

Bauanleitung LED-Lampe

Theorie...:

Die Helligkeit einer LED wächst mit der Leistungsaufnahme. Die Maximaltemperatur des Halbleiters setzt ihr eine Grenze. Die LED fällt aus, wenn die Temperatur des Halbleiters ca. 150 °C übersteigt.

Die Strom-Spannungskennlinie beschreibt, wie ein Verbraucher auf eine angelegte Spannung reagiert. Bei einem ohmschen Verbraucher nimmt der Strom linear mit der Spannung zu. Eine Leuchtdiode besitzt, typisch für [Halbleiterdioden](#), eine exponentielle Kennlinie. Kleine Schwankungen in der Spannung verursachen große Stromänderungen.

Eine LED kann nicht unmittelbar an eine Spannungsquelle angeschlossen werden. Eine weiße LED bleibt beim „Betrieb“ mit der Spannung 2,4 V (z. B. zwei Ni-Cd-[Akkus](#) à 1,2 V) dunkel. Bei 3 V (z. B. zwei Zink-Kohle-[Primärzellen](#) (handelsübliche nichtaufladbare „Batterien“)) erreicht sie gerade 30 % der Nennleistung. Drei Akku-Zellen mit zusammen 3,6 V jedoch steigern die Leistungsaufnahme auf über 150 %, ohne aktive Kühlung fällt die LED nach kurzer Zeit aus. (Wikipedia)

Eine LED sollte man deshalb nicht direkt an eine Batterie oder einen Akku anschließen, da Spannung und Stromstärke vom vollem zum entladenen Zustand des Akkus stark abnehmen. Ein voller 3,6V Akku kann eine Spannung von 4,2V besitzen, was eine Überhitzung der LED und damit ihren Tod bedeuten würde.

Die einfachste und billigste Möglichkeit, Spannung und Strom zu begrenzen, ist ein Vorwiderstand, der zwischen Spannungsversorgung und LED geschaltet wird. Das wird meist in billigen LED-Taschenlampen oder Stirnlampen gemacht. Der Nachteil ist, dass die LED in den ersten Minuten einen hohen Strom abbekommt und mit maximaler Helligkeit leuchtet, dann aber langsam immer dunkler wird, bis die Batterie leer ist.

Um Dies zu verhindern und die LED über die gesamte Betriebszeit konstant hell leuchten zu lassen, benutzt man eine Konstantstromquelle. Diese hält die Stromstärke bis zum Unterschreiten einer Mindestspannung immer konstant. Nachteil: eine KSQ braucht zum Arbeiten eine gewisse Mehrspannung (Dropspannung), d.h. wenn die LED eine Flussspannung von 3,2-3,7V benötigt (bei Seoul P4, Cree XR-E oder Luxeon 3) und die Dropspannung der KSQ 2,0V beträgt, braucht man eine Mindestspannung von 5,5V. (ohne KSQ könnte man einen 3,6V Akku benutzen)

Nach oben kann die Spannung aber je nach Konstantstromquelle z.B. bis 30V betragen, man kann damit jeden beliebigen Akku von 6V bis 30V anschließen.

Will man mehrere LED's an einer KSQ betreiben, werden diese in Reihe geschaltet und man addiert deren Flussspannung. Beispiel: 2x SSC P4 = 3,7V + 3,7V + 2Vdrop = 9,4V Mindestspannung.

High-Power-LED's erzeugen je nach angelegter Stromstärke viel Wärme. Will man die LED mit maximaler Helligkeit, d.H. max. Strom, betreiben, muss die Wärme gut abgeführt werden, damit die LED nicht überhitzt. Dazu muss die LED auf einem Kühlkörper montiert werden, der die Wärme nach aussen weitergibt. Praktisch sind LED's, die bereits auf einer Aluminium-Platine angebracht sind (Star-LED). Diese kann man einfacher anschließen und dann mit Wärmeleitpaste auf dem Kühlkörper befestigen.

Gehäuse:

Für das Gehäuse eignet sich am besten Aluminium oder Kupfer, da dies die Wärme am besten ableiten kann.

Optik:

Um das Licht der LED zu bündeln werden meist Linsen verwendet (seltener Reflektoren). Diese sind in verschiedenen Größen und Abstrahlwinkeln zu bekommen. Zur Bikebeleuchtung eignen sich Linsen mit ca. 10° Abstrahlwinkel. Je breiter der Lichtstrahl, desto dunkler wird das Licht insgesamt und die Reichweite nimmt ab. Die 10° Linsen erzeugen auch mehr oder weniger Streulicht, was seitlich meistens genug Ausleuchtung bringt.

Konstantstromquelle:

Um die Seoul P4 LED mit maximaler Helligkeit zu betreiben, benötigt man 1000mA Konstantstrom. Man kann sie aber auch mit 350 oder 700mA betreiben, wodurch die Lebensdauer der LED verlängert würde, die Lichtausbeute ist aber dann geringer.

Akku:

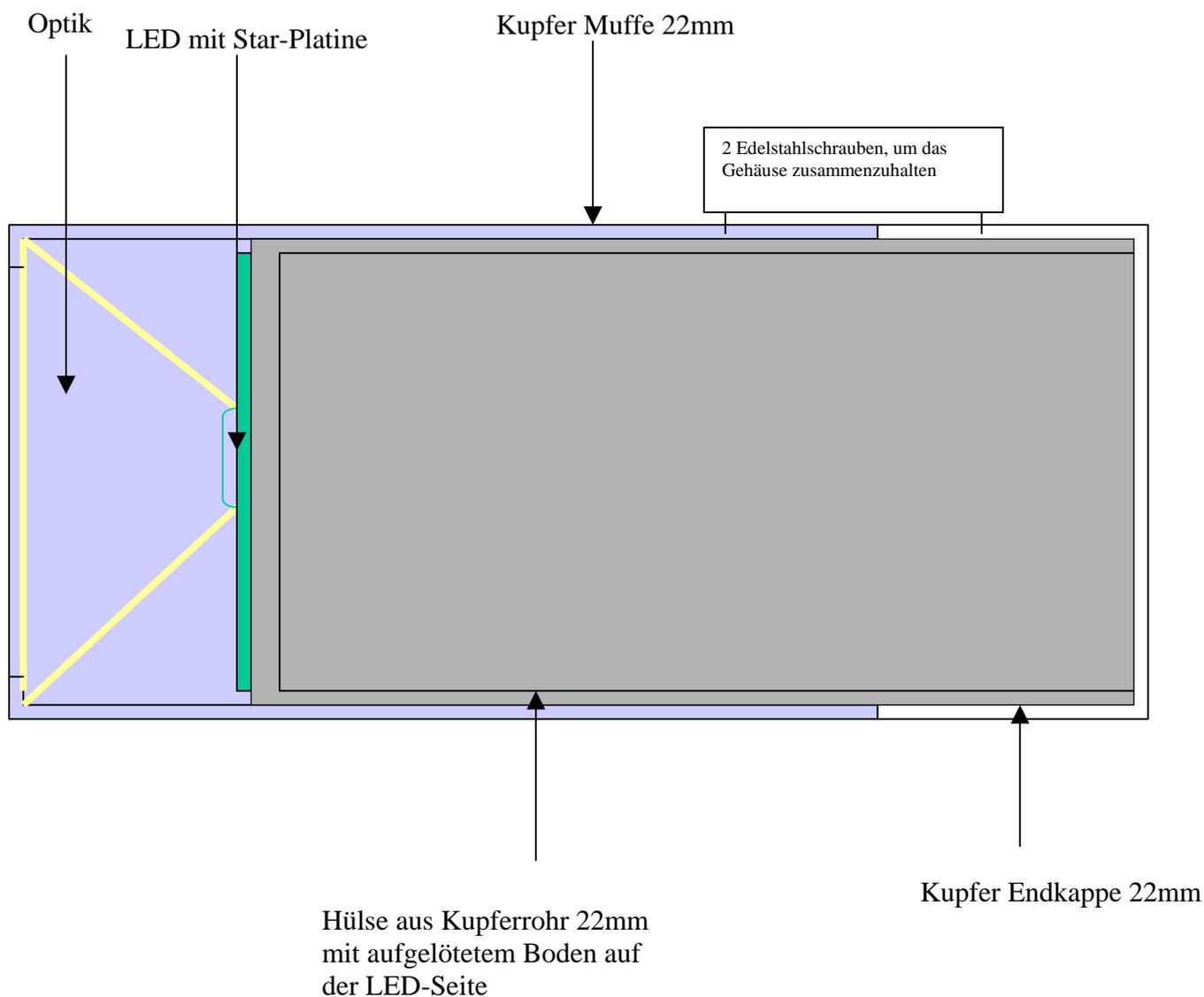
Wie schon oben geschrieben, könnte man jeden beliebigen Akku wählen, der zwischen 6V und 30V Spannung bringt. Ich verwende NiMh RC Packs mit 7,2V, wie sie in Modellautos verwendet werden. Bei 3300mAh leuchtet eine LED ca. 6 Stunden. Noch mehr Energiedichte bei weniger Gewicht haben Lithium-Akkus. Dabei haben sich bei den Lampenbauern Camcorder Akku's am günstigsten erwiesen. Für 15 Euro bekommt man bei ebay schon einen 4500mAh Pack Canon BP-941. Ein passendes Ladegerät gibt's ab 10,00€.

Man kann am Akku ein Kabel mit Stecker an die Kontakte anlöten und an die Kontakte des Ladegerätes ein Kabel mit dem entsprechenden Gegenstecker, ebenso an der Lampe, dann kann man den Akku leicht an Lampe bzw. Ladegerät anschließen.

Beim RC-Akku benutze ich natürlich den Tamiya-Stecker, der schon dran ist.

Die Leuchtdauer lässt sich einfach berechnen: Kapazität des Akkus in Wattstunden = Spannung x Kapazität in Amperestunden, d.h. z.B. $7,2V \times 4,0Ah = 28,8Wh$

Bei einer P4 LED mit 4W Leistungsaufnahme (3,5W der LED + Verlust der Elektronik und Verkabelung) wären das $28,8 Wh : 4W$, also rund 7 Stunden.



Hier mal eine Skizze meiner Helmlampe. Sie hat ein Kupfergehäuse, weil das für mich als Heizungsbauer erst mal die einfachste und schnellste Lösung war. Das Gehäuse besteht aus einer 22mm Kupfer Lötstufe (blau), einem kurzen Stück Kupferrohr (grau) und einer Endkappe (weiß)

In die Kupfer-Muffe habe ich vorne einen Ring eingelötet, damit die Linse nicht nach vorne rausfällt. (einfach 2mm von einem Stück Kupferrohr abgeschnitten, geht am besten mit einem Rohrabschneider)

Die Hülse im Inneren der Lampe ist ein Stück 22mm Kupferrohr mit Boden und dient dazu, die Wärme der LED abzuleiten und an das Gehäuse zu verteilen. Dazu habe ich das Rohr auf ein Stück ca. 1mm starkes Kupferblech aufgelötet, das überstehende Blech anschließend weggeschnitten und verschliffen. Somit erhält man eine Art Becher.

Dann habe ich die LED außen auf den Boden des Kupfer-Bechers aufgelegt und 2 Löcher in den Aussparungen der Platine angezeichnet und gebohrt, um die Anschlusskabel durchzuführen.

Hinten wird das Gehäuse von einer Kupfer-Endkappe verschlossen. Die Hülse innen ist genau so lang, dass die LED gegen die Linse gedrückt wird. Natürlich muss in die Kappe hinten auch noch ein Loch hineingebohrt werden für das Kabel. Beim Zusammenbau habe ich zwischen LED und Kupferkörper sowie auch zwischen Hülse und Muffe Wärmeleitpaste aufgetragen. Dies ist extrem wichtig. Ich hatte versuchsweise das Ganze zusammengesteckt und ca. 30 Sekunden leuchten lassen, danach hatte sich die LED verabschiedet...

Aufgrund der Größe des Gehäuses war nicht genug Platz, um die Konstantstromquelle innen unterzubekommen. Ich werde mir deshalb irgendwann mal ein Alu-Gehäuse drehen lassen, in das ich die Platine mit hineinbekomme. Ich habe die Konstantstromquelle in ein Kunststoffgehäuse (von Speicherkarte) eingepackt und mit am Akku befestigt.

Der elektrische Anschluß ist sehr einfach, da man nur den Plus- und Minuspol der Batterie mit dem Eingang der Konstantstromquelle und den Ausgang an Plus und Minus an der LED verbinden muss. (Polarität beachten) Als Stecker habe ich Hohlstecker benutzt, man kann aber auch z.B. Chinch-Stecker und Buchsen verwenden. Ich werde noch einen Druckschalter an der Rückseite der Lampe einbauen, es geht aber auch so, indem man einfach den Stecker abzieht. Der Stecker sitzt gleich an der Lampe, ich verwende keine Stecker mit Arretierung, da es sonst passieren könnte, dass man das Kabel abreißt, wenn man mal irgendwo hängen bleibt. Als Kabel eignet sich z.B. Lautsprecherkabel. 2x0,5mm² sollte als Querschnitt ausreichen.

Die Lampe wird mit einem Klettband durch die Lüftungsslitze auf dem Helm befestigt. Der Akku steckt in einer Handy-Tasche und kommt in den Rucksack oder ins Trikot. Zur Helligkeit kann ich sagen, dass diese Lampe in den meisten Situationen schon als Beleuchtung ausreichend ist, erst bei höheren Geschwindigkeiten auf breiten Forstwegen wünscht man sich evtl. mehr Reichweite. Dazu habe ich dann noch eine 35W Halogenlampe am Lenker, welche ich aber bei einer 2 Stunden-Tour höchstens 20 Minuten brauche. Ich habe schon mehrere Lampen gebaut und fahre seit ca. 1 ½ Jahren nächtliche Touren, wobei ich die Erfahrung gemacht habe, dass eine Helmlampe wesentlich besser ist als eine Lampe am Lenker. Vor allem in verwinkelten Trails hat man eine viel bessere Sicht, da man dahin leuchtet, wo man hinschaut, nicht wo man hinlenkt. Auch kann man auf den Tacho, die Schaltanzeige und sonst wohin gucken. (Auch mal seitlich in den Wald, wenn's neben einem raschelt...)

Teileübersicht:

LED:

http://www.leds.de/product_info.php?info=p266_Seoul-Z-LED-P4-Star--wei---240-Lumen.html

Linse:

http://www.leds.de/product_info.php?info=p288_Linse-fuer-Seoul-P4-LEDs-10-.html

Achtung: diese Linse hat statt 22 nur 20mm Durchmesser (jedenfalls die, die ich bekommen habe) also besser erst die Teile bestellen und dann das Gehäuse bauen.

Die Ausleuchtung ist nach meiner Meinung perfekt. Ich habe keine Erfahrung mit anderen Linsen aber es gibt Vergleiche im IBC-Forum.

Konstantstromquelle:

http://www.leds.de/index.php?cat=c2450_Strom-und-Spannung.html

damit bekäme man alle wesentlichen Bauteile von einem Händler und bräuchte nur einmal Versandkosten zu bezahlen.

Alternativ:

http://cgi.ebay.de/Konstantstromquelle-Luxeon-K2-III-V-CREE-Z-Power_W0QQitemZ190074896515QQihZ009QQcategoryZ15441QQrdZ1QQssPageNameZWD1VQQcmdZViewItem

Ich benutze diese Konstantstromquelle, da man hier die Möglichkeit hat, über Brücken verschiedene Stromstärken einzustellen. Wenn man statt einer Brücke einen Schalter einsetzt, kann man z.B. zwischen 700mA und 1000mA hin- und herschalten und damit die Helligkeit der LED ändern.

Kosten:

Die Gesamtkosten für diese Lampe liegen bei 50-70 Euro mit Akku und Ladegerät, wenn man das Gehäuse selbst bauen kann oder von jemandem günstig gebaut bekommt.

Fotos:

Leider habe ich keine brauchbaren Fotos vom Innenleben, da diese mit meiner Billig-Digitalknipse unscharf geworden sind.

