



Verband der Krippenfreunde Österreichs

Stiftshof 1

6422 Stams



LED-Technik und Beleuchtung von Krippen Grundlagen



Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines.....	3
2	Sicherheit.....	3
3	Planung.....	3
4	Positionierung der Lichtquellen.....	3
4.1	Die Geburtsgruppe.....	4
4.2	Einzelne Figurengruppen oder Szenen.....	5
4.3	Gebäude.....	5
4.4	Hintergrund und Allgemeinbeleuchtung.....	5
5	Technische Grundlagen.....	6
5.1	Lichtfarbe.....	6
5.2	Lichtkegel oder Abstrahlwinkel.....	7
5.3	Löten.....	7
5.4	Regelbarkeit.....	8
5.5	Vorwiderstand.....	8
5.6	Spannung.....	9
5.7	Berechnung Vorwiderstand.....	9
6	Materialwahl.....	11
6.1	Steckernetzteil (Trafo).....	11
6.2	Steckverbinder Buchse.....	11
6.3	Leuchtmittel.....	11
6.4	Widerstand.....	14
6.5	Schalter.....	14
7	Was ist eine Leuchtdiode.....	14
7.1	Aufbau einer gedrahteten LED.....	15



1 Allgemeines

Die Beleuchtung ist ein wesentlicher Bestandteil einer Krippe. Sie dient zum Hervorheben oder zur Verstärkung einzelner Schwerpunkte. Der Mittelpunkt des Geschehens soll mit der Beleuchtung deutlich hervorgehoben werden. Bei der Darstellung von mehreren Szenen können diese durch Schalter einzeln und somit schwerpunktmäßig in den Mittelpunkt gerückt werden.

Es ist darauf zu achten, dass die Krippe nicht zu bunt oder gar kitschig wirkt. Mit einer ausgewogenen und gut eingesetzten Beleuchtung wird das Stimmungsbild einer Krippe wesentlich und positiv beeinflusst.

Beim Ausleuchten bestimmter Teile einer Krippe ist es zudem wichtig, dass keine ungewollten Schatten entstehen. Besonders beim Hintergrund wirken diese störend und beeinträchtigen dessen Tiefenwirkung.

2 Sicherheit

Um Gefahren zu vermeiden, wird heutzutage bei der Beleuchtung einer Krippe mit Kleinspannungen gearbeitet. Diese sind unter 50 Volt bei Wechselspannung und unter 120 Volt bei Gleichspannung.



Achtung:

Bei alten Krippen wurde noch vielfach mit 220 Volt gearbeitet. Achten Sie besonders auf blanke, stromführende Leitungen. Die Gefahr eines Stromschlages ist hier besonders groß!

3 Planung

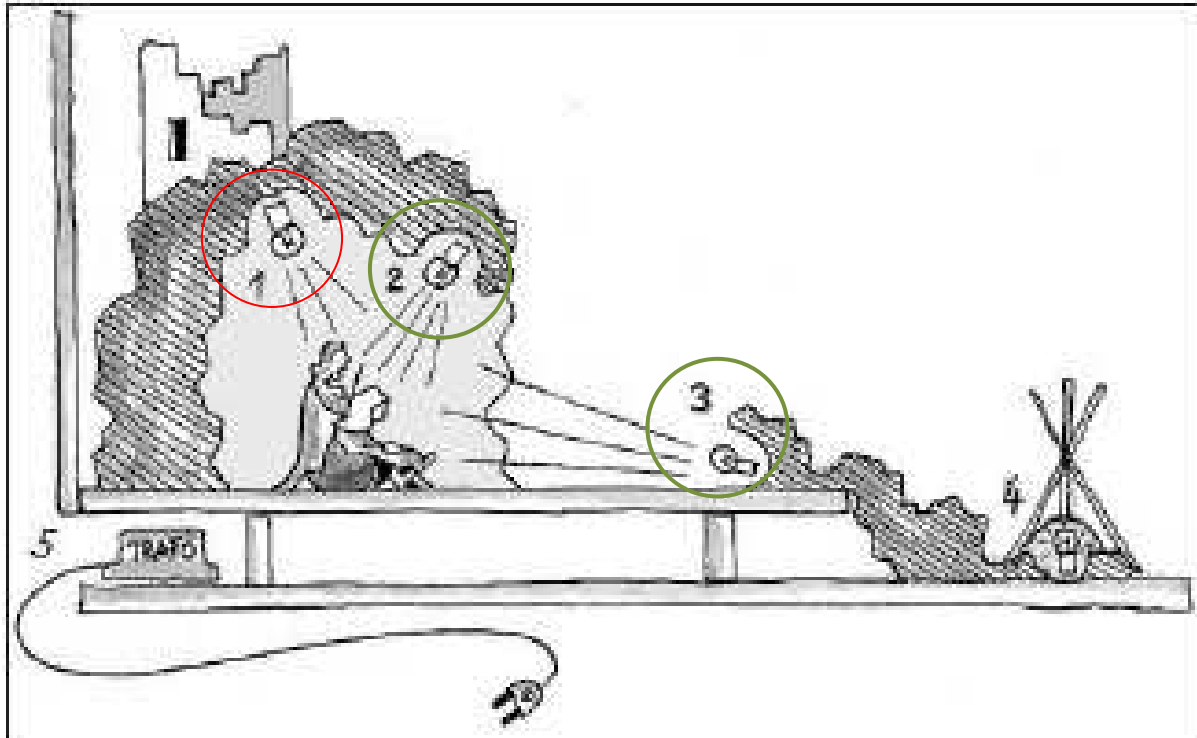
Die Planung bzw. der Aufbau einer Krippe beginnt mit der Platzierung des Mittelpunktes des Geschehens. Je nach Baufortschritt ist die Beleuchtung stets im Auge zu behalten. Vor dem Verputzen der Krippe sollten alle benötigten Leuchtkörper und Leitungen (oder Leerrohre) eingebaut sein. Die Leitungen, aber auch die Leuchtkörper sollten möglichst nicht sichtbar sein.

4 Positionierung der Lichtquellen

Die Lichtquellen werden so platziert, dass diese vom Betrachter nicht gesehen werden. Sehr störend wäre es, wenn dieser geblendet würde. Eine Ausnahme können leuchtende (strahlende) Sterne sein.



4.1 Die Geburtsgruppe



Der Stall oder die Grotte bilden bei der Weihnachtskrippe den Mittelpunkt des Geschehens und sollen besonders hervorgehoben werden.

[Fig. 2] Beim Ausleuchten des Stalles ist darauf zu achten, dass die Figuren und insbesondere die Gesichter keine Schatten aufweisen. Der Leuchtkörper wird möglichst im vorderen Bereich des Stalles oder der Grotte angebracht. Damit werden auch die Figuren von vorne angestrahlt und wirken großartig. Selbstverständlich sollte die Lichtquelle nicht direkt sichtbar sein.

[Fig. 3] Der Stall kann zusätzlich auch von Vorne außerhalb des Stalles bzw. der Grotte beleuchtet werden (beispielsweise hinter einer Wurzel versteckt). Doch Vorsicht, hier können leicht Schatten entstehen. Eventuell vor dem Stall stehende Figuren (Anbetung der Hirten, Heilige Drei Könige) werden zu grell beleuchtet oder können auf die Hauptfiguren Schatten werfen (siehe Punkt 4.4 Hintergrund und Allgemeinbeleuchtung).

[Fig. 1] Hier ein schlechtes Beispiel, bei dem die Lichtquelle hinter den Figuren ist. Dadurch sind die Gesichter im Schatten!

[Fig. 4] Lagerfeuer können rot/gelb evtl. flackernd ausgeführt werden. Ein Flackerlicht sollte nicht zu unruhig sein. Es lenkt sonst vom Geschehen ab.



4.2 Einzelne Figurengruppen oder Szenen

Einzelne Szenen können durch gezielte Beleuchtung hervorgehoben werden. Diese können gleichzeitig, vorzugsweise aber auch der Krippenzeit entsprechend (Advent bis Maria Lichtmess), je nach Szene, einzeln beleuchtet werden.

Beispiele Szenen	Darstellungszeit
Verkündigung an Maria (25. März)	1. bis 2. Advent
Herbergsuche	3. Advent
Geburt Jesu Christi	Maria u. Josef: 2-3 Tage vor Weihnachten, Jesuskind: 24. Dezember
Verkündigung an die Hirten Die Verkündete Botschaft wird weitererzählt	25./26. Dezember
Anbetung der Hirten vor der Krippe	26. Dezember
Anbetung der Heiligen Drei Könige	6. Jänner
Flucht nach Ägypten	20./24. Jänner bis Maria Lichtmess (2. Feb.)

4.3 Gebäude

In Gebäuden ist darauf zu achten, dass die Lichtquellen nicht direkt durch Fenster oder Türen sichtbar sind. Am besten werden die Lampen direkt oberhalb eines Fensters (das nach vorne schaut) platziert.

Es wird dringend empfohlen, nicht alle Gebäude voll auszuleuchten. Damit wird der Stall in den Blickpunkt gerückt. Durch den Einbau von Zwischendecken können gezielt einzelne Teile beleuchtet werden.

4.4 Hintergrund und Allgemeinbeleuchtung

Ein Hintergrund kann je nach Bauform der Krippe von unten, oder aber auch von oben beleuchtet werden. Eine dezente Ausleuchtung von oben ist besonders bei Kastenkrippen möglich. Dabei sollen möglichst keine Schatten auf den Hintergrund fallen.

Bei einer Hintergrundbeleuchtung von unten muss diese einerseits ziemlich nah am



Hintergrund angebracht werden um ungewollte Schatten zu vermeiden, andererseits entstehen helle, grelle Stellen wenn die Leuchtmittel zu nahe am Hintergrund angebracht werden. Je weiter die Lichtquelle vom Hintergrund entfernt ist, desto gleichmäßiger ist die Ausleuchtung, jedoch ist die Gefahr einer Schattenbildung größer.

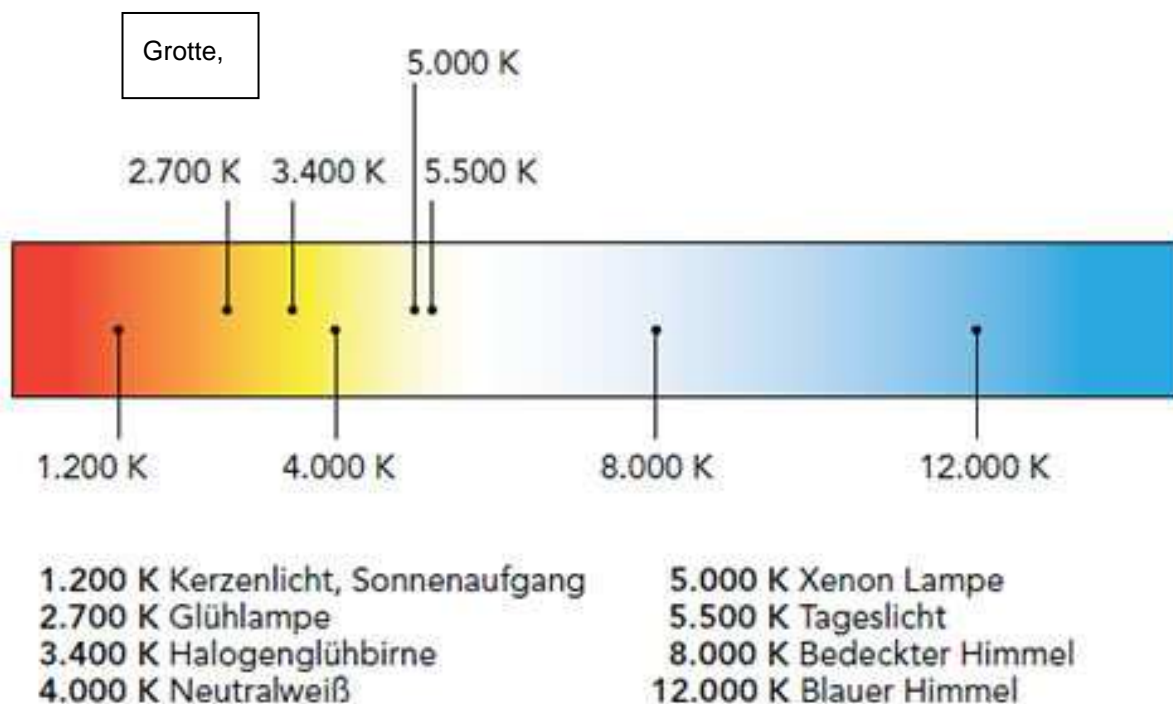
Wenn der Horizont gegen den Hintergrund abfällt, so kann die Beleuchtung in einer Vertiefung angebracht werden. Dadurch entsteht eine indirekte Beleuchtung, die für den Betrachter nicht direkt sichtbar ist.

Beachte:

Schatten auf dem Hintergrund wirken störend und beeinträchtigen die Tiefenwirkung.

5 Technische Grundlagen

5.1 Lichtfarbe



Im Krippenbau sind besonders warme Farben gefragt und tragen wesentlich zum Stimmungsbild der Krippe bei. Kalte Farben werden nur bei der Allgemeinbeleuchtung von Schneekrippen verwendet.

Farbtemperatur	Kurzbeschreibung	Beschreibung, Verwendung
----------------	------------------	--------------------------

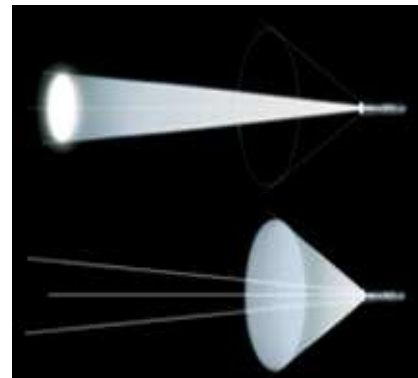


Über 5300 K	tageslichtweiß	tageslichtähnliches Licht, (kaltweiß) Allgemeine Beleuchtung von Schneekrippen
3300 – 5300 K	neutralweiß	(weißes Licht)
Unter 3300 K	warmweiß	(gelbweißes Licht)
Unter 2700 K	warmweiß	ideal für Krippen

5.2 Lichtkegel oder Abstrahlwinkel

Lichtquellen aber speziell LED haben einen bestimmten Abstrahlwinkel. Mit einem großen Abstrahlwinkel (z. B. 110°) wird eine gleichmäßige Beleuchtung erzielt. Dadurch sind weniger Schatten sichtbar.

Mit einem kleinen Abstrahlwinkel (z.B. 30°) wird eine punktuelle Beleuchtung erzielt. Damit kann gezielte eine bestimmte Figur (Jesuskind, Engel) beleuchtet und hervorgehoben werden.



5.3 Löten

Beim Löten werden verschiedene Metallteile dauerhaft mit Lot (Lötzinn) verbunden. Das Lot wird mit einem LötKolben so stark erhitzt, dass dieses schmilzt und die beiden Metallteile fest verbindet. Diese Verbindung ist korrosionsbeständig und stromleitend.

Der LötKolben wird, sofern regelbar, zwischen 320 und ca. 360°C eingestellt. Die Temperatur ist u.a. vom Lötzinn abhängig.

Vor dem Löten werden die Kontaktflächen der beiden Metallteile verzinnt. Dies hat den Vorteil, dass beim Zusammenfügen der Metallteile kein zusätzliches Lötzinn mehr benötigt wird und dass kalte Lötstellen vermieden werden.

Lötstellen sollten erschütterungsfrei auskühlen. Sonst könnten besagte kalte Lötstellen entstehen. Damit elektronische Bauteile nicht überhitzt werden, sollte ein empfindliches Bauteil hinter der Lötstelle mit einer spitzen Metallzange gehalten werden. Dadurch wird ein Teil der Hitze abgeleitet, die sonst in das Bauteil geleitet würde. Besonders empfindlich sind Stecker und Schalter mit Kunststoffteilen.

Die Lötspitze des LötKolbens wird mit einem feuchten Schwamm vom überflüssigen Lot gereinigt.



5.4 Regelbarkeit

Lichtquellen können mit einfachen Ein/Aus-Schaltern einzeln oder in Gruppen geschaltet werden.

Mit einem Drehwiderstand (Potentiometer) können diese gedimmt werden. Dabei ist besonders auf die Leistung zu achten. Je mehr Leistung die Lichtquellen verbrauchen, desto höher muss die Leistung des Potentiometers sein. Mit einem kleinen Potentiometer mit 0,25 - 0,5 W Leistung kann beispielsweise nur ein einziges LED geregelt werden. Die Berechnung der Leistung erfolgt in Punkt 5.7 Berechnung Vorwiderstand.

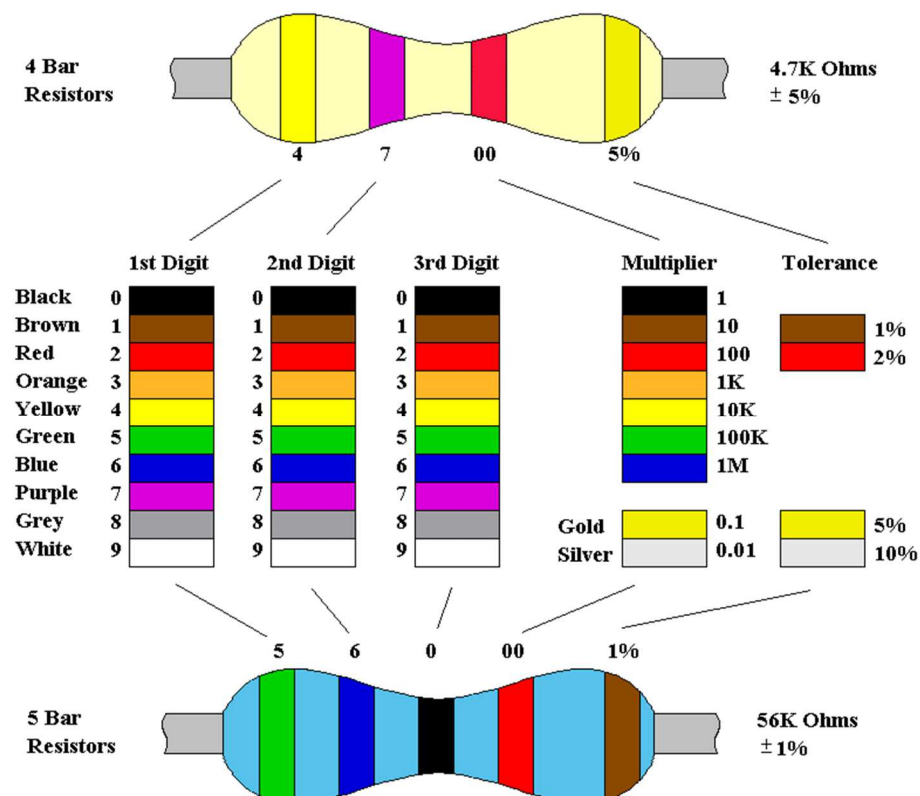


5.5 Vorwiderstand

Der Widerstandswert wird in Ω (Ohm) angegeben. Es gibt verschiedene Bauformen, von denen wir nur axial bedrahtete beschreiben.



Widerstände gibt es in Reihen: 1, 1,2, 1,5, 1,8, 2,2, 2,7, 3,3, 3,9, 4,7, 5,6, 6,8, 8,2, 10, ... 100, 120, 150, 180, 220, 270, 330, 390, 470, 560, 680, 820





Beispiel:

Ring	Farbe	Wert	Bemerkung
1	Braun	1	1
2	Grün	5	15
3	Schwarz	0	150
4	Schwarz	0	150 (Multiplikator 1)
5	Braun	1%	Toleranz

Der Widerstandswert beträgt 150 Ω mit einer Toleranz von 1%. Die Leistung wird nicht angegeben.

5.6 Spannung

Es gibt verschiedene Artikel im Handel, die von 3 bis über 12 Volt angeboten werden. Mit einer Gleichspannung von 12 V können verschiedene Lichtquellen, aber auch LED-Streifen betrieben werden.

In diesen Unterlagen wird die Beleuchtung anhand von 12 Volt vorgestellt.

5.7 Berechnung Vorwiderstand

In dieser Beschreibung gehen wir von einer Ausgangsspannung von 12 V aus.

Kürzel	Bezeichnung	Einheit	Einheit Beschreibung
R	Widerstand	Ω	Ohm
R _v	Vorwiderstand		
U	Spannung	V	Volt
U _A	Ausgangsspannung		
U _L	Spannung LED		
I	Stromstärke	A	Ampere
I _L	Stromstärke LED		
P	Leistung	W	Watt (oder VA Voltampere)



5.7.1 Allgemeine Formeln

Formeln	Widerstand	Leistung
Allgemein	$R = U / I$ $\rightarrow I = U / R$ $\rightarrow U = I * R$	$P = U * I$
Widerstandswert des Vorwiderstandes	$R_V = (U_A - U_L) / I_L$	

5.7.2 Berechnungsbeispiele

	Widerstand	Leistung
Beispiel 1 R_V Vorwiderstand ? Ω U_A Ausgangsspannung 12 V U_L Spannung LED 3,4 V I_L Stromstärke LED 70 mA	$R_V = (12V - 3,4V) / 0,07A$ $R_V = 122,85 \Omega$ Es muss der nächsthöhere Widerstand des Vorwiderstandes verwendet werden. In unserem Beispiel sind das 150 Ω .	$P = 12V * 0,07A$ $P = 0,84 W$ (oder VA) Es muss die nächsthöhere Leistung des Vorwiderstandes verwendet werden. In unserem Beispiel sind das 1 W .
Beispiel 2 R_V Vorwiderstand ? Ω U_A Ausgangsspannung 12 V U_L Spannung LED 2,2 V I_L Stromstärke LED 20 mA	$R_V = (12V - 2,2V) / 0,02A$ $R_V = 490 \Omega$ Es muss der nächsthöhere Widerstand des Vorwiderstandes verwendet werden. In unserem Beispiel sind das 560 Ω .	$P = 12V * 0,02A$ $P = 0,24 W$ (oder VA) Es muss die nächsthöhere Leistung des Vorwiderstandes verwendet werden. In unserem Beispiel sind das 0,25 W .



6 Materialwahl

6.1 Steckernetzteil (Trafo)

Bei den Trafo Netzgeräten sollte mindestens $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ als Reserve gerechnet werden! Die Netzgeräte sollten stabilisiert sein (gleiche Spannung mit und ohne Belastung). Bei der Verwendung von LED ist eine Gleichspannung notwendig. Die Leistung reicht meist von 300mA bis über 2000mA.

Beispiel:

- Stabilisiertes Netzteil
- 12V Gleichspannung
- Leistung 300mA (Dauerbelastung max. 80%) = 240mA
- Ausgangsstecker 5,5 x 2,1mm
- Pluspol innen



6.2 Steckverbinder Buchse

Mit einer Steckverbinder Buchse können Steckernetzteile einfach mit der Krippe verbunden werden. Selbstverständlich können auch Lüsterklemmen verwendet werden.



Beispiel:

- 5,5 mm x 2,1 mm
- Pos. 1 führt zum inneren Stift -> Steckernetzteil Pluspol innen -> + Rot
- Pos. 2 (daneben) – Schwarz

6.3 Leuchtmittel

6.3.1 Verbrauch

Das Steckernetzteil (Trafo) muss von der Stromstärke und von der Leistung (VA) mit den Beleuchtungskörpern zusammenpassen!

Bezeichnung		Verwendung	ca. Verbrauch	
Glühlampe klein	2 mm	Fackel	27 mA	1,50
LED rund, Standard, weiß	5 mm	allgemein	23 mA	
LED Streifen flexibel, warm-weiß (2600 K), 16x3LED/67,2cm	4,2 cm	Grotte	27 mA	(2,00+Kabel) 2,50



LED Streifen flexibel, weiß (3300 K), 16x3LED/67,2cm	4,2 cm	Hintergrundbeleuchtung	27 mA	
LED rund, sehr hell, warmweiß	5 mm	Grotte	70 mA	(1,67+0,20-Kab.) 2,50

6.3.2 Glühlämpchen

Diese sind in sehr kleinen Bauformen erhältlich und geben ein sehr warmes Licht ab. Der Verbrauch ist wesentlich höher als bei LED.

6.3.3 LED

Prinzipiell wird zwischen zwei Arten von LED unterschieden, die für die Beleuchtung von Krippen besonders gut geeignet sind.

Eine Art ist der bekannte LED-Strip (LED-Streifen), der durch seine flache Bauweise fast überall einsetzbar und am leichtesten zu verarbeiten ist.

Die zweite Art ist die gedrahtete, oder Einzel-LED, die hauptsächlich für Hirtenfeuer, Fackeln, Punktstrahler oder Backofenbeleuchtungen eignet ist. Die Einzel-LED ist in der Verarbeitung aufwändiger.

LED können nur mit Gleichstrom, also nicht mit Wechselstrom betrieben werden. Die Polung, also Plus und Minus, muss beachtet werden. Diese dürfen nicht vertauscht werden. Eine falsch angeschlossene LED leuchtet nicht, wird aber in der Regel dadurch nicht beschädigt.

6.3.3.1 Einzel-LED oder gedrahtete LED

Einzel-LED haben meist eine geringere Spannung als 12 V. Dadurch ist ein Vorwiderstand notwendig. Dieser kann direkt bei der Lichtquelle, aber auch irgendwo in der Zuleitung angebracht werden. Durch den dadurch notwendigen Widerstand ist die Verarbeitung aufwändiger als beim LED-Streifen.

Beispiel LED rund 5mm warmweiß sehr hell 140° Leuchtwinkel

- Bauform 5mm rund
- Warmweiß (2700 K)
- Abstrahlwinkel 140°
- Lichtstrom / Helligkeit 23 lm
- 3,4 V
- Verbrauch 70 mA
- Pluspol, +, Anode, längerer Anschluss, kleinerer Teil innen
- Minuspol, -, Kathode, kürzerer Draht, größerer Teil innen, (Kristall), Rand außen abgeflacht





6.3.3.2 LED-Streifen

LED-Streifen werden üblich mit 12 und 24 V angeboten. Diese sind bereits mit Vorwiderständen besetzt und können meist nach drei LED geteilt werden. Es können verschiedene Längen zum Einsatz kommen.

Beispiel 3er LED Streifen warmweiß

- Flexibel, selbstklebend
- Warmweiß (2600 K)
- 12 Volt
- 5,2 W / 16 Einheiten -> Verbrauch 27 mA
- Bei der Kennzeichnung abschneiden (immer nur nach 3 LED!)



6.3.3.3 RGB

Mit RGB-LED können mit einem LED verschiedene Farben erzeugt werden. Bei dieser LED werden die Kanäle Rot, Gelb und Blau separat mit Strom versorgt und können mit einer Steuerung einzeln eingestellt werden. Dadurch können beliebige Farben erzeugt. Bei diesen LED werden Leitungen für 3 Kanäle und ein gemeinsamer Rückkanal, also 4 Kabel, benötigt.

Beispiel 3er LED Streifen RGB

- Flexibel, selbstklebend
- 12 Volt
- Abstrahlwinkel 110°
- 12 W / 12 Einheiten -> Verbrauch 84 mA
- Bei der Kennzeichnung abschneiden (immer nur nach 3 LED!)



Steuergerät und RGB LED Streifen

Bezeichnung		Verwendung	ca. Verbrauch	
LED RGB Streifen, hohe Leuchtkraft 12x3LED/54cm	4,5 cm	Hintergrundbeleuchtung	83 mA	5,00
Steuergerät				22,00
Infrarotsteuerung				7,00
Fernbedienung (universal)				17,00



6.4 Widerstand

Beispiel Metallschichtwiderstand

- Axial bedrahtet
- Leistung 1 W
- Widerstand 150 Ω (Ohm)



6.5 Schalter

Verschiedenste Ausführung von Schaltern können eingesetzt werden. Beim Löten von Leitungen ist zu beachten, dass die Kontakte nicht zu heiß werden. Schnell kann ein Kunststoffteil aus der Form geraten und der Schalter kann dadurch defekt sein!



7 Was ist eine Leuchtdiode

Die Leuchtdiode wird auch Lumineszenzdiode genannt

Englisch: light-emitting-diode (LED)

Deutsch: Licht-emittierende Diode

Die Leuchtdiode, kurz LED genannt, ist ein elektronisches Halbleiterbauelement. Sie besteht aus einem Kristall, der zu leuchten beginnt, sobald elektronische Spannung angelegt wird.

In der Natur sind solche Kristalle nicht vorhanden. Sie werden daher in einem aufwändigen Prozess aus Halbleitermaterial hergestellt.

Sie bieten UV- und infrarotfreies Licht bei einem minimalem Stromverbrauch und einer sehr hohen Lebensdauer von 50.000 und 100.000 Stunden (entspricht einem Dauerbetrieb von 12 Jahren), gepaart mit einer extrem kompakten Bauweise.

Durch den wissenschaftlichen Fortschritt wird die Lichtausbeute der LEDs alle zwei bis drei Jahren verdoppelt.

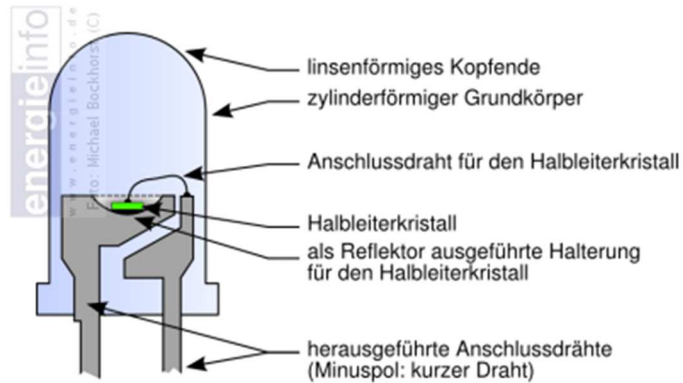
Der große Vorteil für uns Krippenbauer ist vor allem, dass eine Standard-LED kaum eine Wärmeentwicklung aufweist.





7.1 Aufbau einer gedrahteten LED

Betrifft Standard-LEDs 3, 5 und 10 mm



Eine LED besteht aus dem eigentlichen LED-Chip, einem Reflektor, einem Kontakt-Draht und einem Kunststoffgehäuse, welches die Lichtabstrahlung wie eine Linse bündelt. Der LED-Chip selbst ist ein Halbleiter-Kristall, der elektrisch zum Leuchten angeregt wird. Die diversen Lichtfarben rot, grün, blau, gelb und amber beruhen auf der

Verwendung unterschiedlicher Halbleiter-materialien.

Der Halbleiterkristall vieler LEDs ist auf den Boden einer kegelförmigen Vertiefung in einem Metallhalter gelötet. Die Innenseiten der Vertiefung wirken als Reflektor für das aus den Seiten des Kristalls austretende Licht. Die Lötstelle bildet einen der beiden elektrischen Anschlüsse des Kristalls. Gleichzeitig nimmt er die Abwärme auf, die entsteht, weil der Halbleiterkristall nur einen Teil der elektrischen Leistung in Licht umsetzt. Der Halter mit dem Reflektor ist bei gedrahteten LEDs als rechteckiger Draht ausgeführt, der als elektrischer Anschluss dient. Anders als sonst bei Elektronikbauteilen üblich, besteht der Anschlussdraht nicht aus verzinnem Kupfer, sondern aus verzinnem Stahl. Die Wärmeleitfähigkeit von Stahl ist vergleichsweise gering. Dadurch wird der Halbleiterkristall beim Einlöten des Bauteils in eine Leiterplatte nicht überhitzt.

Ein dünner Bonddraht stellt den zweiten elektrischen Anschluss des Halbleiterkristalls her. Er verbindet einen weiteren Stahldraht mit der Oberseite des Kristalls. Auf diese Weise wird möglichst wenig Licht vom Anschluss absorbiert. Die Kathode (-) ist durch eine Abflachung rechts am Gehäusesockel markiert. Bei fabrikneuen LEDs ist zudem der Anschluss der Kathode kürzer (Merkregel: Kathode = kurz = Kante). Bei den meisten LEDs ist der Reflektor die Kathode (-), dann gilt auch die Merkregel, dass die (technische) Stromrichtung von dem Pfeil, den die Anode (+) durch ihre Form bildet, „angezeigt“ wird. In seltenen Fällen ist der Aufbau umgekehrt.