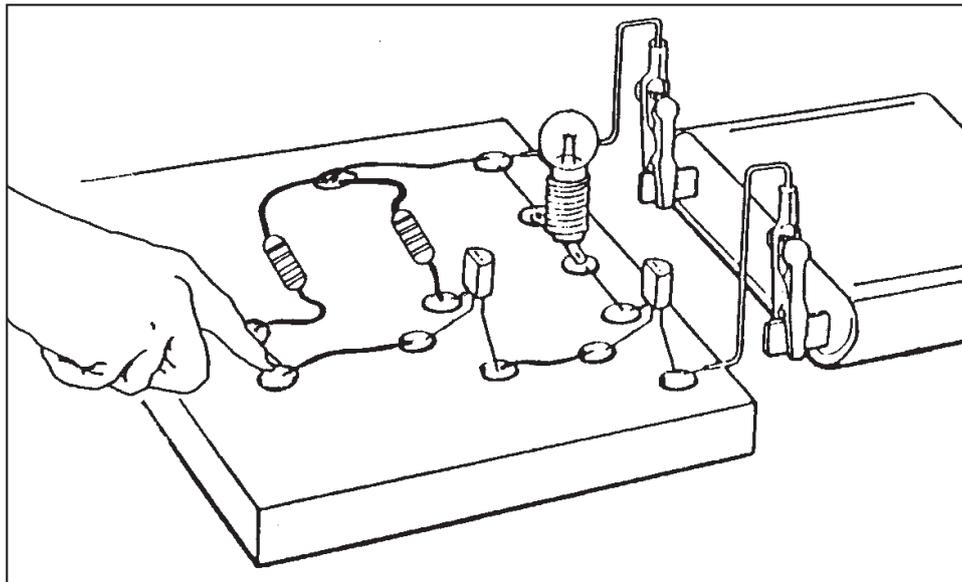


# OPITEC

## 1 1 0 . 2 6 8

### Lernprogramm Teil 6 "Sensorik"



**Hinweis:**

Aus fertigungstechnischen Gründen kann die Kontaktfahne im Inneren der Fassung zu weit abstehen. Deshalb vor dem Eindrehen einer Lampe die Fahne mit einem Schraubendreher o. ä. nach unten drücken.

**Hinweis**

Bei den OPITEC Werkpackungen handelt es sich nach Fertigstellung nicht um Artikel mit Spielzeugcharakter allgemein handelsüblicher Art, sondern um Lehr- und Lernmittel als Unterstützung der pädagogischen Arbeit. Dieser Bausatz darf von Kindern und Jugendlichen nur unter Anleitung und Aufsicht von sachkundigen Erwachsenen gebaut und betrieben werden. Für Kinder unter 36 Monaten nicht geeignet. Erststickungsgefahr!

**Inhalt:**

- Feuchtigkeits-Sensor
- Berührungs-Sensor
- Zeit-Sensor
- Licht-Sensor
- Wärme-Sensor

## STÜCKLISTE

1 Widerstand 1,8 kOhm	1 Widerstand 2,2 kOhm
1 Widerstand 6,8 kOhm	1 Trimmer 10 kOhm
1 Heißleiter 4,7 kOhm	1 Fotowiderstand
2 Transistoren BC 548/547	1 Kondensator 1000 µF
1 Glühlampe 3,8 V/0,07 A	1 Fassung E 10
1 Federbronzestreifen 50 mm lang	10 Reißnägeln
1 Sperrholzplatte 8 x 70-80 x 80	1 Meßstrippe mit Krokoklemme
	1 Schaltdraht 500 mm

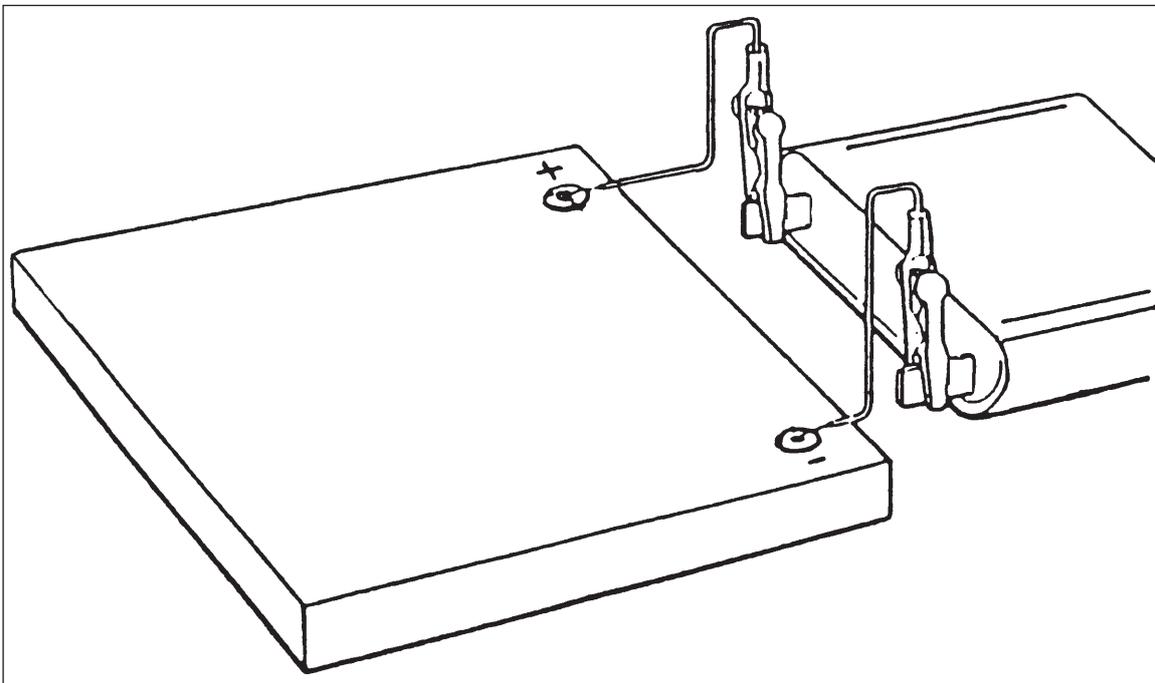
### Was ist SENSORIK

Mit SENSORIK kann man die Technik (Sensortechnik) umschreiben, bei der mit Hilfe von SENSOREN physikalische Größen erfaßt und ausgewertet werden können. Solche SENSOREN (Fühler) reagieren auf Flüssigkeiten, Gase, Licht, Wärme und andere sensorisch wahrnehmbare Stoffe.

Mit diesem Lernprogramm werden die wichtigsten sensortechnischen Vorgänge theoretisch und praktisch kennengelernt. Gleichzeitig wird an Beispielen die Verwendung einer Schaltung in der realen Technik aufgezeigt.

### **Aufbau:**

Der Aufbau der Schaltungen erfolgt auf dem Sperrholzbrettchen. Hierzu werden Reißnägeln nach der jeweiligen Zeichnung in das Brettchen gedrückt und die Bauteile aufgelötet. Der Anschluß an die Batterie erfolgt mit den beiden Krokoklemmen.



### **Hinweise für alle Schaltungen in diesem Lernprogramm:**

Bei allen Schaltungen kann das Lämpchen durch ein Relais (N° 214.016) ersetzt werden. So können andere Verbraucher angeschlossen werden.

Es muß jedoch dem Relais eine Universaldiode in Sperrrichtung parallel zugeschaltet werden. Diese "Schutzdiode" schützt den Transistor beim Ausschalten vor Zerstörung.

# Der Flüssigkeits - Sensor

## WASSER MARSCH - ELEKTRONEN PASSEN AUF

### Hinweise zum Aufbau der Schaltung:

Zunächst werden nach der Zeichnung Reißnägeln in das Sperrholzbrettchen gedrückt.

Mit Hilfe der Zeichnung werden die benötigten Bauteile identifiziert und aufgelötet.

Achte auf die richtige Polung des Transistors!

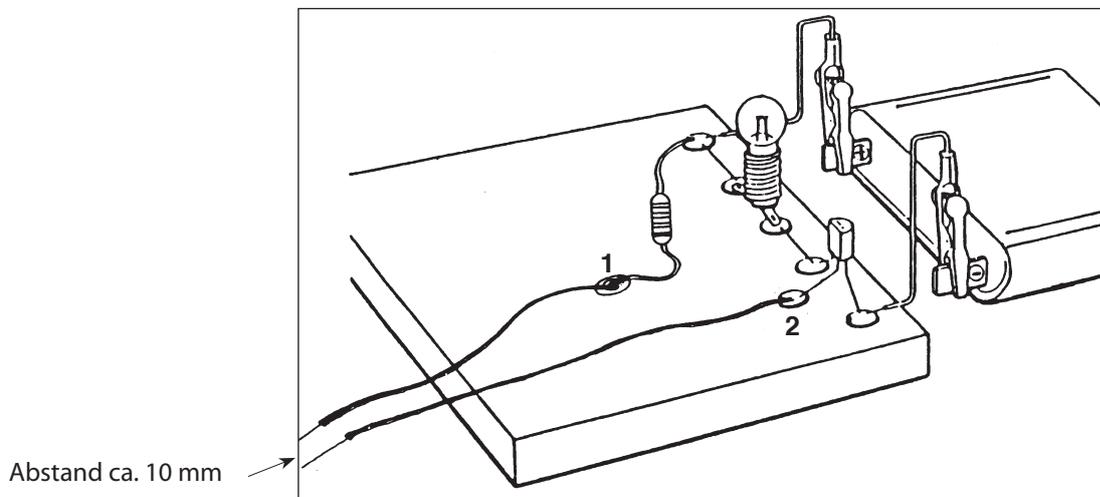
Die an die Kontakte 1 und 2 angeschlossenen Drähte werden als SENSOR für Flüssigkeiten (normales Wasser oder Säure) benutzt. Der Abstand beider Drahtenden sollte dabei nicht weiter als 10 mm sein.



Transistor BC 548 (oder ähnlich)  
Beim Aufbau zeigt die abgeflachte Seite nach links



Widerstand 1,8 kOhm (braun, grau, rot)



### Wie die Schaltung funktioniert

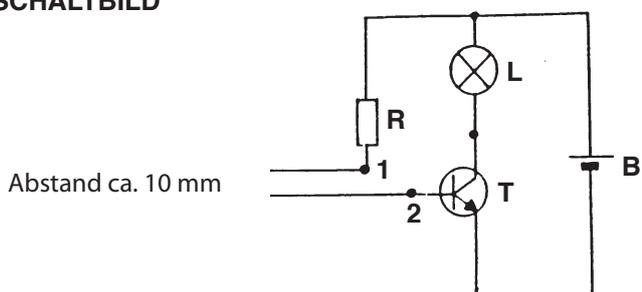
Wenn die Batteriespannung (bis 6 V) angelegt wird, dann haben wir am Sensordraht ein positives Potential von ca. 0,8 V anliegen. Der Basiswiderstand verursacht den Spannungsabfall. Diese Spannung läßt einen geringen Strom (ca. 2 mA) fließen. Wird nun Draht 1 mit Draht 2 in Kontakt gebracht, so steuert der Transistor durch und die Lampe leuchtet.

Die Schaltung soll aber als SENSOR für leitende Flüssigkeiten dienen. Dazu müssen die Drähte 1 und 2 in eine leitende Flüssigkeit (normales Wasser, Säure) gehalten werden, wobei der Abstand der Drahtenden ca. 10 mm nicht überschreiten darf.

Der Basisstrom wird dann durch die Flüssigkeit fließen und aufgrund ihres Eigenwiderstandes abgeschwächt werden, so daß die Lampe schwächer leuchtet. Ohne Basiswiderstand würde die Lampe heller leuchten, doch bei versehentlicher Berührung der Sensordrähte würde der Transistor zerstört. Der Basiswiderstand ist also in diesem Fall ein Schutzwiderstand.

Bei Ausbau zu einer DARLINGTON-Schaltung (siehe Sensortaste) wird die Empfindlichkeit gegenüber leitenden Flüssigkeiten erheblich erhöht.

### SCHALTBILD



L = Lampe 3,8 V / 0,07 A

T = Transistor BC 548/547

R = Widerstand 1,8 KOhm

B = Batterie 4,5 Volt

## Anwendung der Schaltung in der Technik

Solche Schaltungen werden in der Technik als SENSOR bei Überwachungen von Flüssigkeitspegeln eingesetzt. Damit kann das Ansteigen, Absinken oder Vorhandensein einer Flüssigkeit überwacht werden (z.B. das automatische Einschalten einer Pumpe bei Wassereinbruch, oder das Abstellen des Wassers, falls der Schlauch einer Waschmaschine platzen sollte).

Man kann die Schaltung als Füllstandsanzeige einer Badewanne nutzen oder die Feuchtigkeit eines Blumentopfes damit überwachen.

Du hast dich sicherlich schon gefragt, weshalb in der Schaltung überhaupt ein Transistor verwendet wird. Könnte man das Lämpchen nicht direkt mit den Sensordrähten anschließen?

Probiere es aus!

Der Widerstand der Flüssigkeit ist so hoch, daß das Lämpchen nicht leuchten kann.

Der Transistor dient hier als Stromverstärker. Der schwache Basisstrom schaltet einen starken Kollektorstrom, der das Lämpchen zum Leuchten bringt.

## Erweiterter Flüssigkeits-SENSOR

### Hinweise zum Aufbau der Schaltung:

Zunächst werden nach der Zeichnung Reißnägel in das Sperrholzbrettchen gedrückt.

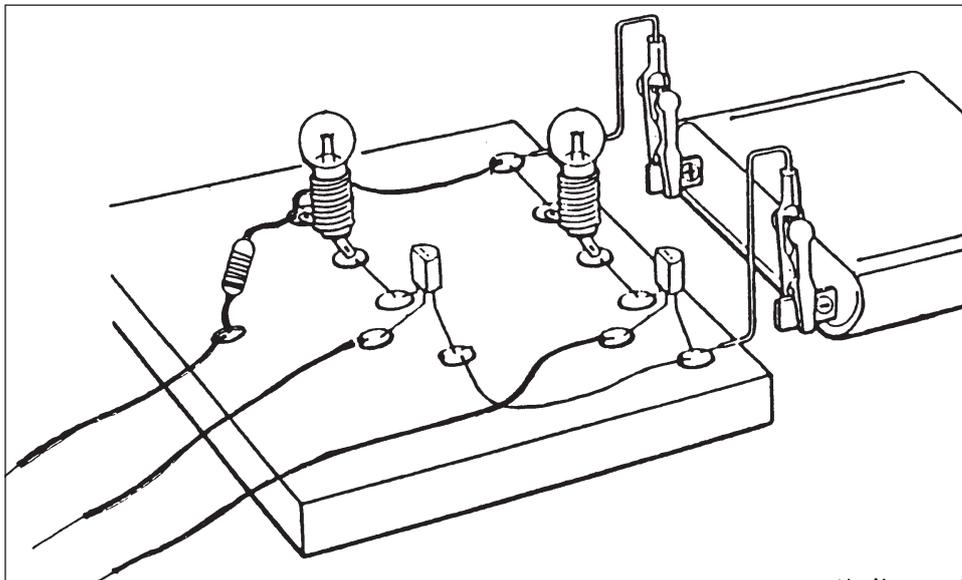
Mit Hilfe der Zeichnung werden die benötigten Bauteile identifiziert und aufgelötet.

Achte auf die richtige Polung des Transistors!

Im Prinzip ist diese Schaltung eine doppelte Ausführung der vorherigen Schaltung.

Allerdings hast du hier den Vorteil, daß dir zwei Zustände angezeigt werden.

Ein Lämpchen zeigt dir das Erreichen eines bestimmten Flüssigkeitspegels an, das andere das Absinken auf einen bestimmten Pegel. Weitere Anzeigen wären z. B. ein voller oder leerer Behälter.



Das zweite Lämpchen ist nicht im Lernprogramm enthalten und muß extra besorgt werden (N° 202.031).

# Der Berührungs - Sensor

## FINGER DRAUF - ELEKTRONEN LASSEN SICH NICHT STOPPEN

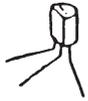
### Hinweise zum Aufbau der Schaltung:

Zunächst werden nach der Zeichnung Reißnägel in das Sperrholzbrettchen gedrückt.

Mit Hilfe der Zeichnung werden die benötigten Bauteile identifiziert und aufgelötet.

Achte auf die richtige Polung des Transistors!

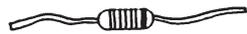
Die Reißnägel 1 und 2 dienen als SENSOR. Ihr Abstand sollte nicht weiter als die Breite einer Fingerkuppe sein.



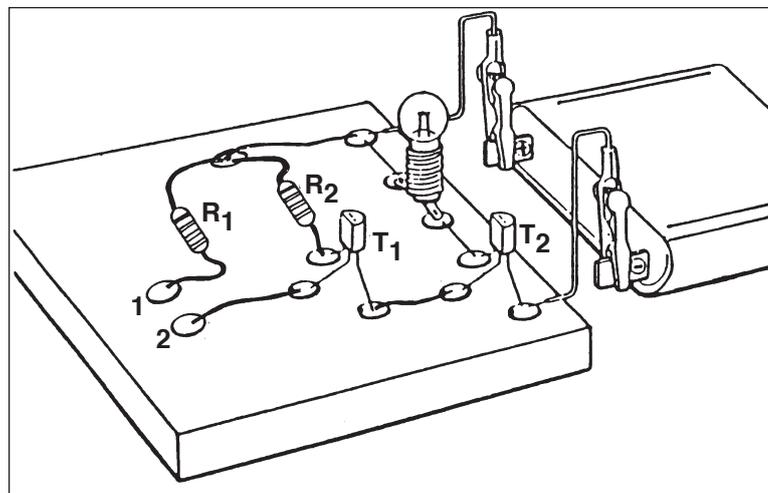
Transistor BC 548 (oder ähnlich)  
Beim Aufbau zeigt die abgeflachte Seite nach links



Widerstand R<sub>1</sub> 1,8 KOhm (braun, grau, rot)



Widerstand R<sub>2</sub> 6,8 KOhm (blau, grau, rot)



### Wie die Schaltung funktioniert

Bei dieser Schaltung soll das Auflegen einer Fingerkuppe auf die Sensorfläche (Reißnägel 1 und 2) das Lämpchen einschalten.

Der Hautwiderstand einer trockenen Fingerkuppe ist so groß, daß nur ein sehr geringer Strom fließen kann. Dieser geringe Strom wird die einfache Schaltung des vorher gebauten Feuchtigkeits-Sensors nicht durchschalten können. Wir müssen also eine Schaltung mit sehr hoher Verstärkung verwenden.

Wir haben diese Schaltung mit zwei Transistoren aufgebaut. Die Art und Weise in welcher beide Transistoren geschaltet sind, nennt man DARLINGTON-Schaltung.

Bei der DARLINGTON-Schaltung fließt der Emitterstrom des ersten Transistors als Basisstrom durch den zweiten Transistor.

Jeder einzelne Transistor verstärkt den Strom, er hat z. B. einen Stromverstärkungsfaktor von  $\beta = 80$ . Bei der DARLINGTON-Schaltung wird der Verstärkungsfaktor der beiden Transistoren nun nicht einfach addiert, sondern multipliziert. Es ergibt sich ein wesentlich höherer Faktor gegenüber den Einzelschaltungen:

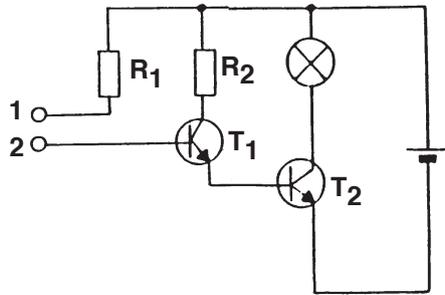
$$\beta_{\text{ges}} = \beta_1 \times \beta_2 \quad (80 \times 80 = 6400)$$

### Nun zur Schaltung:

Wenn bei angelegter Batteriespannung (bis 6 V) eine Fingerkuppe auf den Sensor gelegt wird, dann fließt ein Basisstrom über R<sub>1</sub> und die Fingerkuppe in den T<sub>1</sub>. Dieser schaltet durch und läßt seinen Kollektorstrom als Basisstrom in den T<sub>2</sub> fließen. Der Widerstand R<sub>2</sub> dient dabei zur Begrenzung des Basisstroms von T<sub>2</sub>.

Transistor T<sub>2</sub> schaltet durch und das Lämpchen leuchtet. Nur weil sich die Stromverstärkung beider Transistoren multipliziert, kann der geringe Stromfluß durch die Fingerkuppe überhaupt zur Anzeige verwendet werden.

## SCHALTBILD



T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub> Transistoren BC 548/547

R<sub>1</sub> = 1,8 kOhm

R<sub>2</sub> = 6,8 kOhm

## Anwendung der Schaltung in der Technik

Solche Sensor-Schaltungen, bei denen das bloße Auflegen eines Fingers genügt um einen Schaltvorgang auszulösen, findet man bei vielen Geräten der Unterhaltungs-Elektronik.

Bei Fernsehgeräten genügt ein einfaches Auflegen des Fingers und schon wird das Programm umgeschaltet, Fernbedienungen sind ebenfalls so konzipiert. Auch in den Geräten, die von Behinderten benutzt werden, findet man solche Sensor-Schaltungen.

Überall dort, wo ohne Kraftaufwand und mit hohem Komfort elektronische Geräte bedient werden sollen, sind Sensor-Schaltungen eingebaut.

## Der Zeit - Sensor

### EILE MIT WEILE - ELEKTRONEN SIND DOCH SCHNELLER

#### Hinweise zum Aufbau der Schaltung:

Zunächst werden nach der Zeichnung Reißnägeln in das Sperrholzbrettchen gedrückt.

Mit Hilfe der Zeichnung werden die benötigten Bauteile identifiziert und aufgelötet.

Achte auf die richtige Polung des Transistors!

Achte auf die richtige Polung des Kondensators!

Zum Aufbau des Tasters verwendet man den Federbronzestreifen, er wird auf einen Reißnagel gelötet und steht mit dem anderen Ende über einen zweiten Reißnagel, ohne ihn zu berühren.

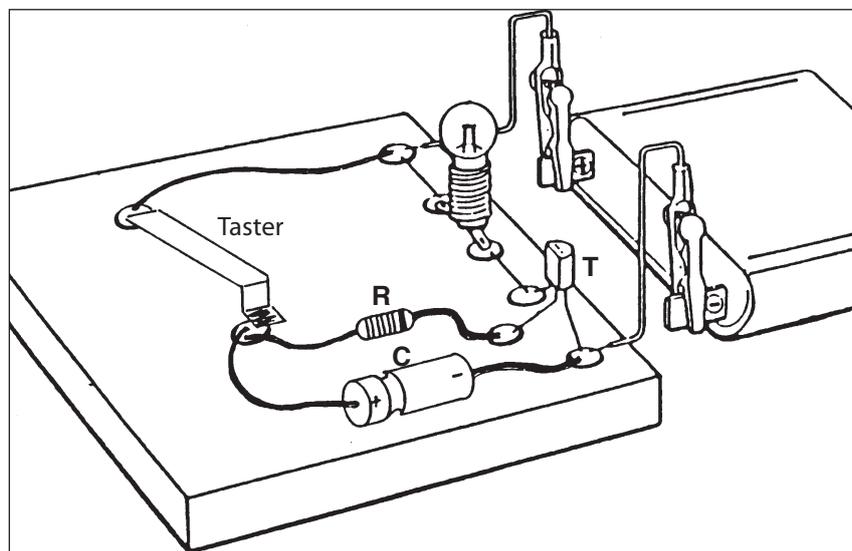
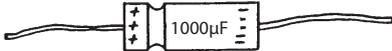
Zum Tasten wird er einfach heruntergedrückt, danach federt er von selbst zurück und der Kontakt ist wieder unterbrochen.



Widerstand 1,8 kOhm (braun, grau, rot)



Kondensator 1000 µF  
(beide Bauformen möglich, achte auf die Polarität)



## Wie die Schaltung funktioniert

Die Batteriespannung (bis 6 V) wird angelegt, die Lampe leuchtet nicht.

Wird nun der Taster gedrückt, so fließt über den Widerstand ein Basisstrom in den Transistor, er schaltet durch und die Lampe leuchtet.

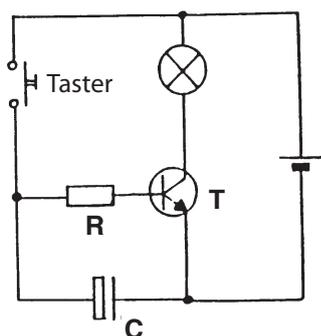
Gleichzeitig lädt sich der Kondensator schlagartig auf. Nach dem Loslassen des Tasters leuchtet die Lampe weiter.  
Warum?

Der aufgeladene Kondensator entlädt sich jetzt über den Widerstand und Basis-Emitterstrecke des Transistors. Mit dem Entladen sinkt der Strom ab und die Lampe leuchtet immer schwächer, bis der Transistor nicht mehr durchschaltet, die Lampe erlischt.

Die Zeitdauer der Entladung ist von der Größe des Kondensators und des Widerstandes abhängig.

Z. B. verursacht ein noch größerer Kondensator eine längere Leuchtzeit, während ein kleiner Widerstand die Leuchtzeit verkürzt, weil sich der Kondensator schneller entladen kann.

### SCHALTBILD



T = Transistor BC 548/547

R = Widerstand 1,8 KOhm

C = Kondensator 1000  $\mu$ F

### Anwendung der Schaltung in der Technik

Solche Zeit-Schaltungen werden in der Technik immer dort verwendet, wo gleichmäßige Rhythmen gebraucht werden.

Z.B. Taktgeber für Blinkschaltungen, automatisches Ein- oder Ausschalten nach einer bestimmten Zeit (Treppenhaus-Beleuchtung), Zeitprogramm einer Waschmaschine, zeitgesteuerter Datenfluß in einem Computer, Zeitbegrenzung bei Elektronikspielen usw.

Man kann die Schaltung zur Begrenzung der Denkzeit bei Ratespielen oder beim Schach nutzen.

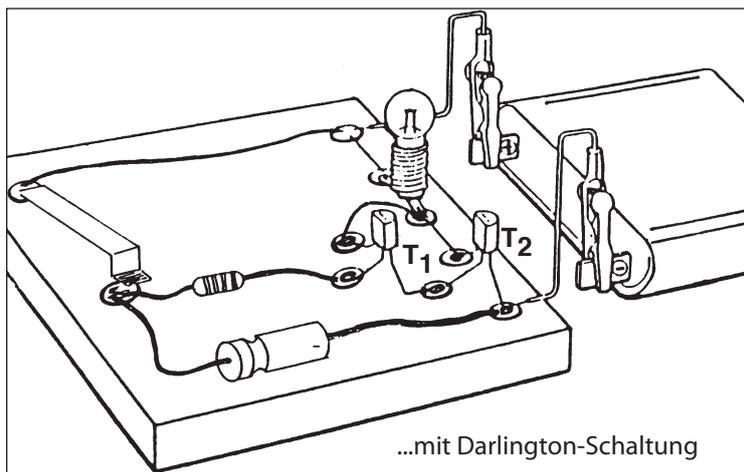
Eine andere Möglichkeit ist der Einsatz zur Laufzeitbegrenzung eines Motors bei einem Schiffs- oder Flugmodell.

### Verbesserter ZEIT-SENSOR

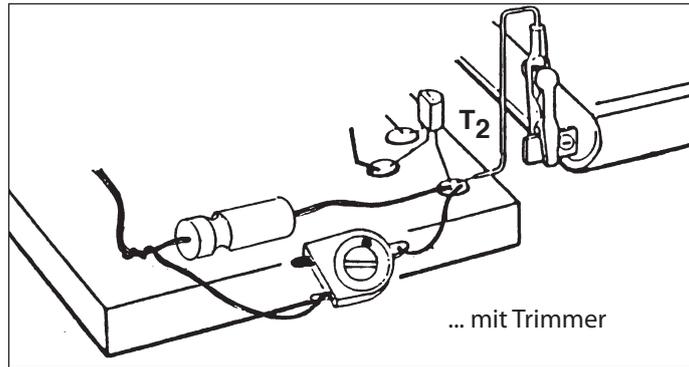
Diese Schaltung ist wieder eine Darlington-Schaltung (vergleiche auch Sensor-Schaltung). Sie ist etwas einfacher aufgebaut, weil beide Transistoren zusammengeschaltet sind (ohne einen Kollektor-Widerstand).

Diese Schaltung reagiert auf sehr geringe Ströme an der Basis von T1 und der Entladevorgang des Kondensators kann über eine längere Zeit zum Durchschalten von T1 genutzt werden. Die Lampe leuchtet also längere Zeit.

Im Materialvorrat sind alle benötigten Teile vorhanden, man kann diese Schaltung aufbauen und für längere Zeitintervalle nutzen.



Wenn man einen Trimmer (Potentiometer) parallel zum Kondensator schaltet, so läßt sich bei dieser Schaltung die Leuchtzeit in bestimmten Grenzen einstellen.  
 Gegenüber der einfachen Zeitschaltung läßt sich hier der Zeitpunkt des Ausschaltens ziemlich genau einstellen.



## Der Licht - Sensor

### NIMM DEN SCHATTEN - ELEKTRONEN WOLLEN LICHT

#### Hinweise zum Aufbau der Schaltung:

Zunächst werden nach der Zeichnung Reißnägel in das Sperrholzbrettchen gedrückt.  
 Mit Hilfe der Zeichnung werden die benötigten Bauteile identifiziert und aufgelötet.  
 Achte auf die richtige Polung des Transistors!  
 Achte darauf, daß die Widerstände R1 und R2 nicht vertauscht werden!  
 Vorsichtig mit dem LDR umgehen, er ist leicht zerbrechlich!

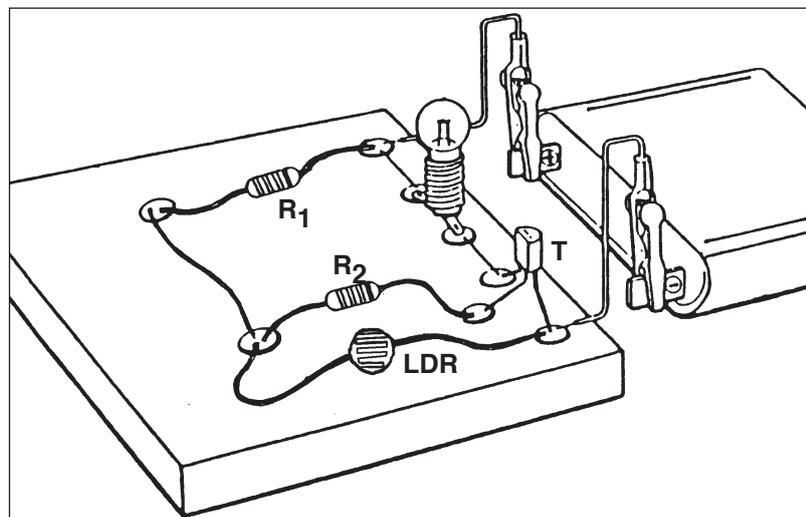
 Widerstand 6,8 kOhm (blau, grau, rot)

 Widerstand 2,2 kOhm (rot, rot, rot)



LDR

LDR ist die Abkürzung für light dependent resistor (lichtabhängiger Widerstand), ein solcher Widerstand ist bei Lichteinfall niederohmig und bei Dunkelheit hochohmig.



## Wie die Schaltung funktioniert

### Hellschaltung:

Wenn die Batteriespannung (bis 6 V) angelegt wird, leuchtet das Lämpchen.

Warum?

Der LDR ist ein lichtempfindlicher Widerstand, d.h. bei Dunkelheit ist er hochohmig, bei Lichteinfall aber niederohmig.

Über den LDR gelangt positives Potential an die Basis des Transistors, er kann durchschalten. Der Widerstand R2 begrenzt den Basisstrom und schützt den Transistor. Der Widerstand R1 verhindert, daß über den LDR ein zu hoher Strom fließt.

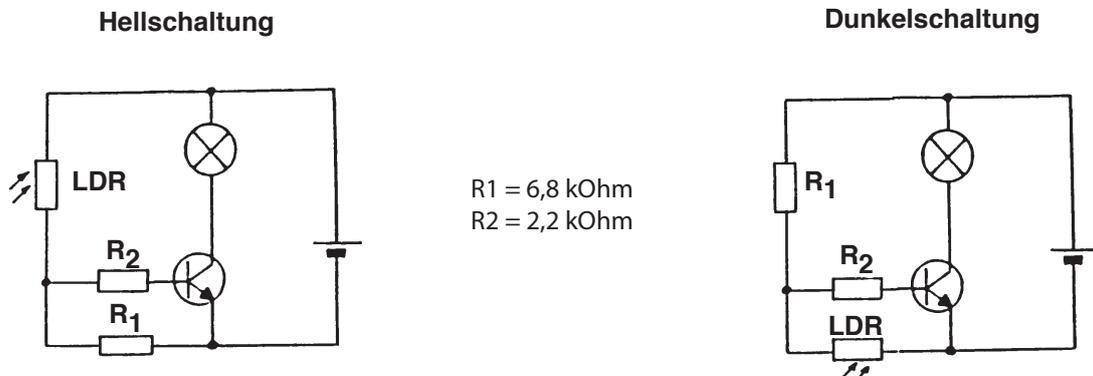
Bei Lichteinfall auf den LDR würde dieser die Batterie kurzschließen.

### Dunkelschaltung:

Wird die Batterie angeschlossen, so leuchtet das Lämpchen nicht. Warum?

Auf den LDR fällt Licht und er ist niederohmig. Dadurch gelangt an die Basis ein negatives Potential, der Transistor sperrt, die Lampe leuchtet nicht.

Wird der LDR abgedunkelt, so wird er hochohmig und über R1 fließt positives Potential über R2 in den Transistor, er schaltet durch und die Lampe leuchtet.



## Anwendung der Schaltung in der Technik

Die bekannteste Anwendung ist die Lichtschranke in einem Kaufhaus. Dort steuert eine Lichtschranke die Türen und Rolltreppen.

Weitere Möglichkeiten sind das automatische Einschalten von Straßenlaternen oder Parklichtern am Auto. Auch die Hausbeleuchtung kann bei Sonnenuntergang eingeschaltet und bei Sonnenaufgang wieder ausgeschaltet werden.

Man kann eine Schaltung z.B. als Alarmanlage in einen Schrank oder eine Schublade einbauen.

Wird die Tür geöffnet (ohne einen geheimen Schalter zu betätigen) so fällt Licht auf den LDR und der Alarm wird ausgelöst.

Anstelle der Lampe kann ein Summer verwendet werden.

Mit einem Relais lassen sich beliebig viele und andere Verbraucher schalten.

Auch eine Lichtschranke läßt sich mit dieser Schaltung realisieren. Hierzu nimmt man den Lichtstrahl einer Taschenlampe und richtet ihn auf den LDR, wird der Lichtstrahl unterbrochen, so schaltet der Transistor. Über den LDR sollte man eine Pappröhre schieben, so gelangt nur Licht vom Strahl der Taschenlampe zum LDR und das Umgebungslicht kann die Funktion nicht beeinflussen.

# Der Wärme - Sensor

## AUFSTIEGENDE HITZE - ELEKTRONEN BLEIBEN KALT

### Hinweise zum Aufbau der Schaltung:

Zunächst werden nach der Zeichnung Reißnägeln in das Sperrholzbrettchen gedrückt.

Mit Hilfe der Zeichnung werden die benötigten Bauteile identifiziert und aufgelötet.

Achte auf die richtige Polung des Transistors!

Eine Polung ist beim Heißleiter nicht zu beachten!

Der Anschluß des Trimmers ist aus der Zeichnung zu ersehen.



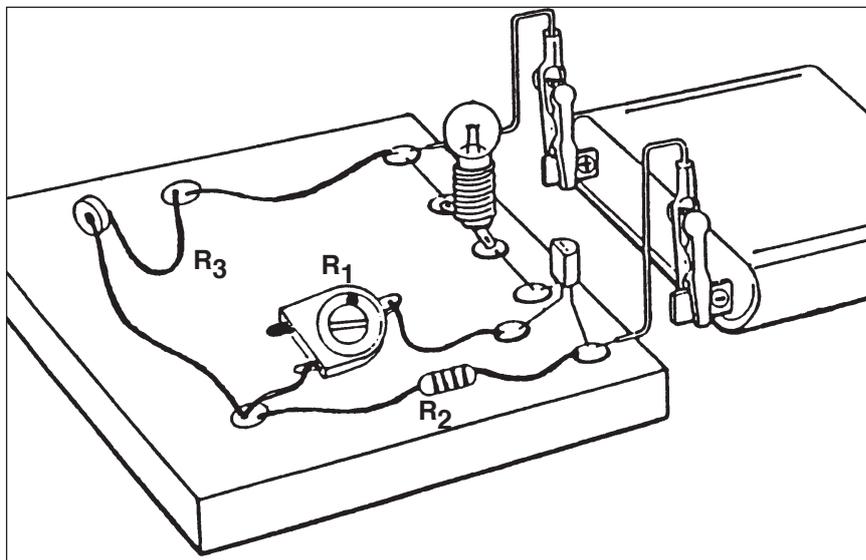
Widerstand 1,8 kOhm (braun, grau, rot)



Heißleiter 4,7 kOhm



Trimmer 10 kOhm



### Wie die Schaltung funktioniert

Wird eine Batterie (bis 6 V) angeschlossen, so leuchtet das Lämpchen nicht.

Warum?

Der Heißleiter ist ein Widerstand, der im kalten Zustand hochohmig ist, erst bei Erwärmung wird er niederohmig und leitend, daher die Bezeichnung: **Heißleiter**.

Um den Heißleiter zu erwärmen, genügt schon die Körperwärme von Daumen und Zeigefinger.

Benutze niemals eine offene Flamme direkt am Heißleiter, er könnte zerstört werden!

Weitere Wärmequellen können sein:

heißes Wasser, heiße Luft oder heißes Metall wenn der Heißleiter einen guten Kontakt zum Metall hat.

Wird also der Heißleiter erwärmt, sinkt sein Widerstand und es fließt ein Strom durch ihn und über den Trimmer in die Basis des Transistors. Der Transistor schaltet durch und die Lampe leuchtet.

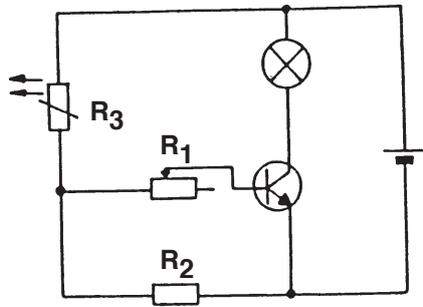
Der Widerstand R2 verhindert einen Kurzschluß zwischen Heißleiter und Batterie.

Mit dem Trimmer läßt sich eine bestimmte Temperaturgrenze einstellen.

Wird nun der Heißleiter mit dem Widerstand R2 vertauscht, so leuchtet das Lämpchen wenn der Heißleiter nicht erwärmt wird.

Bei Erwärmung wird er niederohmig, der Strom fließt über R2 und Heißleiter, aber nicht in die Basis des Transistors und dieser sperrt, das Lämpchen erlischt.

## SCHALTBILD



R1 = Trimmer 10 kOhm

R2 = Widerstand 1,8 kOhm

R3 = Heißleiter

### Anwendung der Schaltung in der Technik

Heißleiter werden in der Technik dort eingesetzt, wo bei Erreichen bestimmter Temperaturen Geräte ein- oder ausgeschaltet werden sollen.

Z. B. um Geräte vor zu großer Erwärmung zu schützen, schalten die Heißleiter eine Lüftung zur Kühlung ein oder ein Heißleiter in einer Waschmaschine schaltet die Laugenheizung ab, wenn die eingestellte (mit einem Trimmer) Temperatur erreicht wurde.

Auch zur Überwachung von Flüssigkeitspegeln dienen Heißleiter. In jedem Heizöltank ist ein Heißleiter eingebaut, wird der Tank befüllt, so steigt der Pegel. Irgendwann erreicht der Pegel den Heißleiter, dieser kühlt sich ab (Heizöl ist kälter als Luft) und die Elektronik schaltet die Pumpe aus.

Auch in Zentralheizungsanlagen sind Heißleiter zur Temperaturerfassung eingebaut.

Man kann diese Schaltung als Thermostat nutzen:

Wenn die Sonne zu sehr auf den Schreibtisch scheint, kann die Schaltung über ein Relais einen Ventilator schalten.

Man kann auch den Heißleiter an einer bestimmten Stelle in eine Kerze einschmelzen, brennt die Kerze bis zu dieser Stelle herunter, bläst der Ventilator die Kerze aus.

Wird der Heißleiter in eine heiße trinkbare Flüssigkeit (Kaffee, Tee, Kakao) eingetaucht, so kann das Lämpchen die erreichte Trinktemperatur anzeigen.