I.D.46

Elektrizitätslehre und Magnetismus

Sensoren und Transistoren im Alltag

Ein Beitrag von Benjamin Streit

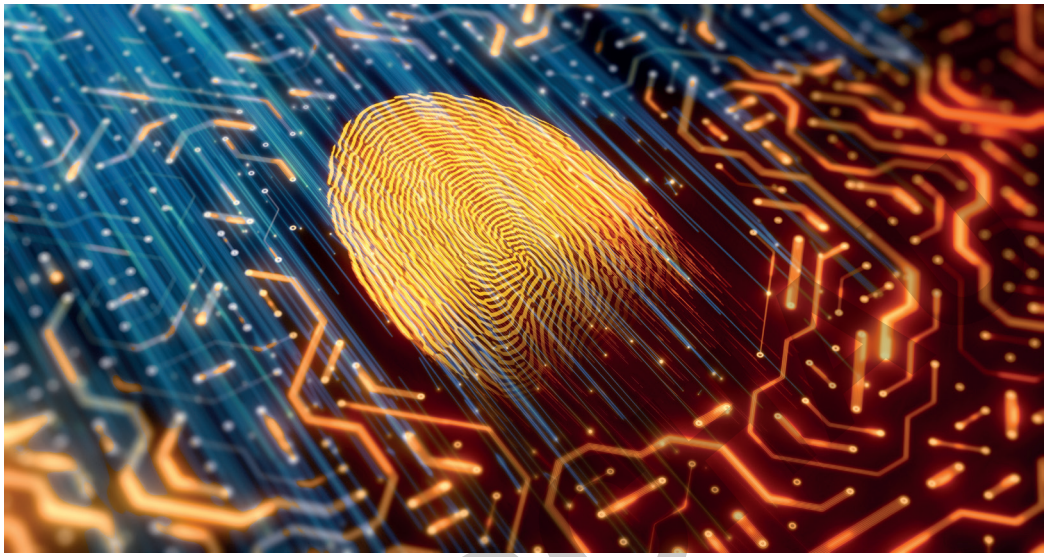


Foto: dem10/E+

© RAABE 2023

VORSC

Sensoren und Transistoren finden in den verschiedensten elektronischen Geräten unseres Alltags Verwendung. So finden sich Sensoren beispielsweise in Rauchmeldern, Waschmaschinen und Smartphones ebenso wie in Autos und Flugzeugen. Auch moderne Industrieanlagen sind ohne Sensoren heute kaum mehr vorstellbar. Mit der fortschreitenden Digitalisierung wird moderne Sensorik zur Voraussetzung von Automatisierungsprozessen. Doch wie funktionieren Sensoren und wie werden sie eingesetzt? In dieser Unterrichtseinheit erarbeiten sich die Schülerinnen und Schüler die physikalischen Grundlagen zu Sensoren und Transistoren. Mithilfe von Experimenten vertiefen und hinterfragen sie die Funktionsweise von technischen Alltagsgegenständen.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	7–10
Dauer:	9 Unterrichtsstunden (Minimalplan: 5 Stunden)
Kompetenzen:	Die Schülerinnen und Schüler beschreiben die Funktionsweise von Sensoren und unterscheiden verschiedene Arten von Sensoren. Sie beschreiben Aufbau und Funktionsweise von Transistoren. Sie zeichnen einfache Schaltpläne, planen eigene Versuche und erstellen Versuchsprotokolle.
Thematische Bereiche:	Elektrotechnik, Sensoren, Transistoren, Funktion von elektronischen Alltagsgegenständen, digitales Thermometer, Rauchmelder
Medien:	Texte, Diagramme, Grafiken, Internet, Videos

netzwerk lernen

zur Vollversion

Unsere Sinnesorgane – menschliche Sensoren

M 1a

© DrAfter123/DigitalVision Vectors

© RAABE 2023

Beispiele für Sensoren in der Technik

M 2a

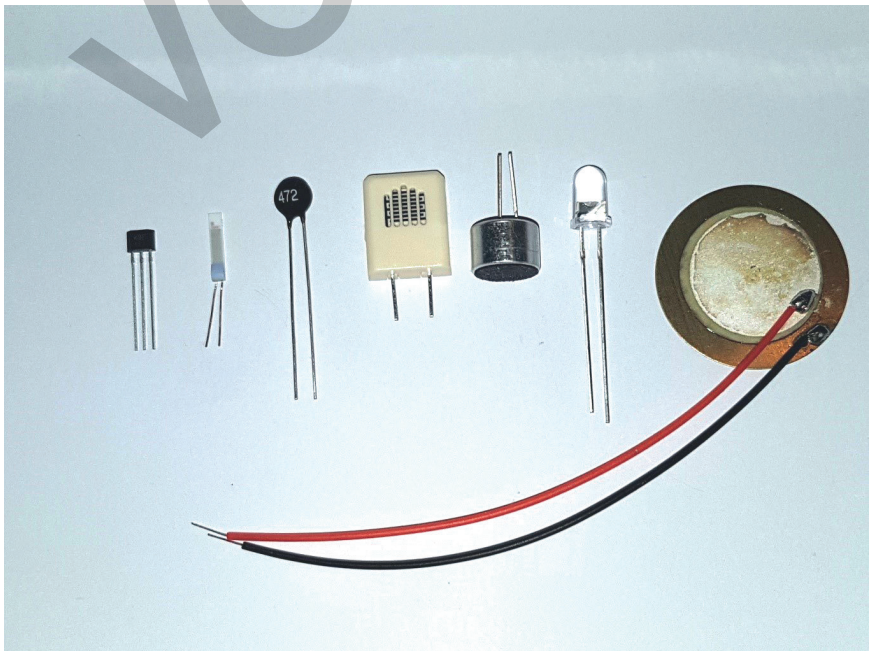


Foto: Benjamin Streit

VORSCHAU

netzwerk lernen

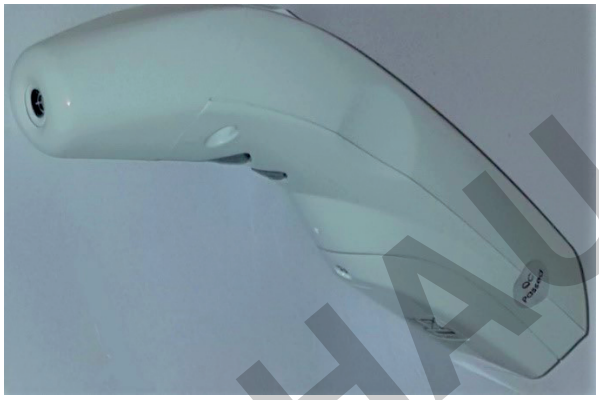
zur Vollversion

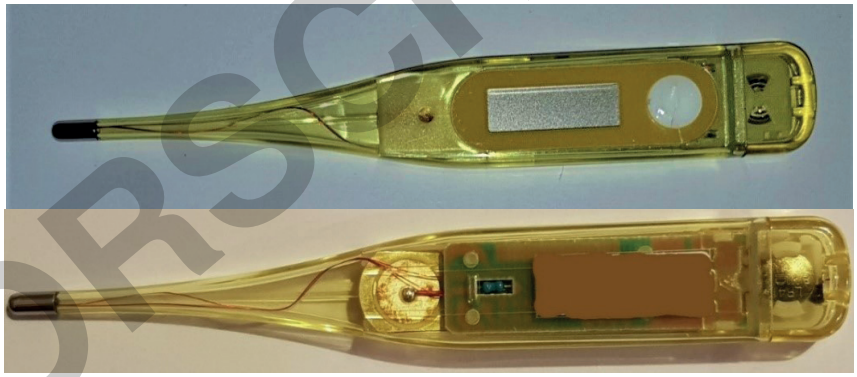
M 4 Das digitale Fieberthermometer

Wenn man krank ist, ist es sehr wichtig zu wissen, ob man Fieber hat und wie hoch dieses ist. Denn während ein leichtes Fieber die Heilung der Krankheit beschleunigen kann, kann sehr hohes Fieber lebensbedrohlich werden. Neben den analogen Thermometern mit Quecksilber oder gefärbtem Alkohol als Temperaturanzeige gibt es zwei unterschiedliche Arten digitaler Fieberthermometer, die sich nicht nur technisch, sondern auch in der Anwendung unterscheiden.

Aufgaben

1. Beschreibt die folgenden Fotos und beschriftet die erkennbaren elektronischen Bauteile.





Fotos: Benjamin Streit

2. Recherchiert im Internet, wie diese beiden Typen von Fieberthermometer funktionieren.
3. Formuliert zu der Forschungsfrage „Können Thermometer mit unterschiedlichen Sensoren und Messverfahren dasselbe genaue Ergebnis liefern?“ eine Vermutung. Erstellt einen Versuchsaufbau, um die Vermutung zu überprüfen, und führt den entsprechenden Versuch durch.
4. Protokolliert die Messergebnisse des Versuches. Bildet anschließend Mittelwerte zu den gemessenen Temperaturen.
   Tipp: Nutzt bei Bedarf die am Pult ausliegenden Tippkarte 1 zur Erstellung eines Versuchsprotokolls und Tippkarte 2 zur Berechnung des Mittelwerts.
5. Fasst die Vor- und Nachteile der beiden Thermometertypen tabellarisch zusammen.

VORSCHAU

© RAABE 2023

netzwerk lernen

zur Vollversion

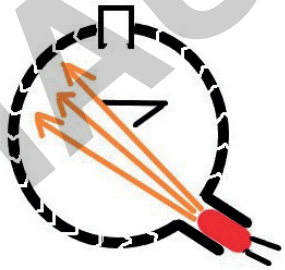
Rauchmelder können Leben retten

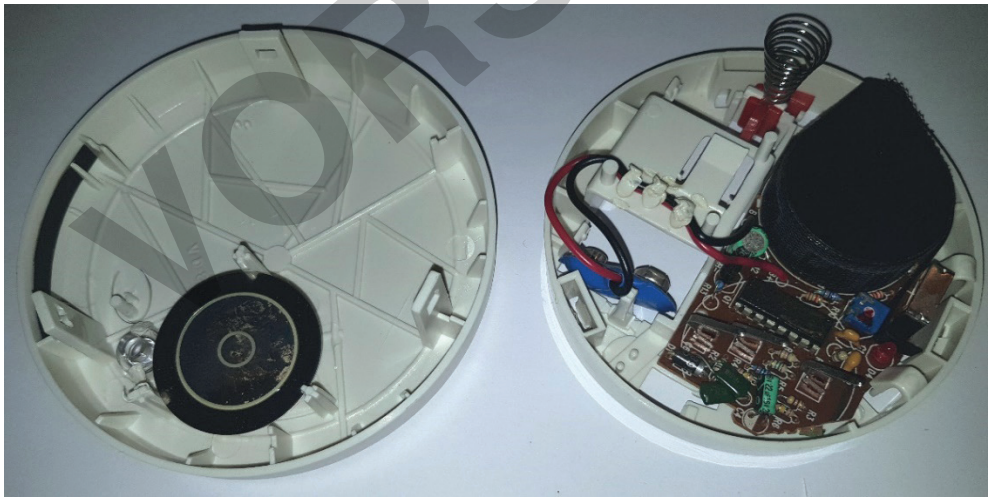
M 6

Wenn es irgendwo in einem Haus brennt, ist das nicht nur aufgrund der entstehenden Hitze und Zerstörung gefährlich, sondern auch, weil bei einem Brand Gase entstehen, die für Menschen und Tiere gesundheitsschädlich und im schlimmsten Fall sogar tödlich sind. Damit man diesen Gasen auch nachts, wenn man sie im Schlaf nicht bemerken würde, nicht schutzlos ausgeliefert ist, ist es seit einiger Zeit Pflicht, in jedem Haus und jeder Wohnung Rauchmelder zu installieren. Sie registrieren, wenn im Haus Rauch entsteht und warnen mit einem sehr lauten Signalton vor der Gefahr.

Aufgaben

1. Lest den Text und überlegt, wo Rauchmelder überall zu finden sind.
2. Recherchiert im Internet, welche Arten von Rauchmeldern es für Privathaushalte gibt und wie sie funktionieren.
3. Vergleicht die unterschiedlichen Typen von Rauchmeldern.
4. Erklärt anhand der folgenden Abbildungen, wie ein foto-optischer Rauchmelder funktioniert und welche Komponenten wo zu sehen sind.





Fotos und Skizze: Benjamin Streit

5. Recherchiert im Internet, wo und wie viele Rauchmelder in einem Haus bzw. einer Wohnung angebracht sein müssen.
6. Sucht in eurer Schule Rauchmelder und feuertechnische Schutzmechanismen.

© RAABE 2023

VORSCHAU

netzwerk lernen
zur Vollversion

M 7 Der Transistor – ein elektronisches Schaltelement

Die Ströme, die durch Sensoren fließen, sind sehr klein und liegen oft im Bereich von wenigen tausendstel Ampere. Die Änderungen dieser Ströme, wenn diese Sensoren etwas registrieren, sind noch kleiner. Damit man diese kleinen Stromänderungen messen kann, muss man sie entweder verstärken oder dafür sorgen, dass sie eine Art Schalter betätigen. Elektronische Bauteile, die hierbei eine Rolle spielen, sind die sogenannten Transistoren.

Aufgabe 1
Lies den Text und betrachte das folgende Foto. Welche Forschungsfrage ergibt sich daraus?

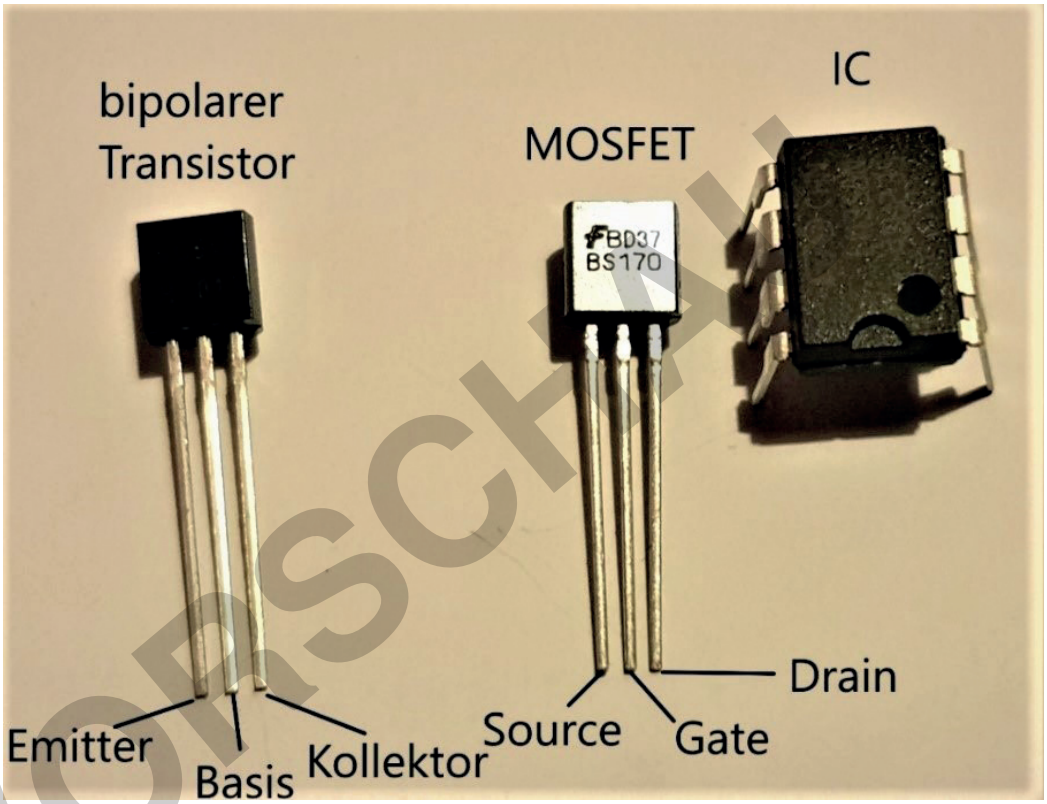


Foto: Benjamin Streit

VORSCHAU

© RAABE 2023

Aufgabe 2
Recherchiert im Internet, wie die im Bild dargestellten Transistoren aufgebaut sind und wie sie funktionieren.

netzwerk lernen
zur Vollversion

M 8 Sensoren und Transistoren – Teste dein Wissen!

Aufgabe 1

Erkläre, was Sensoren sind. **Gib** drei Beispiele für Sensoren **an** und **beschreibe**, in welchen Geräten und für welche physikalische Messgröße sie Einsatz finden.

Aufgabe 2

Erkläre, was Sensoren sind. **Gib** drei Beispiele für Sensoren **an** und **beschreibe**, in welchen Geräten und für welche physikalische Messgröße sie Einsatz finden.

Aufgabe 3

Berechne den Mittelwert für folgende Temperaturmessergebnisse:

$T_1 = 37{,}4\,°C$, $T_2 = 37{,}5\,°C$, $T_3 = 37{,}2\,°C$, $T_4 = 37{,}6\,°C$, $T_5 = 37{,}1\,°C$

VORSCHAU

© RAABE 2023

netzwerk lernen

zur Vollversion

anderen Wahrnehmungen der Pflanze. Sie sind nicht in einem fest zu lokalisierenden Organ wie bei Menschen und Tier verortet, sondern die Rezeptorzellen sind über große Teile der Pflanze verteilt. Sehr ausführliche und aktuelle Forschungsergebnisse zu diesem Thema findet man zum Beispiel auf der Seite des Botanischen Instituts der Universität Bonn.

Aufgabe 6
In dem Bericht der Schülerinnen und Schüler sollte stehen, dass sie beobachtet haben, wie sich bei Verdunkelung durch Wolken oder abends Blüten schließen und wie sich morgens oder bei aufklarendem Wetter die Blütenkelche wieder öffnen. Sie könnten auch notiert haben, dass eine Sonnenblume ihren Kopf während eines Tages immer der Sonne zuwendet.

Erläuterung (M 2)

Ziel der zweiten Hälfte der ersten Doppelstunde ist es, die Schülerinnen und Schüler auf die Sensoren an technischen Geräten aufmerksam zu machen. Dabei wird eine Überleitung von den Sinnesorganen als menschliche Sensoren hin zu technischen Sensoren unternommen. Die Aufgaben können in Partnerarbeit erledigt werden. Falls zu Aufgabe 2 niemand herausfindet, welche Sensoren in einem Smartphone stecken, können die Schülerinnen und Schüler, wie im **Tipp** vermerkt, nach einer kostenlosen, werbefreien App suchen, die ihnen Zugang zu den Daten der Sensoren ihres Smartphones verschafft. Hier empfiehlt sich zum Beispiel die App *phyphox* der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen (https://phyphox.org/de/home-de/). Sollte Ihnen mehr Zeit zur Verfügung stehen, kann die App auch für den experimentellen Einsatz genutzt werden, indem die Sensoren des Smartphones zur Ergründung physikalischer Gesetzmäßigkeiten, wie dem freien Fall, herangezogen werden. Beispiele für derartige Experimente können Sie der Homepage entnehmen (https://phyphox.org/de/experimente/). Für Aufgabe 3 wird das Bild von M 2a projiziert. Bei Aufgabe 4 arbeiten die Tandems im Team, wobei ein Partner den ersten und ein Partner den zweiten Rechercheauftrag übernimmt.
Tragen Sie den Schülerinnen und Schülern als Hausaufgabe auf, dass sie in der nächsten Unterrichtsstunde – falls vorhanden und möglich – ein (digitales) Fieberthermometer mitbringen sollen.

VORSCHAU

© RAABE 2023

Lösungen (M 2)

Aufgabe 1
Kameras imitieren unsere Augen, Mikrofone unsere Ohren, Temperatur-Sensoren, Touch-Bedienfelder und Tastaturen unseren Tastsinn.

Aufgabe 2
Mögliche Sensoren des Smartphones können u. a. sein:

- Fingerabdrucksensor (biometrischer Sensor)
- drei Beschleunigungssensoren (für jede Raumrichtung einen)
- ein Gyroskop (Sensor, der die Drehung des Smartphones messen kann)
- ein Beleuchtungssensor
- ein Barometer (als Ergänzung des GPS-Systems zur Höhenbestimmung in Gebäuden auf einen Meter genau; in den meisten hochwertigen Smartphones)
- ein Magnetometer

Foto: Wang Yukun/Moment

netzwerk lernen
zur Vollversion

- ein GPS-Sensor
- mindestens ein Mikrofon
- mindestens zwei Sensoren der Digitalkameras (in der Regel CMOS-Sensoren)

Aufgabe 3

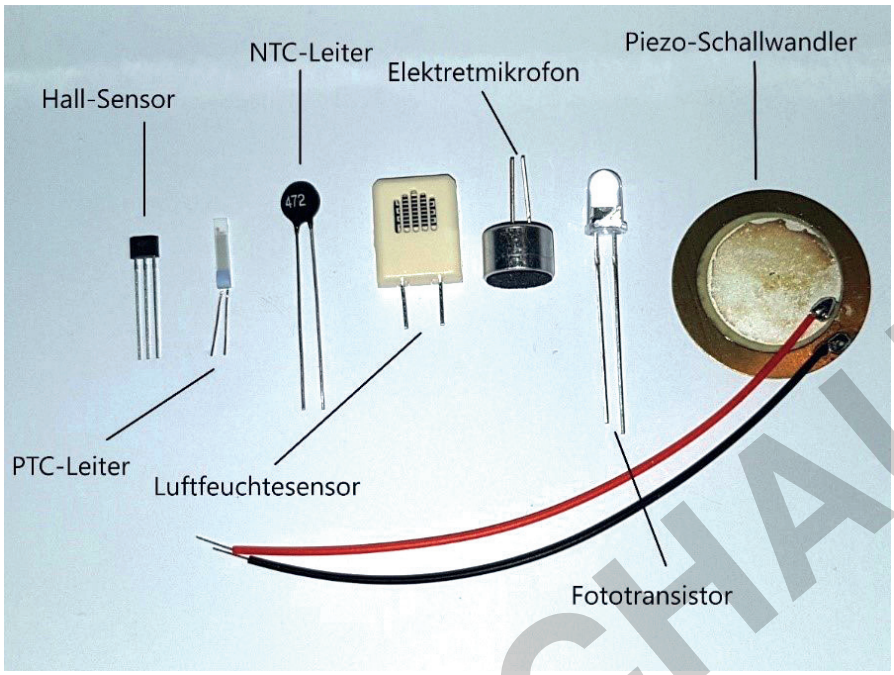


Foto: Benjamin Streit

Der Hall-Sensor dient zum Messen von Magnetfeldern, der NTC- und der PTC-Leiter dienen dem Messen von Temperaturen, das Elektretmikrofon und der Piezo-Schallwandler nehmen Geräusche auf, der Luftfeuchtesensor wird für Hygrometer verwendet und der Fototransistor dient der zur Lichtmessung (eine Fotodiode sieht genauso aus).

Aufgabe 4a

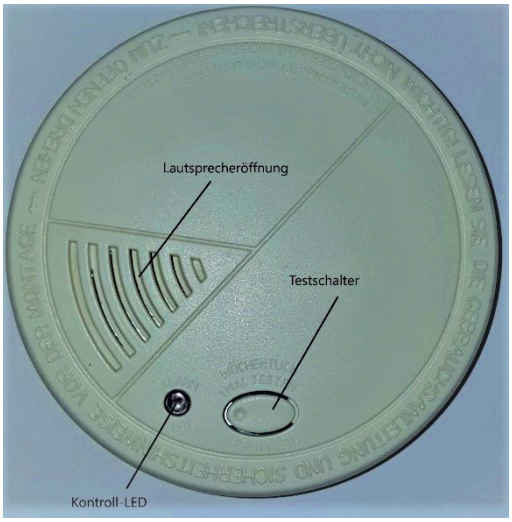
Zum Messen einer Temperatur braucht man als Sensor ein Bauteil, das seine Eigenschaften in Abhängigkeit der Temperatur ändert. Hierfür kann man die Temperaturabhängigkeit der Leitfähigkeit nutzen. Halbleiter leiten umso besser, je heißer sie sind, Metalle leiten umso schlechter je heißer sie sind. Daher spricht man bei Metallen auch von Kaltleitern und bei Halbleitern von Heißleitern.
Erklären kann man dieses unterschiedliche Temperaturverhalten mit den Vorgängen auf atomarer Ebene. In Metallen ist die Anzahl der Ladungsträger konstant, da alle Valenzelektronen der Metall-atome das sogenannte Elektronengas bilden, das sich frei durch das Gitter der Ionenrümpfe bewegt. Mit steigender Temperatur schwingen die Ionenrümpfe stärker, versperren somit den Weg der Elektronen, wodurch deren Beweglichkeit abnimmt. In Halbleitern gilt für die Beweglichkeit der Elektronen dasselbe, hier gibt es jedoch einen weiteren Effekt bei steigender Temperatur, der die Leitfähigkeit weitaus stärker beeinflusst. In Halbleitern ist die Anzahl der Ladungsträger temperaturabhängig, da Energie notwendig ist, um sie aus ihrem gebundenen Zustand in einen beweglichen Zustand anzuheben. Bei höherer Temperatur sorgt also die thermische Energie für eine höhere Anzahl an Ladungsträgern und somit eine höhere Leitfähigkeit.
Zur Temperaturmessung kann man also die Änderung des Widerstands messen.

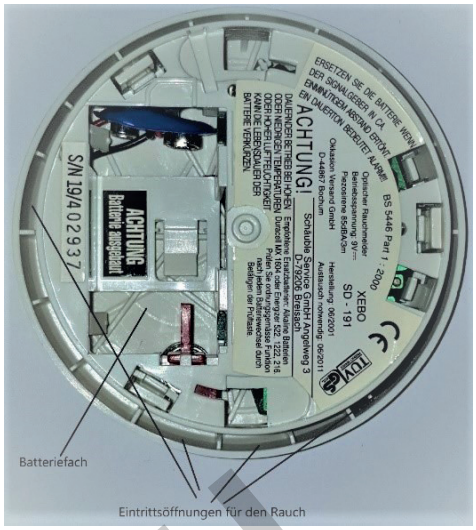
© RAABE 2023

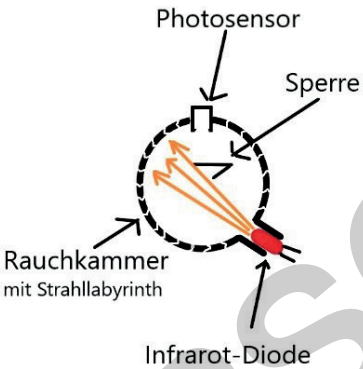
VORSCHAU

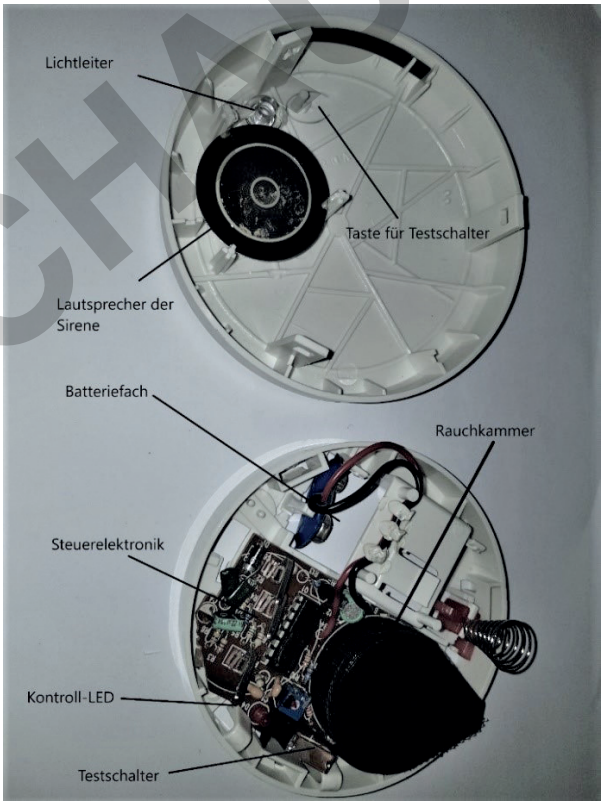
netzwerk lernen
zur Vollversion

Aufgabe 4









Fotos: Benjamin Streit

Aufgabe 5

In der Regel müssen Rauchmelder in Schlafzimmern, Kinderzimmern und in als Fluchtwege dienenden Fluren einer Wohnung angebracht werden.

Erläuterung (M 7)

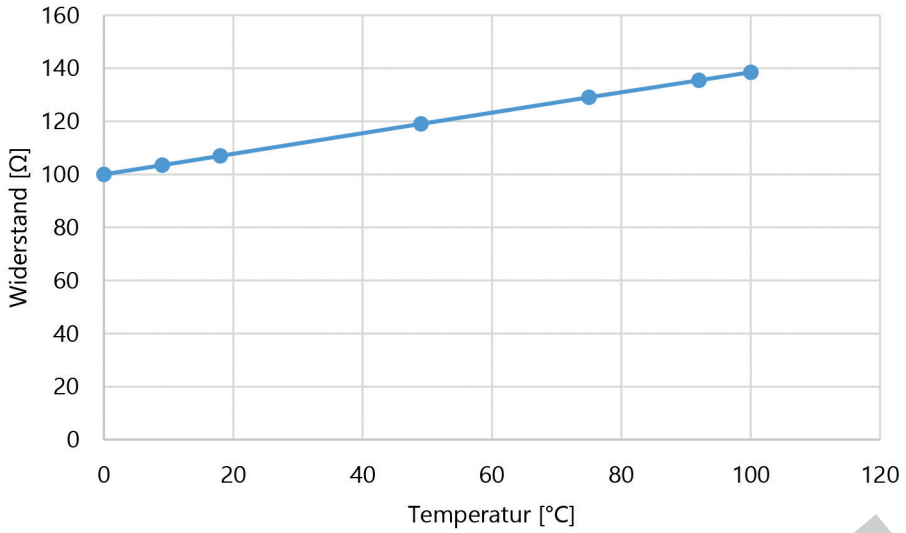
Ziel dieser Unterrichtseinheit ist es einen ersten Einblick in die Technik der Transistoren zu erhalten. Dieser Einstieg muss vom Lehrer etwas mehr begleitet werden als die anderen Einheiten dieser

VORSCHAU

© RAABE 2023

netzwerk lernen

zur Vollversion



Skizze: Benjamin Streit

Aufgabe 6

Hier genügt eine grobe Skizze ähnlich der in **M 6**, in der die wichtigen Bestandteile Infrarot-/Laserdiode, Photozelle/-diode und Rauchkammer vorkommen.

Ein foto-optischer Rauchwarnmelder hat im Inneren eine Rauchkammer, die so gebaut ist, dass von außen kein direktes Licht auf einen in der Seitenwand der Kammer installierten lichtempfindlichen Sensor (Photozelle oder Photodiode) fallen kann. Ebenfalls in der Wand der Kammer ist eine Diode eingebaut, die einen Infrarotstrahl oder Laserstrahl aussendet, der, solange sich nur normale rauchfreie Luft in der Kammer befindet, gerade an der gegenüberliegenden Wand auftrifft und den Sensor nicht beleuchtet, der versetzt angeordnet ist. Sobald eine ausreichende Konzentration an Rauchpartikeln in die Kammer eintritt, wird dieser Lichtstrahl durch die Rauchpartikel gebrochen und gestreut, sodass die Strahlen des gestreuten Infrarotsignals auf den Sensor treffen. Dadurch wird der Alarm ausgelöst.

© RAABE 2023

VORSCHAU

netzwerk lernen
zur Vollversion