

# LED-Konstantstromquelle

**Die Konstantstromquelle dient zum Betrieb von Standard-LEDs oder Low-Current-LEDs an einer Betriebsspannung von ca. 3 V bis 25 V (Gleichspannung) ohne zusätzlichen Vorwiderstand. Eine angeschlossene LED kann somit an einer veränderbaren Spannung bei weitgehend gleichbleibender Helligkeit betrieben werden, ohne die LED zu zerstören (z. B. bei plötzlichem Betriebsspannungsanstieg o. Ä.). Ebenso ist eine einfache Reihenschaltung von mehreren LEDs möglich.**

## Konstantes Licht

LEDs werden allgemein über einen Vorwiderstand betrieben, der in seinem Wert an den Flussstrom und die Flussspannung der LED angepasst ist. Schwankt die Betriebsspannung, folgt auch die Helligkeit der Leuchtdiode dieser Schwankung. Eine zu hohe Versorgungsspannung führt zu einer verminderten Lebensdauer oder zerstört die LED.

Dabei gibt es unendlich viele Anwen-

dungsfälle, bei denen eine oder mehrere LEDs an einer sich verändernden Betriebsspannung betrieben werden müssen. Dies betrifft mit Batterien oder Akkus betriebene Geräte ebenso wie andere Anwendungen, bei denen nicht immer eine konstante Betriebsspannung benötigt wird. Solche Anwendungen gibt es z. B. im Modellbau, etwa bei der Beleuchtung von Modellfahrzeugen, oder z. B. bei Displaybeleuchtungen mobiler Geräte. Denkbar wäre auch die Anwendung in kleinen Solarleuchten, wie man sie heute in vielfältiger Form etwa als Gartenleuchte oder Hausnummernbeleuchtung findet. Hier schwankt die Akkuspannung in einem relativ weiten Bereich, was bei den hell strahlenden LEDs starke Helligkeitsschwankungen zur Folge hat. Auch LED-Taschenlampen sind eine solche Anwendung. Hier wünscht man sich immer wieder eine bes-

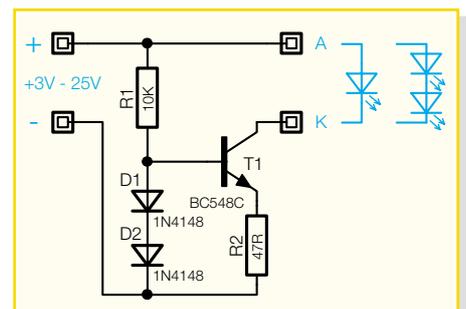
sere Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Akkukapazität.

Abhilfe schafft hier die so genannte Konstantstromquelle. Sie stellt der LED in einem weiten Betriebsspannungsbereich einen stets konstanten Flussstrom zur Verfügung – somit leuchtet die LED einerseits konstant hell und ist andererseits vor Überspannungen geschützt. Letztere sorgen im Normalfall zumindest für eine temporäre Überlastung der LED, was eine verminderte Lebensdauer zur Folge haben kann. Oder aber die LED wird sehr schnell zerstört. Mit einer Konstantstromquelle geht man auch diesem Problem aus dem Wege.

Die hier vorgestellte einfache Konstantstromquelle regelt den Strom durch die LED exakt auf den benötigten Wert und kann in einem extrem weiten Betriebsspannungsbereich zwischen 3 V und 25 V arbeiten. Dies bringt auch den Vorteil, dass mit dieser Konstantstromquelle sogar mehrere LEDs – in Reihe geschaltet – bei gleich bleibender Helligkeit betrieben werden können. Deren Anzahl ist im Wesentlichen von der zur Verfügung stehenden Mindest-Betriebsspannung abhängig, die genaue Berechnung werden wir noch besprechen. Mit der maximal für die hier vorgestellte Konstantstromquelle zugelassenen Betriebsspannung von 25 V können bis zu 10 grüne LEDs betrieben werden, bei anderen Farben sind es je nach deren Flussspannung mehr oder weniger LEDs. In Tabelle 1 sind einige Standard-LED-Ausführungen mit ihren Flussspannungen zusammengestellt.

Eine solche kleine Schaltung gehört eigentlich auf jeden Elektroniker-Arbeits-tisch, denn sie eignet sich auch hervorragend für Experimente mit LEDs, etwa zum Austesten auf gleichmäßige Leuchtstärken für den Einsatz in einer LED-Kette oder zum subjektiven Ermitteln der besten Leuchtdiode für Beleuchtungszwecke. Damit muss man nicht mehr für jede zu testende LED einen individuellen Vorwiderstand berechnen und verlöten und ist auch nicht auf ein spezielles, einstellbares Konstantstrom-Netzteil angewiesen. Außerdem kann man so sehr einfach mehrere LEDs parallel testen.

Technische Daten: LK 1	
Eingangsspannung:	..... 3–25 V
Stromaufnahme:	..... max. 20 mA
Anschlüsse:	..... Löt pads
Abm. (B x T):	..... 36 x 12 mm
Max. Anzahl LED:	10 x grün @ 25V



**Bild 1: Schaltbild der LED-Konstantstromquelle**

**Tabelle 1: Halbleitermaterialien und Flussspannungen von LEDs**

Typ	Standard	Standard	Standard	Standard	Superhell	Ultrahell
Farbe	Rot	Orange	Gelb	Grün	Blau	Weiß
Halbleitermaterial	GaAsP	GaAsP/GaP	GaAsP/GaP	GaP	GaN	GaInNP
Nennstrom $I_N$	20 mA	20 mA	20 mA	20 mA	20 mA	20 mA
Flussspannung	1,7 V	2,0 V	2,1 V	2,2 V	3,5 V	3,5 V

## Schaltung

Die Schaltung der LED-Konstantstromquelle (LK 1) ist in Abbildung 1 dargestellt. Die hier verwendete „einfache“ Konstantstromquelle arbeitet mit einem Transistor und zwei Dioden. An den beiden Dioden D1 und D2 fallen weitgehend belastungsunabhängig je 0,6 V ab. Dies ergibt an der Basis des Transistors eine Spannung von etwa 1,2 V. Über die Basis-Emitter-Strecke des Transistors, die ja ebenfalls wie eine Diode wirkt, fallen 0,6 V ab. Demzufolge stellt sich am Emitterwiderstand (R 2) ebenfalls ein Spannungsabfall von 0,6 V ein. Somit lässt sich der konstante Strom durch R 2, der gleichzeitig der Emitterstrom ist, wie folgt berechnen:

$$I_E = \frac{U_{R2}}{R_2} = \frac{0,6V}{47\Omega} = 12,8mA$$

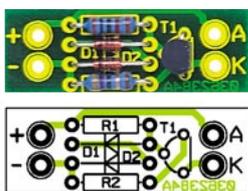
Der Strom durch die LED stellt den Kollektorstrom des Transistors dar. Dieser ergibt sich durch Subtraktion des Emitterstromes mit dem Basisstrom:

$$I_C = I_E - I_B$$

Bedingt durch den hohen Verstärkungsfaktor des Transistors ist der Basisstrom so klein ( $\mu A$ -Bereich), dass dieser vernachlässigbar ist. Somit lässt sich vereinfacht sagen, dass der Kollektorstrom gleich dem Emitterstrom ist:

$$I_C \approx I_E = 12,8 mA$$

Dieser konstante Strom fließt durch die LED und den Kollektor-Emitter-Zweig des Transistors. Die an den Punkten „A(node)“ und „K(atode)“ angeschlossene LED beginnt zu leuchten.



**Ansicht der fertig bestückten Platine mit zugehörigem Bestückungsplan**

Die Betriebsspannung ist mindestens so hoch einzustellen, dass sie der Summe des Spannungsabfalls über der LED, dem Transistor und R 2 entspricht. Die minimal einzustellende Betriebsspannung lässt sich somit wie folgt berechnen:

$$U = U_{LED} + U_{CE(SAT)} + U_{R2}$$

Die Betriebsspannung setzt sich aus der Flussspannung der verwendeten LED, aus der Sättigungsspannung des Transistors und aus dem Spannungsabfall an R 2 zusammen. Die Sättigungsspannung des verwendeten Transistors beläuft sich auf etwa 0,3 V und der Spannungsabfall an R 2 beträgt, wie bereits beschrieben, 0,6 V.

Im folgenden Beispiel sollen 4 rote LEDs an der LED-Konstantstromquelle (LK 1) betrieben werden. Die Flussspannung einer roten Standard-LED ist in Tabelle 1 angegeben und beträgt 1,7 V. So ergibt sich die minimale Betriebsspannung aus:

$$U = 4 \cdot 1,7V + 0,3V + 0,6V = 7,7V$$

Dies besagt, dass eine minimale Betriebsspannung von 7,7 V anzulegen ist, um die LEDs zum Leuchten zu bringen. Ist die eingestellte Betriebsspannung größer, so fällt die „überschüssige“ Spannung an der Kollektor-Emitter-Strecke ab.

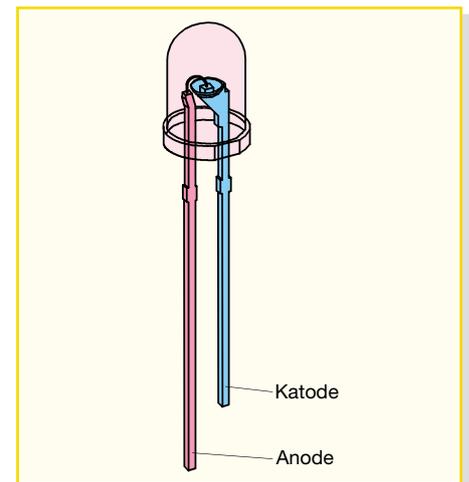
Bei der Reihenschaltung von mehreren LEDs ist darauf zu achten, dass die Betriebsspannung dementsprechend erhöht wird.

## Nachbau

Der Nachbau der LED-Konstantstromquelle (LK 1) gestaltet sich aufgrund der ausschließlichen Verwendung von nur wenigen bedrahteten Bauelementen sehr einfach. Damit eignet sich das kleine Pro-

jekt auch für Elektronik-Einsteiger.

Der Aufbau erfolgt auf einer einseitigen Platine mit den Abmessungen 36 x 12 mm. Wir beginnen die Bestückungsarbeiten mit dem Einsetzen der Widerstände, die zuvor entsprechend dem Rastermaß abzuwinkeln sind. Nach dem Verlöten der Anschlussdrähte auf der Platinenunterseite werden die überstehenden Drahtenden vorsichtig mit einem Seitenschneider abgeschnitten. Darauf folgend sind die Dioden zu bestücken. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Ring-Markierungen der Dioden mit der Markierung im Bestückungsdruck übereinstimmen. Dioden tragen üblicherweise



**Bild 2: Detailansicht einer LED**

einen Katodenring. Schließlich ist der Transistor zu bestücken, hierbei ist ebenfalls auf die richtige Polung zu achten, die sich aber automatisch aus der Pinkonfiguration ergibt.

Der Anschluss der Betriebsspannung erfolgt ebenso wie der der LEDs über Löt-pads: An die Pads „+“ und „-“ wird die Betriebsspannung und an „A“ (Anode) sowie „K“ (Katode) die LED(s) angeschlossen. In der Abbildung 2 ist zu erkennen, dass der Kontakt „Anode“ der längere Anschlusspin einer LED ist.

Aufgrund der geringen Abmessungen kann man die Platine auch sehr einfach in vorhandenen Geräten nachrüsten oder aber z. B. auch gut in 1:87-Fahrmodelle integrieren. Dabei ist sorgfältig auf die isolierte Unterbringung zu achten, um Kurzschlüsse zu vermeiden.