

Erklärung zum Anschluss von LEDs und Modelleisenbahn

Nach mehreren Bitten um eine einfachere Erklärung folgt nun eine Erklärung in zwei Varianten.

- Eine ohne wesentliche Theorie, mit nur einer Erklärung zum Anschließen einer LED ohne wesentliche theoretische Kenntnisse.
- Eine Erklärung für diejenigen, die auch verstehen wollen, wie und warum eine LED auf eine bestimmte Art und Weise angeschlossen werden sollte.

Da ich immer wieder die gleiche Diskussion zum Thema Betriebsspannung LED „Lampen“ in einer Facebook-Gruppe mit Ratschlägen für Modelleisenbahnen gesehen habe, habe ich mich entschlossen, mich nicht mehr an den Diskussionen zu beteiligen, sondern nur auf dieses Dokument zu verweisen. Hier werde ich versuchen, in einfachen Worten zu erklären, wie man eine LED an die Modelleisenbahn verwendet und anschließt.

Zunächst einmal gibt es einen deutlichen Unterschied zu einer Glühbirne. Eine Glühbirne ist im Gegensatz zu einer LED kein elektronisches Bauteil. Auch das erfordert eine ganz andere Herangehensweise.

Bei einer Glühbirne ist das alles ganz einfach. Ein Hersteller gibt für die betreffende Lampe eine Betriebsspannung vor und dann können Sie diese Lampe bedenkenlos an diese angegebene Spannung anschließen (zB 12 Volt). Ein kurzzeitiger kleiner Anstieg der Spannung wird daher die Lebensdauer der Lampe kaum beeinträchtigen. Es ist auch so, dass es egal ist, ob eine Gleichspannung oder eine Wechselspannung verwendet wird und man dann mit einer angemessenen Lebensdauer rechnen kann, denn der Glühfaden einer Leuchte hat eine begrenzte Haltbarkeit.

Eine LED hingegen ist ein elektronisches Bauteil, in diesem Fall eine Halbleiterdiode. Es geht in dieser Beschreibung zu weit, wie der Vorgang genau verläuft, so dass eine LED aufleuchtet. Im Internet finden sich dazu viele Beschreibungen. Ein häufiges Missverständnis betrifft die "Brennspannung" einer LED. Eine LED hat keine „Brennspannung“, dazu gleich mehr.

Fakt ist jedoch, dass die Hersteller von LEDs immer folgendes angeben:

Strom, bei dem die LED optimal funktioniert,
Spitzenstrom
Sperrspannung
Spannungsabfall an der LED

Für eine LED ist es wichtig, dass der durch die LED fließende Strom geregelt wird.



Die einfache Erklärung

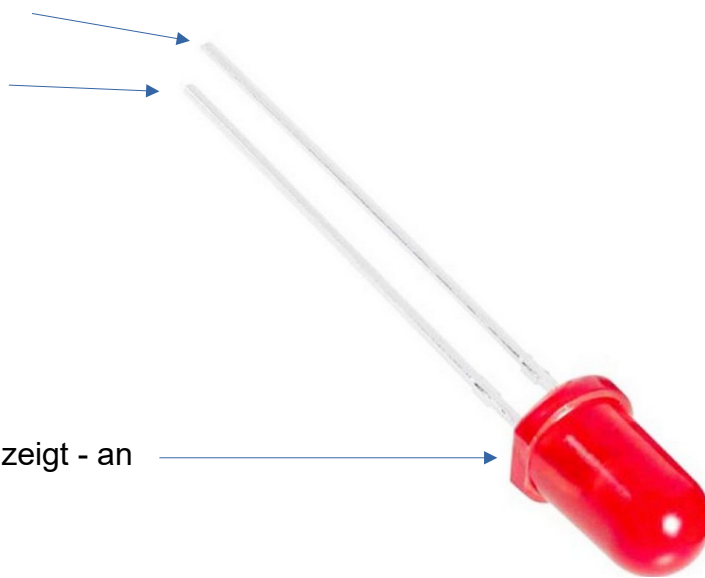
Der optimale Strom reicht von sehr alten LEDs (zum Beispiel 50 Jahre alt, als ich zum ersten Mal darauf stieß) von 50/60 mA bis hin zu modernen LEDs, die nur 1 mA Strom benötigen.

Eine LED hat keinen Schutz gegen zu hohe Ströme, sie gehen sofort kaputt, wenn der Strom zu hoch ist.

Wie Sie vielleicht bemerken, spreche ich bei LEDs hauptsächlich von Strom und nicht von Spannung. Die Spannung hängt von der Art der LED ab, die Sie verwenden möchten, im Gegensatz zum Strom.

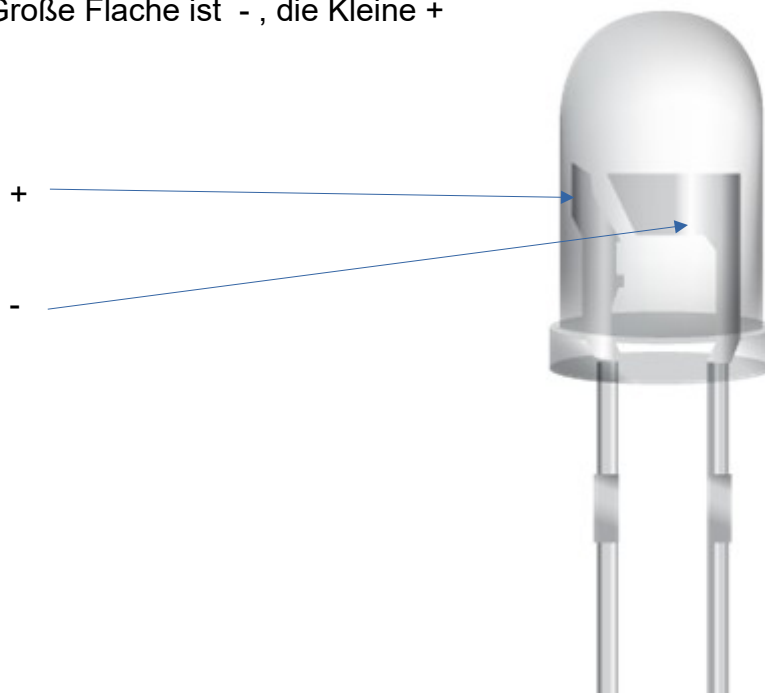
Langer Anschluss = +

Kurzer Anschluss = -

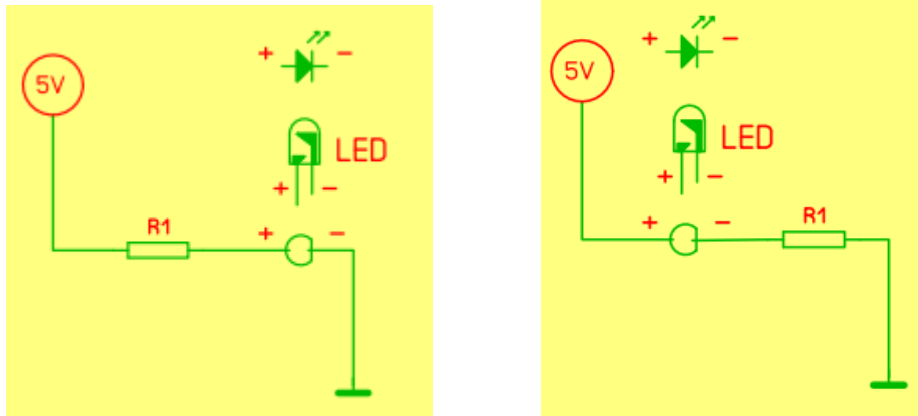


Abgeflachte Seite zeigt zeigt - an

Sie erkennen auch das + und das - IN der LED. Die Große Fläche ist - , die Kleine +



Stellen wir nun zunächst mal eine einfache LED-Anschluss her.



Wie hier zu sehen ist, gibt es auch einen Widerstand in Reihe mit der LED, egal an welcher LED-Draht er wird angeschlossen, damit dieser nicht durch zu hohen Strom beschädigt wird und vor allem nicht mehr Strom verbraucht als unbedingt notwendig ist. .

Widerstand.
0,25W
(ausreichend für
LEDs)



Achten Sie immer darauf, dass + und – richtig an die Stromversorgung angeschlossen sind. Falsch bedeutet KEINE Beleuchtung (hat aber in der Regel keine weitere Auswirkung auf die LED).

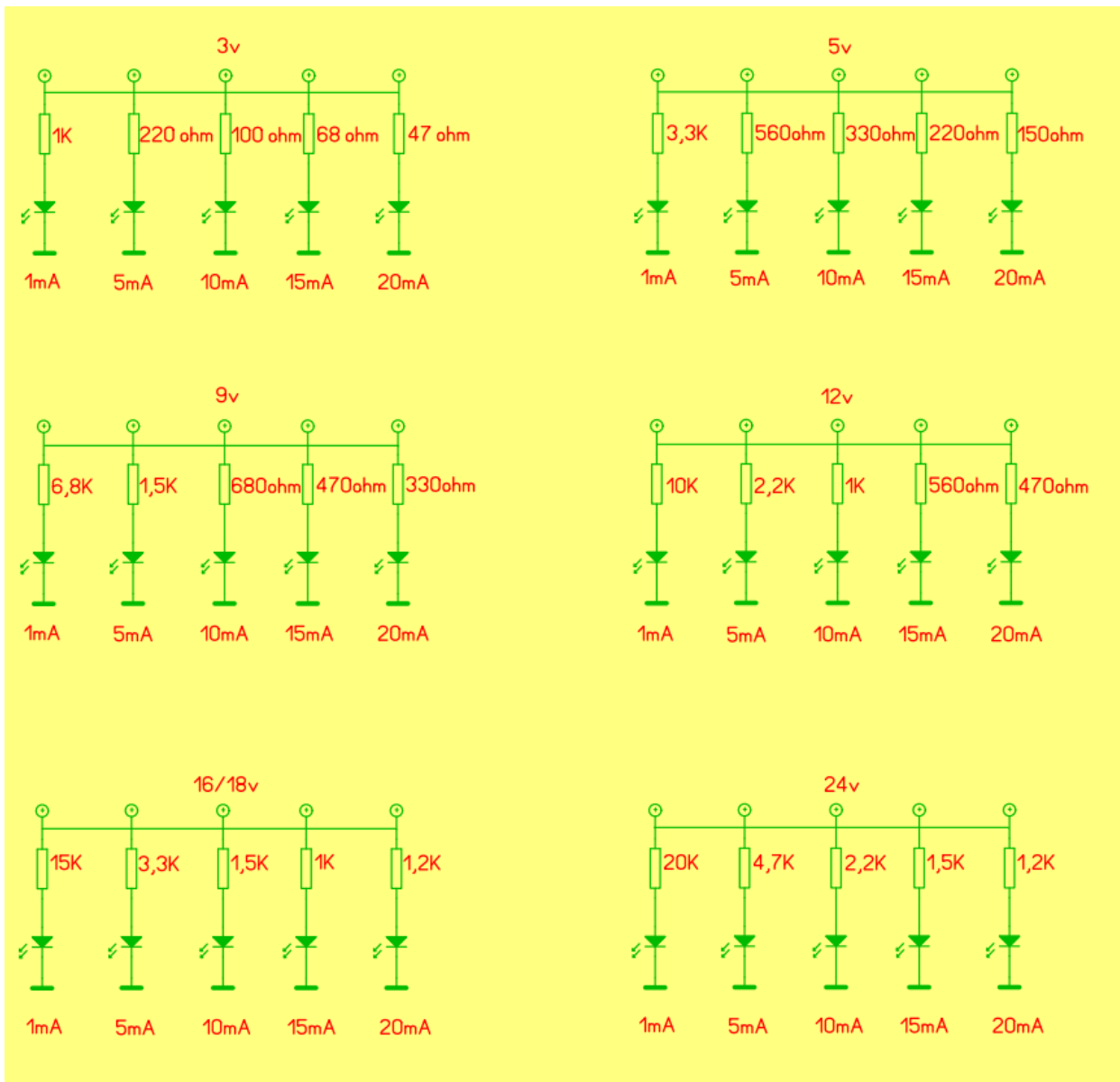
Ein Widerstand ist in vielen Werten erhältlich. Wenn Sie den Wert des benötigten Widerstands selbst berechnen möchten, empfehle ich Ihnen, die zweite Hälfte dieses Dokuments zu lesen.

Für diejenigen, die nur eine LED anschließen möchten, ohne sich weiter dafür zu interessieren, wie und warum man sie auf eine bestimmte Art und Weise anschließt, hier eine Übersicht, wie man eine LED an eine bestimmte Spannung (Volt) anschließt, jedoch **IMMER** mit einem Vorwiderstand, dies im Gegensatz zu dem, was oft auf Facebook und andere Quellen behauptet wird! Das Warum, noch einmal, im zweiten Teil dieses Dokuments.

Bei einem bestimmten Strom leuchtet eine LED. Ihr Verkäufer sollte eigentlich wissen, was dieser Strom ist, aber leider ist die Praxis oft anders, zumal ein Modellbahnhändler kein Elektronikexperte ist und meiner Erfahrung nach oft nur in Sachen Elektronik irgend etwas (oft Quatsch) macht / erzählt. **Auch das viel behauptete „Anschließen an 3 V oder 3,3 V“ ohne Widerstand kann die LED töten, da der Stromverbrauch der LED überhaupt nicht gesteuert wird !!**

Glücklicherweise sind aktuelle LEDs normalerweise mit einem Strom von etwa 10 mA oder 1 mA zufrieden. Es wird daher empfohlen, zuerst mit einem Widerstand zu testen, der für

1mA geeignet ist, bevor Sie eine LED anschließen. Leuchtet die LED ausreichend? Herzlichen Glückwunsch, Sie können mit diesem Wert fortfahren! Ist die Beleuchtung zu schwach? Dann nimmst du den Widerstand, der 10mA entspricht. Haben Sie jetzt genug Licht? Gut, dann können Sie mit diesem Widerstandswert fortfahren. In der Zeichnung unten sehen Sie verschiedene Widerstandswerte bei unterschiedlichen üblichen Versorgungsspannungen und unterschiedlichen Beleuchtungsströmen. Wichtig: Je geringer der Strom durch die LED, desto mehr LEDs können Sie an ein Netzteil anschließen.



Ein Beispiel: einen alten 5v Telefon - Ladeadapter mit einem maximalen Strom von 700mA (dies sollte angegeben werden am Adapter). Sie können 70 LEDs anschließen, die 10 mA verbrauchen, wenn 1 mA reicht, können Sie sogar 700 LEDs daran anschließen! Mit einem 1000mA Adapter sogar 100 oder 1000 LEDs!

Einige konkrete Anschlussbeispiele mit LEDs und Laternen, die bei aliexpress verkauft werden.

Bei aliexpress gibt es oft vorkonfektionierte LEDs mit langen Anschlussdrähten oder Laternen mit langen Anschlussdrähten. Manchmal heißt es, dass sie für 12V geeignet

sind. Ich komme später darauf zurück. Viel häufiger heißt es für 3V geeignet. **Lassen Sie sich davon nicht täuschen!** Diese LEDs und Laternen haben **KEINEN Vorwiderstand!** Dies bedeutet nur (und jetzt muss ich ein wenig technisch werden), dass an der LED ein Spannungsabfall von etwa 3 V auftritt. Behandeln Sie also diese 3V Laternen und LEDs als separate LED und verbinden Sie wie oben erwähnt MIT passendem Vorwiderstand! Schließlich möchten Sie nicht, dass Ihre gesamte Beleuchtung bei einer Spannungsspitze (die beim Ein- oder Ausschalten eines Transformators auftreten kann) in den Himmel befördert wird, denn es gibt keine Strombegrenzung in Form eines Widerstands.

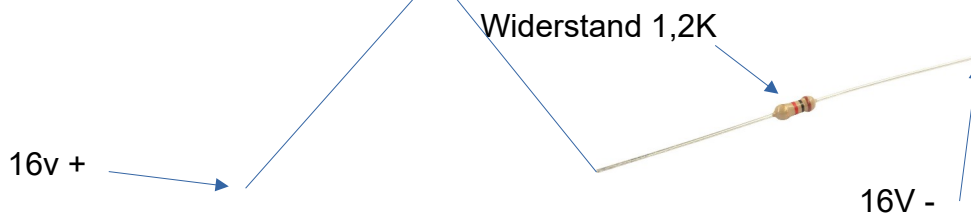


Ein Anschlussbeispiel:
Wir gehen davon aus, dass obigen Übersicht sehen wir, Der Anschluss an einen möglich und es spielt meist angeschlossen werden, da

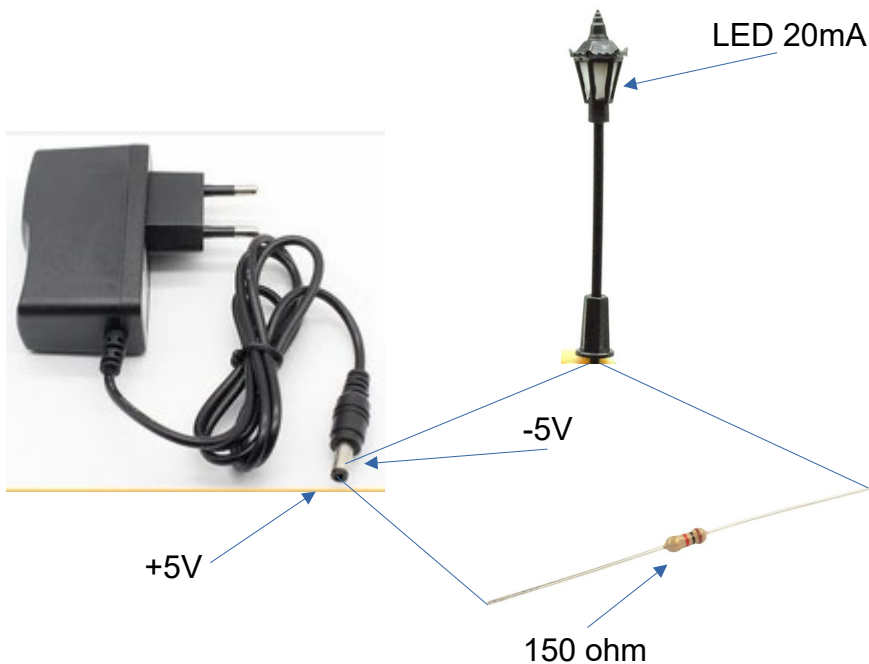


LED 20mA

eine LED 20mA an 16V angeschlossen ist. Aus der dass ein Widerstand von 1,2K (1200 Ohm) geeignet ist. Zugtransformator mit Lichtanschluss ist problemlos auch keine Rolle, wie die Adern +16V und -16V es sich oft um Wechselspannung handelt.



Ein (zum Beispiel) 5V-(Telefon)adapter kann nur auf eine Weise angeschlossen werden, nämlich +5V an + und -5V an – . Wenn Sie einen Anschlussstecker wie abgebildet haben, ist der Außenmantel das – und der Innenmantel ist +. Wenn Sie den Anschlussstecker abschneiden, um die Drähte direkt anzuschließen, müssen Sie testen, wie Sie die Drähte mit dem Widerstand UND der LED verbinden. Sie können dies einfach versuchen, wenn der Widerstand montiert ist, geht nichts kaputt.



In den meisten Fällen wird angegeben, dass es sich um 20mA LEDs handelt. Das ist jedoch der MAXIMALE Strom durch die LED, die oft ein furchtbar schrilles Licht abgibt. Die Reduzierung des Stroms auf die Hälfte ergibt in der Regel ein viel angenehmeres Licht. Sie können dies tun, indem Sie den Widerstand nehmen, der der gewünschten Spannung UND den 10 mA entspricht, wie in der obigen Übersicht gezeigt. Im 5V-Beispiel nehmen Sie einen 330 Ohm Widerstand.

Wie bereits erwähnt, gibt es auch LEDs und Laternen, die mit einer Spannung von 12V angegeben sind. In der Laterne bzw. dem Anschlussdraht ist bereits ein Widerstand eingebaut. Sie können diese Laternen oft an eine niedrigere Spannung (5V) anschließen, probieren Sie es einfach aus. Wenn Sie diese Laternen an eine höhere Spannung anschließen möchten, müssen Sie den Unterschied zwischen der verfügbaren Spannung (zB 16V) und der angegebenen Spannung sehen. In diesem Fall $16V - 12V = 4V$. Nun schauen Sie in der obigen Übersicht nach, welche Spannung diesen 4V am nächsten liegt. Das bekommst du bei 3V ODER 5V. Ich empfehle, auf Nummer sicher zu gehen und sich 5V anzusehen. Nehmen Sie nun den Widerstandswert, der zu 5V gehört und den gewünschten Strom (zB 10mA), der 330 Ohm beträgt und schalten Sie ihn in Reihe mit Ihrer Laterne (genau wie beim 5V-Beispiel) und Sie haben eine 16V-Laterne.

Die Widerstände

Nach der Erklärung zu den LEDs ist es sinnvoll, auch noch eine kleine Erklärung zu den verwendeten Widerständen zu geben.

Ein Widerstand hat zwei Dinge, die wichtig sind.

- Der Widerstand in Ohm
- Die Leistung in Watt

Über die verwendeten Widerstandswerte (in Ohm oder Ω) ist im Rahmen der einfachen Erklärung keine Erklärung nötig, dies wurde bereits im obigen Artikel besprochen. Ein Widerstand muss aber natürlich auch genügend Leistung verkraften, um den Strom abbauen zu können, was mit einer Wärmeentwicklung verbunden sein kann. Eine lauwarmer Erwärmung eines Widerstandes ist kein Problem. Wenn Sie jedoch anfangen, sich die Finger zu verbrennen, stimmt etwas mit der Leistung des Widerstands nicht. In der folgenden Tabelle zeige ich einige Leistungen von Widerständen in Kombination mit unterschiedlichen Versorgungsspannungen und unterschiedlichen Strömen durch die LED,s

Beim Kauf von Widerständen sollten Sie also auf den erforderlichen Widerstand und, je nach Spannung, die Leistung des Widerstands achten. Sie können immer eine höhere Leistung für Ihren Widerstand nehmen, das macht für die Bedienung keinen Unterschied. Eine zu geringe Leistung kann jedoch zu einem verbrannten Widerstand führen. Wie Sie der Tabelle entnehmen können, reicht normalerweise immer ein 0,25 W Widerstand, nur in sporadischen Fällen müssen Sie eine höhere Leistung kaufen.

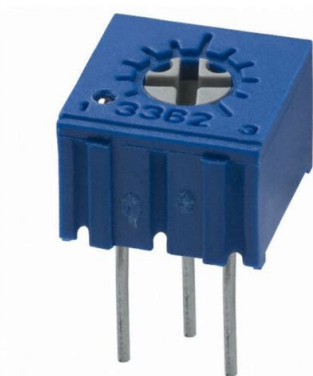
Versorgungsspannung	LED Strom abhängig von LED	Widerstand in Ω Berechnet	Widerstand in Ω zu kaufen im Laden	Leistung in W (Watt) berechnet	Leistung in W zu kaufen im Laden
24V	50mA	480	560	1,2	2
24V	20mA	1200	1200 (1K2)	0,48	0,5
24V	10mA	2400	2700 (2K7)	0,24	0,25
24V	5mA	4800	5600 (5K6)	0,12	0,125
24V	1mA	24000	27000 (27K)	0,024	0,125
18V	50mA	360	390	0,9	1
18V	20mA	900	1000 (1K)	0,36	0,5
18V	10mA	1800	1800 (1K8)	0,18	0,25
18V	5mA	3600	3900 (3K9)	0,09	0,125
18V	1mA	18000	18000 (18K)	0,018	0,125
12V	50mA	240	270	0,6	1
12V	20mA	600	680	0,24	0,25
12V	10mA	1200	1200 (1K2)	0,12	0,125
12V	5mA	2400	2700 (2K7)	0,06	0,125

12V	1mA	12000	12000 (12K)	0,012	0,125
9V	50mA	2160	220	0,45	0,5
9V	20mA	450	470	0,18	0,25
9V	10mA	900	1000 (1K)	0,09	0,125
9V	5mA	1800	1800 (1K8)	0,045	0,125
9V	1mA	9000	10000 (10K)	0,009	0,125
5V	50mA	100	100	0,25	0,25
5V	20mA	250	270	0,1	0,125
5V	10mA	500	560	0,05	0,125
5V	5mA	1000	1000 (1K)	0,025	0,125
5V	1mA	5000	5600 (5K6)	0,005	0,125

Schließlich die einstellbaren Widerstände, die Einstellpotentiometer oder Trimpotentiometer.

Ich sehe auch regelmäßig Diskussionen darüber, ob und wie man mit einem Trimpoti die Helligkeit einer LED steuern kann.

Theoretisch ist daran nichts auszusetzen, da dies auch ein Widerstand ist, aber das Problem ist, dass die Leistung, mit der ein Trimpotentiometer umgehen kann, oft unbekannt ist. Ich habe mal das Internet nach Anbietern dieser Trimpotis durchforstet und bin zu dem Schluss gekommen, dass dies eine sehr diffuse Angelegenheit ist. Die Mehrzahl der Anbieter macht keinerlei Angaben zur Leistung und diejenigen, die ein ordentliches Datenblatt zur Verfügung haben, zeigen sehr unterschiedliche Leistungsunterschiede. Zum Beispiel habe ich Trimpotis gefunden, die für die gängigsten Versionen nur eine Leistung von 50 mW (0,05W) bis 500 mW hatten. Alles in allem ein Ratespiel, ob es funktioniert oder brennt, wenn man sich die benötigten Leistungen in der Tabelle oben ansieht.

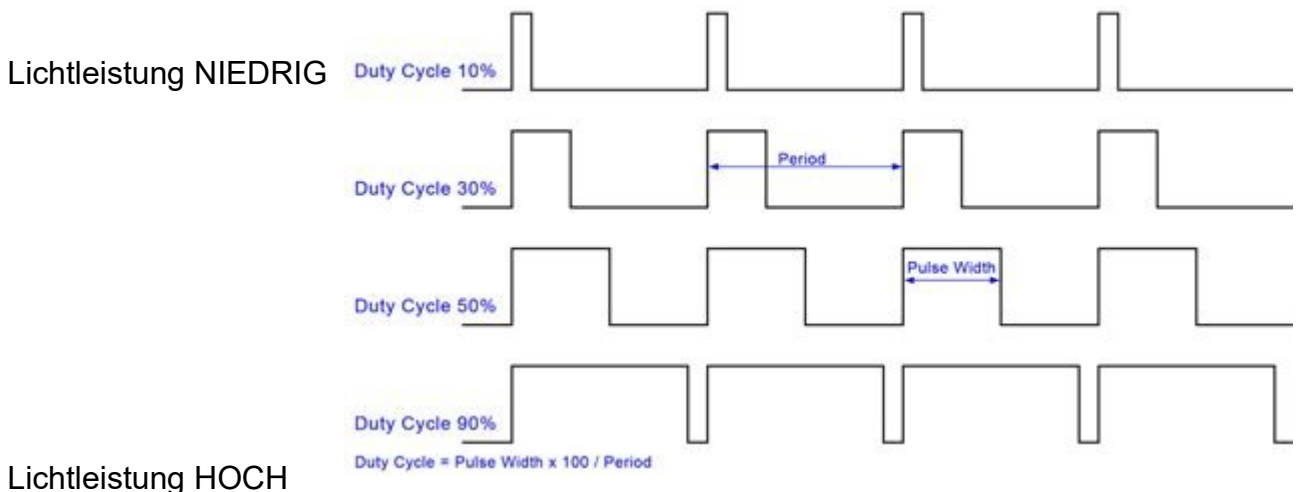


Alternativ können Sie auch ein drahtgewickeltes Drehpotentiometer nehmen. Sie müssen aber bereit sein, tief in die Tasche zu greifen. So ein Potentiometer kostet je nach gewünschtem Widerstand und gewünschter Leistung (von 4W bis ca. 10W) schnell 8,00€ bis 50,00€. Bei höheren Leistung gehen die Preise deutlich höher, aber das ist für diesen Artikel nicht mehr so interessant.

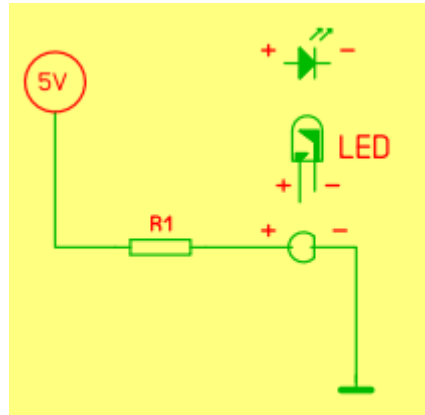
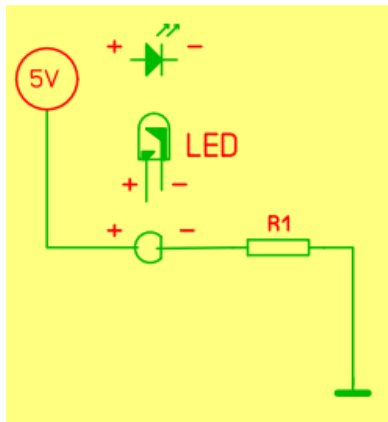


Dimmen mit PWM-Controller

Eine weitere Möglichkeit, eine LED zu dimmen, ist die Verwendung eines PWM-Regler. Ein solcher Regler gibt Spannungspulse mit voller Spannung an eine LED, aber damit kann man den Abstand zwischen Spannung „an“ und Spannung „aus“ einstellen. Es ist dann so, dass, wenn die Dauer der "Ein"-Spannung länger als die "Aus"-Spannungsdauer dauert, die LED heller leuchtet, weil die durchschnittliche Spannung an der LED höher wird (Pulsbreite). Die Zeit eines Impulses, also die Zeitdauer von Start-Ein bis Ende-Aus (Periode) ist immer gleich lang. Lediglich das Verhältnis "ein" - "aus" hat sich geändert. Die folgende Zeichnung zeigt, wie ein PWM-Signal aussieht. Solche Regler werden an mehreren Stellen im Internet zu günstigen Preisen angeboten. Selbstbau ist natürlich auch eine Option und eigentlich nicht sehr schwierig. Schaltpläne dazu findet man viel im Internet.



Die ausführlichere Erklärung



In den obigen Diagrammen sehen Sie eine LED, die mit dem Vorwiderstand R1 (R) an eine Gleichspannungsquelle von 5 Volt angeschlossen ist. Dies ist nur ein Beispiel, wenn die LED und der Widerstand vertauscht sind, hat dies keinen Einfluss auf die Funktion. Beide Schemata haben genau die gleiche Funktion, es gibt keinen Unterschied. Damit wird das erste oft erwähnte Missverständnis beseitigt, dass an einem bestimmten Anschluss der LED ein Widerstand angeschlossen werden muss. Lediglich die LED muss wie oben gezeigt mit der + und – Klemme über einen Widerstand verbunden werden. Dies ist wichtig, da Strom durch eine LED nur in eine Richtung fließen kann.

Die 5 Volt in diesem Beispiel (U) sind gegeben (oder die Spannungsquelle, die Sie verwenden möchten). Wie bereits erwähnt, hat eine LED einen optimalen Brennstrom, der vom Hersteller angegeben wird. Wir nehmen jetzt einfach einen Strom (I) von 10 mA an, einen aktuellen gemeinsamen LED-Strom.

Die 5 Volt Spannung (U) werden in dieser Schaltung auf die beiden verwendeten Komponenten, nämlich den Widerstand und die LED, verteilt. Je nachdem welche LED Sie verwenden, wird ermittelt, wie hoch der Spannungsabfall an der LED ist. Für die verschiedenen Farben können Sie in den Tabellen unter „Spannungsabfall über der LED“ sehen, welche Spannung zu welcher LED-Farbe gehört. Sie sehen hier, dass nicht alle LEDs den gleichen Spannungsabfall haben, was hilft, den zweiten Irrglauben auszuräumen, nämlich „eine LED ist für 3 Volt geeignet“.

Nehmen wir die erste LED aus der Farbtabelle (eine von vielen, die im Internet zu finden sind): ROT. Wir sehen hier, dass bei dem angegebenen LED-Strom 1,9 Volt Spannungsabfall die Regel sind. Wir können nun berechnen, wie viel Volt für den Widerstand übrig bleiben: 5 Volt – 1,9 Volt = 3,1 Volt.

Das heißt, wir können jetzt berechnen, wie groß der Widerstand sein muss, um den richtigen Brennstrom für die LED zu erhalten. Das machen wir mit folgender Formel:

$$\text{Widerstand (R)} = \text{Volt (U)} / \text{Strom (I)}$$

$$R = U / I$$

$$U = 3,1 \text{ Volt}$$

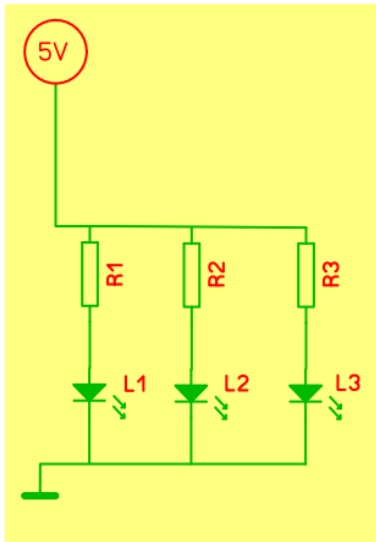
$$I = 10 \text{ mA (0,010 A)}$$

$$3,1 / 0,010 = 310 \text{ Ohm.}$$

Nimmt man also einen Widerstand von 310 Ohm, hat man den idealen Strom von 10 mA, der die LED zum Leuchten bringt. Jetzt gibt es keinen Widerstand von 310 Ohm, also nehmen wir den nächstgrößeren aus der E12-Serie, der verfügbar ist und das ist 330 Ohm. Dadurch kann die LED ordnungsgemäß funktionieren.

Der Spannungsabfall ist für die verschiedenen Farben der LEDs unterschiedlich. Dies zeige ich im folgenden Beispiel:

Wir nehmen nun folgende Daten an, L1 Rot, L2 Grün, L3 Gelb.



- L1 = Rot 1,9 V
- L2 = Grün 3,0 V
- L3 = Gelb 1,9 V

Hier sehen wir bereits erhebliche Unterschiede im Spannungsabfall über den LEDs. Für L1 und L3 können wir die oben bereits durchgeführte Berechnung durchführen (für 1,9 V Spannungsabfall) und das bedeutet, dass R1 und R3 330 Ohm betragen sollten.

Nun machen wir die Rechnung für R2:

$$5 \text{ Volt} - 3 \text{ Volt} = 2 \text{ Volt.}$$

Am Widerstand sollten also 2 Volt anliegen.

Den Wert des Widerstands R2 berechnen wir nun wieder mit der Formel $R=U/I$.

$2 \text{ Volt} / 0,010 \text{ A (10 mA)} = 200 \text{ Ohm}$. Da ein Widerstand von 200 Ohm wieder nicht in der Standard E12 Serie ist, nehmen wir den nächst größeren Widerstand und das sind 220 Ohm.

Die obige Schaltung würde also so aussehen:

- L1 Rot – R1 330 Ohm
- L2 Grün – R2 220 Ohm
- L3 Gelb – R3 330 Ohm

In allen Fällen erhält der Strom durch die LED daher den idealen Strom von 10mA, was ein nahezu ewiges Leben garantiert.

Wir können die Berechnung jetzt auch für eine Versorgungsspannung von 12 V
Versorgungsspannung durchführen

$$R1 \text{ und } R3: 12\text{V} - 1,9\text{V} = 10,1\text{V}$$

$$R2 : 12\text{V} - 3,0\text{V} = 9,0\text{V}$$

Die Berechnungen für 12 Volt Versorgungsspannung:

R1, R3

$$U / I 10,1 / 0,01 = 1090 \text{ Ohm} \rightarrow \text{E12-Serie} = 1200 \text{ Ohm}$$

R2

$$U / I 9 / 0,01 = 900 \text{ Ohm} \rightarrow \text{E12-Serie} = 1000 \text{ Ohm}$$

Um es noch etwas komplizierter zu machen (was eigentlich nicht gewollt ist) habe ich auch selbst einige Messungen gemacht um zu zeigen, dass es auch pro Hersteller Unterschiede in den Eigenschaften der LEDs gibt.

Aus meinem Bestand habe ich fünf verschiedene LEDs genommen, nämlich folgende:

- Grün
- Rot
- Gelb
- Warmweiß
- Klares Weiß

Hier habe ich folgendes getestet:

- Der Strom, bei dem die LED deutlich aufleuchtet
- Der Spannungsabfall an der LED bei idealem Lichtstrom
- Die Kaputt-Spannung

Das Ergebnis:

Farbe	Erste Messung		Zweite Messung		Kaputtspannung LED kaputt an (V)	LED-Größe mm
	Strom (mA)	Spannungsabfall (V)	Strom (mA)	Spannungsabfall (V)		
Grün	1	Kein aufleuchten	10	2,05	2,61	3
rot	1	Kein aufleuchten	10	1,63	2,03	3
Gelb	1	Kein aufleuchten	10	1,97	2,21	3
Warmweiß	1	2,91	50	3,3	3,5	3
klares Weiß	1	2,91	25	3,3	3,7	3

Bei den oft zur Beleuchtung eingesetzten weißen LEDs ist klar, wie wichtig eine Strombegrenzung ist und nicht blind von einer Spannung auszugehen. Bei einer weißen LED, die bereits bei 1 mA leuchtet, ergibt sich ein Spannungsabfall von 2,91 V. Wenn man diese LED also an eine Spannungsquelle von 3,3V anschließt (das sind alles alte

Computernetzteile, also keine 3V! Wie oft behauptet wird), verbraucht diese LED schon mindestens 25mA, also das 25-fache.

Das ist in Leistung umgerechnet, Leistung (P) = Spannung (U) * Strom (I)

Bei 1mA: $2,91V * 1mA = 2,91$ Milliwatt

Bei 25mA: $3,3 * 25mA = 82,5$ Milliwatt

Bei 50mA: $3,3 * 50mA = 165$ Milliwatt

Abgesehen vom deutlich höheren Verbrauch zeigt die Tabelle auch, dass eine Spannung von 3,3V sehr nahe an der „Todesspannung“ der LED liegt. Die geringste Spannungsspitze, die jetzt auftritt, ist daher für die LEDs katastrophal.

Jeder kann nun eine LED so anschließen, wie er es für richtig hält. Klar ist auch, dass für alle LEDs außer der weißen eine „Brennspannung“ von 3,3V auf jeden Fall tödlich ist (siehe „Tote Spannung“ LED defekt). Dazu ist in jedem Fall ein Vorwiderstand erforderlich.

Wenn Sie jedoch nicht immer den genau richtigen Widerstandswert für Ihre LED berechnen möchten, können Sie folgende Faustregel verwenden:

Farbe-LED	Versorgungsspannung (V)	Spannungsabfall über LED (ca.)	Spannungsabfall am Widerstand	Widerstand berechnet in OHM	Widerstand E12-Serie = erhältlich in OHM
Grün rot Grün rot	Berechnung bei LED-Strom 1 mA				
	3,3	2	1,3	1300	1,2 K
	5	2	3	3000	3,3K
	12	2	10	10000	10K
	16	2	14	14000	15K / 18K
klares Weiß Warmweiß	Berechnung bei LED-Strom 1 mA				
	3,3	3	0,3	300	330 Ohm
	5	3	2	2000	2,2K
	12	3	9	9000	10K
	16	3	13	13000	15K / 18K

Farbe-LED	Versorgungsspannung (V)	Spannungsabfall über LED (ca.)	Spannungsabfall am Widerstand	Widerstand berechnet in OHM	Widerstand E12-Serie = erhältlich in OHM
Grün rot Grün rot	Berechnung bei LED-Strom 10 mA				
	3,3	2	1,3	130	150 / 180 Ohm
	5	2	3	300	330 Ohm
	12	2	10	1000	1K
	16	2	14	1400	1,5 / 1,8K
klares Weiß Warmweiß	Berechnung bei LED-Strom 10 mA				
	3,3	3	0,3	30	33 Ohm
	5	3	2	200	220 Ohm
	12	3	9	900	1K
	16	3	13	1300	1,5K / 1,8K

Aus den obigen Tabellen geht nun auch hervor, dass je höher die Versorgungsspannung, desto höher der Serienwiderstand bei konstantem Strom durch die LED. Dadurch liegt auch am Vorwiderstand eine höhere Spannung an, da die Spannung an der LED immer gleich bleibt (der Spannungsabfall). Indem man eine etwas höhere Spannung als die Versorgungsspannung nimmt wird das Risiko eine defekte LED dann auch kleiner wenn mal eine kleine Überspannung auftritt. Der größte teil der Spannung fällt ja über den widerstand

Es ist immer ratsam, wenn Sie nicht wissen, welcher Strom durch die LED ideal ist, um ein kleines Experiment mit einem Widerstand durchzuführen, der für einen Strom von 1 mA berechnet wird. Bei ausreichender Lichtleistung können Sie mit diesem Widerstandswert fortfahren. Wenn Sie jedoch sofort von einem Widerstand ausgehen, der für zB 10 mA berechnet ist, besteht die Möglichkeit, dass Sie die LED sofort beschädigen, da sie eventuell nur für 1 mA geeignet ist.

Blink LEDs

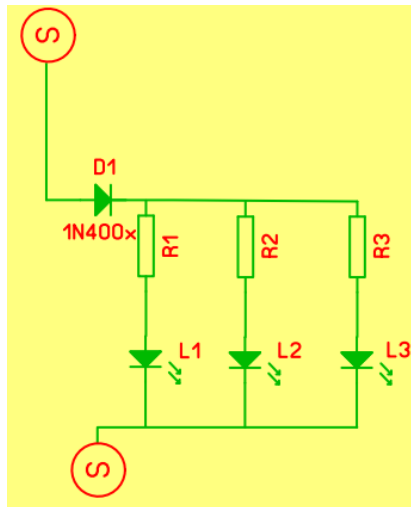
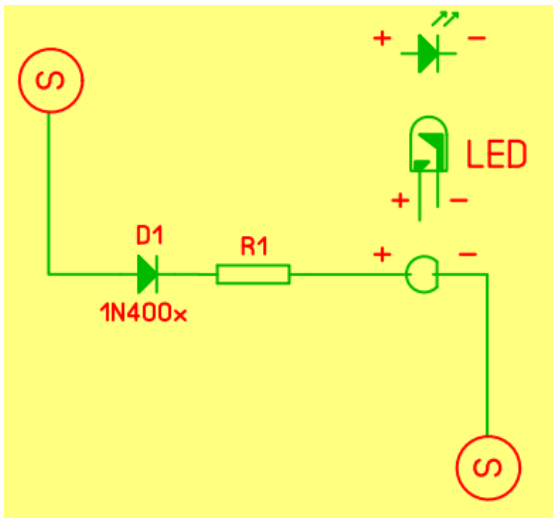
Dann gibt es noch eine zweite Art von LED. Die sogenannten Blink LEDs. Dies sind KEINE echten sauberen LEDs, wie oben beschrieben. Diese LEDs enthalten eine eingebaute elektronische Schaltung, die für das Blinken sorgt. Im Gegensatz zu dem Strom, der bei normalen LEDs geregelt werden muss, kommt es hier tatsächlich auf eine Spannung an. Hier muss der verbaute Chip mit Spannung versorgt werden, der wiederum den Strom durch die LED regelt. Die meisten mir bekannten Blink-LEDs sind für eine Versorgungsspannung von 3 - 15 Volt geeignet. Dies hängt jedoch auch vom Hersteller ab und um genaue Informationen darüber zu erhalten, sollten Sie dies dem Datenblatt entnehmen. Eine Reihenschaltung von blinkenden LEDs ist aufgrund des eingebauten Chips NICHT möglich! Dies führt zu einem sehr unregelmäßigen Blinken und kann sogar dazu führen, dass überhaupt nichts passiert.

Das Foto rechts von einer blink LED zeigt deutlich, dass auf der einen Seite die blinkende Elektronik (der Chip) und auf der anderen die LED angebracht ist.



Gleich- oder Wechselspannung

Dann stellt sich die Frage, ob Gleich- oder Wechselspannung einen Unterschied macht. Wie bereits erwähnt, macht dies bei einer Glühbirne keinen Unterschied. Bei einer LED kann dies jedoch einen Unterschied machen. Eine LED lässt nur Strom in eine Richtung fließen. Wenn wir also eine LED mit einem Serienwiderstand an eine Wechselspannung anschließen, leuchtet die LED nur die Hälfte des Wechselstroms in einer Phase und die Hälfte der anderen Phase wird gesperrt, also ist sie aus. Das wird jetzt bei 50 Hertz Wechselstrom nicht sichtbar sein und es scheint daher, als ob die LED normal leuchten würde. Ein Problem kann jedoch sein, dass die Sperrspannung in der Phasenhälfte, in der die LED gesperrt ist, zu hoch wird. Immerhin gibt der Hersteller in seinem Datenblatt eine maximale Sperrspannung an. Dies wird nun in den meisten Fällen kein wirkliches Problem darstellen, ist aber mit einer einfachen Diode leicht zu lösen, damit keine zu hohe Sperrspannung auftreten kann.



Die beiden obigen Diagramme zeigen, wie Sie eine LED sicher an eine Wechsellspannungsquelle anschließen können. Wenn Sie jedoch einen (alten) Telefonadapter als Spannungsquelle verwenden, müssen Sie die entsprechende Diode nicht verwenden, da diese bereits eine Gleichspannung liefert.

Hoffentlich hat dieser Artikel einen Einblick gegeben, warum es wichtig ist, IMMER mit einem Vorwiderstand zu arbeiten, egal welche Spannungsquelle Sie verwenden werden, und dass es tatsächlich Unterschiede in den verschiedenen Farben von LEDs gibt und dass eine blink LED nicht als LED zu betrachten ist.

ERKLÄRUNGEN

Serienwiderstand:

- den Widerstand, der in Reihe mit der LED geschaltet ist, um den Strom so weit zu reduzieren, dass der vom Hersteller angegebene Strom von der LED nicht überschritten wird.

Gleichspannung:

- Konstante Spannung mit deutlichem + und – Pol, zB eine Batterie oder ein Telefonnetzteil.

Wechselstrom Spannung:

- Eine Spannung, bei der die Spannung an den Klemmen ständig die Polarität ändert. Zum Beispiel ändert sich die Netzspannung Ihrer Steckdose oder eines Transformators (nicht zu verwechseln mit einem Transformator mit eingebautem Gleichrichter wie viele Zugtransformatoren) 50 Mal pro Sekunde an den beiden Anschlüssen von Plus auf Minus und umgekehrt. Beim Messen mit einem geeigneten Messgerät (zB einem Oszilloskop) sieht man eine sogenannte Sinusform.

Sperrspannung









- die Spannung, die die Diode bei falschem Anschluss aushält

Spitzenstrom

- Der maximale Strom, den die LED kurzzeitig verträgt, unter Angabe dieser Zeit.

Spannungsabfall an der LED

- Die Spannung, die an der LED gemessen werden kann, wenn der angegebene Strom durch die LED fließt. Diese Tabelle ist nur als Beispiel gedacht. Eigene Messungen haben zu einem anderen Ergebnis geführt. Diese Ergebnisse sind auch in einer Tabelle zu finden.

Lighting color	VF (V)@IF=20mA	
	Typ	Max
	1.9	2.4
	1.9	2.4
	3.0	3.4
	3.0	3.4
	1.9	2.4
	1.9	2.4
	1.9	2.4
	3.0	3.4