

ANHANG

Die Berechnung der Vorwiderstände für LEDs

Da dies für viele Modellbauer offenbar ein Problem darstellt, hab ich hier mal die wichtigsten Informationen zu diesem Thema zusammengestellt:

Was ist STROM?

Physikalisch gesehen ist Strom die Bewegung von Elektronen in einem elektrischen Leiter. Diese Elektronen sind Bausteine von Atomen, die sich von Atom zu Atom fortbewegen und dadurch den Stromfluss darstellen.

Formelzeichen: I

Einheit: A (Ampere)

Was ist SPANNUNG?

Sobald Elektronen fließen wollen, aber nicht können, dann stauen sie sich an einem Ende des elektrischen Leiters und am anderen Ende fehlen welche. Die Differenz dieses Elektronen-Bestands nennt man die Spannung, die an den Enden des Leiters anliegt.

Formelzeichen: U

Einheit: V (Volt)

Und was ist jetzt ein Widerstand?

Abhängig vom Material des elektrischen Leiters können sich die Elektronen leichter oder weniger leicht bewegen. Daher fließt (bei gleicher Spannung) mehr Strom durch den Leiter, wenn dieser weniger Widerstand hat und weniger Strom, wenn der Widerstand höher ist. Einen Stoff, der keinen Strom leitet nennen wir Isolator.

Formelzeichen: R

Einheit: Ω (Ohm)

Dieser Zusammenhang wird definiert durch

Das Ohm'sche Gesetz

Dieses definiert den Zusammenhang zwischen Strom, Spannung und dem Widerstand:

$$R = U / I$$

Der Widerstand eines Leiters definiert sich als das Verhältnis von Spannung zu Strom. Durch Umformen dieser Formel erhält man die Formeln:

$$U = R * I \quad \text{oder}$$

$$I = U / R$$

Somit kann man, wenn man zwei der Werte kennt, den dritten Wert errechnen.

Was ist eine LED?

Diese Abkürzung stammt von der englischen Bezeichnung "Light Emitting Diode" also einer Diode, die Licht abstrahlt.

Aber was ist eine Diode?

Die Diode gehört zu den sog. "Halbleitern". Das sind Stoffe, die weder Leiter noch Isolator sind und deren Widerstand sich durch äußere Einflüsse ändert. Dies wird durch unterschiedliche Dotation (gezielte Verunreinigung) des Trägermaterials, derzeit zumeist Silizium, früher auch Germanium, erreicht. Kurz zusammengefasst, ist eine Diode ein Bauteil, durch das der Strom nur in einer Richtung fließen kann (Durchlass-Richtung). In der anderen Richtung kann kein Strom fließen (Sperr-Richtung).

Das Schaltsymbol der Diode zeigt diese Funktion auch:

In diesem Fall kann der Strom von rechts nach links fließen, in der Gegenrichtung fließt kein Strom.

Kennwerte einer Diode:

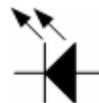
- max. Sperrspannung:** Die Spannung die maximal in Sperr-Richtung anliegen darf. Bei höheren Spannungen kommt es zu einem Überschlag in der Diode und diese ist zerstört.
- Durchlass-Spannung:** Um die "Sperrschicht" in der Diode zu überbrücken, braucht die Diode eine gewisse Spannung, bevor Strom fließt. Bei Silizium-Dioden liegt diese bei ca. 0,7 Volt (bei LEDs deutlich höher).
- Durchlass-Strom:** In Durchlass-Richtung wird die Diode sehr niederohmig (sehr geringer Widerstand) so dass sehr rasch sehr hohe Ströme fließen würden. Daher muss dieser durch einen Vorwiderstand begrenzt werden.

Alle dieser Werte findet man in den Datenblättern der Dioden, wo auch noch weitere Werte angegeben sind, die uns aber im Augenblick nicht wirklich interessieren müssen.

Was ist nun eine LED?

Einfach: Eine Diode, die bei einem Stromfluss in Durchlass-Richtung Licht abstrahlt! In Sperr-Richtung funktioniert sie wie eine normal Diode, d.h. es fließt kein Strom.

Dies erkennt man auch am Schalt-Symbol einer LED:



Nach der Theorie kommen wir jetzt zur praktischen Berechnungen rund um LEDs:

Keine Angst, wir brauchen keine höhere Mathematik, aber ein Taschenrechner könnte hilfreich sein!

Achtung: Da es viele unterschiedliche LEDs mit unterschiedlichen Daten gibt, verwende ich hier Beispielwerte. Für eine konkrete Anwendung sind **IMMER** die konkreten Daten der LEDs zu verwenden!

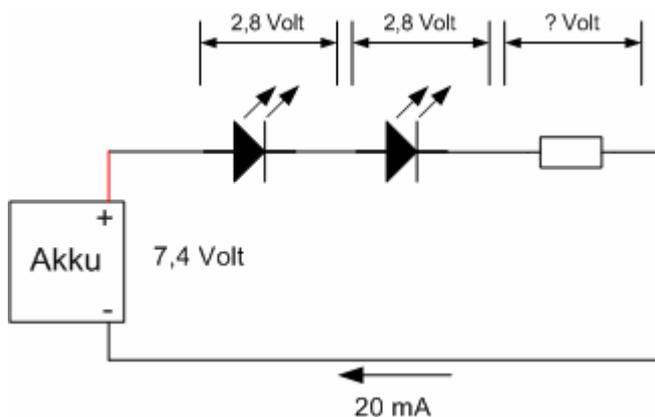
Nehmen wir mal an, wir wollen die beiden Scheinwerfer eines Fahrzeugs mit LEDs ausstatten. Wir schauen ins Datenblatt der LED und finden:

Durchlass-Spannung: 2,8 Volt

Durchlass-Strom: 20mA (Milli-Ampere = 1000tel Ampere)

Da die Sperr-Spannung der gebräuchlichen Dioden bei über 20 Volt liegt, braucht uns das meist nicht zu interessieren.

Unser Akku hat 7,4 Volt. Damit können wir beide Dioden in Serie (hintereinander) schalten und sparen Strom (*gfg*). Unser Schaltbild schaut dann so aus:



Um den benötigten Vorwiderstand berechnen zu können, müssen wir zuerst herausfinden, welche Spannung an ihm abfallen muss: Da die Spannungen im rechten Teil der Schaltung der Akku-Spannung entsprechen müssen, die die Rechnung einfach:

$$U = 7,4 - 2,8 - 2,8 = 1,8 \text{ Volt}$$

Wir wollen, dass 20 mA durch den Stromkreis fließen. In das Ohmsche-Gesetz (siehe vorige Seiten) diese Werte eingesetzt ergibt:

$$R = U / I = 1,8 / (20 / 1000) = 90 \text{ Ohm.}$$

(die "1000" ergeben sich daraus, dass wir Milli-Ampere einsetzen und diese auf Ampere umrechnen müssen, wir könnten in die Rechnung aber auch 0,02 Ampere einsetzen)

Da es diesen Widerstandwert nicht gibt, nehmen wir den nächst-höheren Wert: 100 Ohm. Dies reduziert den Strom durch die Dioden auf 18 mA, was keine merkbare Helligkeits-Änderung ergibt.

Wenn wir im obigen Schaltbild nur eine LED einsetzen, ergibt die Rechnung:

$$U = 7,4 - 2,8 = 4,6 \text{ Volt}$$

$$R = U / I = 4,6 / (20 / 1000) = 230 \text{ Ohm}$$

Auch den Wert gibt es nicht, also nehmen wir den nächst-höheren Widerstands-Wert mit 270 Ohm.

Einfach, Oder?