School-Bundle, kostete im Jahr 2005 580€, kann aber auf allen Rechnern der Schule installiert werden und man bekommt noch 3 Jahre lang kostenlose Updates und Support. Und außerdem gibt es natürlich noch unendlich viele Erweiterungsmöglichkeiten

## **6.8 Lernpaket Elektronik 2006, Handbuch, Franzis - Verlag**

### **Inhalt der Box:**

- 10 Sekunden Record/Playbackmodul
- 9V-Block mit Anschlussdrähten
- Steckplatine
- 2 Piezoscheiben
- 1 LM358N
- 1 NE555P
- 2 Kondensatoren 100 Mikro-Farad
- 2 Kondensatoren 22 Mikro-Farad
- 2 Kondensatoren 10 Nano-Farad
- 2 npn-Transistor C547B
- 1 pnp-Transistor C557B1 LED rot
- 1 LED grün
- 4 Widerstände 1kOhm
- 4 Widerstände 10kOhm
- 4 Widerstände 100kOhm
- 4 Widerstände 1Mohm

### **Weiter werden benötigt:**

Abisolierzange und Draht für die Verbindungen, evtl. Lötstation oder LötKolben.

Erhältlich ist dieses Lernpaket bei ELV, Conrad, Pearl, Amazon, gelegentlich Kaufhof.

Preis ca. 50€.





## 7. Ergänzende Anmerkungen

Die hier gebauten Sensoren wurden in Kleingruppen (6-9 Schüler) erarbeitet und im Schuljahr 2007/2008 in der ersten NWT-Klasse mit 15 Schülerinnen und Schülern am Königin-Katharina-Stift im "normalen" Unterricht getestet. Die Schülerinnen und Schüler der achten Klasse hatten noch keine genauen Kenntnisse über Spannung, Widerstand, Potentiometer. Sie kannten lediglich die notwendigen Komponenten für einen Stromkreis und die elektrische Stromstärke. Spannung wurde im parallel dazu laufenden Unterricht gerade erst eingeführt, ansonsten kannten die Schüler die Spannung lediglich als Stärke des Antriebs im Stromkreis. Bei der Entwicklung des Tankfüllstandssensors musste deshalb eine Strommessung erfolgen. Auch bei dem Thermoschalter mit Relais bzw. Transistor musste die Schaltung stark vereinfachend erklärt werden, bzw. hier sind weitere zusätzliche und ausführliche Übungen zu Transistorschaltungen und vor allem Spannungsteilerschaltungen notwendig.

Der Tankfüllstandssensor bietet den Schülern viel Raum für eigene Ideen.

Beim Bau der Sensoren ist es wichtig, den Schülern von Beginn an einen festen Zeitrahmen vorzugeben (z.B. 4 Schulstunden) und auch auf die vorliegenden, begrenzten Baumaterialien hinzuweisen. Gegebenenfalls kann für gute Konzepte für die zweite Stunde noch zusätzliches Material z.B. von zu Hause beschafft werden.

