

Einsteigerkit für das PAD-System

Prototypenadapter Starterkit 1 PAD-SK1

Dieses kleine Starterkit enthält alle notwendigen Bauteile für den Aufbau von drei Experimentierschaltungen wie z. B. eine Blinkschaltung. Durch die Verwendung von PAD-Modulen ist dieses Kit ideal für Anfänger, da keine Kenntnisse über elektronische Bauteile notwendig sind.

Das PAD-System

Um das Arbeiten mit experimentellen Versuchsaufbauten auf Steckboards zu erleichtern, hat ELV das PAD-System (Prototypenadapter-System) entwickelt. Hierbei sind die Bauteile wie z. B. Widerstände, Kondensatoren und Halbleiter auf kleinen Platinen untergebracht. [Bild 1](#) zeigt den Vergleich zwischen PAD-Modulen und normalen bedrahteten Bauteilen.

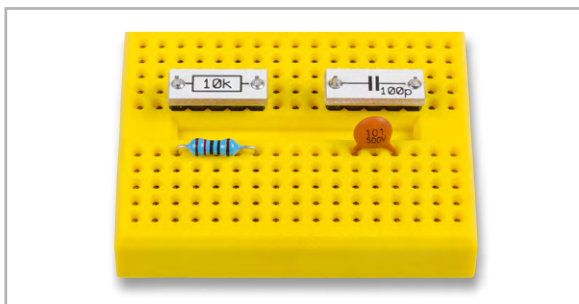


Bild 1: Vergleich zwischen PAD-Modulen (oben) und bedrahteten Bauteilen (unten)

Die Baugröße der PAD-Module ist zwar etwas größer und nimmt mehr Platz in Anspruch, aber dafür lassen sich die Module besser mit den Fingern greifen und auf das Steckboard einsetzen. Durch die Kontaktierung mit Stiftleisten ergibt sich außerdem eine sichere Verbindung im Gegensatz zu den teilweise sehr dünnen Anschlussdrähten der bedrahteten Bauteile. Ein weiterer Vorteil der PAD-Module ist der aufgedruckte Bauteilwert. So hat man zum einen immer im Blick, was man aufgebaut hat, und zum anderen ist das spätere Einsortieren der Bauteile ins „Lager“ sehr einfach, da der Bauteilwert direkt ablesbar ist. Anhand der in [Bild 2](#) dargestellten Aufbauten ist der Unterschied zwischen PAD- und konventionellen Bauteilen noch deutlicher erkennbar.

Das hier vorgestellte kleine und kostengünstige [Starterkit PAD-SK1](#) soll den Einstieg in das PAD-System erleichtern. Mit den relativ wenigen Bauteilen lassen sich drei kleine Experimentierschaltungen aufbauen, die auch für Anfänger gut geeignet sind. Die Funktion der drei Schaltungen wird anfängergerecht erklärt, wobei wir dabei keine Grundlagen der Elektronik vermitteln können, denn das würde den Rahmen dieses Artikels sprengen.

[Bild 3](#) zeigt alle im Set enthaltenen Bauteile. Auch eine Spannungsversorgung mittels einer 9-V-Batterie ist inbegriffen.

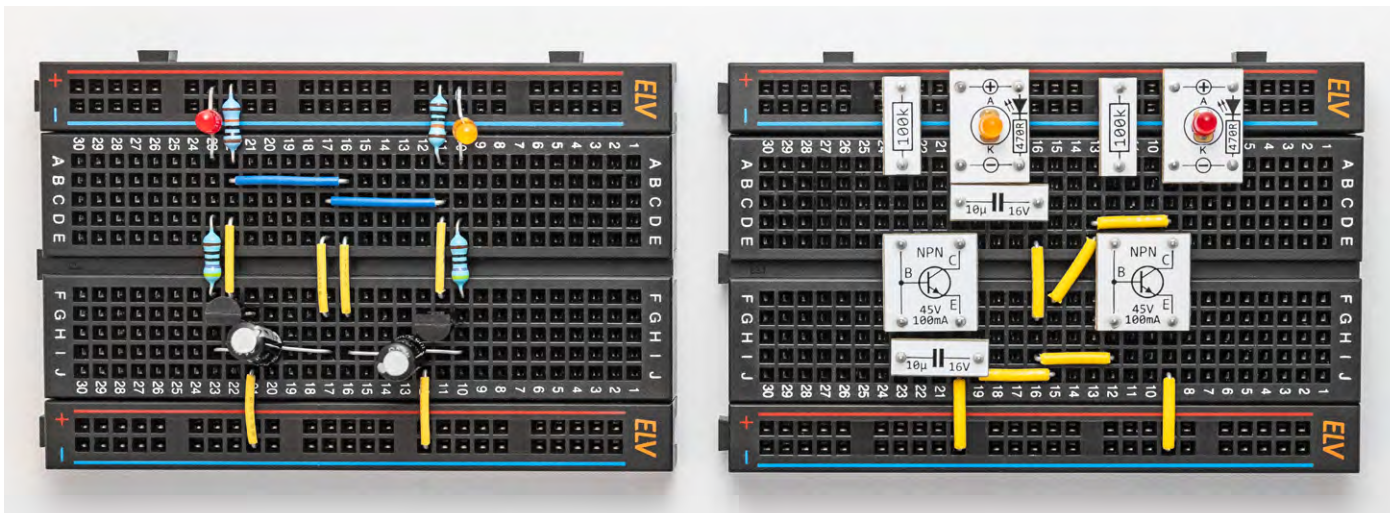


Bild 2: Beispiel einer Experimentierschaltung (Multivibrator), aufgebaut mit konventionellen Bauteilen (links) und PAD-Modulen (rechts)



Bild 3: Alle in Bausatz enthaltenen Bauteile

Hinweise zum Aufbau

Die Schaltungen werden auf einem Steckboard (Breadboard) aufgebaut. Die Kontakte des Steckboards sind nummeriert bzw. mit Buchstaben gekennzeichnet. Die Spalten von 1 bis 30 und die Reihen mit „A“ bis „J“. Bei einem Steckboard sind die Kontakte auf eine spezielle Art miteinander verbunden. In Bild 4 ist dargestellt (gelb markiert), wie

die Kontakte intern verbunden sind. An den Rändern befinden sich sogenannte Spannungsschienen, die komplett verbunden sind und in der Regel für die Spannungsversorgung genutzt werden. Diese „Schienen“ sind farblich markiert: rot für Plus (+) und blau für Minus (-).

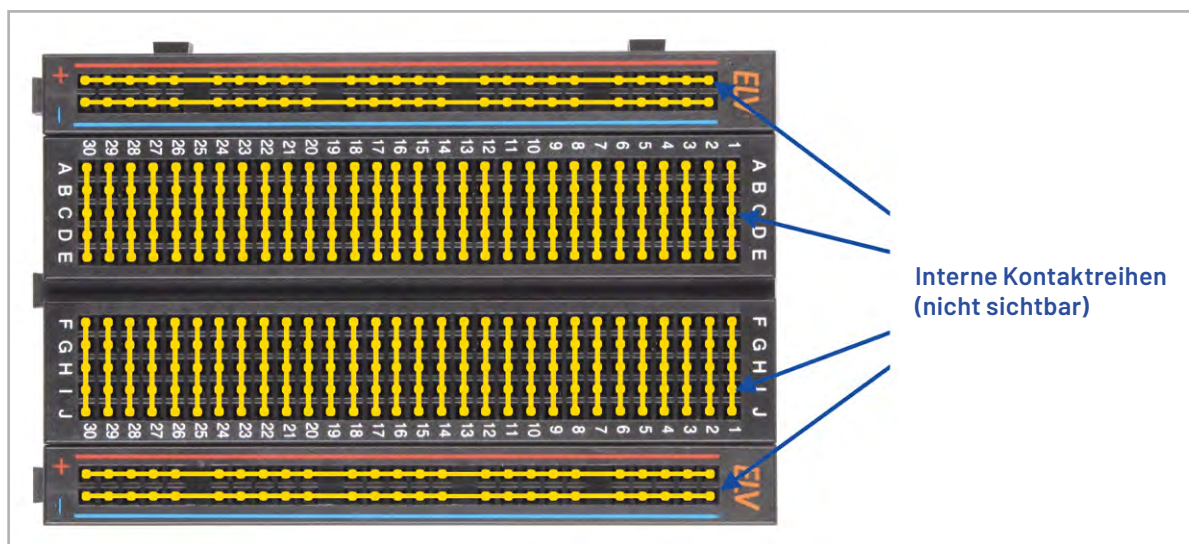


Bild 4: Ein Steckboard hat interne Kontaktreihen (gelb dargestellt)

Bei den drei Experimentierschaltungen muss darauf geachtet werden, dass sich Pin 1 und somit auch das ELV Logo auf der rechten Seite befinden. Anhand der Nummerierung kann man die Position der Bauteile und Brücken in den Bildern abzählen und so die richtige Position ermitteln, um sie auf den eigenen Aufbau zu übertragen.

In **Tabelle 1** sind alle Bauteile mit genauer Bezeichnung und entsprechendem Foto dargestellt. Dies erleichtert Anfängern die Zuordnung, um welches Bauteil es sich handelt.

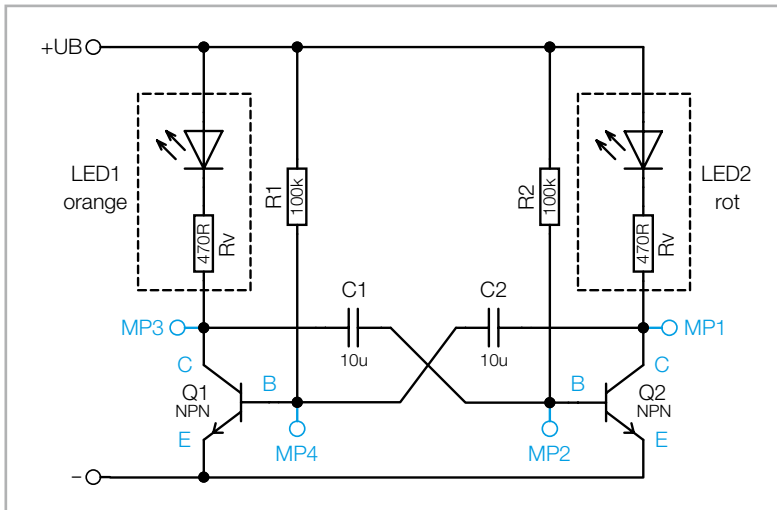


Bild 5: Schaltbild der astabilen Kippstufe

Die Spannungsversorgung erfolgt über eine 9-V-Blockbatterie, die über einen Batterieclip mit dem Steckboard kontaktiert wird. Hierbei ist auf die richtige Polung zu achten. Das rote Anschlusskabel stellt den Pluspol und das schwarze Kabel den Minuspol dar.

Astabile Kippstufe

Die astabile Kippstufe, auch Multivibrator genannt, lässt zwei LEDs im Wechsel aufleuchten (blinken). Wenn wir uns das Schaltbild (**Bild 5**) anschauen, sehen wir, dass die Schaltung aus zwei symmetrisch aufgebauten Transistorstufen besteht. Ein Transistor wird zwischen dem Kollektor und Emitter leitend, wenn an der Basis eine Spannung größer ca. 0,7 V angelegt wird. Dies geschieht in der Schaltung über die Widerstände R1 und R2. Wird einer der Transistoren über die Kollektor-Emitter-Strecke leitend, leuchtet die Leuchtdiode LED1 bzw. LED2 auf. Die Widerstände Rv dienen als Strombegrenzung für die LED. Beide Transistorstufen sind über Kondensatoren verbunden, die dafür sorgen, dass die Schaltung schwingt. Im Prinzip müssten beide Transistorstufen nach dem Anlegen der Betriebsspannung gleichzeitig durchschalten, sodass die Schaltung eigentlich nicht funktionieren kann. Da aber jedes

Übersicht aller Bauteile des PAD-SK1

Menge	Bezeichnung	CM-Modul-Nr.	Foto
1	Steckboard, 400 Kontakte		
1	9-V-Batterie		
1	Steckbrücken-Set, 10,3 mm, 35 Stück, gelb		
2	NPN-Transistor	CM-TB-BC847C-A	
1	LED-Modul, orange	CM-DL-002	
1	LED-Modul, rot	CM-DL-R02	
1	Reed-Kontakt	CM-SM-01	
1	Rundmagnet		
1	Widerstand 10 kΩ	CM-RF-103-A	
2	Widerstand 100 kΩ	CM-RF-104-A	
1	Widerstand 1 MΩ	CM-RF-105-A	
1	Kondensator 1 nF	CM-CF-102-A	
2	Kondensator 10 µF	CM-CF-106-A	

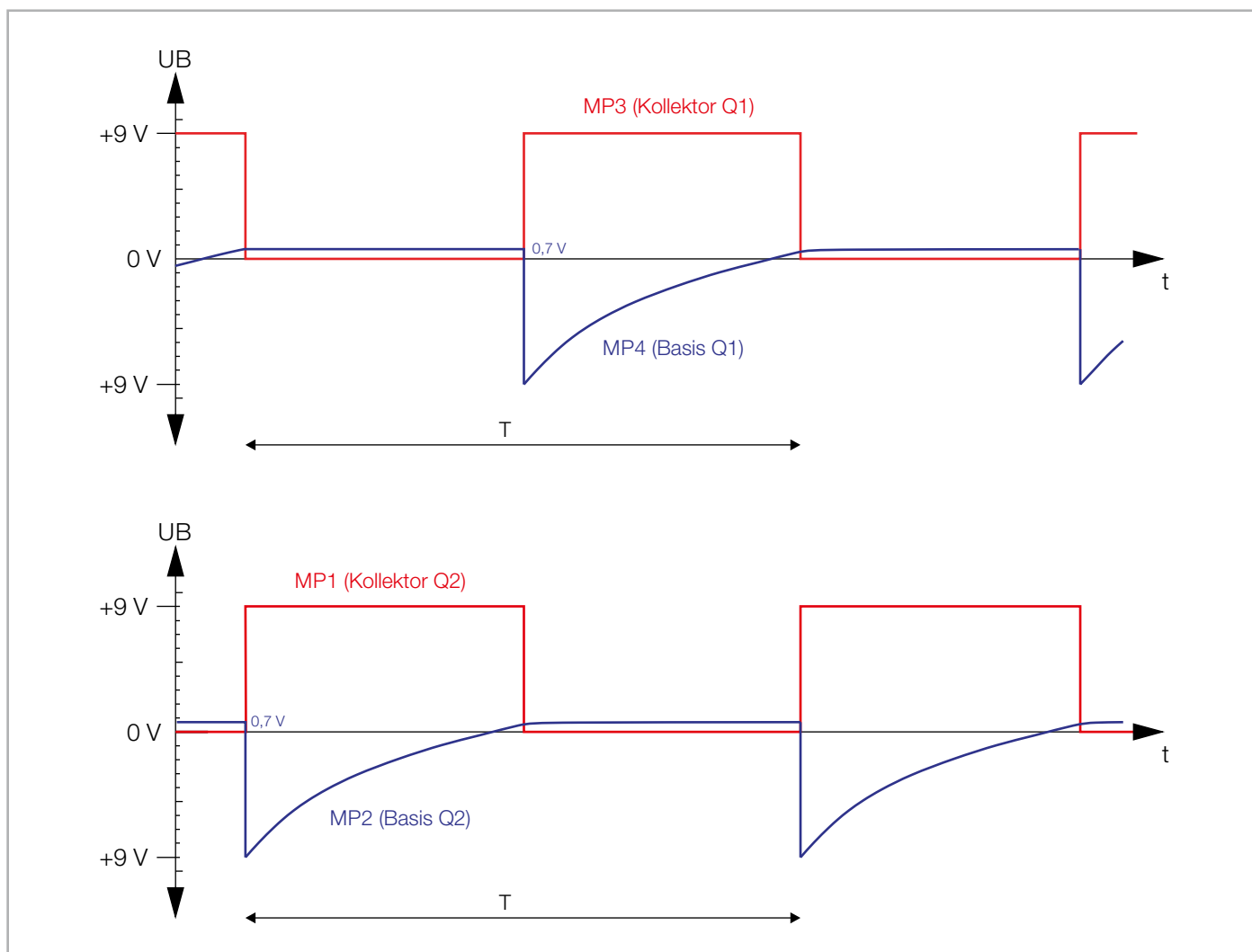


Bild 6: Diagramme mit Kennlinien für die astabile Kippstufe

Bauteil eine gewisse Bauteiletoleranz aufweist, kommt es zu einem Ungleichgewicht. Dies bedeutet, dass eine Transistorstufe schneller durchschaltet als die andere. Schauen wir uns an, was passiert, wenn ein Transistor durchschaltet.

Nehmen wir an, der Transistor Q1 schaltet durch. Nun leuchtet die LED1 auf, weil die Kollektor-Emitter-Strecke leitend ist. Jetzt kommen die Kondensatoren ins Spiel bzw. der Kondensator C1. Wir wissen, dass Kondensatoren keine Gleichspannung übertragen können, aber bedingt durch Auf- und Entladung können sie wechselnde Spannungssprünge weiterleiten. Kommen wir zu unserer Momentaufnahme zurück. In dem Moment, in dem der Transistor Q1 leitend wird, wird der Spannungssprung (von 9 V auf 0 V) am Kollektor (C) von Q1 über C1 auf die Basis des zweiten Transistors Q2 übertragen. Wie man im Diagramm in [Bild 6](#) erkennt, ist dieser Spannungssprung negativ und sorgt dafür, dass der Transistor Q2 sperrt. Zur besseren Veranschaulichung sind im Schaltbild Messpunkte (MP1–MP4) eingezeichnet, die mit den Kennlinien im Diagramm ([Bild 6](#)) korrespondieren. Die blaue Kennlinie im Diagramm zeigt die Spannung an der Basis des Transistors. Im oberen Teil sind die Spannungen für den Transistor Q1 und im unteren Teil die Spannungen für Q2 dargestellt. Wie man erkennt, steigt die Spannung an der Basis von Q2 langsam an, da sich der Kondensator entlädt. Sobald die Spannung über 0,7 V ansteigt, wird nun der Transistor Q2 leitend und die LED2 leuchtet auf. Jetzt passiert etwas Entscheidendes: Über den Kondensator C2 wird der Spannungssprung (von 9 V auf 0 V) vom Kollektor Q2 auf die Basis des ersten Transistors Q1 geführt. Da diese Spannung im ersten Moment negativ ist, sperrt der Transistor

Q1. Nun entlädt sich der Kondensator C2 langsam, während der andere Kondensator C1 sich schlagartig auflädt.

Nachdem sich C2 entladen hat und die Spannung an der Basis vom Transistor Q1 über 0,7 V ansteigt, wird der erste Transistor wieder leitend. Dieser Vorgang wiederholt sich nun periodisch, ein typisches Merkmal für einen Oszillator. Man könnte auch sagen, die Schaltung kippt wie eine Wippe wechselseitig hin und her, woher der Name Kippstufe rührt. Die Frequenz, also wie schnell dieser Wechsel erfolgt, wird durch die Größe der beiden Kondensatoren C1 und C2 und der Widerstände R1 und R2 bestimmt. Je größer diese Bauteilwerte sind, desto länger benötigen die Kondensatoren zum Entladen und die Frequenz wird niedriger. Hat man die Schaltung wie nachfolgend beschrieben aufgebaut, kann versuchsweise einer der beiden Widerstände R1 oder R2 durch einen 10-K-Widerstand ersetzt werden. Man erkennt, dass die Frequenz höher wird. Tauscht man dagegen nur einen der Widerstände aus, ergibt sich ein asymmetrisches Blinkverhalten. Je nachdem, welchen Widerstand man ändert, leuchtet eine der beiden LEDs wesentlich kürzer auf als die andere. Für den Aufbau der Schaltung gibt es in [Bild 7](#) einen detaillierten Anschlussplan.

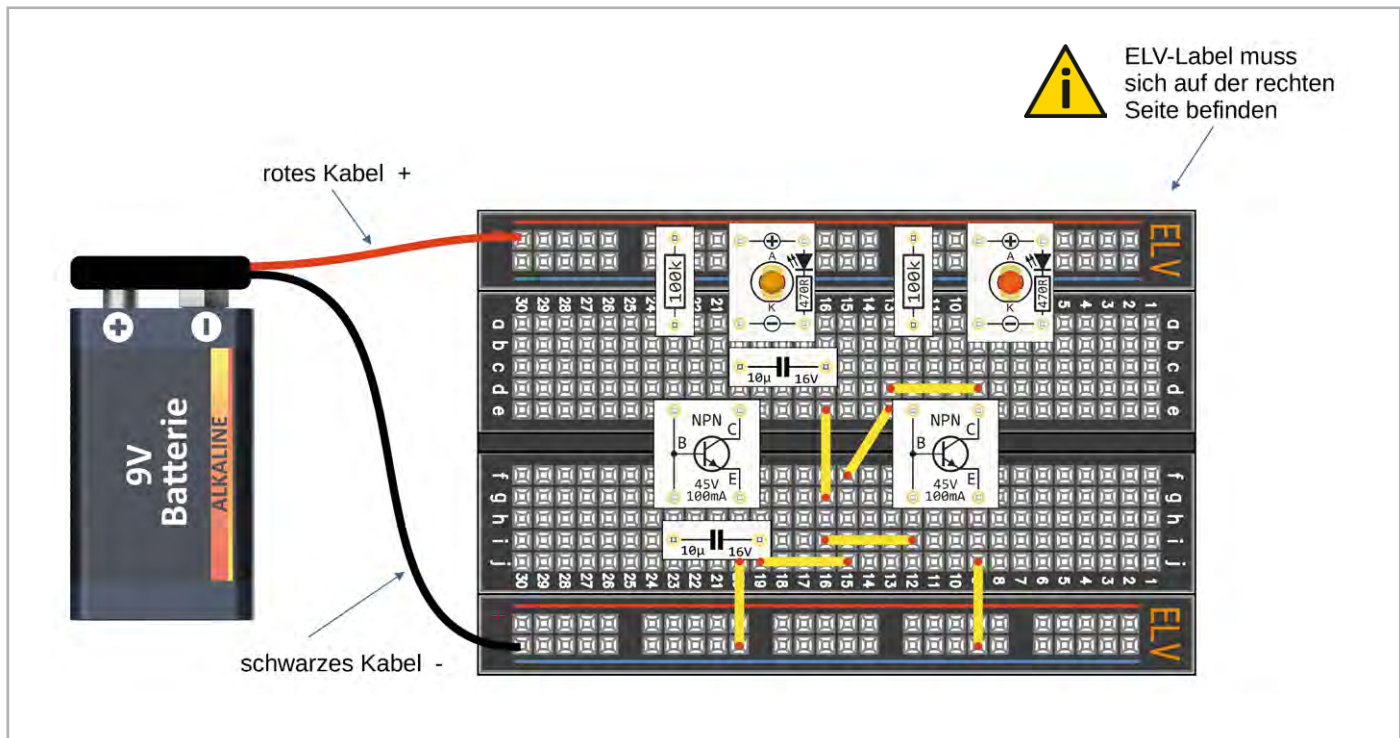


Bild 7: Anschlussplan der astabilen Kippstufe

Lichtempfindlicher Schalter

Diese kleine Schaltung reagiert auf die Umgebungshelligkeit, wobei eine LED aufleuchtet, wenn genügend Licht auf die Schaltung fällt. Dunkelt man den lichtempfindlichen Sensor ab, erlischt die LED.

Normalerweise werden zur Detektion von Licht spezielle Sensoren wie z. B. Fotowiderstände oder Fotodioden verwendet. Es funktioniert aber auch mit einer üblichen LED, die eigentlich ja nur Licht aussendet. Die Halbleiterfläche einer LED ist selbst auch lichtsensitiv, allerdings recht unempfindlich, sodass wir eine relativ große Verstärkung benötigen. Und ganz wichtig ist, dass die LED in Sperrrich-

tung betrieben werden muss, da der Sperrstrom der Diode ausgewertet wird. Das Schaltbild zu dieser Schaltung ist in [Bild 8](#) dargestellt. In unserer Schaltung verwenden wir eine orange LED (LED1) als Lichtsensor. Um mit wenigen Bauteilen eine möglichst hohe Stromverstärkung zu erreichen, verwenden wir zwei zusammenschaltete Transistoren (Q1 und Q2), die zusammen als Darlingtonschaltung bezeichnet werden.

Fällt genügend Licht auf die LED1 – hier ist die normale Umgebungshelligkeit ausreichend – fließt ein entsprechender Sperrstrom durch die LED1, der dann mit den beiden Transistoren Q1 und Q2 verstärkt wird, sodass ein Strom vom Kollektor zum Emitter von Q2 und somit auch durch die LED2 fließt, woraufhin die LED aufleuchtet. Dunkelt man die lichtempfindliche LED1 nun ab, wie in [Bild 9](#) dargestellt z. B. mit einem Finger, fließt kein Sperrstrom mehr durch die LED1, und die LED2 erlischt.

Für den Aufbau der Schaltung gibt es in [Bild 10](#) einen detaillierten Anschlussplan.

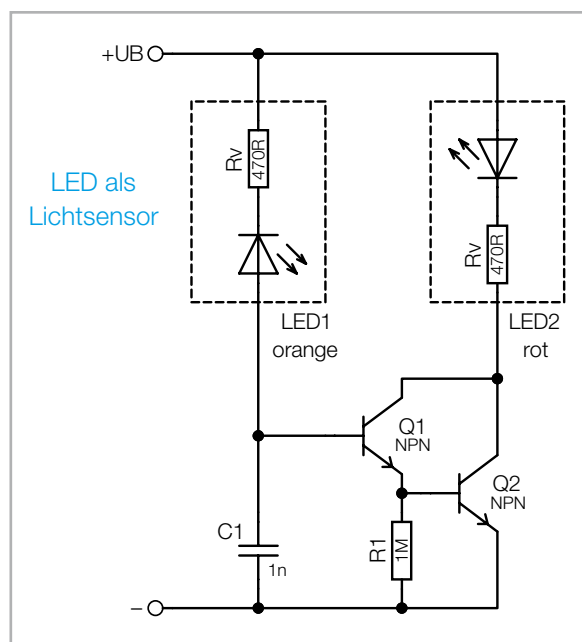


Bild 8: Schaltbild des lichtempfindlichen Schalters

Reed-Kontakt/magnetischer Schalter

Ein Reed-Kontakt reagiert auf ein magnetisches Feld, das z. B. durch einen Dauermagneten erzeugt wird. In der Regel wird mit einem Permanentmagneten der Schalter aktiviert, indem dieser in die Nähe des Reed-Kontakts gebracht wird. [Bild 11](#) zeigt einen Reed-Kontakt als PAD-Modul. Auf der Unterseite ist der eigentliche Reed-Kontakt zu erkennen.

Mit dem beiliegenden Testmagneten kann der Reed-Kontakt ohne Berührung geschlossen werden. Führt man also den Magneten in die Nähe des Reed-Kontakts, wird dieser Kontakt geschlossen. Reed-Kontakte werden gerne als Alarmkontakte für Türen und Fenster eingesetzt, da der Schaltkontakt gegen Staub und Feuchtigkeit geschützt ist und berührungslos arbeitet. Im Prinzip kann man mit einem Reed-Kontakt einfache Verbraucher wie z. B. eine LED ohne zusätzliche Elektronik schalten. Unser Reed-Kontakt hat einen beachtlichen Schaltstrom von max. 0,7A. Man sollte dennoch vorsichtig mit den empfindlichen Kontakten umgehen. Eine kleine LED lässt sich problemlos damit schalten, größere Ströme lassen die Kontakte schnell altern. Deshalb empfiehlt es sich, einen Transistor nachzuschalten.

So werden die Kontakte mit nur einem kleinen Schaltstrom geschont und verlängern die Lebensdauer der Kontakte erheblich. Wie man im Schaltbild in Bild 12 erkennt, kommt ein zusätzlicher Transistor Q1 zum Einsatz.

Wenn der Reed-Kontakt geschlossen wird, fließt über den Widerstand R1 ein Strom in die Basis des Transistors Q1. Q1 verstärkt diesen Strom und lässt die LED1 aufleuchten. Der Widerstand R1 ist sehr wichtig, damit der Basisstrom begrenzt wird. Der Widerstand R2 ist notwendig, um der Basis des Transistors Q1 bei geöffnetem Reed-Kontakt ein Bezugspotential (Massepotential) zu geben. Für den Aufbau der Schaltung gibt es in Bild 13 einen detaillierten Anschlussplan.

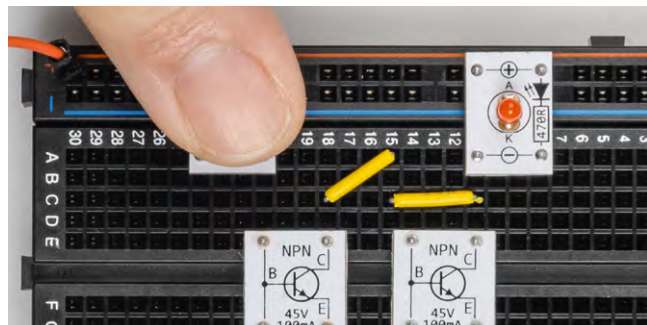


Bild 9. Deckt man die linke LED ab, erlischt die rechte LED.

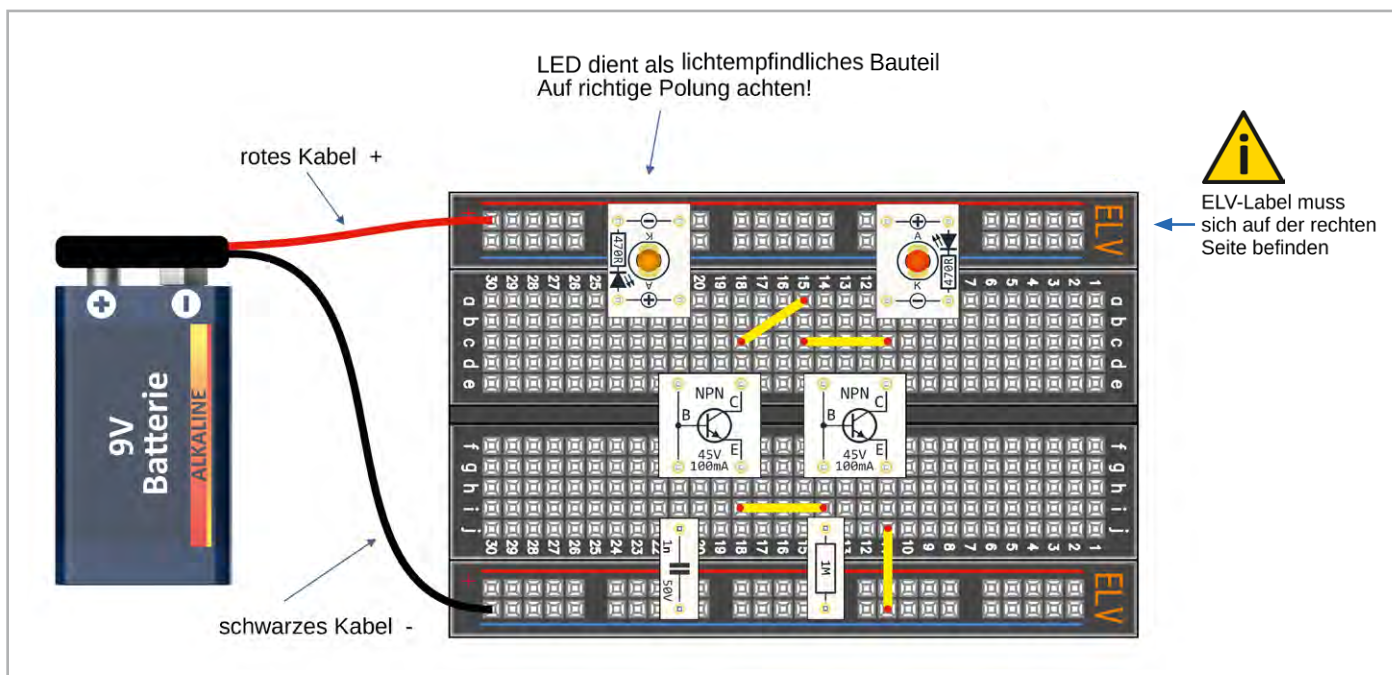


Bild 10: Anschlussplan für den lichtempfindlichen Schalter

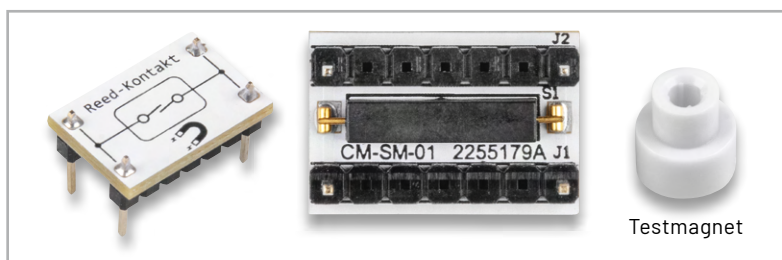


Bild 11: Reed-Kontakt als PAD-Modul mit Testmagneten. Auf der Unterseite befindet sich der eigentliche Reed-Kontakt.

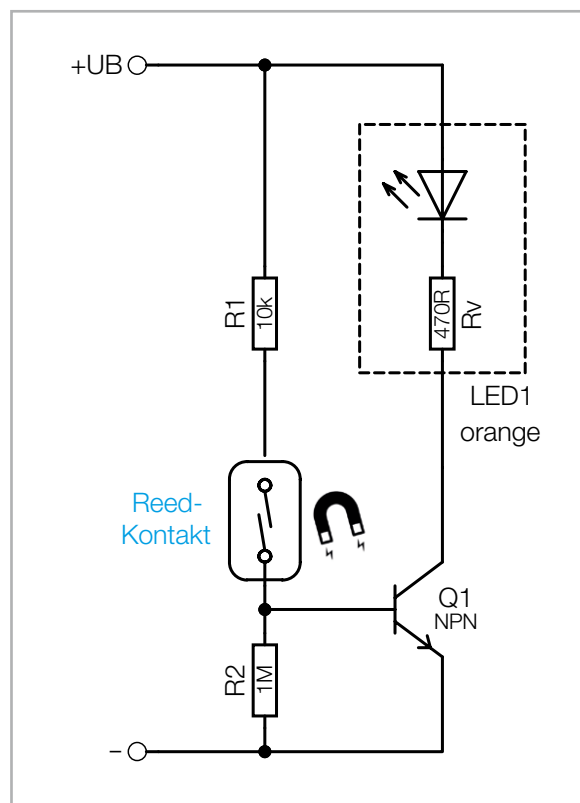


Bild 12: Schaltbild des Reed-Kontakt-Schalters



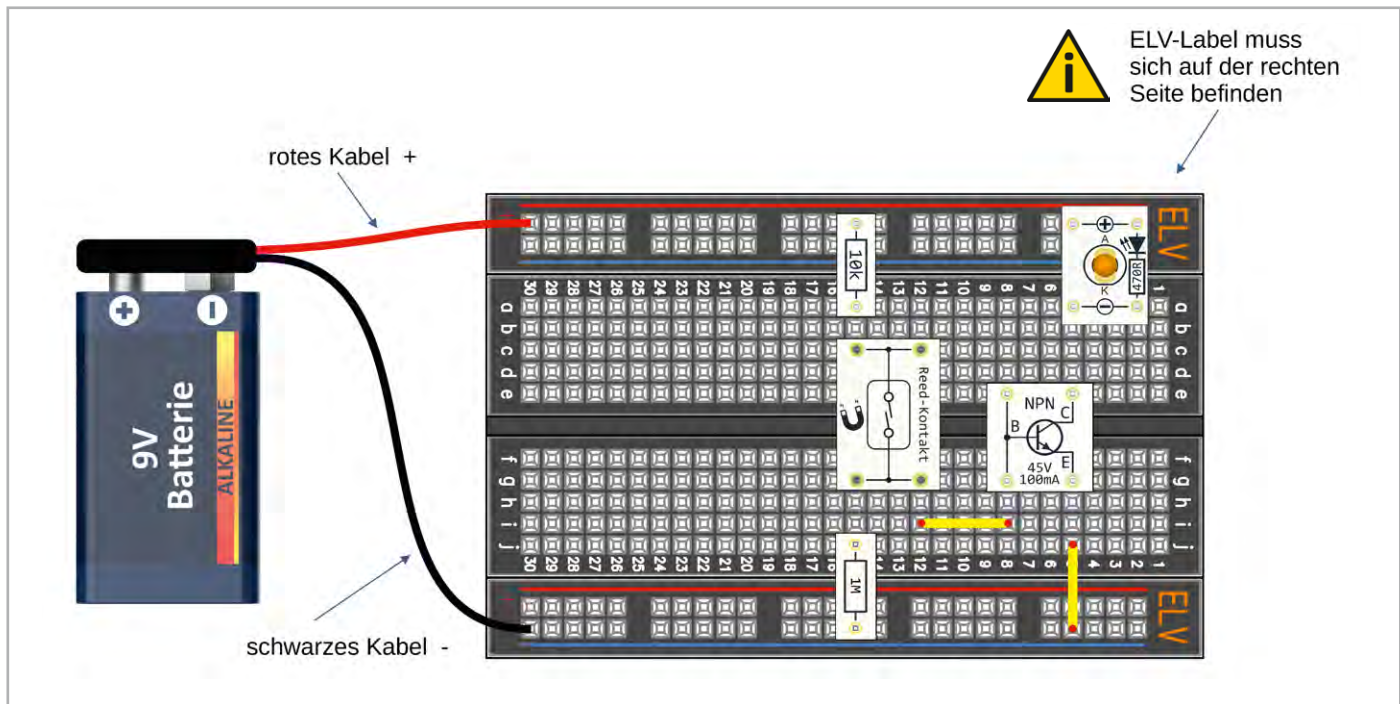


Bild 13: Anschlussplan für den Reed-Kontakt-Schalter

NPN-Transistor-Platine

Kurzbezeichnung:	CM-TB-BC847C-A
Spannung:	45 V
Strom:	100 mA
Typ:	BC847C
Abmessungen (B x H x T):	12,8 x 10,3 x 12,3 mm

LED-Platine, orange

Kurzbezeichnung:	CM-DL-002
Spannung:	3-12 V
Strom:	2 mA @ UB=3 V 20 mA @ UB=12 V
Abmessungen (B x H x T):	14,8 x 10,3 x 10,2 mm

LED-Platine, rot

Kurzbezeichnung:	CM-DL-R02
Spannung:	3-12 V
Strom:	2 mA @ UB=3 V 20 mA @ UB=12 V
Abmessungen (B x H x T):	14,8 x 10,3 x 10,2 mm

Reed-Kontakt-Platine

Kurzbezeichnung:	CM-SM-01
Spannung:	24 V
Strom:	700 mA max.
Typ:	PMC-1001TH
Abmessungen (B x H x T):	17,8 x 12,3 x 10,2 mm

Widerstands-Platine 10 kΩ

Kurzbezeichnung:	CM-RF-103-A
Widerstandswert:	10 kΩ
Toleranz:	1 %
Leistung:	0,1 W
Spannung:	50 V max.
Abmessungen (B x H x T):	4,9 x 11,3 x 12,7 mm

Widerstands-Platine 100 kΩ

Kurzbezeichnung:	CM-RF-104-A
Widerstandswert:	100 kΩ
Toleranz:	1 %
Leistung:	0,1 W
Spannung:	50 V max.
Abmessungen (B x H x T):	4,9 x 11,3 x 12,7 mm

Widerstands-Platine 1 MΩ

Kurzbezeichnung:	CM-RF-105-A
Widerstandswert:	10 MΩ
Toleranz:	1 %
Leistung:	0,1 W
Spannung:	50 V max.
Abmessungen (B x H x T):	4,9 x 11,3 x 12,7 mm

Kondensator-Platine 1 nF

Kurzbezeichnung:	CM-CF-102-A
Kapazitätswert:	1 nF
Toleranz:	10 %
Spannung:	50 V max.
Abmessungen (B x H x T):	4,9 x 11,3 x 12,7 mm

Kondensator-Platine 10 µF

Kurzbezeichnung:	CM-CF-106-A
Kapazitätswert:	10 µF
Toleranz:	10 %
Spannung:	16 V max.
Abmessungen (B x H x T):	4,9 x 11,3 x 12,7 mm