

Wir bauen eine LED–Taschenlampe!



Wir bauen eine LED-Taschenlampe!

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Lehrstuhl für Intelligente Technische Elektronik und Systeme
Cauerstr.9 | 91058 Erlangen

E-Mail: lites-verwaltung@fau.de
www.lites.tf.fau.de

Geschäftsstelle des Departments Elektrotechnik-Elektronik-Informationstechnik
Cauerstr. 7 | 91058 Erlangen

E-Mail: eei-info@fau.de
www.eei.tf.fau.de

Autoren: Thomas Kurin, Jasmin Gabsteiger, Katharina Fiedler, Andy Rex

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Eine Veröffentlichung oder Entnahme von Textteilen, Abbildungen oder Tabellen, auch auszugsweise bedarf der schriftlichen Einwilligung der Autoren.

Technische Grundlagen

Eigenschaften von Leuchtdioden (LED = Light Emitting Diode)

Eine Leuchtdiode (kurz LED von englisch light-emitting diode ‚lichtemittierende Diode‘, auch Lumineszenz-Diode) ist ein lichtemittierendes Halbleiter-Bauelement, dessen elektrische Eigenschaften einer Diode entsprechen. Fließt durch die Diode elektrischer Strom in Durchlassrichtung, so strahlt sie Licht, Infrarotstrahlung oder auch Ultraviolettstrahlung mit einer vom Halbleitermaterial und der Dotierung abhängigen Wellenlänge ab.

In den ersten drei Jahrzehnten nach ihrer Erfindung 1962 diente die LED hauptsächlich als Leuchtanzeige und zur Signalübertragung. Durch technologische Verbesserungen wurde die Lichtausbeute immer größer. Seit Ende der 1990er Jahre nahm die Anwendung von LED-Leuchtmitteln auch im Alltag ständig zu. Heute nutzen viele moderne Leuchten LEDs. Besondere Vorteile sind der geringe Energiebedarf bzw. der Hohe Wirkungsgrad von LEDs sowie ihre Verfügbarkeit in unterschiedlichen Farben.

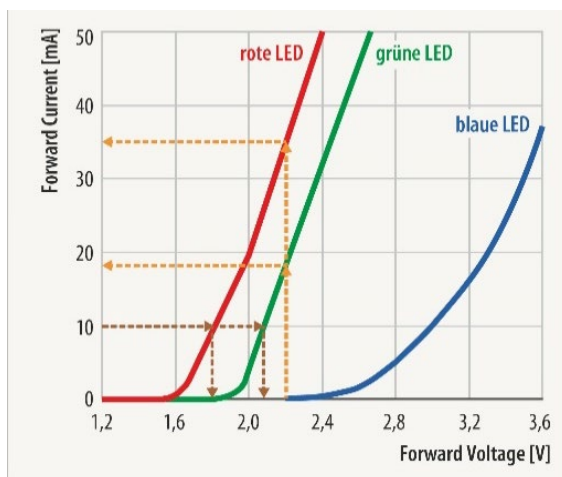


Abbildung 1: Diodenkennlinien. [1]

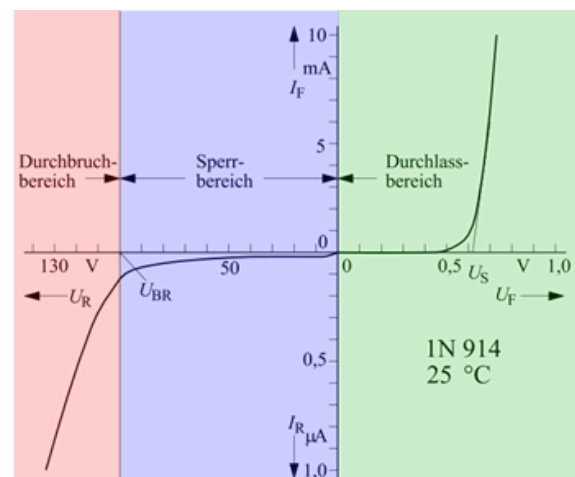


Abbildung 2: Strom-Spannungs-Kennlinie. [2]

Funktionsweise

Um eine Leuchtdiode zum Leuchten zu bringen, musst du sie in Durchlassrichtung schalten. Durch die Schaltung in Durchlassrichtung und die entsprechende äußere Spannung werden Elektronen bzw. Löcher in die Sperrschicht des p-n-Übergangs getrieben. Hier kommt es zur Rekombination von Elektronen und Löchern. Die dabei freiwerdende Energie wird in Form von Licht von der Diode ausgesandt. Die Wellenlänge des abgestrahlten Lichtes hängt dabei hauptsächlich vom Halbleitermaterial und der Dotierung ab.

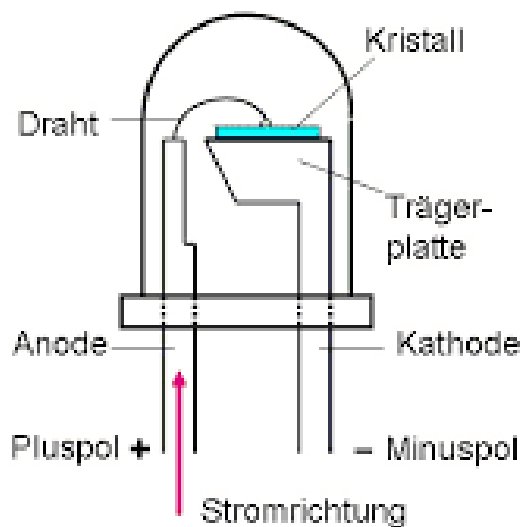


Abbildung 3: Aufbau einer LED [3]

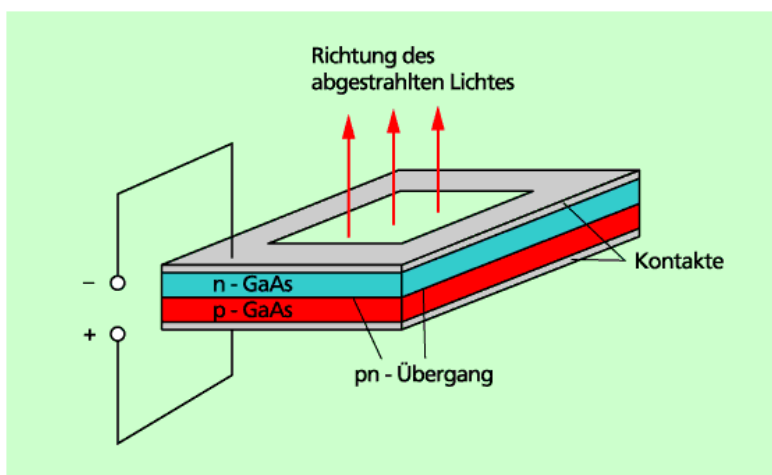


Abbildung 4: Wirkungsweise. [4]

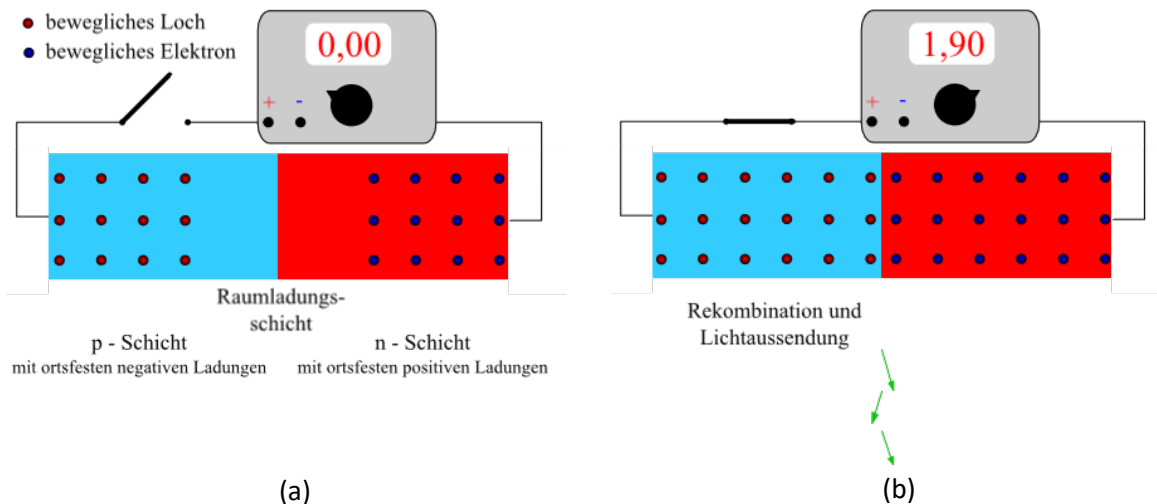


Abbildung 5: Funktionsprinzip Leuchtdioden: (a) Spannung an der LED 0V, (b) Spannung an der LED 1,0V. [5]

Vorwiderstand

In der Elektronik kommt es häufig vor, dass man mit einer festen Betriebsspannung an Schaltungen arbeitet. Allerdings sind viele Bauteile für diese Spannung nicht geeignet, wie auch die Leuchtdioden (LED). Sie arbeiten im Regelfall und je nach Typ mit 1,6 bis 2,5 V. Eine Leuchtdiode ohne Vorwiderstand wird zerstört. Aus diesem Grund ist man gezwungen, mit Widerständen Spannungen und Ströme einzustellen.

Bei einer Reihenschaltung von Widerständen teilt sich die Gesamtspannung U_{ges} an den Widerständen im Verhältnis ihrer Werte auf.

Wie in einer Reihenschaltung von Widerständen wird aus einem Widerstand und einer Leuchtdiode eine Reihenschaltung gebildet. Der Widerstand wird der Leuchtdiode vorgeschaltet. Seine Aufgabe ist es, die Differenzspannung von Leuchtdiode und Betriebsspannung von der Leuchtdiode fernzuhalten und gleichzeitig den Strom zu begrenzen.

Wie in einer Reihenschaltung teilt sich die Betriebsspannung an Vorwiderstand und Leuchtdiode auf.

Üblicherweise verwendet man Vorwiderstände nur bei kleinen Strömen im mA-Bereich, weil die Verluste am Vorwiderstand sehr hoch sind. Bei hohen Leistungen verwendet man zur Spannungsherabsetzung Dioden oder Transformatoren.

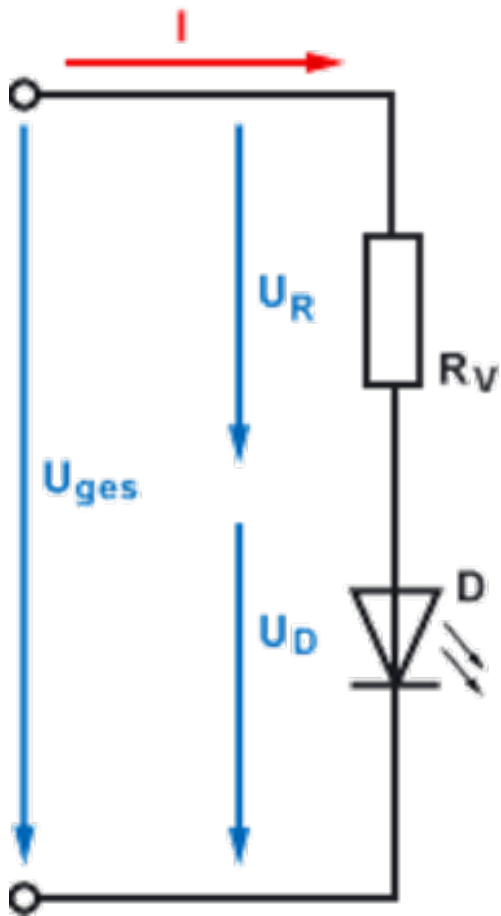


Abbildung 6: Ersatzschaltbild Vorwiderstandsberechnung. [6]

Vorwiderstand:

$$R_v = \frac{U_R}{I}$$

mit

$$U_R = U_{ges} - U_D$$

Funktionsweise unserer Taschenlampe

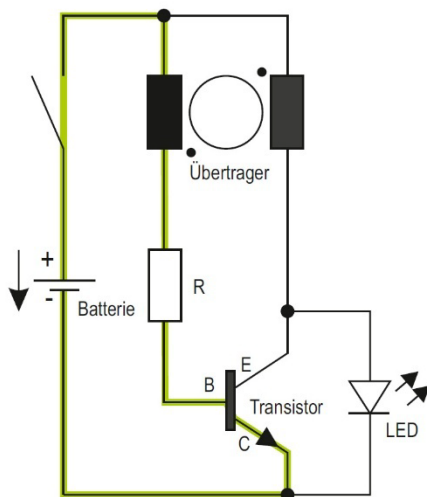
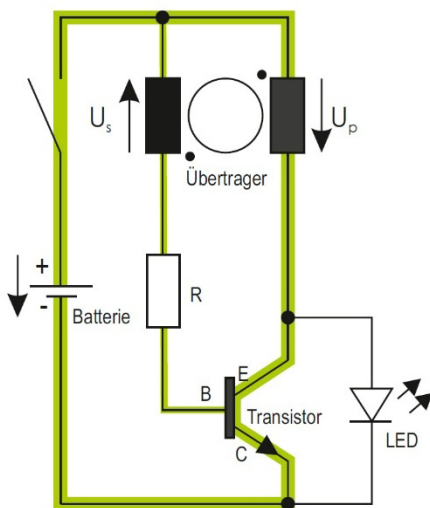


Abbildung 7 zeigt die Situation kurz nach dem Einschalten. Der Transistor sperrt, da noch kein Basisstrom fließt. Auch durch die LED kann noch kein Strom fließen, da die Batteriespannung kleiner ist als die Durchlassspannung.

Lediglich über die Basis des Transistors kann sich ein Stromfluss aufbauen.

Abbildung 7: Stromfluss nur über die Basis des Transistors



Sobald ein Basisstrom fließt, schaltet der Transistor durch. Es baut sich, wie in Abbildung 8 gezeigt, nun ein wesentlich größerer Strom über den Transistor auf. Dieser Stromanstieg wird durch den Übertrager auf die Sekundärseite transformiert und führt zunächst zu einem weiteren Anstieg des Basisstroms.

Der Maximalwert des Basisstroms wird durch den Widerstand R begrenzt.

Abbildung 8: Der Transistor schaltet durch

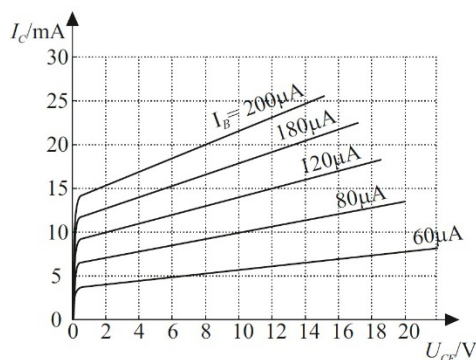


Abbildung 9: Transistorkennlinien

Abbildung 9 zeigt eine typische Transistorkennlinie. Abhängig vom Basisstrom I_B stellt sich abhängig der Spannung U_{CE} der Kollektorstrom gemäß einer der Kennlinien ein.

Wenn der Strom einen gewissen Wert überschritten hat, knickt diese Kennlinie ab und der Strom steigt kaum noch an.

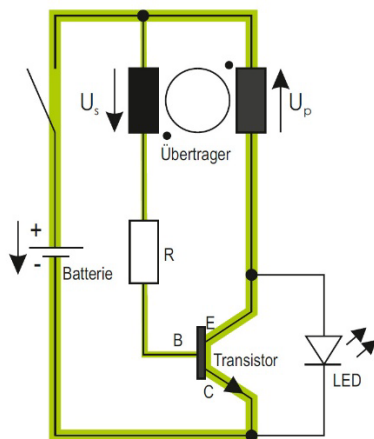


Abbildung 10: Der Transistor beginnt zu sperren

Dies zeigt die Abbildung 10. Der Strom steigt kaum noch an und die in Abbildung 8 gezeigte Verstärkung des Basisstromes durch den Übertrager fällt geringer aus.

Dadurch sinkt der Basisstrom. Dies führt wiederum dazu, dass der Transistor auf eine tiefere Kennlinie fällt und somit der Emitterstrom kleiner wird.

Dadurch kehren sich die Spannungen am Übertrager um. Der Basisstrom wird nun nicht verstärkt, sondern abgeschwächt, was eine weitere Verringerung des Emitterstromes bewirkt, u.s.w.

Dieser Vorgang führt dazu, dass der Transistor schlagartig sperrt.

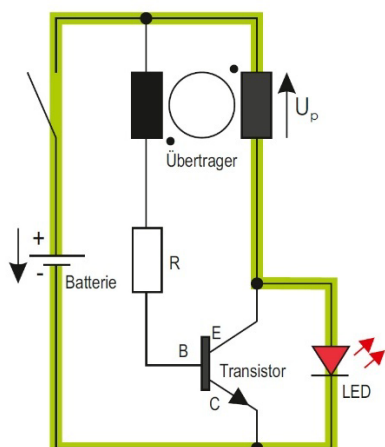


Abbildung 11: Der Transistor sperrt und die LED übernimmt den Strom

Abbildung 11 zeigt den Zustand kurz nach dem Sperren des Transistors. Da sich der Stromfluss im Übertrager nicht schlagartig ändern kann, steigt die Spannung am Übertrager, bis die Durchlassspannung U_D der LED erreicht ist.

Die Led übernimmt nun den Strom, der vorher durch den Transistor geflossen ist, und beginnt zu leuchten. Dies ist so lange der Fall, bis die Energie, die im Übertrager gespeichert war, abgeflossen ist.

Dann erlischt die LED und die ganze Schaltung ist stromlos. Hiermit ist wieder der Ausgangspunkt erreicht und der ganze Zyklus beginnt von vorne.

Quellen

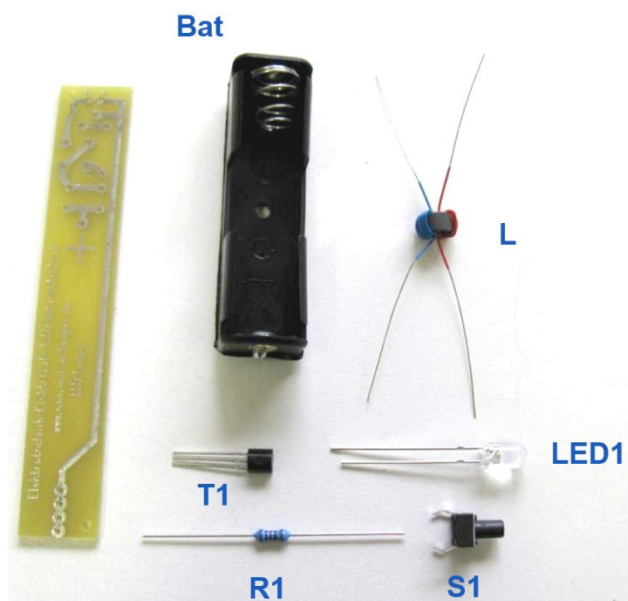
- [1] <https://www.heise.de/select/make/2017/2/1492777002670360>
- [2] <https://de.wikipedia.org/wiki/Diode>
- [3] http://www.fremo-hemsbach.de/LED_GL_01.htm
- [4] <https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/physik/artikel/leuchtdiode>
- [5] <https://www.leifiphysik.de/elektronik/halbleiterdiode/leuchtdioden-led-einfuehrung>
- [6] <https://www.elektronik-kompodium.de/sites/grd/1006011.htm>

Bauanleitung

Übersicht über die Komponenten

Tabelle 1: Übersicht über alle Komponenten

	Name	Beschreibung
1	T1	Transistor
1	L	Übertrager
1	LED1	Leuchtdiode
1	R1	Widerstand
1	S1	Schalter
1	Bat	Halter für die Batterien
1	Batterie	
1	Platine	



Tipps:

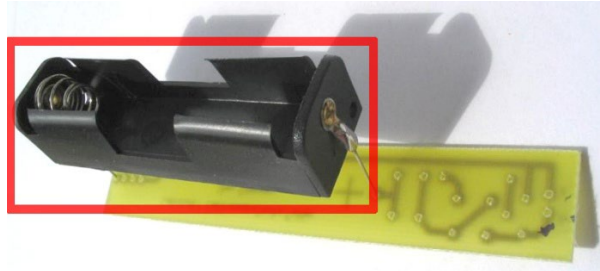
- Ausrichtung der Widerstände ist egal.
- LEDs haben eine flache Seite und ein kürzeres Beinchen. Beides zeigt die negative Seite an.
- Nach dem Löten Beinchen abzwicken.**
- Nach jedem Schritt überprüfen, ob auf der Rückseite Kurzschlüsse entstanden sind.
- Die Platine so drehen, dass die Bestückungsseite oben liegt.
- Bestücken von der Bestückungsseite, Löten von der Lötseite.



Schritt-für-Schritt Anleitung

Schritt 1

Batteriehalter wie gezeigt einsetzen und festlöten.

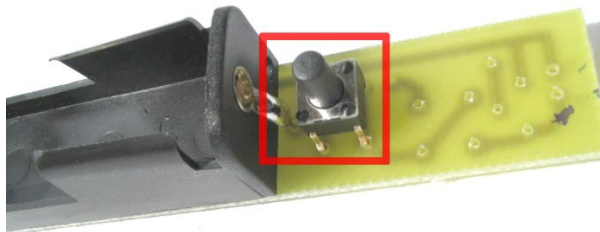


Schritt 2

- Schalter S1 mit Kraft auf die Platine drücken.
- Schalter auf der Rückseite festlöten.



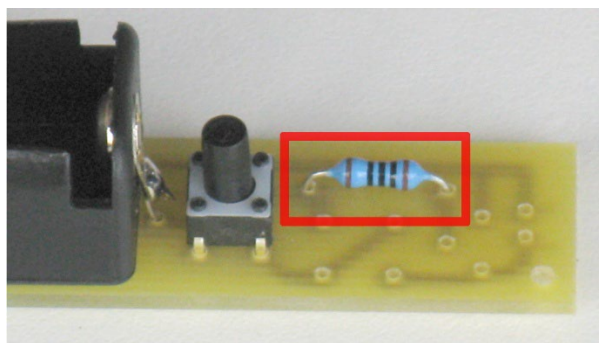
Falls der Schalter noch nicht steckt, achte auf die richtige Ausrichtung!



Schritt 3

- Widerstand R1 einfädeln.
- Widerstand hinten festlöten.

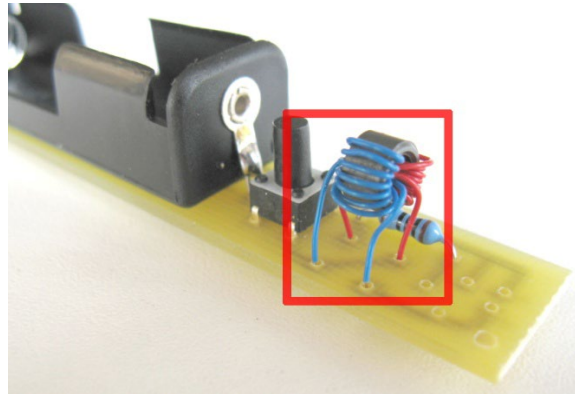
Orientiere dich an den Löchern in der Platine.



Schritt 4

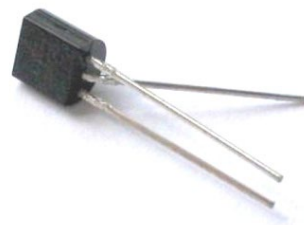
Übertrager L wie gezeigt einlöten. Auf die Farben achten.

Einfacher wird es, wenn du zuerst 2 Kabel derselben Farbe fest lötest und danach die zwei anderen.



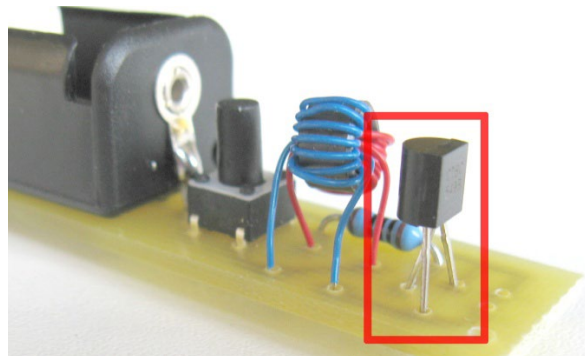
Schritt 5

Mittleres Beinchen (Basisanschluss) von der flachen Seite aus des Transistors T1 nach hinten wie gezeigt wegbiegen.



Schritt 6

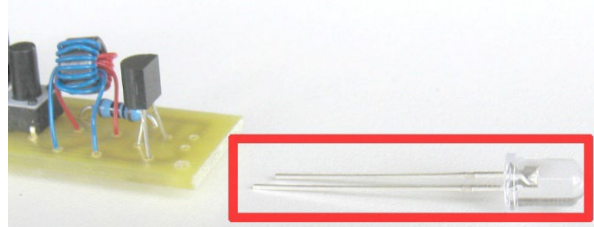
- Transistor T1 mit der flachen Seite vom Batteriehalter weg in die Platine einstecken.
- Etwas festdrücken.
- Festlöten.



Schritt 7

Bei der LED muss das kürzere Beinchen in das Loch, das mit "K" beschriftet ist.

Bei einer LED ist das kürzere Beinchen die **Kathode**.



Schritt 8

Beinchen ca. 5mm vom Gehäuse entfernt abbiegen und festlöten.

