

# Der Transistor

Ein **Transistor** ist ein Bauteil, dass du am besten mit einem **Wasserhahn** vergleichen kannst. Der Einfachheit halber interessieren wir uns nur für den Zustand „an“ und „aus“ und nicht darum, wie viel Wasser gerade fließt.

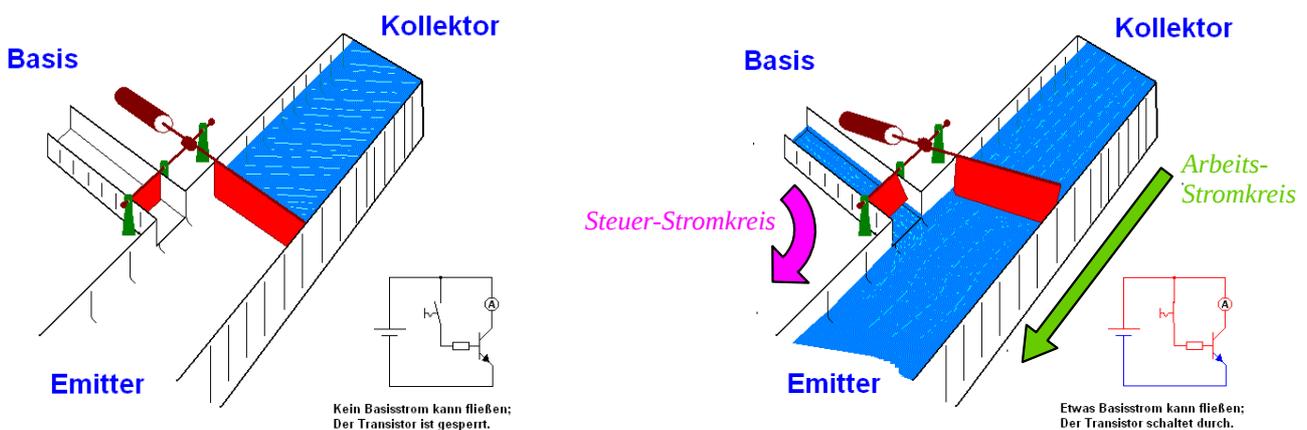
## Prinzip

Ein Transistor hat 3 Anschlüsse, die man **Collector**, **Basis** und **Emitter** nennt.

Es gibt 2 Stromkreise:

- **Arbeits-Stromkreis** (vom Collector zum Emitter)
- **Steuer-Stromkreis** (von der Basis zum Emitter)

### Darstellung eines Transistors im Wasser-Modell:



### Transistor sperrt:

In der Strecke zwischen Kollektor und Emitter liegt eine Sperre, die verhindert, dass Wasser vom Kollektor zum Emitter fließen kann.

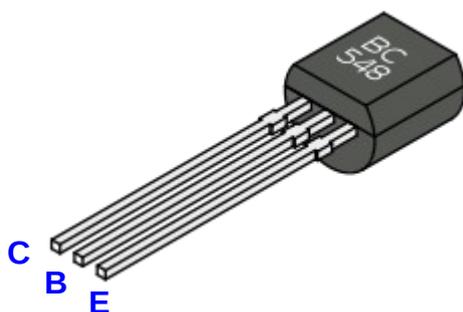
Solange von der Seite der Basis nicht mit genügend Druck gegen die kleine „Schwingtüre“ gedrückt wird, bleibt die Sperre zwischen Kollektor und Emitter unten und damit bleibt die Kollektor-Emitter-Strecke gesperrt.

### Transistor öffnet:

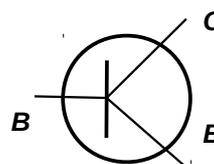
Drückt nun das Wasser des Regel-Stromkreises von der Seite der Basis mit genügend Druck auf die „Schwingtüre“, so wird mit der aufgedrückten „Schwingtüre“ auch die Sperre zwischen Kollektor und Emitter hoch gehoben und es kann nun Wasser im Arbeits-Stromkreis fließen.

Der Steuerstrom sorgt also dafür, dass der Arbeitsstrom auch fließen kann.

## Schaltsymbol und Aussehen

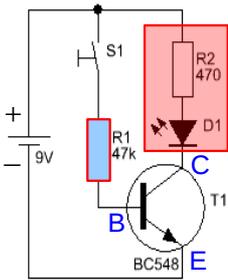


reales Aussehen

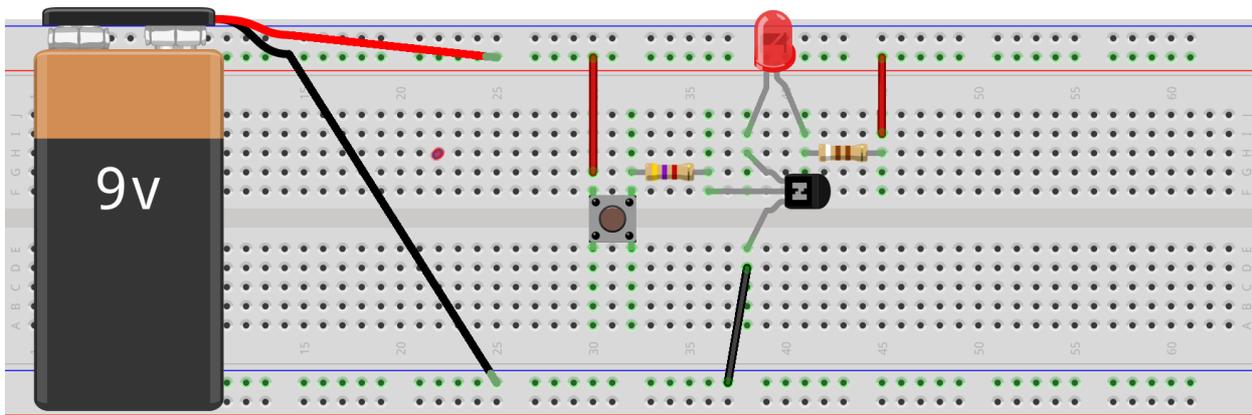


vereinfachtes Schaltbild eines Transistors

## Richtiger Anschluss



- Der **Emitter** wird immer mit dem Minus-Pol der Batterie verbunden. Hier hat man die Spannung **0 Volt**. Deshalb nennt man den Minus-Pol auch **GROUND**.
- Zwischen **Collector** und den **Plus-Pol** der Batterie schaltest du das Gerät, das vom Transistor ein und aus geschaltet werden soll.
- Durch die **Basis** darf nicht mehr als ca. 1 mA Strom fließen. Deshalb braucht sie immer einen **Schutzwiderstand** ( $R_1$  im Bild). Die Basis muss nun von irgend woher eine **positive Spannung von mehr als ca. 0,7 Volt** bekommen um den Arbeits-Stromkreis zu öffnen.



Wenn du den Taster drückst, dann verbindest du die Basis des Transistors mit dem Pluspol (+9V) und der Transistor macht auf. Im Arbeits-Stromkreis kann Strom fließen, die LED geht an.

## Anwendungen

In der Regel bezieht die Basis des Transistors ihre positive Spannung von einem **Spannungsteiler**, der aus einem festen Widerstand und einem variablen Widerstand besteht (siehe Dokument: *Spannungsteiler*). Der variable Widerstand reagiert z.B. auf Licht, Temperatur oder das Entladen eines Kondensators. So kann z.B. bei Erreichen einer gewissen Dämmerung ein Licht eingeschaltet, bei unterschreiten einer gewissen Temperatur eine Heizung eingeschaltet oder nach einer gewissen Zeit ein Gerät automatisch wieder ausgeschaltet werden.

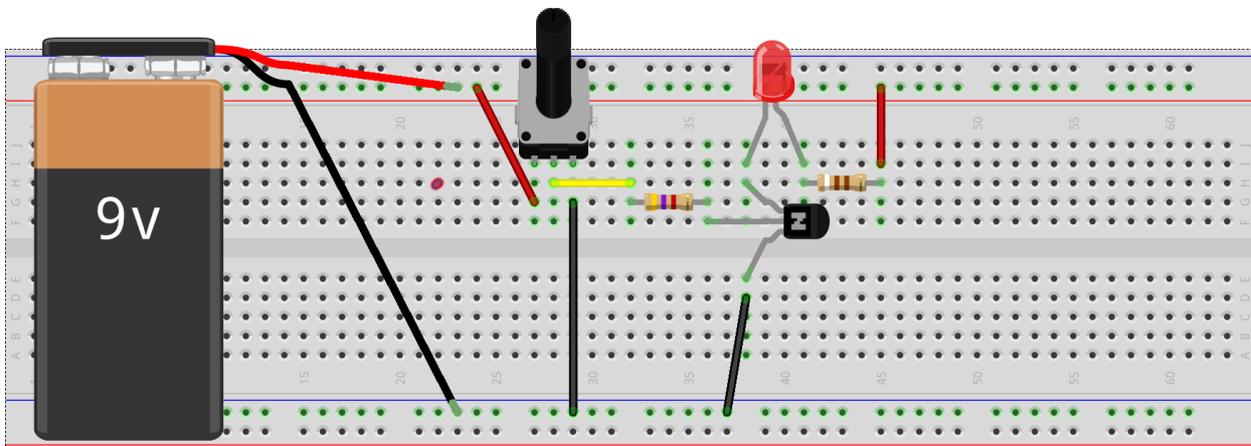
Als konkrete Anwendung kannst du dir folgende Dokumente ansehen:

- [Schaltpunkt des Transistors verstehen](#) (zweiter Teil dieses Dokuments)
- [Dämmerungs-Schaltung](#)
- [Zeit-Schaltung](#)

## Schaltpunkt des Transistors verstehen

Die Collector-Emitter-Strecke eines Transistors ist eigentlich ein Isolator. Erst wenn an der Basis mindestens ca. 0,7 Volt mehr Spannung anliegen als am Emitter, wird aus der Collector-Emitter-Strecke ein elektrischer Leiter.

- In diesem Versuch wirst du einen einfachen **Spannungs-Teiler mit Hilfe eines Potentiometers** aufbauen.
- Durch Drehen an dem Potentiometer wirst du **Spannungen von 0 Volt bis 9 Volt am mittleren Anschluss des Potentiometers einstellen**.
- Diese Spannung kannst du **mit Hilfe eines digitalen Multimeters messen**.
- Du wirst genau auf den Wert der Spannung zwischen Basis und Emitter achten während du langsam am Potentiometer drehst bis die LED an bzw. aus geht.



### Beachte die Aufgabenstellungen genau und arbeite der Reihe nach:

- 1) Baue zunächst von der gezeigten Schaltung nur den linken Teil auf.  
Lasse also die LED, den Transistor und die beiden Widerstände weg.
- 2) Stelle dein Digital-Multimeter auf Gleichspannungs-Messung (0-9V) ein.  
Stecke die schwarze Messleitung auf die GROUND-Leiste auf deinem Steckbrett.  
Stecke die rote Messleitung auf den gelben Draht.  
Drehe nun am Potentiometer und beobachte den Spannungswert am Messgerät.  
Er sollte von 0V bis 9V geregelt werden können.
- 3) Drehe nun das Potentiometer zunächst so, dass du 0V misst.  
Trenne den Plus-Pol der Batterie vom Steckbrett.  
Baue die restliche Schaltung wie beschrieben fertig auf.  
Stecke den Plus-Pol der Batterie wieder ins Steckbrett.  
Die LED sollte nun aus sein!  
Drehe langsam am Potentiometer und beobachte das Messgerät und die LED.  
Bei welcher Spannung beginnt die LED zu leuchten?  
Geht sie sprunghaft oder sanft an?  
Drehe langsam wieder zurück Richtung 0V.  
Bei welcher Spannung geht die LED wieder aus?  
Geht sie sprunghaft oder sanft aus?

## Rechenbeispiele

- 1) Normalerweise gibt es keinen Grund, warum der Basis-Strom eines Transistors größer als etwa 1mA sein sollte. (Gefahr, dass der Transistor überhitzt und zerstört wird)

Berechne den Wert eines geeigneten Basis-Schutzwiderstands bei Verwendung einer

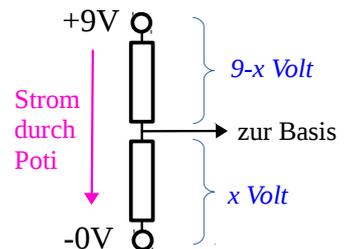
- a) 9V-Batterie  
b) 5V-USB-Spannungsversorgung

$$R = \frac{U}{J} = \frac{9V}{0,001A} = 900\Omega$$

Du solltest also immer mindestens 1kΩ vor die Basis eines Transistors schalten.  
(In der Praxis verwendet man oft erheblich mehr: 10-50kΩ)

- 2) Für den Spannungs-Teiler verwendest du ein 50kΩ-Potentiometer.

- a) Wie groß ist der Strom, der durch dieses Potentiometer (ohne Transistor) fließt?  
b) Welchen Widerstands-Wert haben die beiden Teile des Spannungs-Teilers, wenn du genau 0,7V am mittleren Anschluss abgreifst?



Das Potentiometer liegt mit seinen beiden äußeren Anschlüssen an 9V an.  
Der Stromfluss durch das gesamte Potentiometer wird von den gesamten 50kΩ „gebremst“.

$$J = \frac{U}{R} = \frac{9V}{50000\Omega} = 0,00018A = 0,18mA = 180\mu A$$

Die Werte der Widerstände eines Spannungs-Teilers verhalten sich genauso wie die Werte der Teil-Spannungen.

Wir wollen 0,7V von 9V, das ist ein Anteil von  $\frac{0,7V}{9V} \approx 0,078$  von der gesamten Spannung.

Deshalb muss der untere Teil-Widerstand derselbe Teil vom gesamten Widerstand (50kΩ) des Potis sein:

$$0,078 \cdot 50000\Omega = 3889\Omega \approx 3,9k\Omega$$

Der untere Teil-Widerstand hat also etwa 3,9kΩ, der obere 46,1kΩ.