

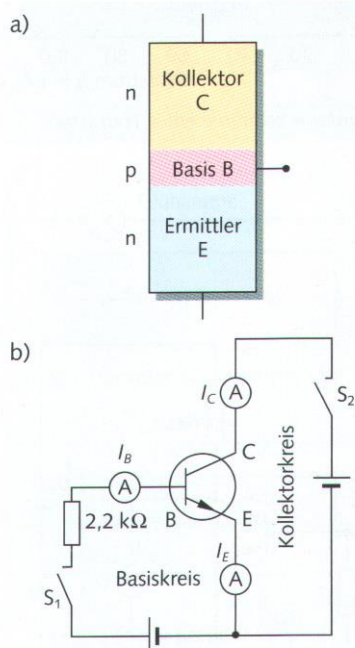
## Der Transistor

Bereits in den dreißiger Jahren begann **William Shockley**, ein junger Physiker der Bell Laboratories, sich für die Entwicklung einer elektronischen Schalteinheit zu interessieren, mit der die elektromechanischen Schalter herkömmlicher Telefonzentralen ersetzt werden sollten. Elektronenröhren erwiesen sich für diesen Zweck als wenig brauchbar. So wendete sich Shockley der Halbleiterphysik zu. Nach dem Ende des zweiten Weltkrieges setzte **Shockley** mit **John Bardeen** und **Walter Brattain** seine Forschungen fort. Im Jahr **1947** gelang mit der Entwicklung des Spitzentransistors der entscheidende Durchbruch. **1948** erfolgte die Erfindung des zuverlässigen Flächentransistors.

Transistoren sind wichtige elektronische Bauelemente, die zu vielerlei Aufgaben eingesetzt werden. Im Prinzip handelt es sich um einen elektrisch steuerbaren Halbleiterwiderstand. Es gibt verschiedene Arten von Transistoren, die sich in Bauform und Wirkungsweise unterscheiden. Die zwei Hauptgruppen von Transistoren sind Bipolartransistoren und Feldeffekttransistoren.

### Aufbau und Wirkungsweise eines Bipolartransistors

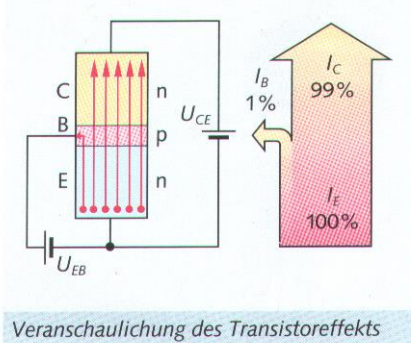
Ein Bipolartransistor besteht aus drei Schichten von dotierten Halbleitern, die als **Emitter**, **Basis** und **Kollektor** bezeichnet werden. Je nach Schichtenfolge unterscheidet man **npn** – und **pnp** – Transistoren. Im Gegensatz zum Emitter und Kollektor ist die Basis bei allen Transistoren außerordentlich dünn. *Die Basisdicke beträgt 0,01mm.*



a) Halbleiterschichten des Transistors  
b) Schaltbild: Transistor in Emitterschaltung

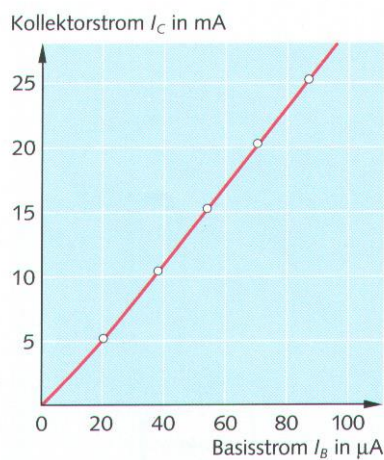
Ein weitverbreiteter Typ von Bipolartransistoren ist der npn – Siliciumtransistor. Er besteht aus einem Siliciumkristall, der durch Dotieren zwei n – leitende Gebiete und ein sehr schmales p – leitendes Gebiet hat. Zwischen dem p – leitendem Gebiet und den beiden verschieden stark dotierten n – leitenden Gebieten existieren, wie bei einer Halbleiterdiode, pn – Übergänge. Ein Transistor hat also stets **zwei pn** – Übergänge, an denen unterschiedliche physikalische Vorgänge ablaufen.

Durch die angelegte Basisspannung gelangen vom Emitter Elektronen in die sehr dünne Basis. Die Basis wird mit Elektronen überschwemmt. Diese dringen in die Sperrschicht zwischen Basis und Kollektor ein, wodurch diese leitend wird. Der elektrische Widerstand des Transistors verändert sich. Elektronen werden vom positiv geladenen Kollektor angezogen und bilden den Kollektorstrom  $I_C$ .



Veranschaulichung des Transistoreffekts

Es ist nun auch zu verstehen, warum die Basiszone beim Transistor sehr dünn sein muss. Bei einer zu breiten Basis kämen nicht genug Elektronen in der Sperrschicht zwischen Basis und Kollektor an, um diese zu überfluten. Sie würden vorher mit Löchern aus der Basis rekombinieren. Ist die Basis – Kollektor – Strecke erst einmal leitend, so nehmen fast alle Elektronen den Weg zum Kollektor. Die Basisstromstärke  $I_B$  wird dadurch sehr klein. Die Kollektorstromstärke ist etwa 100mal größer als die Basisstromstärke.



Stromsteuerkennlinie eines Transistors

Die Veränderung des elektrischen Widerstandes durch den Basisstrom gibt die Möglichkeit von zwei grundlegenden Anwendungen des Transistors in der Technik:

1. der Transistor als Verstärker und
2. der Transistor als Schalter.

An dieser Stelle soll die Stromverstärkung des Transistors genauer erläutert werden.

### **Der Transistor als Verstärker**

Wie schon erwähnt wurde, macht bei der eben diskutierten Schaltung des Transistors der Strom durch die Basis nur etwa 1% des Kollektorstroms aus.

Wie wirken nun Veränderungen des Basisstromes auf den viel größeren Kollektorstrom? Verringern wir den Zufluss von Elektronen in die Basis, so wird die Rekombination von Löchern und Elektronen in der Basis sinken. Bei gleichbleibendem Strom von Löchern durch den Emitter und die Basis, muss dies zu einer Steigerung der Löcherzahl in der Basis führen. Die Basis wird also gewissermaßen mit Löchern „aufgeladen“. Dies wiederum hat zur Folge, dass jene Löcher abgestoßen werden, die aus dem Emitter in die Basis zufließen. Der Löcherstrom wird dadurch in der Basis gedrosselt, bis sich ein neuer Gleichgewichtszustand einstellt: Der Basisstrom steuert den viel stärkeren Gesamtstrom. Die Schwankungen des Basisstroms übertragen sich im verstärkten Maß auf den Kollektorstrom.