

# Workshop Transistor

Best.Nr.: 10-353 [www.ellmitron.de](http://www.ellmitron.de)

## **Hinweise zum Umgang mit Platine und Skript**

Bestücken Sie zunächst die **platine** entsprechend der Abbildung mit den Schraubklemmen, der Transistorfassung, den beiden Vorwiderständen und der LED. Vor die LED kommt der 220 Ohm Widerstand, in die Basiszuleitung der Widerstand mit 1 k Ohm.



Als Stromversorgung können Sie eine 9V Blockbatterie oder ein Steckernetzteil verwenden. Dazu befestigen Sie einen Batterieclip an die beiden Schraubklemmen für die Spannungsversorgung.

Das **Skript** ist zunächst entstanden für Studierende am Pädagogischen Fachseminar Karlsruhe.

Es ist aber auch gedacht für die Auseinandersetzung mit den Inhalten im Selbststudium. Dabei muss darauf hingewiesen werden, dass einige Feinheiten bei der Funktion des Transistors natürlich vergrößert dargestellt sind und auch so dargestellt werden können, weil sie das Verständnis der Funktion nicht beeinträchtigen.

Für die Umsetzung der Fachinhalte im Unterricht ist das didaktische und methodische Geschick des jeweiligen Lehrers gefragt, und Arbeitsblätter, die für Erwachsene gedacht sind, können nicht ohne Abstriche 1 : 1 in der Klasse umgesetzt werden.

Der Vorteil der Experimentierplatine besteht darin, dass mit verhältnismäßig geringem Aufwand Schaltungen entworfen, aufgebaut, überprüft und verändert werden können. Erst wenn die Funktion gegeben ist, kann dann zum Platinenaufbau übergegangen werden. Dabei kann dann zwischen gefrästen, geätzten oder Rasterplatinen gewählt werden.

Ich wünsche viel Erfolg beim Ausprobieren, Armin Keßler

# Material zur Transistorplatine

**Platine:** Schraubklemmen, Transistorfassung, LED. R= 1k und 220  $\Omega$

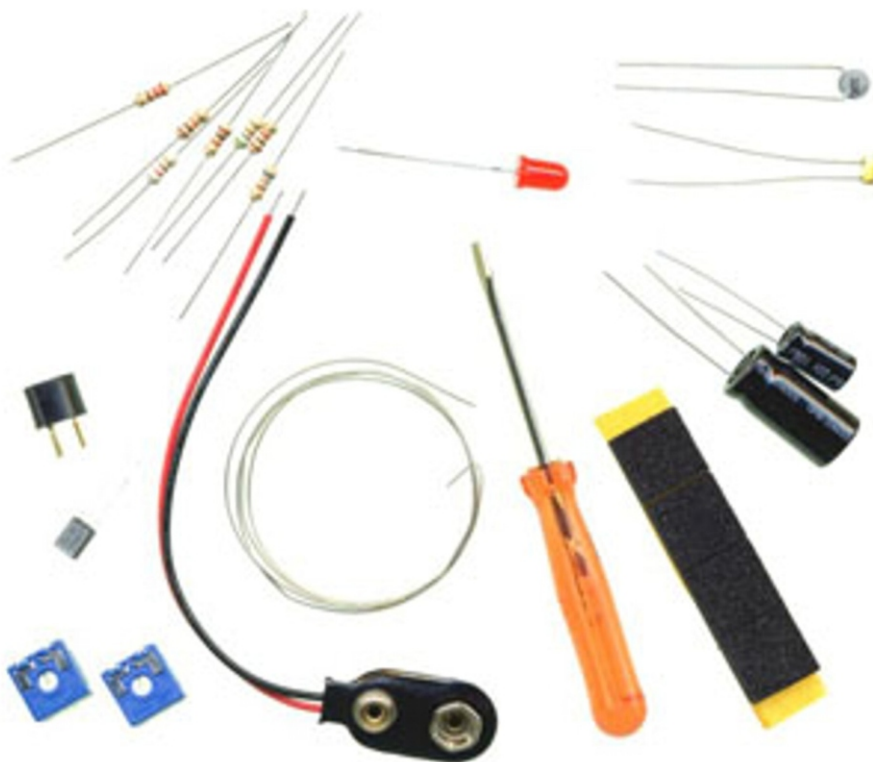
## Experimentiermaterial:

TS1 Trimmer 1 M

TS2 10 k, 1 k, 820 $\Omega$ , 680 $\Omega$ , 560 $\Omega$

TS3 LDR, Poti 50k, 5k, NTC 10k

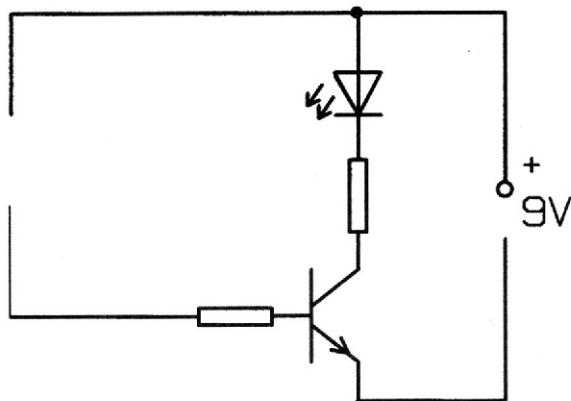
TS4 Kondensator 100 $\mu$  1000 $\mu$  (Taster nicht nötig, kann durch Schaltdraht ersetzt werden)



## Transistorschaltung 1

### Feuchtigkeitsmelder Empfindlicher Durchgangsprüfer

Schaltbild



### Information

<p>Transistoren sehen verschieden aus, da sie in die unterschiedlichsten Gehäuse eingebaut werden. Dennoch haben sie alle ein gemeinsames Kennzeichen, nämlich 3 Anschlüsse, die mit Emitter (E), Basis (B) und Kollektor (C) bezeichnet werden.</p>	<p>Auch am Schaltzeichen kann man die drei Anschlüsse erkennen. Der senkrechte Strich kennzeichnet die Basis, der Pfeil den Emitteranschluss, der dritte Anschluss, der nach oben weggeht, ist der Kollektor.</p>	<p>Die Anschlussbilder der Transistoren sind immer von der Anschlussseite des Transistors aus gezeichnet.</p>	<p>Bei dem am häufigsten verwendeten Plastikgehäuse bilden die drei Anschlüsse ein "Dach" oder liegen in einer Reihe. Die Reihenfolge von unten gesehen E - B - C</p>

1. Benennen Sie die Anschlüsse des Transistors im Schaltbild.

2. Zeichnen Sie Basisstrom und Kollektorstrom in das Schaltbild ein.

Den Basisstrom bezeichnet man auch als Steuerstrom, den Kollektorstrom als Arbeitsstrom.

3. Vergleich mit Relais

Vergleichen Sie die vorliegende Schaltung mit einer Relaisschaltung. Benutzen Sie dazu die Abbildung im Band Technik 2 S. 203

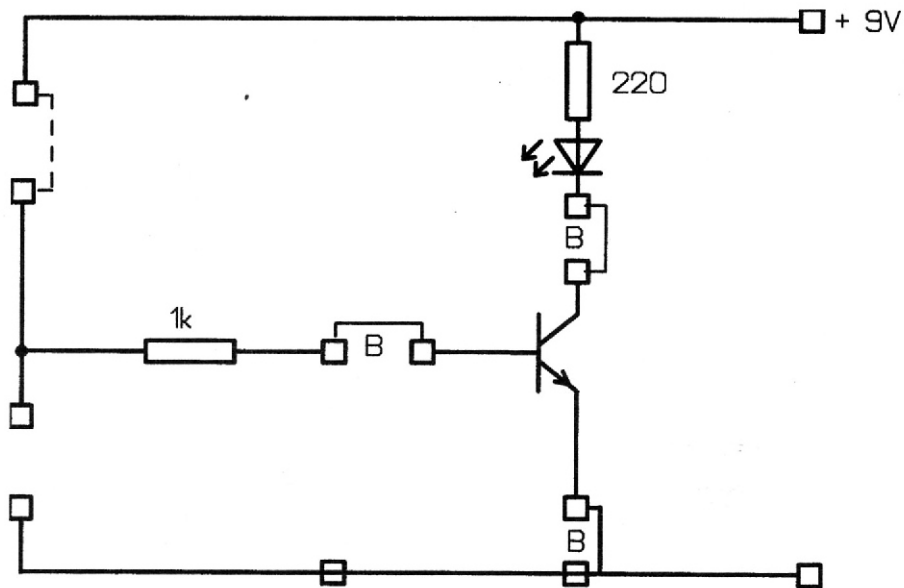
4. Funktionsbeschreibung

Überlegen Sie evtl. eine knappe Funktionsbeschreibung der Schaltung an Hand des Schaltbildes:

## Einsatz der Experimentierplatine

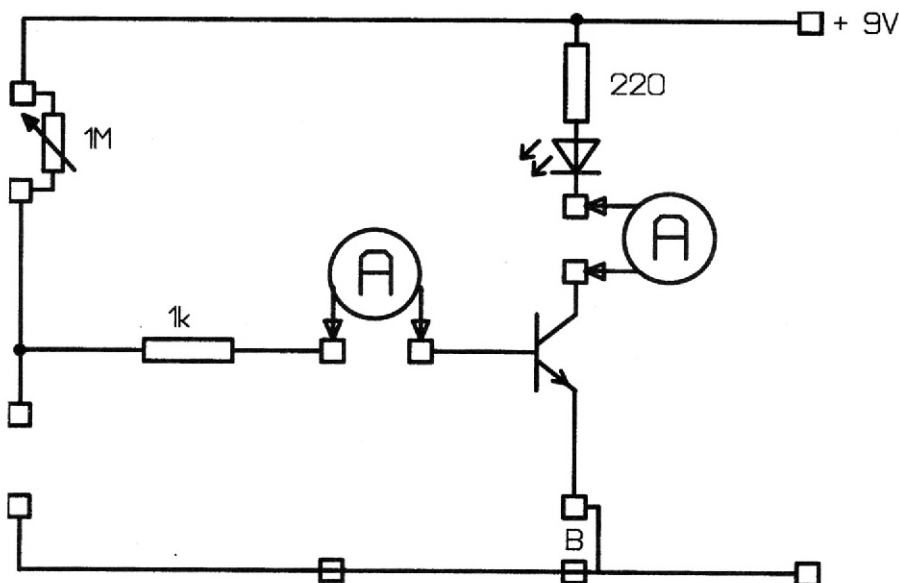
Nehmen Sie jetzt die Experimentierplatine in Betrieb.

Setzen Sie dazu die Brücken und den Transistor ein und schließen Sie die Stromversorgung an.



1. Machen Sie eine Funktionskontrolle des Aufbaus durch Überbrücken der Basisstrecke. Welche Feststellung machen Sie?

## 2. Messungen von Basisstrom und Kollektorstrom



Schalten Sie auf Ihrer Platine entsprechend der Abbildung oben in die wieder geöffnete Zuleitung zur Basis einen einstellbaren Widerstand mit 1M Ohm ein, vor die Basis (Brücke entfernen) ein Messgerät mit der Einstellung 2mA Gleichstrom, vor den Kollektor (Brücke entfernen) ein weiteres Messgerät mit der Einstellung 200 mA.

Der 1k $\Omega$  Widerstand vor der Basis des Transistors dient seinem Schutz, weil zu große Basisströme ihn zerstören würden.

Versuchen Sie, über die Einstellung des Basisstroms die vorgegebenen Werte des Kollektorstroms zu erreichen. Tragen Sie dann den entsprechenden Basisstrom in Ihre Tabelle ein.

### Messreihe:

Basisstrom ( $I_B$ )	Kollektorstrom ( $I_C$ )	Emitterstrom ( $I_E$ )
	1 mA	
	5 mA	
	10 mA	
	15 mA	
	20 mA	
	mA	
	mA	
	mA	
	mA	

### Ergebnis:

Ein Steigerung des Basisstromes führt zu einer Steigerung des Kollektorstromes. Beide stehen in einer Abhängigkeit, die durch den Verstärkungsfaktor ( $\beta$ ) des Transistortyps festgelegt ist. (Je größer dieser Faktor ist, umso weniger Basisstrom wird für einen bestimmten Kollektorstrom benötigt.)

Diese Aussage stimmt aber nur, so lange nicht der maximale Kollektorstrom erreicht ist. Sein Maximalwert wird durch den Widerstand im Kollektorkreis festgelegt. Eine Erhöhung des Basisstromes darüber hinaus bewirkt nur noch eine unnötige Belastung der Basis-Emitter-Strecke.

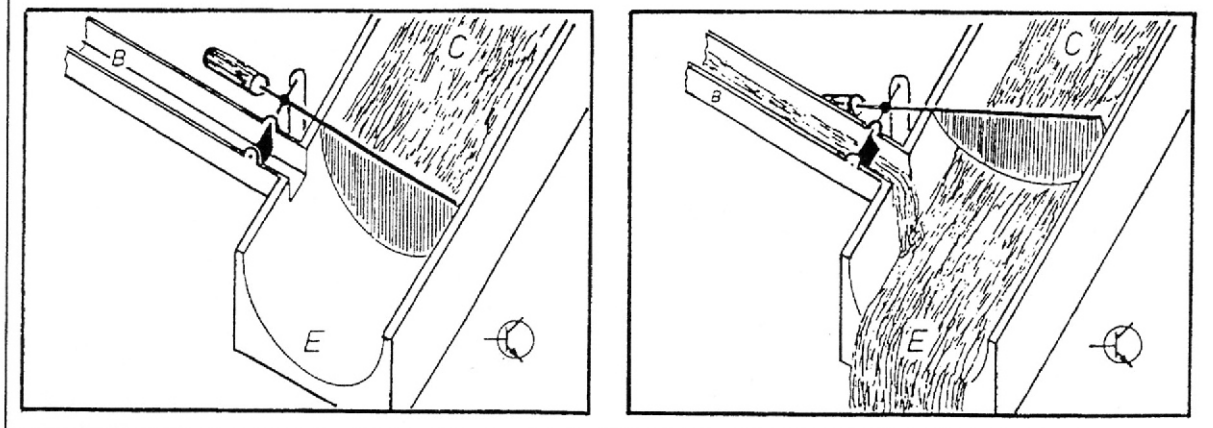
Wir halten fest:

**Ein geringer Basisstrom bewirkt einen großen Kollektorstrom. Die Stärke des Kollektorstromes wird von der Stärke des Basisstromes bestimmt.**

### Information

Um die Funktion des Transistors zu veranschaulichen, hat man verschiedene Modellvorstellungen entwickelt. Eine sehr anschauliche soll hier vorgestellt werden:

Fließt in der Röhre für den Basisstrom kein Wasser, dann bleibt auch die Klappe für den Kollektor-Emitterstrom geschlossen. (Kein Basisstrom = Transistor ist gesperrt.) Ein kleiner Basisstrom öffnet die kleine Klappe mehr oder weniger stark. Entsprechend seiner Stärke wird über ein Gestänge die größere Klappe für den Kollektor-Emitterstrom geöffnet. Ist die große Klappe vollständig geöffnet, dann ist der Transistor durchgeschaltet.



3. Überprüfen Sie nun die Aussage, dass der Emitterstrom die Summe aus Basisstrom und Kollektorstrom ist.

Stellen Sie dazu aus der Tabelle von Seite 3 eine bestimmte Kombination von Basisstrom und Kollektorstrom ein. Nehmen Sie dann das Messgerät aus der Kollektorstrecke und ersetzen Sie es durch eine Brücke. Entfernen Sie jetzt die Brücke in der Emitterstrecke und schalten Sie hier das Messgerät ein. Tragen Sie dann den abgelesenen Messwert in die entsprechende Spalte der Tabelle ein

-----  
Wenn man die Schaltung sehr vereinfacht betrachtet, kann man sagen, der Transistor arbeitet als "Verstärker", weil er das Eingangssignal, hier den schwankenden Basisstrom, in ein im entsprechenden Verhältnis schwankendes Ausgangssignal, den Kollektorstrom "verstärkt".

In Abhängigkeit vom Basisstrom wird die Kollektor-Emitterstrecke mehr oder weniger leitend.

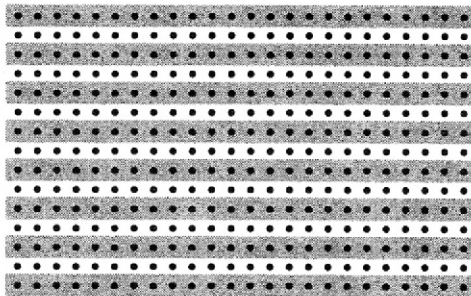
So betrachtet arbeitet der Transistor als stromgesteuerter Widerstand.

Und da unterscheidet sich der Transistor ganz wesentlich vom Relais, das nur 2 Zustände kennt, nämlich: Kontakte geschlossen oder Kontakte offen.

Will man den Transistor aber annähernd auch so einsetzen wie das Relais, nämlich als Schaltverstärker, dann muss man durch entsprechende Beschaltung der Basis dafür sorgen, dass entweder kein Basisstrom fließt und damit auch kein Kollektorstrom, oder der Basisstrom muss durch einen entsprechend kleinen Vorwiderstand entsprechend dem benötigten Kollektorstrom bemessen werden.

### Platinenaufbau

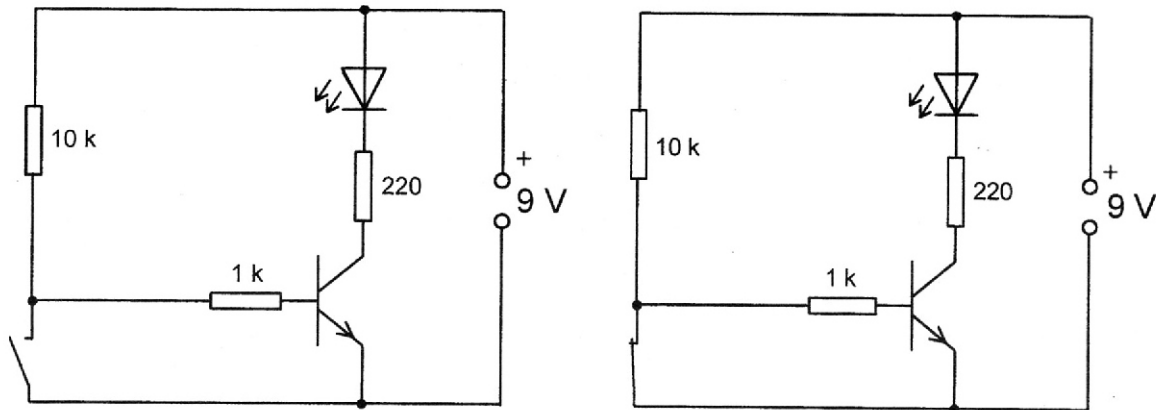
Übertragen Sie die Schaltung auf eine Streifenrasterplatine. (Achten Sie auf kompakten Aufbau und einen ausreichenden Rand um die Schaltung herum für den Einbau in ein Gehäuse.)



## Transistorschaltung 2

**Einstieg:** Die unten dargestellte Schaltung wird um einen Alarmgeber erweitert (parallel zu LED und Vorwiderstand) und so in einen Schrank eingebaut, dass beim Öffnen der Schranktür sich der Taster öffnet und dadurch dann der Alarmgeber aktiviert wird.

Schaltbild:



### Funktionsanalyse der Schaltung

Zeichnen Sie den Steuerstrom über den 10 k Ohm Widerstand ein und verwenden Sie verschiedene Farben:

1. Wenn der Schalter zwischen Basis und Emitter geöffnet ist
2. Wenn der Schalter zwischen Basis und Emitter geschlossen ist.

Versuchen Sie eine einfache Funktionsbeschreibung:

Bitte Rückseite benutzen

**Dreh- und Angelpunkt dieser Schaltung ist die Basis-Emitterspannung**, d.h. im ersten Fall (der Taster ist offen, das entspricht der Transistorschaltung Nr. 1) messen wir zwischen Basis und Emitter eine Spannung von ca. 0,7 Volt. Diese ist dafür verantwortlich, dass der Transistor durchgeschaltet hat.

Schließen wir den Schalter, dann legen wir eine Brücke zwischen Basis und Emitter. Jetzt verschwindet diese Spannung. Wir messen 0 Volt, weil die Basis-Emitterstrecke **überbrückt** ist. Damit wird der Transistor gesperrt.

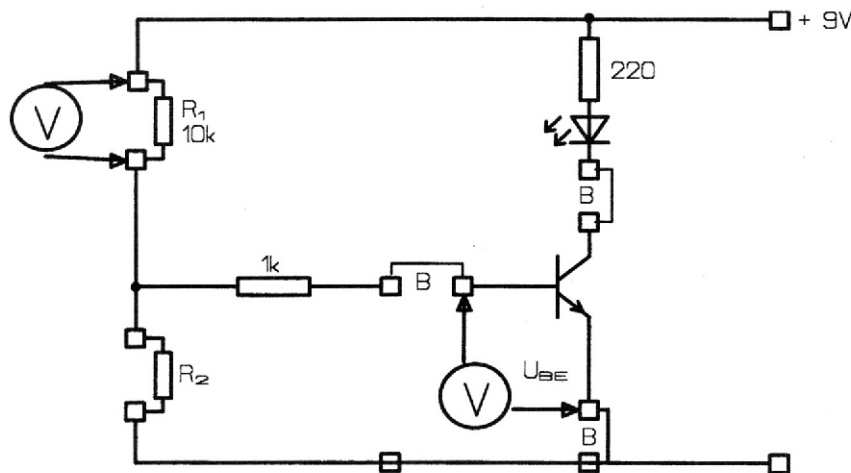
**Wir halten fest: Die Spannung zwischen Basis und Emitter eines Transistors gibt den Ausschlag, ob der Transistor den Strom in der Kollektor-Emitterstrecke leitet oder sperrt.**

**Ist keine Spannung zwischen Basis und Emitter vorhanden, sperrt der Transistor. Erreicht sie einen Wert der größer als 0,6 Volt ist, leitet der Transistor den Strom.**

*Statt eines Schalters oder einer einfachen Drahtbrücke, kann man aber auch verschiedene Widerstandswerte einsetzen und damit das Verhalten des Transistors zwischen **gesperrt** und **durchgesteuert** variabel beeinflussen.*

Um dies näher zu untersuchen, verwenden wir wieder die Experimentierplatine.

Aufbau der Experimentierplatine



Führen Sie an Hand der Experimentierplatine folgende Versuche durch:  
 Setzen Sie für  $R_1$  10 k $\Omega$  ein. Dieser Widerstand bleibt bei allen Versuchen gleich.  
 Für  $R_2$  werden unterschiedliche Widerstände verwendet.

Die verwendeten Widerstände haben folgenden Farbcode:

- 560  $\Omega$  = grün-blau-braun-(gold = 5% Toleranz)
- 680  $\Omega$  = blau-grau-braun-gold
- 820  $\Omega$  = grau-rot-braun-gold
- 1 k $\Omega$  = braun-schwarz-rot-gold
- 10 k $\Omega$  = braun-schwarz-orange-gold

Den internationalen Farbcode finden Sie in Technik 2 S. 198; einfacher geht die Widerstandsbestimmung mit dem 'Vitrohmmeter', genauer mit einem Meßgerät.

Messen Sie in jedem Fall die Spannung an  $R_1$  und die Spannung zwischen Basis und Emitter. Beobachten Sie die LED und tragen Sie die Ergebnisse in die entsprechende Tabelle ein.

1. Fall

$R_1$	$R_2$	$U_{R1}$	$U_{BE}$	LED
10 k	Brücke			

2. Fall

$R_1$	$R_2$	$U_{R1}$	$U_{BE}$	LED
10 k	560 $\Omega$			

3. Fall

$R_1$	$R_2$	$U_{R1}$	$U_{BE}$	LED
10 k	680 $\Omega$			

4. Fall

$R_1$	$R_2$	$U_{R1}$	$U_{BE}$	LED
10 k	820 $\Omega$			

5. Fall

$R_1$	$R_2$	$U_{R1}$	$U_{BE}$	LED
10 k	1 k			



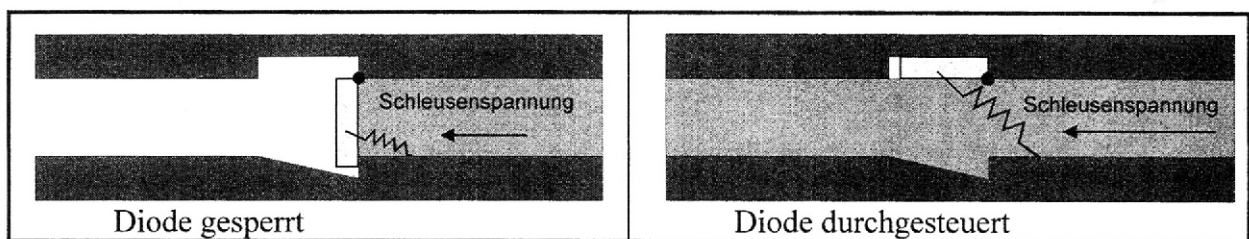
Um das Ergebnis der Versuche verstehen zu können, müssen wir uns nochmals an die Reihenschaltung von zwei Widerständen erinnern. (Informationen dazu finden Sie auch in Technik 2 S. 199)

Diese Anordnung von zwei Widerständen teilt die anliegende Spannung in zwei Teilspannungen auf. Dabei spielt die effektive Größe der beiden Widerstände für die Teilspannungen keine Rolle, sondern nur das **Verhältnis der beiden Widerstände** zueinander entscheidet über die Höhe der beiden Teilspannungen. (Die Summe der beiden Widerstände bestimmt den Strom, der über die beiden Widerstände fließt, aber das ist hier zunächst von untergeordneter Bedeutung.)

Diese bei einer Reihenschaltung entstehenden *Teilspannungen* macht man sich bei dieser Transistorschaltung mit  $R_1$  und  $R_2$  zunutze. Die anliegende Gesamtspannung von 9 Volt wird durch die Reihenschaltung der beiden Widerstände in jedem der 5 Fälle in einem anderen Verhältnis aufgeteilt.

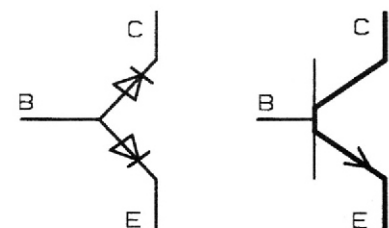
**Für die Ansteuerung des Transistors ist aber nur die zwischen Basis und Emitter anliegende Teilspannung ausschlaggebend.** Sie entscheidet, ob sich die Basis-Emitterstrecke mehr oder weniger stark öffnet oder geschlossen bleibt.

Um hierfür ein etwas tieferes Verständnis zu finden, sollten wir uns nochmals an die Veranschaulichung der Diodenstrecke als Ventil erinnern.



Dabei gibt es bei der Diode aber nicht nur die beiden Zustände geschlossen und geöffnet, sondern im Prinzip *unendlich viele Zwischenstufen*, die von der anliegenden *Schleusenspannung* abhängig sind.

Der Transistor ist ein aus zwei gegeneinander geschalteten Dioden entstandenes Bauelement. Eine dieser Dioden ist die Basis-Emitterstrecke. Sie ist für die Steuerung der Kollektor-Emitterstrecke verantwortlich. (Siehe auch Technik 2 S. 201)



Die an der Basis anliegende Spannung muss, wie aus den Versuchen deutlich wurde, ca. 0,6 Volt betragen, um diese Diodenstrecke leicht aufzusteuern. Damit beginnt auch ein geringer Basisstrom zu fließen, der wiederum die Größe des Kollektorstromes bestimmt. (Siehe Transistorschaltung 1)

Ab ca. 0,7 - 0,75 Volt ist die Diodenstrecke voll durchgesteuert, die Spannung steigt nicht mehr an. Jetzt bestimmt die Größe des Basisstroms die Größe des Kollektorstroms.

Da das Leuchten der LED ein Zeichen für die Höhe des Kollektorstromes ist, kann man also dadurch auf den Schaltzustand des Transistors schließen.

*Um die Steuerung eines Transistors zu verstehen, muss man sich unbedingt einprägen:*

**Für die Steuerung eines Transistors ist die Basis-Emitterstrecke verantwortlich. Die Spannung zwischen Basis und Emitter muss mindestens einen Wert von ca. 0,6 Volt erreichen, damit die Basis-Emitterstrecke sich zu öffnen beginnt und einen geringen Basisstrom fließen lässt.**

**Es bestehen folgende Abhängigkeiten:**

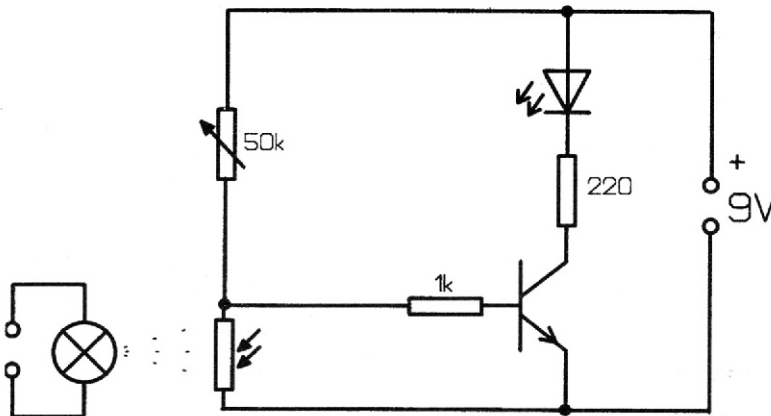
- 1. Die Höhe der Basis-Emitterspannung ist ausschlaggebend für die Stärke des Basisstromes.**
- 2. Die Stärke des Basisstromes bestimmt die Stärke des Kollektor-Emitterstromes.**  
(Diese Beziehung ist aber abhängig vom typbedingten Verstärkungsfaktor des Transistors)

Weitere Informationen zum Transistor in Technik 2 S. 201 ff

## Transistorschaltung 3

**Einstieg:** z.B. das Modell Lichtgalgen von Conrad-Electronik (Best.Nr. 299022-22) oder andere Modelle, die mit einer Lichtschranke arbeiten.

### 1. Schaltung mit dem Fotowiderstand



#### Erarbeitung:

Um die Funktion der Schaltung besser verstehen zu können, sollten Sie sich zunächst mit dem neuen Bauteil Fotowiderstand auseinandersetzen.

Überlegen Sie was der Name Fotowiderstand für die Erklärung seiner Funktion hergibt. Wie wird der Fotowiderstand wohl wirken?

Um eine genauere Information über sein Verhalten zu bekommen, führen Sie die folgende Messreihe durch:

#### 1. Versuch

Stellen Sie das Messgerät zuerst auf den Messbereich 20 K Ohm ein und messen Sie den Widerstandswert des FW bei unterschiedlichen Beleuchtungsstärken:

Tragen Sie die Messwerte in die folgende Tabelle ein:

	Widerstandswert in Ohm
LDR stark beleuchtet	
LDR schwach beleuchtet	
LDR abgedunkelt	
LDR stark abgedunkelt	

Wir schließen aus diesen Messungen:

Je heller der Fotowiderstand beleuchtet ist, desto \_\_\_\_\_

Ist der Fotowiderstand abgedunkelt, \_\_\_\_\_

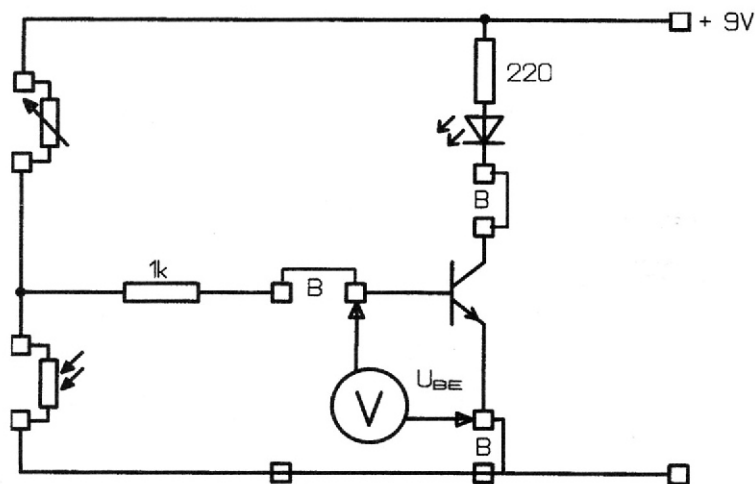
Zusätzliche Informationen über den FW finden Sie in Technik 2 S. 206

## 2. Versuch

Einbau eines FW in den Spannungsteiler der Experimentierplatine  
(Schaltbild dazu auf der vorangegangenen Seite)

Um die Funktionsweise des Fotowiderstandes in der vorgestellten Transistorschaltung zu erkunden, setzen Sie ihn in den unteren Teil des Spannungsteilers der Transistorplatine ein.  
Um den Arbeitspunkt der Schaltung besser festlegen zu können, verwenden wir im oberen Teil keinen Festwiderstand wie in der vorangegangenen Schaltung, sondern einen einstellbaren Widerstand mit einem maximalen Widerstandswert von 50 k $\Omega$ .

Aufbau der Experimentierplatine



Stellen sie jetzt den Widerstandswert des einstellbaren Widerstandes so ein, dass **bei beleuchtetem FW die Leuchtdiode im Kollektorkreis gerade ausgeht**.

Wenn Sie jetzt den FW abdunkeln, leuchtet die Leuchtdiode.

Je nach Raumhelligkeit kann es wegen der besseren Einstellbarkeit auch nötig sein, den 50 k $\Omega$  Widerstand gegen einen mit 5 k $\Omega$  auszutauschen. Hier muss man ausprobieren.

### Messen der Basis-Emitterspannung

Um die Wirkungsweise des Fotowiderstandes auf die Schaltung (eigentlich auf die Basis-Emitterspannung) zu beobachten, schalten Sie Ihr Messgerät in den Schaltungsaufbau ein wie das in der Abbildung oben zu sehen ist (Messbereich 2 Volt Gleichspannung).

Füllen Sie die folgende Tabelle aus:

	$U_{BE}$	LED im Kollektor-Emitterkreis
LDR beleuchtet		
LDR schwach beleuchtet		
LDR abgedunkelt		

|| Versuchen Sie, die **Abhängigkeiten zwischen Basis-Emitterspannung und Kollektorstrom** in der folgenden Funktionsbeschreibung präzise herauszuarbeiten. ||

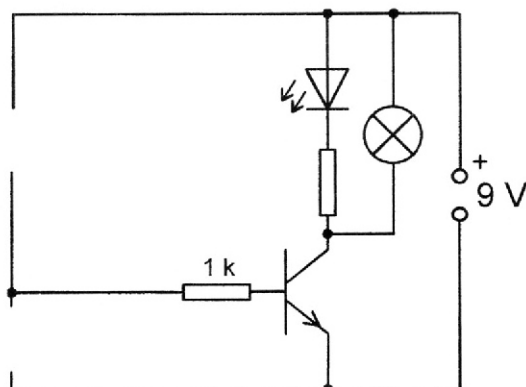
Funktionsbeschreibung: (bitte auf die Rückseite)

**2. Schaltung mit dem Fotowiderstand**

- Bauen Sie jetzt die Schaltung auf, die vermutlich im Einstiegsmodell ‘Lichtgalgen’ vorliegt und untersuchen Sie nun die Wirkungsweise dieser Schaltung an Ihrem Versuchsaufbau.
- Überlegen Sie dabei zuerst noch einmal die Funktion der Schaltung und schließen Sie daraus auf die Anordnung von Fotowiderstand und einstellbarem Widerstand im Spannungsteiler.
- Um die Wirkungsweise besser nachvollziehen zu können, schalten Sie parallel zu Vorwiderstand und Leuchtdiode zusätzlich eine Glühlampe (**Achtung: Vorher die Spannung am Steckernetzteil unbedingt auf 4,5 Volt reduzieren, sonst brennt die Glühlampe durch.**) Siehe Schaltbild unten. Ordnen Sie diese so an, dass sie direkt den Fotowiderstand beleuchten kann. Um den Transistor nicht zu überlasten, verwenden wir Lampen mit einer geringen Stromaufnahme (70 mA)
- Versuchen Sie jetzt die Funktion der Schaltung ‘Lichtgalgen’ nachzuvollziehen
- Fragen, die Ihnen helfen sollen:
  1. Wie ist die Ausgangssituation für den Fotowiderstand, wie für die Lampe, wenn Sie sich an das Einstiegsmodell erinnern?  
Welche Einstellung am Drehwiderstand müssen Sie demnach treffen?
  2. Wie reagiert die Schaltung bei Beleuchtung des Fotowiderstandes?
  3. Was bewirkt die Glühlampe, wenn sie den Fotowiderstand bescheint?
- Wenn Sie über die Fragen nicht zum Ziel kommen, dann gehen Sie folgendermaßen vor: Der FW kommt in den oberen Teil des Spannungsteilers, der Drehwiderstand in den unteren. Stellen Sie den Drehwiderstand so ein, dass bei normaler Raumhelligkeit die Lampe leicht glimmt. Wenn Sie diese jetzt dem Fotowiderstand nähern, stellen Sie fest, dass sie plötzlich hell aufleuchtet. Können Sie dieses Verhalten erklären?
- Vielleicht hilft Ihnen die Tabelle bei der Erklärung?

	$U_{BE}$	LED im Kollektor-Emitterkreis
LDR schwach beleuchtet		
LDR beleuchtet		
LDR stark beleuchtet		

- Ergänzen Sie richtig das Schaltbild:



Geben Sie ebenfalls eine Funktionsbeschreibung:

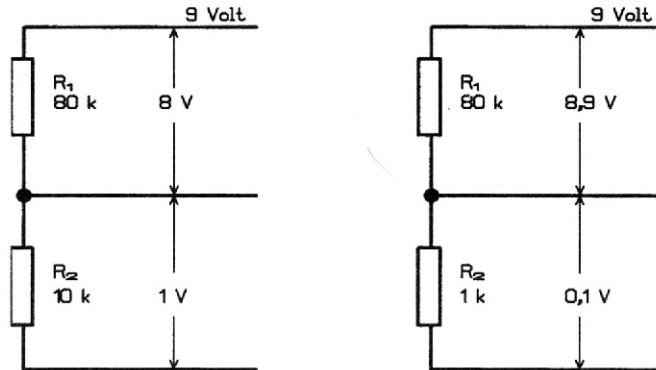
---

Bitte Rückseite benutzen

## Funktionsbeschreibung zur 1. Schaltung mit dem Fotowiderstand

Voraussetzung:

Die Versorgungsspannung von 9 Volt wird durch den Spannungsteiler am Eingang der Transistorschaltung im **Verhältnis der Widerstandswerte** aufgeteilt.

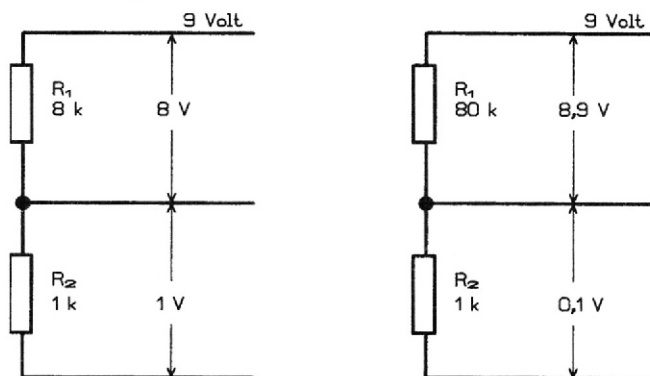


Der Fotowiderstand in dieser Schaltung befindet sich an der Stelle von  $R_2$  im Spannungsteiler,  $R_1$  bleibt fest eingestellt. Wird der Fotowiderstand ( $R_2$ ) abgedunkelt, steigt sein Widerstandswert und damit steigt die Spannung an der Basis des Transistors. Jetzt steuert dieser durch. Erhält der Fotowiderstand wieder Licht, sinkt sein Widerstandswert und damit sinkt die Spannung an der Basis des Transistors. Erhält die Basis weniger als 0,5 Volt, sperrt der Transistor.

## Funktionsbeschreibung zur 2. Schaltung mit dem Fotowiderstand

Voraussetzung:

Die Versorgungsspannung von 9 Volt wird durch den Spannungsteiler am Eingang der Transistorschaltung im **Verhältnis der Widerstandswerte** aufgeteilt.



Der Fotowiderstand in dieser Schaltung befindet sich an der Stelle von  $R_1$  im Spannungsteiler,  $R_2$  bleibt fest eingestellt. Wird nun der Fotowiderstand ( $R_1$ ) abgedunkelt, steigt sein Widerstandswert. Dadurch wird aber der Widerstandswert von  $R_2$  im **Verhältnis zu ihm kleiner**. In unserem Beispiel ändert sich das Verhältnis von 8:1 auf 80:1. Im gleichen Maße ändern sich auch die Spannungen, die durch diesen Spannungsteiler erzeugt werden, nämlich von 8V:1V auf 8,9V:0,1V.

In unserem Fall interessiert nur die Spannung an der Basis des Transistors, und das bedeutet, wenn ich den Widerstandswert von  $R_1$  vergrößere, sinkt die Spannung an der Basis des Transistors, weil sich **der Wert von  $R_2$  im Verhältnis zu  $R_1$  verringert** hat. War der Transistor zunächst durchgesteuert, wird er sperren, wenn ich den Widerstandswert von  $R_1$  erhöhe.

## Platinenaufbau

Bauen Sie eine der beiden Schaltungen auf einer Punktrasterplatine auf. Wählen Sie die Leitungsführungen so und positionieren Sie die Bauteile so, dass der Schaltplan im Schaltungsaufbau ersichtlich bleibt.

**Bauen Sie nicht zu dicht gedrängt auf!!**

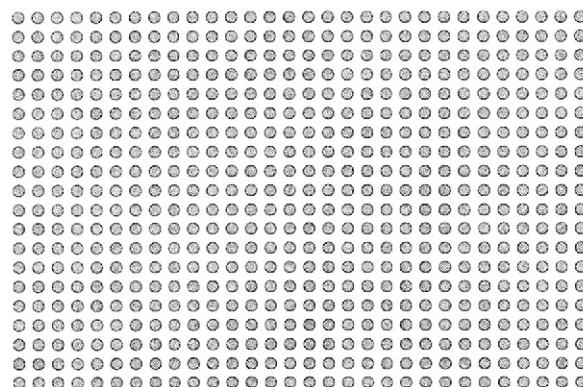
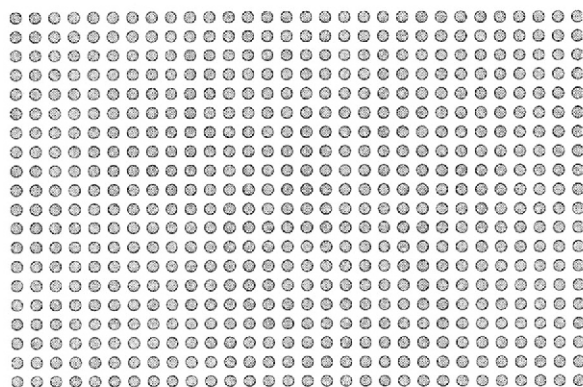
- Positionieren Sie zuerst die einzelnen Bauteile entsprechend dem Schaltplan und löten Sie diese dann an den Rasterpunkten auf der Rückseite fest. Dabei ist darauf zu achten, dass niemals zwei Beinchen in ein Bohrloch gesteckt werden.
- Stellen Sie dann die Verbindungsleitungen zwischen den Bauteilen her.
- Dies kann auf zwei Arten erfolgen:

Man steckt auf der Platinenoberseite Brücken aus versilbertem Kupferdraht in die den Bauteilen benachbarten Lötunkte ein, lötet diese dann fest und verbindet sie auf der Platinenunterseite mit einer Zinnbrücke mit dem entsprechenden Bauteil.

Man legt auf der Platinenunterseite mit diesem Draht Brücken auf, lötet diese an den jeweiligen Endpunkten fest und fixiert sie je nach Länge des Drahtes noch ein- oder zweimal an Rasterpunkten.

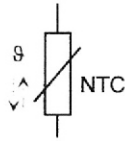
Im ersten Fall ist der Schaltungsaufbau von oben besser erkennbar, im zweiten von unten, nur sieht man dabei dann keine Bauteile.

Benutzen Sie die Punktraster-Vorlage für einen ersten Entwurf



## Schaltungen mit dem Heißleiter im Spannungsteiler der Transistorschaltung

Schaltzeichen für Heißleiter:



$\vartheta$  = theta, griechischer Buchstabe für Temperatur

### Versuchsreihe mit Heißleiter

Bevor Sie den Heißleiter in einer Schaltung verwenden, sollten Sie sich zunächst mit dem Bauteil Heißleiter (auch NTC genannt = negativer Temperatur-Koeffizient) auseinander setzen.

Überlegen Sie, was der Name für die Erklärung seiner Funktion hergibt. Wie wird er wirken?

Um eine genauere Information über sein Verhalten zu bekommen, führen Sie folgende Messreihe durch:

Stellen Sie das Messgerät auf den Messbereich 20 k Ohm ein und messen Sie den Widerstand des Heißleiters (10k) während Sie diesen mit zwei Fingern erwärmen:

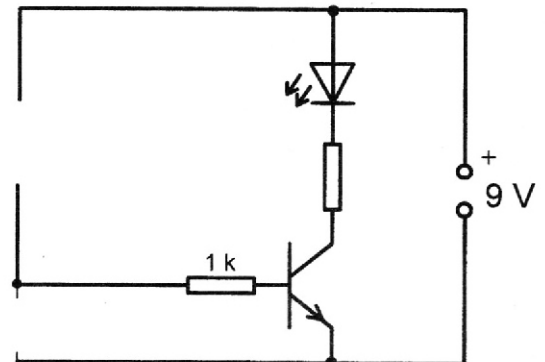
Tragen Sie die Messwerte in die folgende Tabelle ein:

	Widerstandswerte in Ohm
Heißleiter bei Raumtemperatur	
Heißleiter schwach erwärmt	
Heißleiter stärker erwärmt	

Sie schließen aus diesen Messungen:

Je stärker der Heißleiter erwärmt wird, desto \_\_\_\_\_

Überlegen Sie, welche Wirkung es hat, wenn Sie den Heißleiter in den oberen oder den unteren Teil des Spannungsteilers einschalten.



### Aufgaben:

1. An welcher Position müssen Sie den Heißleiter einschalten, wenn Sie eine Meldeanlage konzipieren möchten, d.h. wenn bei zu hoher Temperatur ein optischer oder akustischer Melder eingeschaltet werden soll.
2. An welche Position kommt der Heißleiter, wenn Sie eine Wärmeregulung planen. Die Wärmequelle (hier simuliert durch Streichholz oder Feuerzeug) soll z.B. durch ein Relais ausgeschaltet werden, wenn es zu warm ist. Ist die Temperatur abgesunken, wird die Wärmequelle wieder eingeschaltet. Das Schaltverhalten ist an der LED gut zu beobachten. Der hier verwendete Transistor ist nicht in der Lage ( wegen Überlastung) direkt eine Wärmequelle zu schalten, deshalb die Simulation.
3. Welche einstellbaren Widerstände brauchen Sie in den beiden Fällen als zweiten Teil des Spannungsteilers, wenn Sie jeweils nur einen Heißleiter mit 10 k Widerstand zur Verfügung haben?
4. Bauen Sie die beiden Schaltungen nacheinander auf der Experimentierplatine auf und versuchen Sie die geforderten Funktionen zu realisieren.
5. Zeichnen Sie die Schaltpläne für beide Schaltungen.
6. Bauen Sie eine der beiden Schaltungen auf einer Rasterplatine auf.



## Transistorschaltung 4

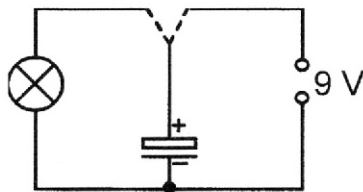
**Einstieg:** Elektronische Zeitschaltuhr (z.B. für Dunkelkammer), die auf der Basis einer Kondensatorladung /-entladung funktioniert

### Versuche:

Großen Kondensator an die Glühlampe anschließen, laden und über Glühlampe entladen.

Versuche dazu auch mit normalen Kondensatoren (nur auf 2 Volt geladen) und einer LED.

Schaltbild zu den Versuchen:



### Ergebnis und Information:

Kondensatoren können, wenn auch nur in sehr kleinen Mengen, Strom speichern. Man kann sie aufladen und sie können die gespeicherte elektrische Ladung wieder abgeben. Dadurch wirken sie wie eine Spannungsquelle.

Die Aufnahmefähigkeit für elektrische Energie, die Kapazität ist abhängig von der Bauart des Kondensators. Sie wird angegeben in Farad (sehr große Einheit) bzw. in Mikrofarad (millionstel Farad) und kleineren Einheiten.

Weitere Information in Technik 2 S. 206

Ausschlaggebend für die Lade- und Entladezeit des Kondensators sind seine **Kapazität** und der **Widerstand**, der im Ladestromkreis oder Entladestromkreis liegt.

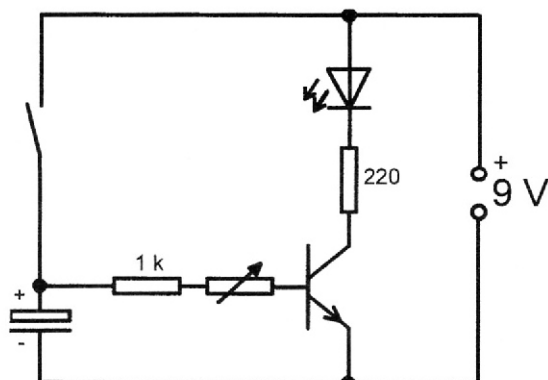
\*\*\*\*\*

Da der Kondensator einer kleinen Batterie gleicht, kann man seine elektrische Energie benutzen, um

1. die Basis-Emitterstrecke aufzusteuern
2. einen kleinen Basisstrom zu liefern, der den Transistor durchsteuert.

Dazu muss er so in die Schaltung eingebaut werden wie es das folgende Schaltbild zeigt:

### 1. Schaltung mit dem Kondensator



Der Kondensator als **Spannungsquelle zwischen Basis und Emitter** wird geladen über den Taster und entladen über einen zusätzlichen Widerstand vor der Basis des Transistors.

Fragen zum Schaltbild:

1. Warum liegt in dem Stromkreis, in dem der Kondensator geladen wird, kein (oder höchstens ein sehr kleiner) Widerstand?
2. Warum liegt in dem Stromkreis, in dem der Kondensator seine Ladung abgibt, normalerweise ein großer Widerstand?

Antworten zu den obigen Fragen:

---



---

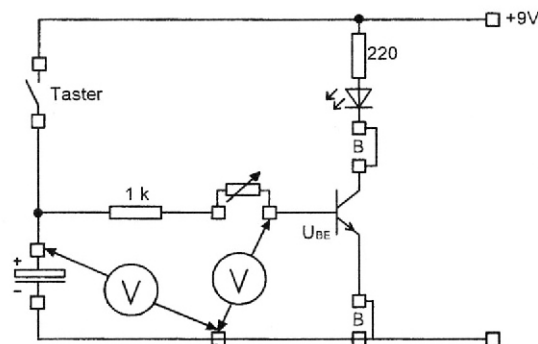


---

Bauen Sie jetzt die Schaltung auf der Experimentierplatine auf

**Achtung:** Achten Sie dabei unbedingt auf die richtige Polung des Kondensators. Falscher Anschluss kann ihn zerstören.

Der Minuspol des Kondensators ist entsprechend gekennzeichnet.



**Messversuche :**

1. Messen Sie die Spannung am Kondensator, wenn Sie den Taster gedrückt halten.
2. Beobachten Sie die Spannung am Kondensator, wenn Sie den Taster losgelassen haben.
3. Messen Sie in den unten angegebenen Fällen die Zeit, die die Leuchtdiode brennt, nachdem Sie den Taster losgelassen haben.
4. Notieren Sie die Spannung, bei der der Transistor sperrt, bzw. die Leuchtdiode verlöscht.

Kondensator	Spannung am Kondensator	Widerstand	Zeit	Widerstand	Zeit	Widerstand	Zeit	Bei welcher $U_{BE}$ geht die Leuchtdiode aus?
100 $\mu$ F		1 k		11 k		51 k		
1000 $\mu$ F		1 k		11 k		51 k		

Tragen Sie in das Schaltbild die Begriffe **Steuerstromkreis** und **Laststromkreis** ein.

Geben Sie der Schaltung einen Namen!  
(Welche Funktion kann diese Schaltung übernehmen?)

---

**Füllen Sie bitte zu den Versuchen und Ergebnissen folgenden Lückentext aus:**

Wird der Taster betätigt, wird der Kondensator \_\_\_\_\_. Gleichzeitig steuert der Transistor durch, die LED \_\_\_\_\_.

Wenn der Taster öffnet, bleibt \_\_\_\_\_, weil der Kondensator

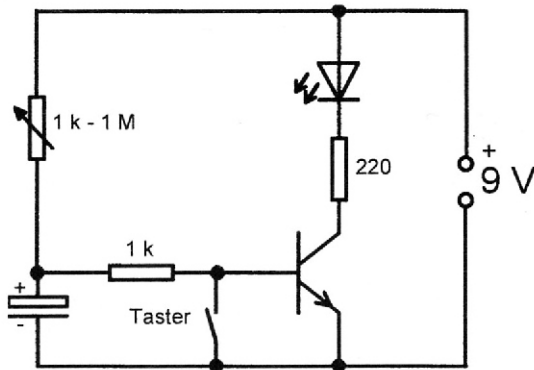
---

Je größer der Kondensator ist und je größer der Entladewiderstand gewählt wurde,

---

## 2. Schaltung mit dem Kondensator

Im Folgenden sehen Sie ein etwas verändertes Schaltbild.



Bauen Sie jetzt diese Schaltung auch auf der Experimentierplatine auf und untersuchen Sie diese nach dem gleichen Schema wie die erste Schaltung.

### ***Folgende Hilfen:***

Beschränken sie sich nur auf den Kondensator mit  $1000\mu\text{F}$

Verwenden Sie den einstellbaren Widerstand mit  $1\text{ M}\Omega$

### ***Folgende Fragen:***

Wie funktioniert diese Schaltung?

Was passiert, wenn Sie den Taster betätigen  
mit dem Kondensator?  
mit dem Transistor?

### ***Folgende Aufgaben sollten Sie lösen :***

Messen Sie die Spannungen (zu verschiedenen Zeiten) am Kondensator

Messen Sie die Spannung an der Basis des Transistors

Stellen Sie Zeiten in Abhängigkeit von Kondensator und Widerstand fest

Was passiert mit der Schaltung, wenn Sie den Ladewiderstand wesentlich über  $1\text{ M}\Omega$  erhöhen?

Entwerfen Sie eine kleine Tabelle, um die Ergebnisse übersichtlich einzutragen

Welchen Namen würden Sie dieser Schaltung geben?

Formulieren Sie eine verständliche Funktionsbeschreibung, aus der man einen Lückentext machen könnte:

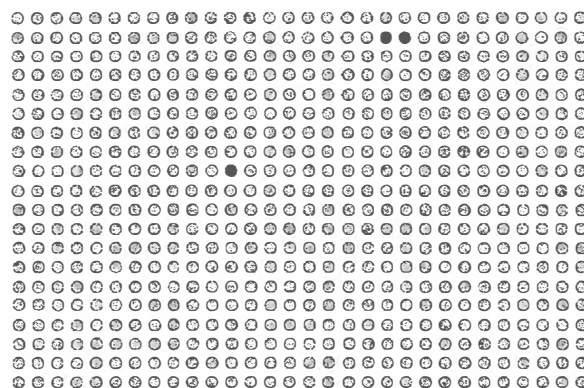
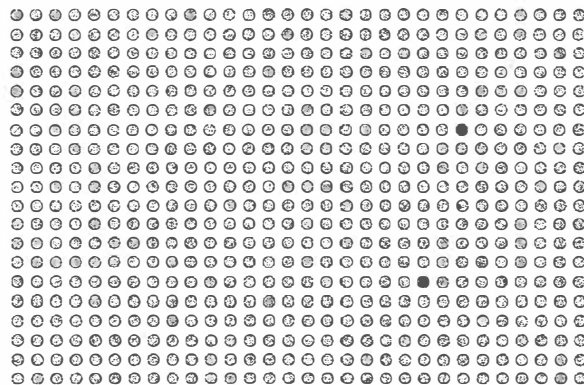
### 3. Platinenaufbau

Bauen Sie eine der beiden Schaltungen wieder auf einer Punktrasterplatine auf. Wählen Sie die Leitungsführungen und die Position der Bauteile so, dass der Schaltplan im Schaltungsaufbau ersichtlich bleibt.

**Bauen Sie nicht zu dicht gedrängt auf!!**

- Positionieren Sie zuerst die einzelnen Bauteile entsprechend dem Schaltplan und löten Sie diese dann an den Rasterpunkten auf der Rückseite fest. Überhitzen Sie die Lötspitze nicht, denn dann können sie sich von der Pertinax-Oberfläche ablösen
- Stellen Sie dann die Verbindungsleitungen zwischen den Bauteilen her indem Sie auf der Platinenunterseite Drahtbrücken auflöten. Löten Sie diese an den jeweiligen Endpunkten fest und fixiert sie je nach Länge des Drahtes noch einmal an Rasterpunkten.

Benutzen Sie die Punktraster-Vorlage für einen ersten Entwurf



### 4. Gehäusebau

Fertigen Sie für eine der bisher auf Platine aufgebauten Schaltungen ein einfaches Gehäuse. Sie sollten dabei von einer Kunststoffbahn ausgehen, bei der durch mehrfaches Abkanten ein oben oder unten offenes Gehäuse mit einem Batteriefach entsteht.

