

Fritz Löffler

# Elektronik-Lehrgang

in drei Teilen

**Von der Praxis zum Verständnis**

Reihe Hintergründe

Bestellnummer 12-021-293



Vorschau  
Elektronik-Lehrgang in drei Teilen - Von der Praxis zum Verständnis  
12-021-293 © www.LehrerSelbstVerlag.de

# Inhaltsverzeichnis

|   |           |
|---|-----------|
| Vorwort .....   | 4         |
| Übersicht .....   | 5         |
| <b>Teil 1 Schaltungen sicher aufbauen .....</b>                                 | <b>6</b>  |
| 1.1 Leuchtdiode mit Vorwiderstand .....   | 6         |
| 1.2 Transistorschaltung mit Taster in der Basisleitung (Steuerstromkreis) ..... | 7         |
| 1.3 Transistorschaltung mit Fühler in der Basisleitung .....                    | 8         |
| 1.4 Einschaltverzögerung .....  | 9         |
| 1.5 Ausschaltverzögerung .....  | 10        |
| 1.6 Bistabile Kippstufe .....   | 11        |
| 1.7 Monostabile Kippstufe .....   | 12        |
| 1.8 Astabile Kippstufe .....  | 13        |
| 1.9 Dunkelschaltung .....   | 14        |
| 1.10 Hellschaltung .....  | 15        |
| <b>Teil 2 In Schaltungen messen .....</b>                                       | <b>16</b> |
| 2.1 Leuchtdiode mit Vorwiderstand .....   | 16        |
| 2.2 Transistorschaltung mit Taster in der Basisleitung (Steuerstromkreis) ..... | 17        |
| 2.3 Transistorschaltung mit Fühler in der Basisleitung .....                    | 18        |
| 2.4 Einschaltverzögerung .....  | 19        |
| 2.5 Ausschaltverzögerung .....  | 20        |
| 2.6 Bistabile Kippstufe .....   | 21        |
| 2.7 Monostabile Kippstufe .....   | 22        |
| 2.8 Astabile Kippstufe .....  | 23        |
| 2.9 Dunkelschaltung .....   | 24        |
| 2.10 Hellschaltung .....  | 25        |
| 2.11 Stromstärke messen .....   | 26        |
| 2.12 Stromstärke messen .....   | 27        |
| <b>Teil 3 Schaltungen verstehen .....</b>                                       | <b>28</b> |
| 3.1 Leuchtdiode mit Vorwiderstand .....   | 28        |
| 3.2 Transistorschaltung mit Taster in der Basisleitung (Steuerstromkreis) ..... | 29        |
| 3.3 Transistorschaltung mit Fühler in der Basisleitung .....                    | 30        |
| 3.4 Einschaltverzögerung .....  | 31        |
| 3.5 Ausschaltverzögerung .....  | 32        |
| 3.6 Bistabile Kippstufe .....   | 33        |
| 3.7 Monostabile Kippstufe .....   | 34        |
| 3.8 Astabile Kippstufe .....  | 35        |
| 3.9 Spannungsteiler .....   | 36        |
| 3.10 Dunkelschaltung .....  | 37        |
| 3.11 Hellschaltung .....  | 38        |
| <b>Beispiele von kombinierten Schaltungen .....</b>                             | <b>39</b> |
| Hellschaltung mit monostabiler Kippstufe  |           |
| Dunkelschaltung mit Einschaltverzögerung  |           |
| <b>Lösungen .....</b>   | <b>40</b> |

## Vorwort

Mit der Elektronik ist es so eine Sache. Wenn man sich damit ein bisschen auskennt, kann man fast unendlich viele interessante Schaltungen aufbauen. Auf der anderen Seite ist die Materie erst mal recht trocken und man muss manchmal einen zweiten und dritten Schritt denken können, was uns Menschen häufig schwer fällt. Aus diesem Grund habe ich versucht, diesen Elektroniklehrgang zu **entzerren** und möglichst viel **praktisches Arbeiten** einzubinden. Gleichzeitig soll der Lehrgang in möglichst großer **Selbstständigkeit** zu bewältigen sein. Mit einem guten Partner stellt sich der Erfolg fast von alleine ein. Womöglich macht die Arbeit gar noch Spaß!

Der Lehrgang enthält 10 Schaltungen. Diese sollen im **ersten Teil nur aufgebaut** werden, ohne dass man gleich alles verstehen muss. Wenn man sich dabei etwas mit der Funktion der Bauteile vertraut macht, kann das natürlich kein Fehler sein. Dazu findest du kurze Erklärungen zu den Bauteilen. Der Lehrer wird sich freuen, wenn er noch ein wenig Input dazu geben darf.

Im **zweiten Teil** werden die Schaltungen noch einmal aufgebaut und siehe da, es geht schon viel leichter. Das **Hauptthema ist jetzt das Messen**. Natürlich erfährst du zuerst, wo du das Messgerät überhaupt hinhalten sollst. Wenn du dann die Schaltungen an den angegebenen Punkten gemessen hast, schleicht sich irgendwann die Erkenntnis ein, dass sich die Spannung an den Bauteilen aufteilt, die in einem Strang liegen. Ebenso begegnet man öfters der magischen Spannungsrenze von 0,7 Volt, die unseren Transistor schalten lässt, oder eben nicht. Je nachdem ob wir unter oder über dieser Grenze liegen.

Erst im **dritten Teil** - wir dürfen die Schaltungen noch einmal aufbauen, was schon fast blind gelingt - geht es um das Warum beim Schaltverhalten. Die Erklärungen im Lehrgang sind so knapp wie möglich gehalten, gerade genug um zu wissen, was in der Schaltung passiert. Jetzt geht es also tatsächlich um das **Verstehen**. Wenn du dies alles bewältigt hast, wirst du in der Lage sein, die Schaltungen für einen bestimmten Zweck einzusetzen oder zwei, vielleicht drei Schaltungen miteinander zu kombinieren.

Der Lehrgang ist bereits mehrfach erfolgreich getestet.

**Dieser Lehrgang kann sehr gut in unterschiedlichen Niveau-Stufen eingesetzt werden:**

**G-Niveau: Lehrgang Teil 1, Schaltungen sicher aufbauen**

**M-Niveau: Lehrgang Teil 1 - 3**

**E-Niveau: Lehrgang Teil 1 – 3 mit kombinierten Schaltungen**

## **Elektronik-Lehrgang in drei Teilen:**

# **Von der Praxis zum Verständnis**

Ein Lehrgang, der 10 Transistor-Grundsaltungen in drei Durchgängen wiederholt. Aus einem sicheren Umgang mit elektronischen Bauteilen führt der Weg zu einem fundierten Verständnis für die Grundlagen der Elektronik.

### **Teil 1. Schaltungen sicher aufbauen**

Im ersten Teil sollen die Schüler die Schaltungen nur aufbauen, dabei lernen sie einen sicheren Umgang mit elektronischen Bauteilen und dem Baukasten.

- Elektronische Bauteile richtig einsetzen
- Kurzschlüsse vermeiden
- Kontakte prüfen
- Schaltungen testen

### **Teil 2. In Schaltungen messen**

Messen können in Schaltungen ist Voraussetzung für einen fundierten Umgang mit der Elektronik. Der Umgang mit dem Messgerät ist Grundlage für die Fehlersuche und die Dimensionierung von Schaltungen.

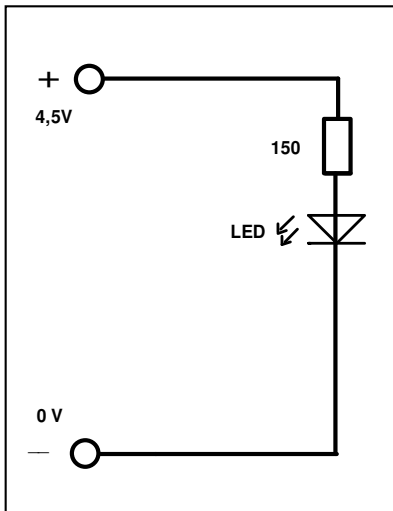
- Spannungen messen
- Widerstände messen
- Ströme messen

### **Teil 3. Schaltungen verstehen**

Gestärkt durch die beiden ersten Teile ist es nicht mehr so schwer die Geheimnisse der Elektronik zu verstehen und mit ihnen umzugehen.

- Einfache Transistorschaltungen
- Verzögerungsschaltungen
- Kippstufen
- Spannungsteilerschaltungen

## 1.1 Leuchtdiode mit Vorwiderstand

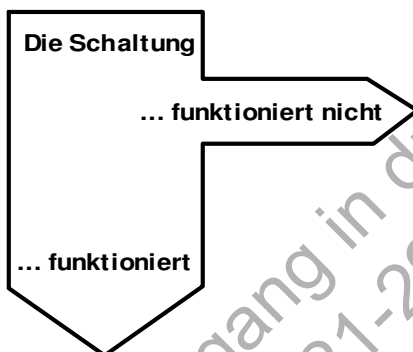


Erste Informationen zur Schaltung.

**Widerstände** (hier R1; 150 Ohm) begrenzen die Stromstärke und setzen die Spannung herunter. Sie sind polungsunabhängig.

**Leuchtdiode (LED; light emitting diode)**  
Dioden lassen den Strom nur in eine Richtung durchfließen, in die andere Richtung sperren sie den Strom. Da LEDs nur ca. 1,5V aushalten, muss man immer einen Vorwiderstand einbauen. Ihre Stromstärke beträgt ca. 20 mA.

Baue die Schaltung auf.



- Überprüfe, ob **Spannung** anliegt
- Überprüfe alle **Kontakte** und Lötstellen
- Kontrolliere die **Polung** der Bauteile
- Kontrolliere die richtige **Anordnung** der Bauteile

Beschreibe die Funktion der Schaltung.

---



---

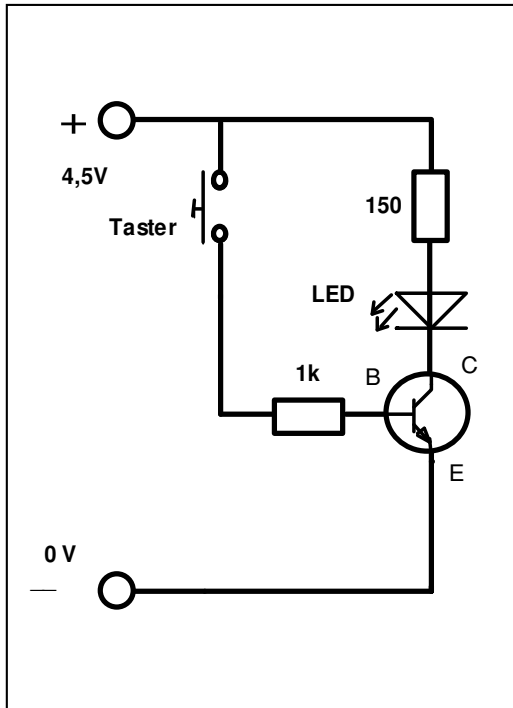
Überlege, wie oder wo man diese Schaltung einsetzen könnte.

---



---

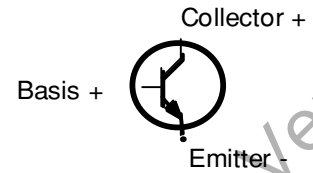
## 1.2 Transistorschaltung mit Taster in der Basisleitung (Steuerstromkreis)



Erste Informationen zur Schaltung.

### npn -Transistor

**Polung beachten!**

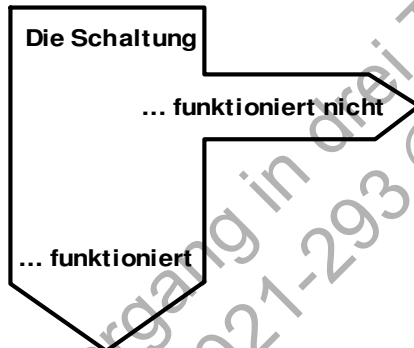


Transistoren immer mit **Vorwiderstand** anschließen!

Den Strom, der vom Pluspol zur Basis des Transistors fließt, nennt man **Basis- oder Steuerstrom**.

Den Strom, der vom Pluspol durch R150, die LED und die Kollektor-Emitter-Strecke des Transistors zum Minuspol fließt, nennt man **Kollektor- oder Arbeitsstrom**.

Baue die Schaltung auf.



- Überprüfe, ob **Spannung** anliegt
- Überprüfe alle **Kontakte** und Lötstellen
- Kontrolliere die **Polung** der Bauteile
- Kontrolliere die richtige **Anordnung** der Bauteile

Beschreibe die Funktion der Schaltung.

---



---



---

Überlege, wie oder wo man diese Schaltung einsetzen könnte.

---

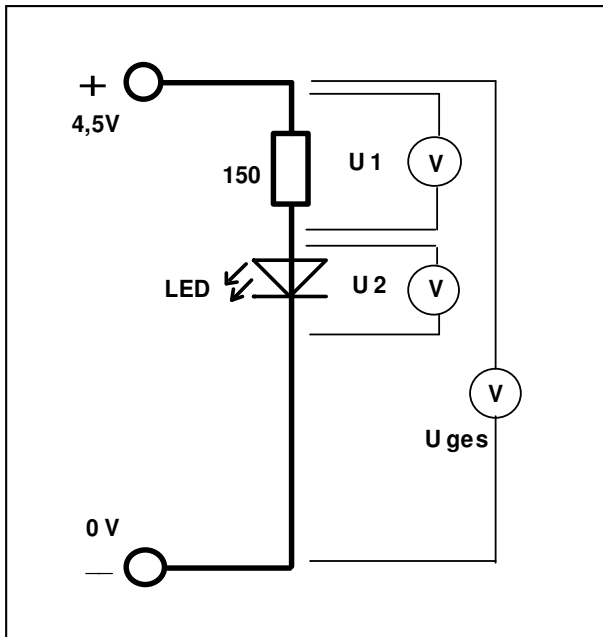


---



---

## 2.1 Leuchtdiode mit Vorwiderstand



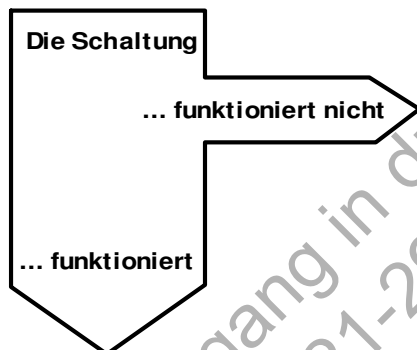
### Information ! Wichtig !

Das Formelzeichen der Spannung ist das  $U$ , gemessen wird in  $V$  (Volt).

**Die Spannung wird parallel zum Bauteil gemessen, d.h. man hält die Messfühler einfach vor und hinter das Bauteil, an dem man messen will.**

Das rote Messkabel zeigt immer zum Pluspol,  
das schwarze Messkabel immer zum Minuspol.

Baue die Schaltung auf.



- Überprüfe, ob **Spannung** anliegt
- Überprüfe alle **Kontakte** und Lötstellen
- Kontrolliere die **Polung** der Bauteile
- Kontrolliere die richtige **Anordnung** der Bauteile

Notiere deine Messergebnisse:

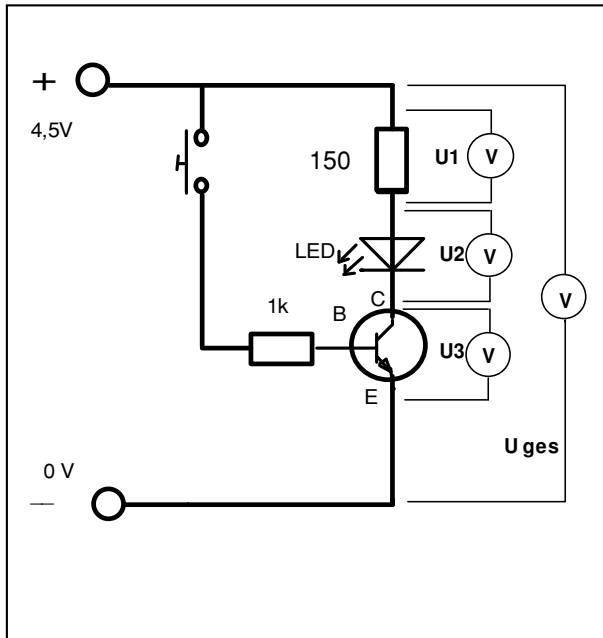
U1 = \_\_\_\_\_

U2 = \_\_\_\_\_

Uges = \_\_\_\_\_

Bemerkungen: \_\_\_\_\_

## 2.2 Transistorschaltung mit Taster in der Basisleitung (Steuerstromkreis)



### Information

Wenn sich drei Bauteile in einer Leiterbahn befinden, teilt sich die Spannung entsprechend in drei Teile.

U1 = Spannung am Widerstand 150Ω

U2 = Spannung an der LED

U3 = Spannung an der Kollektor-Emitter- Strecke des Transistors

**Beim Messen den Taster drücken!**

Baue die Schaltung auf.



- Überprüfe, ob **Spannung** anliegt
- Überprüfe alle **Kontakte** und Lötstellen
- Kontrolliere die **Polung** der Bauteile
- Kontrolliere die richtige **Anordnung** der Bauteile

Notiere deine Messergebnisse:

U1 = \_\_\_\_\_

U2 = \_\_\_\_\_

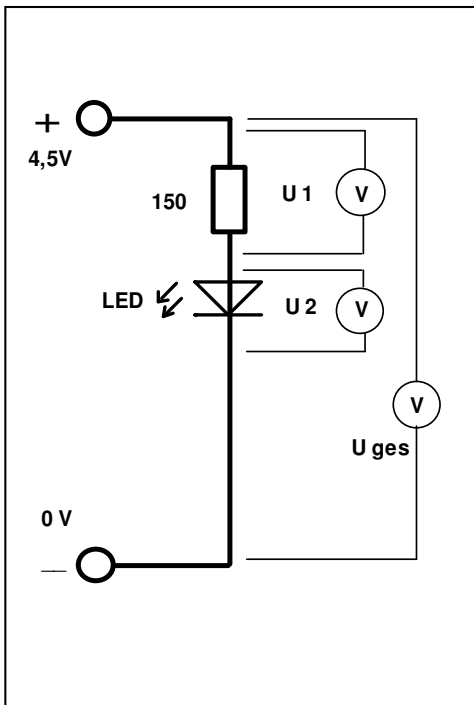
U3 = \_\_\_\_\_

Uges = \_\_\_\_\_

Bemerkungen: \_\_\_\_\_



### 3.1 Leuchtdiode mit Vorwiderstand



#### Information:

Zur Erinnerung:

Das Formelzeichen der Spannung ist das  $U$ , gemessen wird in **V** (Volt).

Die Spannung wird parallel zum Bauteil gemessen, d.h. man hält die Messfühler einfach vor und hinter das Bauteil, an dem man messen will.

**Das rote Messkabel zeigt immer zum Pluspol, das schwarze Messkabel immer zum Minuspol.**

Baue die Schaltung auf!

Messe und notiere:  $U_1 = \underline{\hspace{2cm}}$   $U_2 = \underline{\hspace{2cm}}$   $U_{ges} = \underline{\hspace{2cm}}$

Jeder Widerstand in einer Schaltung reduziert die Spannung und begrenzt den Strom.

Man sagt, die **Spannung fällt über dem Widerstand ab**.

Da eine LED nur mit ca. 1,5V betrieben werden darf, muss die restliche Spannung über einem **Vorwiderstand** abfallen. Gleichzeitig begrenzt der Widerstand auch die Stromstärke. Eine LED wird mit einem Strom von ca. 20mA betrieben.

Nach dem Ohmschen Gesetz berechnet, sieht das so aus:

**Vorwiderstand** = Gesamtspannung (4,5V) minus **LED-Spannung**(1,5V),  
geteilt durch die **Stromstärke**(20 mA)

$$\frac{4,5V - 1,5V}{0,02A} = 150 \Omega$$

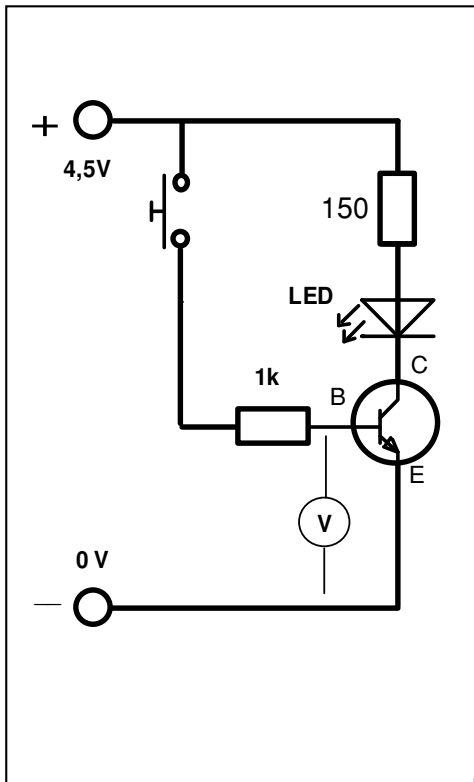
$$\frac{U}{R \cdot I}$$

Formel Ohmsches Gesetz

Vergleiche das berechnete Ergebnis mit **deinen gemessenen Werten**:

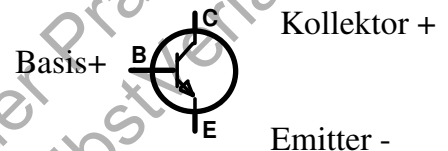
---

### 3.2 Transistorschaltung mit Taster in der Basisleitung (Steuerstromkreis)



#### Information zum Transistor npn

Im Arbeitskreis eines Transistors (s.1.2) können bis etwa 100mA fließen. Die **Voraussetzung** für einen Stromfluss im Arbeitskreis ist ein **Strom im Steuerstromkreis**, also vom Pluspol durch den Taster, durch den Vorwiderstand dann durch die Basis-Emitter-Strecke zum Minuspol. Hier reicht ein Strom von ca. 1mA, um den Arbeitsstrom zu schalten. Ein viel größerer Strom würde den Transistor zerstören, deshalb liegt vor der Basis immer ein **Schutzwiderstand (1k)**.



Baue die Schaltung auf!

Das **genaue Schaltverhalten eines Transistors**, lässt sich über die Basisspannung am besten beschreiben. Durch den technischen Aufbau des Transistors schaltet dieser ab einer Basisspannung von ca. **0,7V**. Daraus folgt:

**Unter 0,7V Basisspannung sperrt der Transistor den Arbeitsstromkreis, die LED leuchtet nicht.**

**Über 0,7V Basisspannung gibt der Transistor seinen Arbeitsstromkreis (Kollektor-Emitter-Strecke) frei, die LED leuchtet.**

Markiere mit einem roten Stift den Steuerstromkreis vom Pluspol bis zum Minuspol. Mache dasselbe mit einem blauen Stift für den Arbeitsstromkreis!

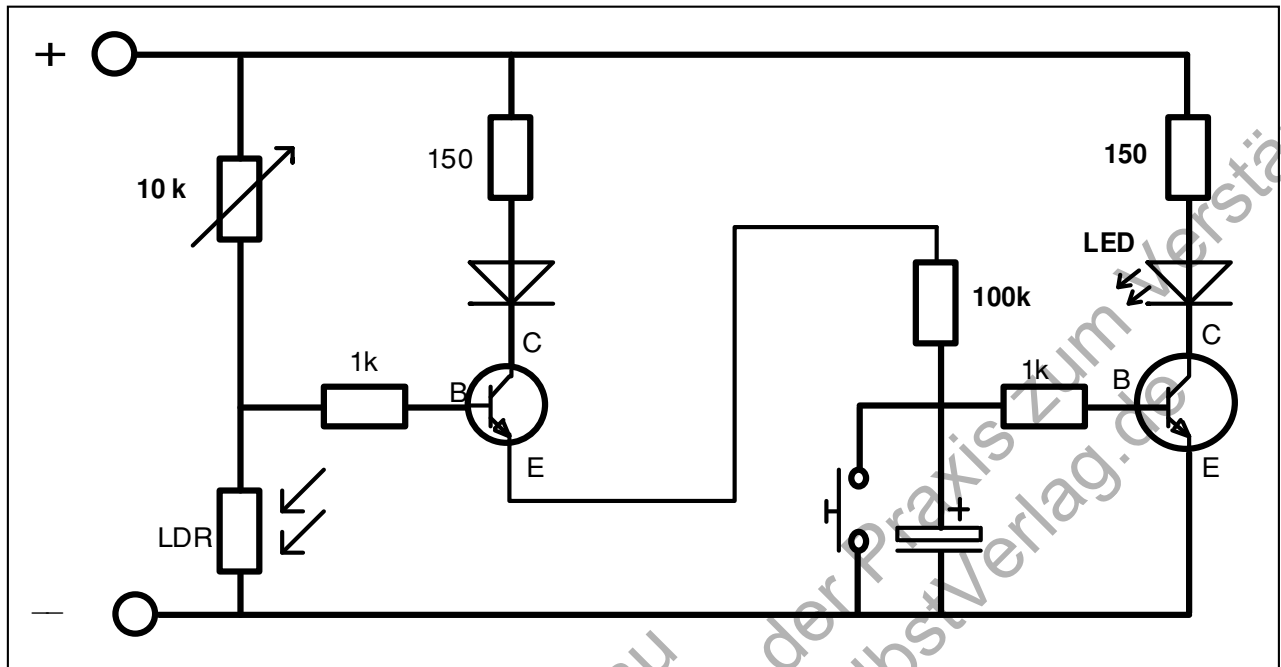
Überprüfe die Basisspannung (Messfühler zwischen Basis und Minuspol) an der aufgebauten Schaltung, bei gedrücktem und nicht gedrücktem Taster.

Notiere die **Spannungswerte**:

---

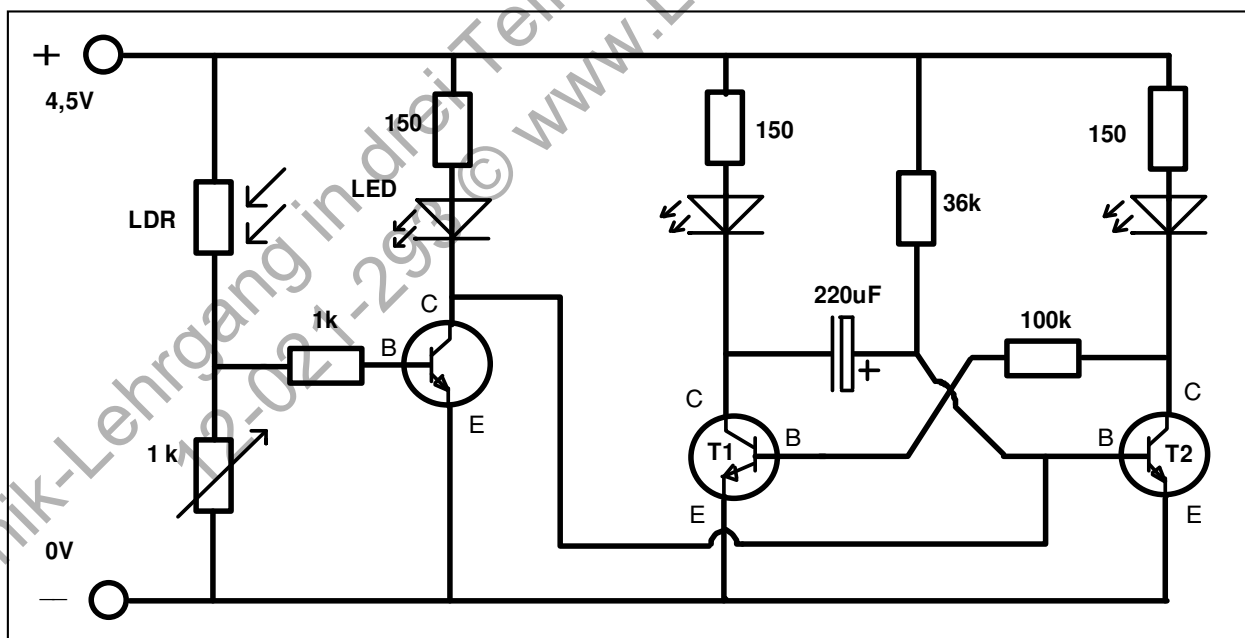
## Kombinierte Schaltungen (2 Beispiele)

### Dunkelschaltung mit Einschaltverzögerung



Wenn es dunkel wird, schaltet der linke Transistor. Sein Arbeitsstrom lädt den Kondensator langsam (100k). Wenn der Kondensator 0,7 V erreicht hat, schaltet der rechte Transistor. Die rechte LED beginnt also verzögert zu leuchten.

### Hellschaltung mit monostabiler Kippstufe



Wenn es hell wird, schaltet der linke Transistor. Dadurch wird die Basisspannung von Transistor 2 der monostabilen Kippstufe abgesenkt (der Basisstrom wird abgeleitet). Die Hellschaltung übernimmt somit die Funktion des Tasters (aus 3.7). Somit schaltet Transistor 1 der monostabilen Kippstufe. Wenn es wieder dunkel wird, schaltet nach einer Weile T2.

## Lösungen

### Lösungen Teil 1

| Nr.  | Funktion   | Anwendungsbeispiele   |
|------|--|---|
| 1.1  | Bei angelegter Spannung, leuchtet die LED  | Betriebsanzeige, Durchgangsprüfer                             |
| 1.2  | Wenn der Taster betätigt wird, leuchtet die LED  | s.o.  |
| 1.3  | Wenn der Fühler mit leitfähigem Material (Wasser, Haut, Metall usw.) leuchtet die LED                      | Füllstandsanzeige, Alarmanlage usw.                           |
| 1.4  | Wenn der Taster länger betätigt wird, leuchtet die LED   | Verspätetes Schalten erwünscht, z.B. Alarmanlagen einschalten |
| 1.5  | Wenn der Taster losgelassen wird, leuchtet die LED noch weiter   | z.B. Autotür-Innenlicht                                       |
| 1.6  | Je nach Taster leuchtet die linke oder rechte LED  | Zugangsregelung Schwimmbad                                    |
| 1.7  | Rechte LED leuchtet. Nach dem Betätigen des Tasters leuchtet die linke LED, kurz danach wieder die rechte. | Spielzeitbegrenzer  |
| 1.8  | LEDs blinken abwechselnd   | Blinklicht, Tongenerator                                      |
| 1.9  | Wenn abgedunkelt wird, leuchtet die LED  | Automatisches Nachtlicht                                      |
| 1.10 | Wenn es hell wird, leuchtet die LED  | Schalten mit Licht  |

### Lösungen Teil 2

|     | Messergebnisse  | Bemerkungen  |
|-----|---|--|
| 2.1 | $U_1 = 2,6V$ ; $U_2 = 2,05V$ ; $U_{ges} = 4,6V$   | Teilspannungen addieren sich zur Gesamtspannung  |
| 2.2 | $U_1 = 2,6V$ ; $U_2 = 2,0V$ ; $U_3 = 0,02V$ ; $U_{ges} = 4,6V$  |  |
| 2.3 | $U_1 = 0,78V$ ; $U_2 = 1,98V$ ; $U_3 = 1,5V$ ; $U_{ges} = 4,42V$ ;<br>$U_5 = 3,74V$ ; $U_6 = 0,03V$ ; $U_7 = 0,64V$ ; $U_{ges} = 4,37V$ | In jedem Strang addieren sich die Teilspannungen zur Gesamtspannung.                   |
| 2.4 | Taster 1: $U_2$ steigt langsam auf $0,7V$<br>$U_1$ sinkt auf ca. $3,8V$<br>Taster 1 und 2: $U_1 = 4,30V$ ; $U_2 = 0V$                   | Kondensator lädt, Spannung steigt.<br>T1 und T2: Kondensator wird überbrückt ( $0V$ ). |
| 2.5 | $U_1$ sinkt von $4,5V$ auf unter $0,7V$   |  |
| 2.6 | Vor dem Antippen des Tasters liegt die jeweilige Spannung bei $0,7V$ , danach bei $0V$  | Der Taster verbindet die Basis mit dem Minuspol ( $0V$ )                               |

Fotos Elektronik-Baukasten

