

# LED

## LED - Licht Emittierender Diode

Licht Emittierende Dioden, oder kurz LED, sind Halbleiter Elemente die je nach Zusammensetzung elektromagnetische Strahlung in unterschiedlichen Wellenlängen emittieren. Wie der Begriff "Licht Emittierende Diode" schon sagt, werden hier jene LED's angesprochen, deren emittierte elektromagnetische Strahlung im für unser Auge sichtbaren Wellenlängen Bereich zwischen 350 nm und 760 nm (Nano Meter) liegt.

Eine LED lässt wie jede andere Diode auch, Strom nur in eine Richtung fließen, wird eine LED verpolt, schadet ihr das nicht, wenn die angelegte Spannung unter der Sperrspannung der LED liegt, aber sie sperrt den Strom und leuchtet nicht. Eine LED sollte möglichst an einer stabilisierten Gleichspannungsquelle betrieben werden um eine optimale Lichtausbeute zu erhalten. Stabilisiert deswegen, damit das Licht nicht pulsiert/flimmert. Optimal ist eine Batterie, die als konstante Spannungsquelle dient oder ein LED Treiber der die transformierte Wechselspannung durch Glättungsschwingkreise in eine stabilisierte Spannung wandelt.

In unserem Hobby Bereich haben wir durch unsere Gleichstrom-Akkus die besten Voraussetzungen eine LED bedarfsgerecht anzusteuern. Zu bedenken gilt nur, das eine LED kein ohmsches Bauelement wie ein Widerstand, ein Motor oder eine Glühlampe ist. Zu bedenken ist auch, das die Stärke der emittierten Lichtwellen direkt abhängig von der fließenden Stromstärke ist und eine LED unter normalen Umständen nicht mit einer höheren Stromstärke als die angegebene Durchfluss-Stromstärke betrieben werden sollte, denn ein höherer Strom würde die Lebensdauer einer LED verkürzen. Da eine LED kein ohmsches Bauelement ist, muss der Strom durch einen Vorwiderstand (die einfachste Lösung) oder eine elektronische Schaltung, begrenzt werden. Der Vorwiderstand ist abhängig von der Eingangsspannung, der Durchflussspannung und Durchflussstrom der LED und der Schaltungsart wenn mehrere LED's an einem Vorwiderstand betrieben werden sollen. Es gibt Online Rechner die genutzt werden können, so wie z.B. dieser [LED Vorwiderstandsrechner](#) um den Vorwiderstand zu berechnen.

LED's gleichen Typs können ohne Probleme an einem Vorwiderstand in Reihe betrieben werden, wie auch LED's deren Durchflussstrom gleich ist. Sollen mehrere LED's an einem Vorwiderstand parallel geschaltet werden, sollte dieses nur geschehen wenn die LED's von gleichem Typ sind, da sonst passieren kann, das sich der fließende Strom unkontrolliert unterschiedlich aufteilt und LED's in der Parallel-Schaltung mit einem höheren Strom belastet werden.

LED's gibt es in unterschiedlichen Typen und Formen. Grundsätzlich wird zwischen dem LED Chip, dem eigentlichen Halbleiter unterschieden und dem LED Package, mit dem das Gehäuse plus integrierten LED Chip, Stromanschlüssen und optischen Elementen gemeint ist.

Die allgemein bekannteste Form ist die 2-Pin-LED. Es gibt sie in unterschiedlichsten Formen und Farben. Es gibt sie mit klaren Linsen oder diffusen Ausführungen, planen, konkaven oder konvexen Linsen und verschiedenen Abstrahlwinkeln, in runden, rechteckigen, quadratischen oder dreieckigen Formen. Einfarbig, rot, grün, gelb, blau oder weiß oder als mehrfarbig schaltbar mit zwei oder drei Anschlüssen. In unserem Bereich für Beleuchtungszwecke werden meistens rund LED's mit einem Durchmesser von 3mm, 5mm, 8mm oder gar 10mm gewählt. Das kurze Beinchen ist die Kathode - Minuspol.

[rockcrawler.de/wcf/attachment/787761/](http://rockcrawler.de/wcf/attachment/787761/)

Eine weitere Form ist die SMD LED, SMD bedeutet Surface Mounting Device und bezieht sich auf die Art der Oberflächen Verbindung mit einer Leiterplatte. SMD LEDs bestehen grob aus dem Gehäuse mit Anschlüssen, einem oder mehreren LED Chips und einer Phosphorschicht (meistens gelb aussehend) durch die die Lichtfarbe Warmweiß (2700 Kelvin) über Kaltweiß (üblich 4000 - 6500 Kelvin) bis hin zu Polarweiß (10.000 Kelvin) bestimmt wird.

Die Bezeichnung wie z.B. 5050 bezieht sich auf die Abmessungen (Länge - Breite) der SMD LED.

[rockcrawler.de/wcf/attachment/787764/](http://rockcrawler.de/wcf/attachment/787764/)

Bei RGB Farbwechsel LED's (Red, Green, Blue) ist diese Schicht üblicherweise klar (4. SMD LED v.l.). Bei dieser Sonderform sind drei LED Chips, die elektromagnetische Wellen in verschiedenen Wellenlängen und somit verschiedenen Farben emittieren, in einem Gehäuse untergebracht, können jedoch unabhängig voneinander angesteuert werden. Eine weitere Sonderform ist die AC SMD LED, die sich aber nicht wirklich durchsetzt. Bei einer AC LED sind zwei LED Chips mit einer gegenläufigen Polung in einem Gehäuse untergebracht. Wird ein Wechselstrom angeschlossen, leuchtet LED 1 bei der positiven Halbwelle und LED 2 bei der negativen Halbwelle, auf einen Gleichrichter kann so verzichtet werden. Der Vorteil hat aber auch einen Nachteil, da die Wechselspannung sinusförmig ist sind die Einschaltzeiten der LED's nicht 100%ig deckend mit dem Spannungsverlauf, das Licht flimmert.

RGB LED 5050 mit den drei LED Chips, die Licht in den Farben R = Red, G = Green und B = Blue emittieren. Durch Mischung der Ansteuerungen kann so jede Lichtfarbe erscheinen.

[rockcrawler.de/wcf/attachment/787763/](http://rockcrawler.de/wcf/attachment/787763/)

Eine weitere LED Form ist die COB LED (Chip on Board), die eigentlich eine Großversion der SMD LED darstellt. Durch gemischte Parallel und Reihenschaltungen von mehreren LED Chips in einem Gehäuse können LED Packages in diversen Formen, für hohe Spannungen und große Leistungen angeboten werden. COB LED's gibt es von 1 Watt Leistung bis 150 Watt und auch mehr. Sie finden Verwendung in Wohnraumleuchten ebenso wie in Straßenbeleuchtung oder werden auch in der Autoindustrie eingesetzt.

[rockcrawler.de/wcf/attachment/787762/](http://rockcrawler.de/wcf/attachment/787762/)

LED's haben mit 5% Lichtausbeute im Vergleich eine höhere Lichtausbeute als Wolfram Leuchtmittel (1%) oder Energiesparleuchtmittel (2%). Auch weisen sie eine höhere Lebensdauer auf, Wolfram Leuchtmittel liegen im Durchschnitt bei 1000 Stunden, Energiesparleuchtmittel bei 8000 Stunden und LED's zwischen 10.000 Stunden bis 100.000 Stunden, je nach Güte. Dabei wird die Lebensdauer der LED durch Ein-/Ausschaltvorgänge geringfügig beeinträchtigt.

Im Modelbaubereich werden meistens 2-Pin LED oder SMD LED eingesetzt, die Angabe mcd ist eine Maßeinheit (Milli-Candela) für die abgegebenen Lichtstärke in eine bestimmte Richtung (Abstrahlwinkel/Raumwinkel) bei 2-Pin LED's, also nicht direkt vergleichbar mit der Angabe Lumen (lm) bei SMD LED's, die den gesamten Lichtstrom (360°) beziffert, auch wenn die einzelne SMD LED ohne Linsentechnik einen Abstrahlwinkel von 120° aufzeigt. Das liegt daran, das alle Leuchtmittel, die einen Abstrahlwinkel von 120° oder mehr haben, in der Gruppe ungebündeltes Licht geführt werden. Der

Zusammenhang zwischen dem Abstrahlwinkel/Raumwinkel und der Angabe der Lichtstärke eine 2-Pin LED ist sehr kompliziert, es sei nur so viel gesagt, das eine LED mit den Angaben 40.000mcd und einem Abstrahlwinkel von 8° nicht so hell ist wie eine LED deren Abstrahlwinkel 22° ist und die Lichtstärke mit "nur" 18.000 mcd angegeben wird.

Aber auch hier für gibt es eine Online Lösung, Umrechner, die Candela Werte in Lumen umrechnen, indem der mcd Wert und der Abstrahlwinkel der LED eingegeben werden. Für so einen Online Umrechner [klickt hier](#) - bei mir ist dieser bei jeder LED Auswahl mein Freund und Helfer.

Für den Hobby-Bereich zusammen gefasst:

- 1) LED's sollten immer mit einem in Reihe geschalteten Vorwiderstand an eine Spannungsquelle (Batterie) angeschlossen werden.
- 2) Mehrere LED's die, die gleiche Stromstärke benötigen, können in Reihe mit einem Vorwiderstand an Spannungsquellen angeschlossen werden, die eine höhere Spannung bereit stellen als die Summe der Spannungen der LED's.
- 3) Werden LED's in einer Parallel-Schaltung an einer Spannungsquelle betrieben, sollte jeder LED ein separater Vorwiderstand in Reihe geschaltet werden oder die LED's sollten vom gleichen Typ sein.
- 4) Die Angabe der Lichtstärke in Milli-Candela (mcd) bei 2-Pin LED's bezeichnet den abgestrahlten Lichtstrom in einem Raumwinkel, der von dem Abstrahlwinkel der LED bestimmt wird, dabei ist nicht nur der mcd Wert zu beachten, sondern auch der Abstrahlwinkel.

Für die, die sich dafür interessieren, um den Zusammenhang der Lichteinheiten mal zu verdeutlichen:

Der Lichtstrom ist das abgestrahlte Licht einer Lichtquelle im gesamten Raumwinkel, sprich im gesamten Raum, es wird dann von ungebündeltem Licht gesprochen. Die Einheit ist Lumen (lm)

Die Lichtstärke ist der Lichtstrom der in einem Raumwinkel (Steradian Einheit sr) abgegeben wird, hier wird von gebündeltem Licht gesprochen. Die Einheit ist Candela (cd). Ein Raumwinkel hat etwa einen Öffnungswinkel von 65,54°.

Die Beleuchtungsstärke ist das Licht das für einen Raumwinkel auf einer Fläche in der Entfernung x noch auftrifft. Die Einheit ist Lux (lx)

Eine Kerze hat etwa eine Lichtstärke von 1cd pro Raumwinkel, der im gesamten Raumwinkel (4x? sr) abgegebene Lichtstrom beträgt etwa 12lm. Wird der Lichtstrom durch einen Reflektor auf einem Raumwinkel mit 5° Öffnung gebündelt, ist der Raumwinkel 0,006sr, das bedeutet das Licht das vorher in den gesamten Raum ( 4x? etwa 12,56sr ) ausgestrahlt wurde, wird nun in einem kleinen Raumwinkel von 0,006sr abgestrahlt. Die Einheit Candela bezieht sich jedoch auf einen Raumwinkel ( 1sr ), daher müssen zur Angabe der Lichtstärke in Candela der im kleineren Raumwinkel abgestrahlte Lichtstrom auf einen vollen Raumwinkel hochgerechnet werden. Der Lichtstrom von 12 Lumen gebündelt auf einen Abstrahlwinkel von 5° ergibt hochgerechnet einen Wert von 2000cd.

Nehmen wir beispielhaft drei 5mm LED's die weißes Licht emittieren.

LED 1 - 8° Abstrahlwinkel mit 40.000mcd Lichtstrom --- der reale Lumen Wert ist 0,62lm

LED 2 - 22° Abstrahlwinkel mit 18.000mcd Lichtstrom --- der reale Lumen Wert ist 1,62lm

LED 3 - 15° Abstrahlwinkel mit 30.000mcd Lichtstrom --- der reale Lumen Wert ist 2,08lm

Der Zusammenhang, die Angabe Candela, oder Milli-Candela (mcd) die bei den technischen Daten der LED's zu finden sind, geben die Lichtstärke in einem vollen Raumwinkel an (ca. 65,54°). LED 1 strahlt in einem Kegel mit 8° Öffnungswinkel ab, also müssen die angegebenen 40.000 mcd auf einen Raumwinkel von 8° Öffnung herunter gerechnet werden. LED 2 mit scheinbar weniger Lichtstärke, lediglich 18.000 mcd, doch die Lichtstärke muss nun auf einen Raumwinkel mit 22° Öffnung herunter gerechnet werden, das bedeutet der Raumwinkel ist größer und die reale Helligkeit ist größer.

Ich hoffe so wird es deutlicher warum die Angabe mcd für eine LED nicht wirklich etwas über ihre Helligkeit aussagt, wenn der Abstrahlwinkel nicht mit hinzugezogen wird.

P.S. Eine Anmerkung zu der Tatsache, das LED's keine ohmschen Bauteile sind. Ein ohmsches Bauteil, wie ein Widerstand, eine Glühlampe oder ein Motor, haben einen bauartlich bedingten Innenwiderstand der nach der Ohm'schen Regel an einer bestimmten Spannung auch nur einen bestimmten Strom fließen lässt, wird die Spannung erhöht, so erhöht sich auch der Stromfluss und umgekehrt. Bei einer LED ist das nicht so, bei einer bestimmten Spannung fließt nicht nur ein bestimmter Strom, würde also eine LED an eine Spannungsquelle ohne Vorwiderstand oder ohne Vorschaltgerät angeschlossen, ist der fließende Strom unkontrollierbar und meistens höher als der Durchflussstrom, was zu einer erhöhten Belastung und kürzeren Lebenszeit der LED führt.

Manche Leute denken, das die Lebensdauer bei kurzen Einschaltzeiten zu vernachlässigen sei - jedem seine Ansicht. Hier im Lexikon sollten Fakten nieder geschrieben werden, daher verweise ich auf einen Vorwiderstand. Selbst wenn eine LED mit einer Durchflussspannung von 3V an einer 3V Batterie angeschlossen wird, sollte zumindest ein Widerstand von 1 Ohm vorgeschaltet werden um den Strom zu begrenzen, da bekanntlich in einer Reihenschaltung der fließende Strom durch alle Bauteile gleich ist und sich die angelegte Spannung im Verhältnis der Widerstände der einzelnen Bauteile aufteilt.

Für eine LED ist die angelegte Spannung nicht der wichtigste Faktor, daher kann die Spannung ein wenig um den Wert der angegebenen Durchflussspannung schwanken.