

**[Ne<sup>+</sup>]**

**NP Lighting Gruppe**

*Light years ahead!*

# **[LED FIBEL]**

## **FÜR DEN WERBETECHNIKER**

Praxisnahe Informationen für die LED – Anwendung in  
der Lichtwerbung

Christoph Steinbrecht / Gordon Bialk / Ferdinand Schubert

## Vorwort

Diese LED-Fibel ist auf Anregung unserer Kunden entstanden und konzentriert sich neben grundsätzlichen Erläuterungen auf die praxisnahe Anwendung der LED in der Lichtwerbung.

Da viele Informationen aus der Erfahrung gesammelt wurden und diese Fibel ständig aktualisiert werden soll sind wir für alle Hinweise sehr dankbar.

## Copyright

© Copyright 2012 NP Lighting Vertriebs-GmbH

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieses Handbuches darf in irgendeiner Form (Fotokopie, Druck, Mikrofilm oder in einem anderen Verfahren) ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Alle in diesem Handbuch enthaltenen Informationen wurden mit größter Sorgfalt und nach bestem Wissen zusammengestellt. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen.

Aus diesem Grund sehen wir uns dazu veranlasst, darauf hinzuweisen, dass wir weder eine Garantie noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für Folgen, die auf fehlerhafte Angaben zurückgehen, übernehmen können. Dieses Dokument enthält keine zugesicherten Eigenschaften. Die Anleitung und die Eigenschaften können jederzeit und ohne vorherige Ankündigung durch die NP Lighting Vertriebs GmbH geändert werden.

Sämtliches Bildmaterial und alle Zeichnungen sind selbst erstellt und unterliegen dem Urheberrecht.

**NP Lighting Vertriebs-GmbH**  
Speckgraben 19  
D-34414 Warburg  
Germany

Tel.: +49.(0)5641. 78 111 0  
Fax: +49.(0)5641. 78 111 21

<http://www.nplighting.de>  
[info@nplighting.de](mailto:info@nplighting.de)

## Autoren

Christoph Steinbrecht / Gordon Bialk / Ferdinand Schubert

3. und erweiterte Auflage

## Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	1
Copyright .....	1
Autoren.....	1
Grundlagen .....	6
LED? Name, Bedeutung und Aufbau.....	6
Funktionsweise der LED .....	7
Was versteckt sich hinter der LED-Angabe SMD 5050, 3528, 0335... und was ist eine TOP LED bzw. SIDE LED? .....	8
Lichttechnische Grundgrößen .....	10
Lichtstrom .....	10
Lichtstärke.....	10
Leuchtdichte.....	10
Beleuchtungsstärke .....	11
Farbtemperatur .....	11
Farbwiedergabe.....	11
Was ist Farbe? .....	12
Was versteht man unter dem „Binning“?.....	13
Wie entsteht das weiße LED Licht? .....	16
Wie entsteht rotes „R“, grünes „G“ und blaues „B“ Licht und wie können Farbmischungen realisiert werden?.....	17
Abstrahlcharakteristik der LED .....	18
Linsentechnologie.....	19
Weitwinkel Linsen LED Module.....	19
Linienstrahler LED Leisten/Module .....	22
Elektrischer Betrieb von LED .....	24
LED Grundschialtung.....	24
LED Schaltungen in der Praxis.....	24
Widerstand-Schaltung .....	24
Konstantstrom-Regel-Schaltung.....	24
Übersicht Vorteile Konstantstrom geregelter LED-Systeme.....	25
Warum 12V bzw. 24V? .....	26
Serienschaltung von High Power LED .....	27
Betrieb von High Power LED mit 24V konstanter Ausgangsspannung .....	27
Polungsunabhängige LED – Module.....	27
230V – LED Systeme.....	27
Was passiert wenn eine LED in einer LED-Gruppe ausfällt? .....	28
Dimmung von LED – Systemen .....	28
Warum 4 Anschlussleitungen bei RGB LED Systemen? .....	29
LED Steuerungen .....	29
Repeater / Verstärker.....	30
DMX Steuerung.....	31

Auswahl des richtigen LED-Systems und deren Belegung.....	32
LED Systeme in der Lichtwerbung.....	32
LED Modul Ketten .....	32
LED Streifen .....	32
LED Leisten .....	32
MX-LED Platten .....	33
ED-LED Linienstrahler .....	33
In welcher Umgebung wird das LED System betrieben? .....	33
Schutzarten IPXX allgemein .....	34
IP Schutzarten am Beispiel von LED Streifen.....	34
Profilbuchstaben.....	35
Rückstrahler Profil 3 .....	35
Frontstrahler Profil 5 .....	35
Rundumstrahler Profil 8 .....	36
Richtiges LED Raster zur gleichmäßigen Ausleuchtung .....	36
LED Ketten Reihenabstand .....	37
Beispiele zur Belegung LED Module.....	39
Produktauswahl 120° LED Module / Einbautiefe / Abstände.....	41
Produktauswahl MX-LED CL / HI Serie.....	41
Produktauswahl LED Module in Linsentechnologie / Einbautiefe / Abstände .....	42
Positionierung ED-LED Modulketten im Lichtkasten.....	42
Positionierung ED-LED Linienstrahler im Lichtkasten.....	43
Ausreichend / gute / helle Ausleuchtung - Leuchtdichte Werte .....	44
LED Vorschaltgeräte (Betriebsgeräte) .....	45
Grundsätzliches.....	45
PFC (Power Factor Correction).....	45
Einschaltstrom .....	45
Schutzart.....	45
Sicherheitsfunktionen der LED - Treiber .....	46
Schutzklassen.....	46
CE – Kennzeichnung / Prüfzeichen / Brandschutz etc.....	46
Dimensionierung, maximale Auslastung.....	46
Übersicht maximale Anschlussmenge verschiedener 12V DC LED Produkte.....	47
Leistungsdaten der verfügbaren Vorschaltgeräte .....	47
Installation der LED-Treiber .....	48
Anschluß der LED-Treiber an das 230 V - Netz .....	48
Maximal zulässiger Strom bei Leitungsquerschnitt .....	49
Maximale Zuleitungslängen / Spannungsverlust .....	50
Berechnung der Leistung / Systemleistung .....	51
Lichttechnische Effizienz .....	52
Installationshinweise .....	53
Anschlußtechnik .....	53

Für den Innenbereich .....	53
Für den Außenbereich .....	53
Schraub und Klebetechnik.....	54
Beschaffenheit Untergründe .....	54
Farbe Untergründe .....	54
Endkappen .....	54
LED Ketten Module an einem Stück.....	54
Typische Installationsfehler .....	55
Falsches Betriebsgerät .....	55
Überlastung Vorschaltgeräte.....	55
Spannungsverluste.....	55
Ungleichmäßige Ausleuchtung .....	57
Korrosion der Kontakte .....	57
Unzureichende Kühlung.....	57
Zu viele Module an einem Stück.....	57
Quetschverbinder .....	58
Plus und Minus zusammen .....	58
Falsches Werkzeug benutzt .....	58
Bewertungshilfen .....	59
Stromregler Erkennbarkeit.....	59
Klebeband .....	60
Schraubbarkeit .....	60
Vergußmaterial.....	60
Kabelauführung.....	60
Gehäusematerial (UV beständig) .....	61
Lichtfarbe LED / Farbverschiebung .....	61
Chip – Qualität.....	61
Hersteller Qualitäts-Zertifikate .....	61



NP Lighting Gruppe

*Light years ahead!*

## Grundlagen

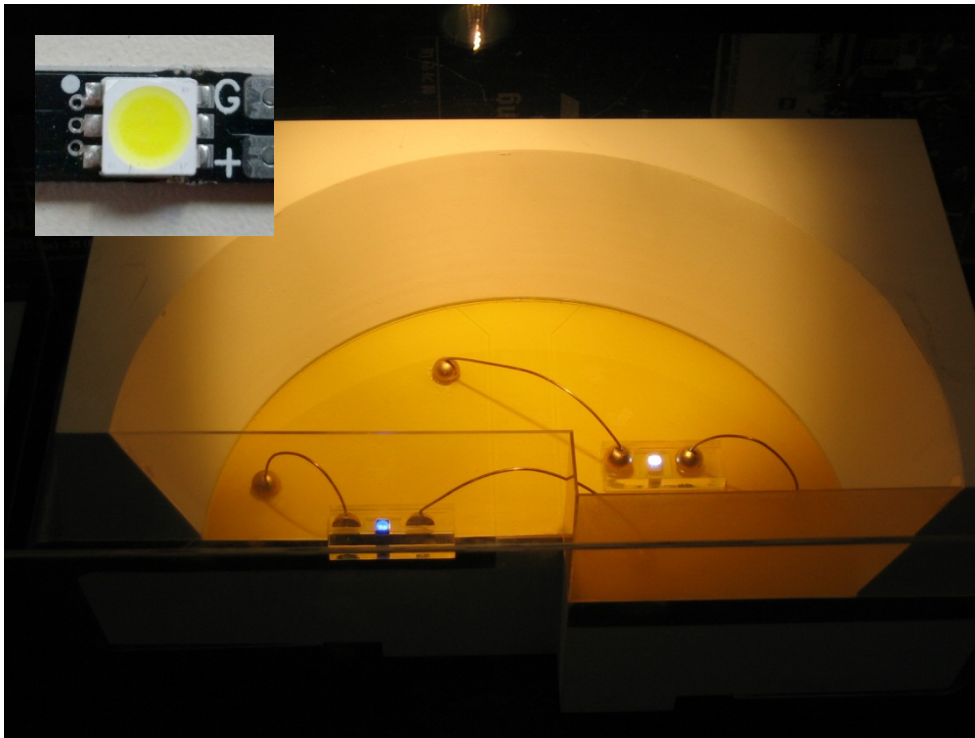
### LED? Name, Bedeutung und Aufbau

Das **L** steht für „light“ sprich „Licht“

Das **E** steht für „emitting“ sprich „abstrahlend“

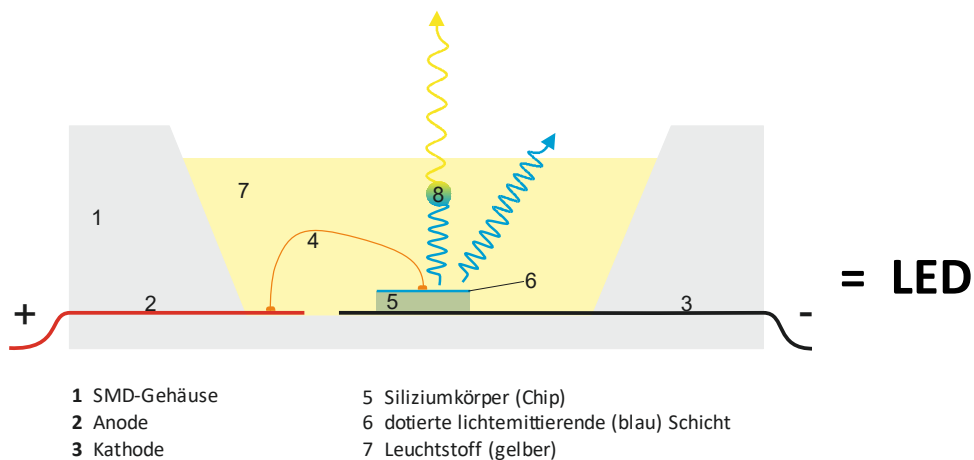
Das **D** steht für „diode“ sprich „Diode“

Also LED = „light emission diode“ oder auf gut deutsch = „Licht abstrahlende Diode“



#### Schnitt durch eine 3-Chip SMD LED

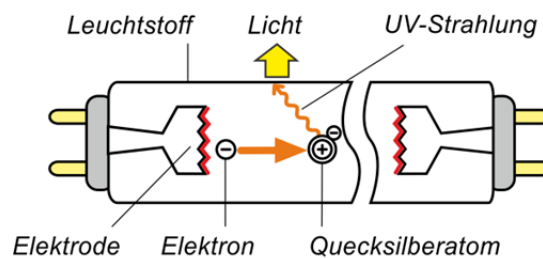
Die LED ist ein elektronisches Halbleiterelement. Es besteht aus einem oder mehreren LED – Chips, welche beim Anlegen einer geringen Gleichspannung (etwa 2 – 4 V DC Vorwärtsspannung) leuchten. Die Chips und deren Anschlüsse sind in umgebenden Materialien wie Leuchtstoff und Gehäuse gemäß folgendem schematischen Aufbau gepackt.



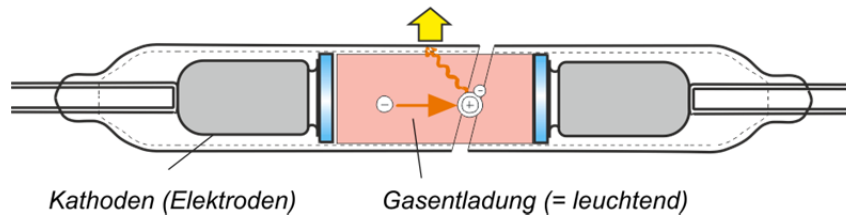
## Funktionsweise der LED

In der **Gasentladungstechnik** werden durch Anlegen einer hohen Wechselspannung zwischen den Kathoden Elektronen beschleunigt. Diese Elektronen treffen auf ladungsneutrale Edelgas- und Quecksilberatome. In Abhängigkeit der dabei abgegebenen Energie entstehen Ionen, welche dem Stromfluss dienen oder es findet eine Anregung der Hüllenelektronen statt. Beim Zurückfallen der Hüllenelektronen auf das ursprüngliche (niedrigere) Energieniveau emittiert das Quecksilbergas eine UV-Strahlung. Der Leuchtstoff, welcher sich an der Glasinnenseite befindet wandelt diese UV-Strahlung in das für den Menschen sichtbare Licht.

Stromfluss in der Leuchtstofflampe

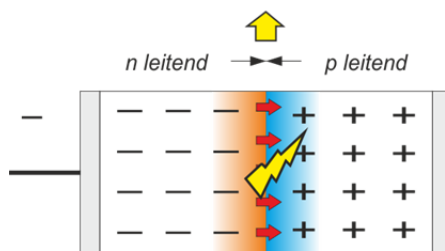


Stromfluss in der Kaltkathodenlampe



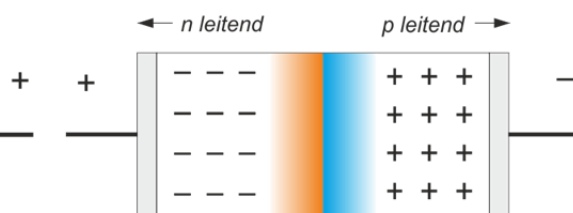
Die **Funktionsweise der LED** ist sehr ähnlich, wobei es sich um einen Festkörper (Halbleiter) zwischen den Elektrodenpaaren handelt. Durch eine anliegende Gleichspannung wandern die Elektronen von der n-dotierten Seite auf die p-dotierte Seite. Beim pn-Übergang finden Rekombinationen mit „Löchern“ bzw. Defektelektronen statt. Bei diesem Vorgang entsteht in Abhängigkeit des Halbleitermaterials sichtbares Licht.

Stromfluss in der Leuchtdiode



Durchlassrichtung

Stromsperre in der Leuchtdiode



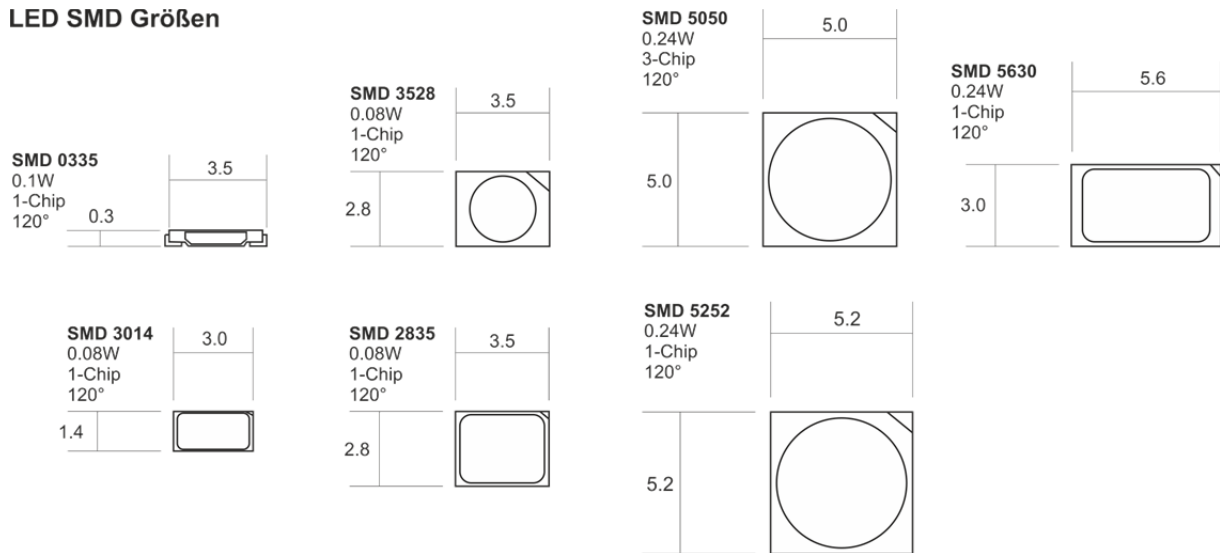
Sperrrichtung










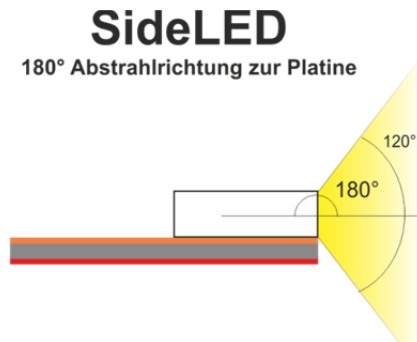
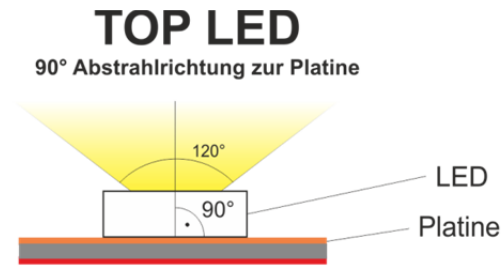
## Was versteckt sich hinter der LED-Angabe SMD 5050, 3528, 0335... und was ist eine TOP LED bzw. SIDE LED?

SMD ist ein Fachbegriff aus der Elektrotechnik und bedeutet „Oberflächen montierbares Bauteil“. Gegenüber herkömmlichen LED haben diese keine Drahtanschlüsse und werden direkt auf die Leiterplatte gelötet. Die Angabe 5050 oder 3528 gibt die geometrische Größe (Länge, Breite) der LED an. Eine SMD 3528 hat also die Abmessung 3,5 x 2,8 mm.

### LED SMD Größen

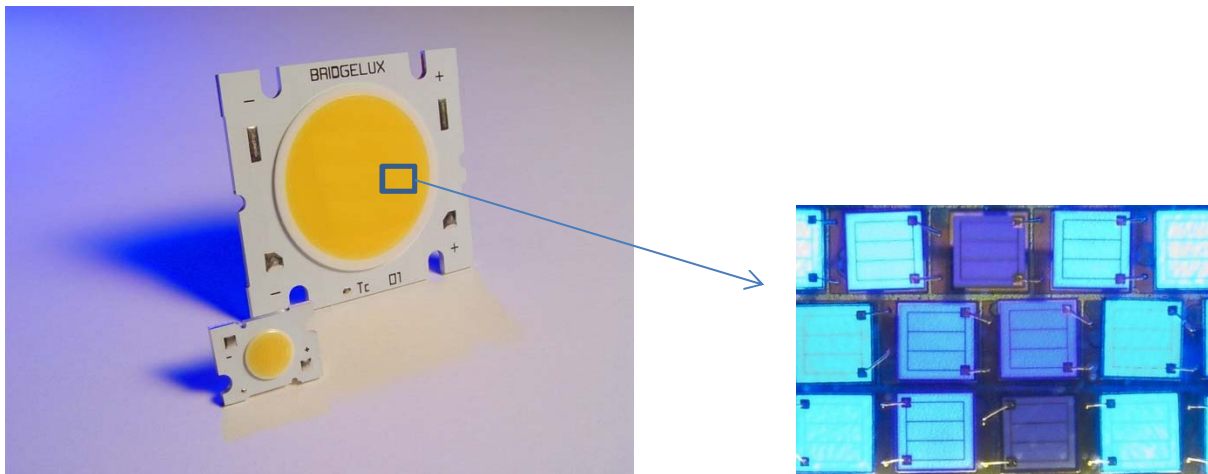


SMD Type	Bild	Länge mm	Breite mm	Fläche mm <sup>2</sup>	Wärme-ableitung	Output lm von-bis	Notiz
2835		2,8	3,5	9,8	ja	16-40	1-Chip hocheffizient
3014		3	1,4	4,2	ja	8-25	1-Chip hocheffizient
3528		3,5	2,8	9,8	nein	3-8	1-Chip
5050		5	5	25	nein	10-18	3-Chip
5252		5,2	5,2	27	ja	10-28	1-Chip
5060		5	6	30	nein	40-55	3-Chip
5630		5,6	3	16,8	ja	20-55	1-Chip hocheffizient



SMD-LED können mit einer unterschiedlich hohen Anzahl von Chips bestückt werden um deren Lichtleistung zu erhöhen.

**Multiple Chip Array LED**

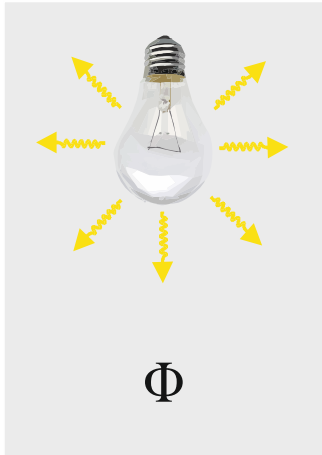


Die SMD-Technik hat den Vorteil, dass sich elektronische Bauteile in Hochgeschwindigkeit bestücken lassen. Daher kommt es auch dass SMD-LED heute eine breite Anwendung in den Massenmärkten für TV, Kfz und Mobiltelefone finden, mit einem optimalen Preis-Leistungs-Verhältnis auf höchstem Qualitätsniveau.

**Tipp:** Gut erkennen lässt sich die Anzahl der Chips in einer LED an der Anzahl der Lötflächen. 2 Lötflächen = 1 Chip; 4 Lötflächen = 2 Chips; 6 Lötflächen = 3 Chips; etc..

## Lichttechnische Grundgrößen

### Lichtstrom



Der Lichtstrom ist die vom Leuchtmittel gesamte abgegebene Lichtmenge in alle Richtungen. Die Masseinheit des Lichtstroms ist Lumen (lm). Der Lichtstrom fließt auch als lichttechnische Größe in die Effizienz (Lumen je Watt) einer Lichtquelle ein.

*Der Lichtstrom wird vom Leuchtmittel in alle möglichen Richtungen abgestrahlt.*

Typische Werte:

- 7 Watt LED-Leuchtmittel	679 Lumen
- 60 Watt Glühlampe (mattiert)	800 Lumen
- 58 Watt T8 Leuchtstofflampe (840)	5.250 Lumen
- 60 Watt Natriumdampf-Hochdrucklampe	9.000 Lumen
- 24.000 Watt Xenon-Hochdrucklampe	2.280.000 Lumen

### Lichtstärke



Der in einem bestimmten Winkel ausgestrahlte Lichtstrom wird als Lichtstärke I in Candela (cd) definiert.

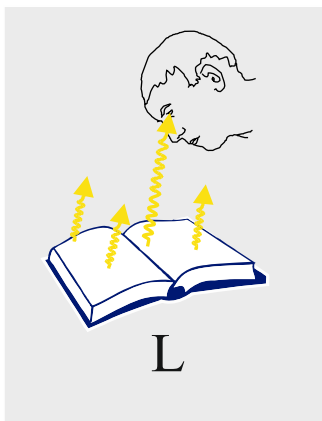
*Die Lichtstärke wird vom Leuchtmittel nur in eine bestimmte Richtung abgestrahlt.*

Typische Werte:

- Zifferblatt einer Uhr mit Leuchtfarbe	0,000.000.3 Candela
- Kerze	1 Candela
- helle LED	60 Candela
- Lichtbogen (200 Watt)	800 Candela
- Fernlicht an KFZ	225.000 Candela
- Sonne	2 Quadrillionen Candela

(2 Quadrillionen =  $2 \cdot 10^{27}$  oder 2.000.000.000.000.000.000.000.000)

### Leuchtdichte



Die Leuchtdichte ist die Lichtmenge ausgehend von einer Oberfläche, die entweder von der Lichtquelle durchleuchtet oder beleuchtet wird. Da die Leuchtdichte sich auf eine Fläche bezieht wird sie in Candela pro m<sup>2</sup> (cd/m<sup>2</sup>) angegeben.

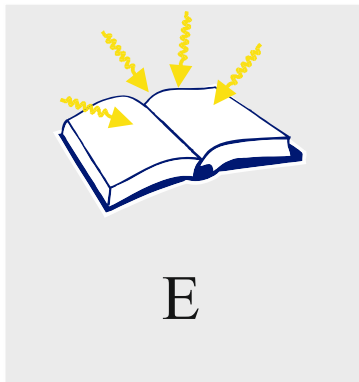
Die Leuchtdichte ist in der Lichtwerbung das Maß für die Helligkeit z.B. auf dem Acryl eines Buchstabens.

*Die Leuchtdichte ist die Helligkeit einer durch- oder beleuchteten Fläche*

Typische Werte:

- bewölkter Nachthimmel	0,000.03cd/m <sup>2</sup>
- Profilbuchstabe / Lichtkasten	300cd/m <sup>2</sup>
- T8 Leuchtstofflampe 58W (840)	10.000cd/m <sup>2</sup>
- weiße LED	50.000.000cd/m <sup>2</sup>
- Sonnenscheibe am Mittag	16.000.000.000cd/m <sup>2</sup>

## Beleuchtungsstärke



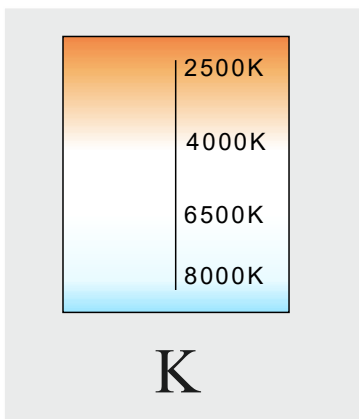
Wenn eine bestimmte Lichtmenge auf einen bestimmten Teil einer Oberfläche fällt, wird dies als Beleuchtungsstärke E mit Einheit Lux (lx) bezeichnet. Die Beleuchtungsstärke ist stark von der Entfernung zur Lichtquelle abhängig.

*Die Beleuchtungsstärke ist die Helligkeit eines angestrahlten Objektes*

Typische Werte:

- Vollmondnacht	0,25 Lux
- Straßenbeleuchtung	10 Lux
- Bürobeleuchtung	500 Lux
- Operationssaal	10.000 Lux
- heller Sonntag in Mitteleuropa	100.000 Lux

## Farbtemperatur



Darunter versteht man wie warm oder kalt das Licht empfunden wird. Kaltes Licht ist bläulicher und warmes Licht rötlicher. Die Farbtemperatur wird in Kelvin angegeben, Die Farbänderung über die Temperatur wird hier analog der Temperatur eines glühenden Eisenblocks beschrieben. Der genaue Kurvenverlauf ist im Farbdreieck ersichtlich.

*Die Farbtemperatur ist die Farbe des Weißen Lichts*

Typische Werte:

- Kerze	1.500 Kelvin
- Glühlampe (60 Watt)	2.700 Kelvin
- Xenonlampe	4.700 Kelvin
- Mittagssonne	5.500 Kelvin

## Farbwiedergabe



Mit dieser Eigenschaft wird eine qualitative Aussage über die Wiedergabe bzw. Erkennbarkeit von Farben getroffen. Je höher der Wert ( $R_a \leq 100$ ) umso besser werden die Farben dargestellt. Dieser Wert ist eine dimensionslose Einheit und wird auch nicht in Prozent angegeben. Bei LED ist ein hoher Farbwiedergabeindex von z.B. 90 immer auch mit einem Verlust an Leuchtkraft verbunden.

*Der Farbwiedergabeindex beschreibt die Erkennbarkeit von Farben*

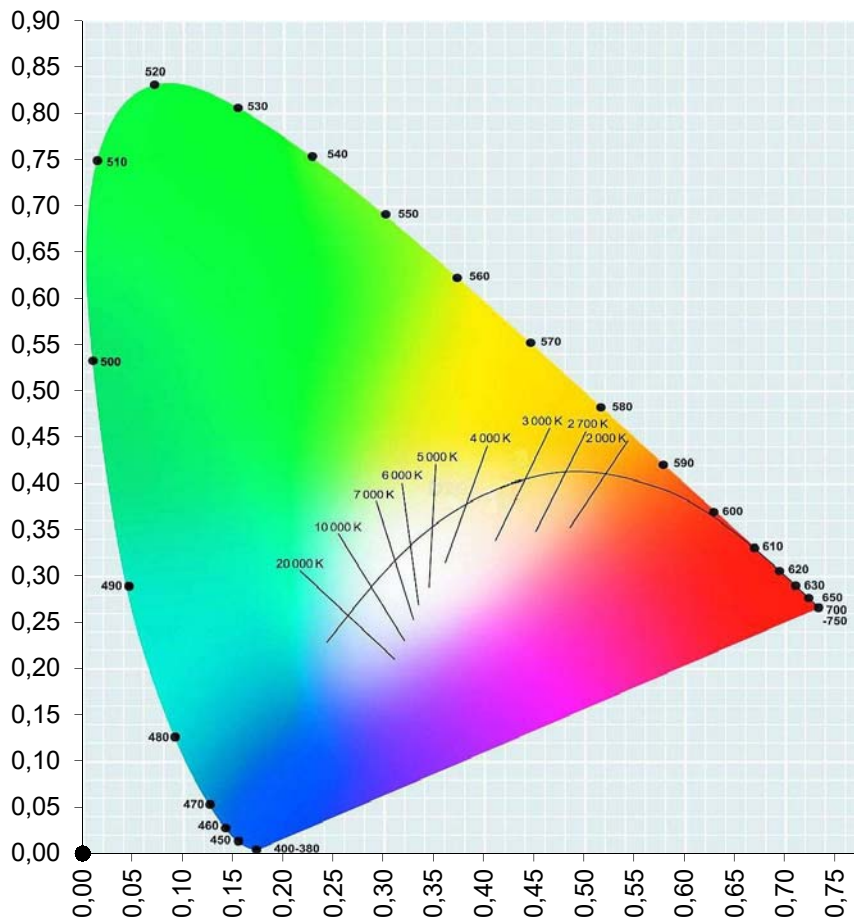
Typische Werte:

- Natriumniederdruck-Dampflampe	44
- Quecksilberdampflampe	50
- Halogen-metaldampflampe	80
- LED	80 und 90
- Dreiband-Leuchtstofflampe	90
- Sonne, Glühlampe	100

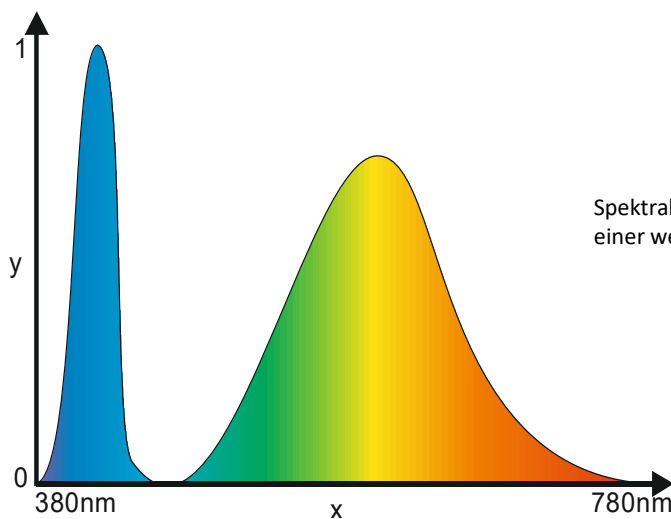
## Was ist Farbe?

Das menschliche Auge ist in dem Bereich des Wellenlängenbereiches von 380nm (Blau) bis 780nm (Rot) empfindlich. Die drei Farbrezeptoren des Auges für die drei Grundfarben Rot, Grün und Blau leiten die Signale an das Gehirn weiter, welches dann daraus die Farben (auch Weiß) „mischt“.

x und y CIE 1932



Farbdreieck mit  
Farbtemperaturskala für  
weißes Licht



Spektrale Lichtverteilung  
einer weißen LED

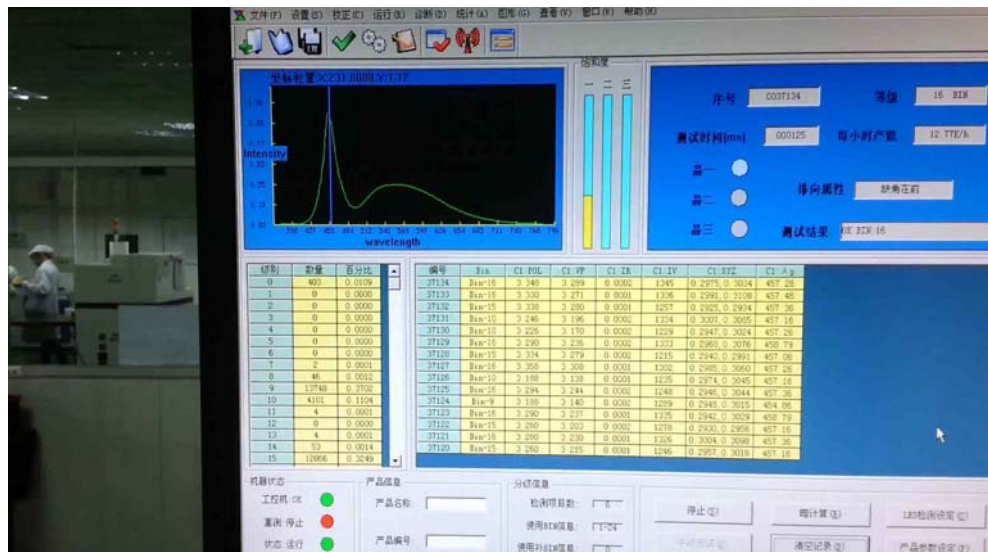
## Was versteht man unter dem „Binning“?

Fertigungsbedingt unterliegt der LED starken Schwankungen hinsichtlich der Durchlassspannung, Intensität und Farbe. Binning bedeutet nun, dass die LED nach definierten Kriterien selektiert und klassifiziert werden. Das wichtigste Kriterium bei weißen LED ist die Farbtemperatur.

Typische Messwerte

- Radiant (or Luminous) Flux - Helligkeit
- Dominant Wavelength – Dominante Wellenlänge
- Correlated Color Temperature (CCT) - Farbtemperatur
- Chromaticity Coordinates - Farbkoordinaten
- Color Rendering Index (CRI) - Farbwiedergabeindex
- Forward Voltage (Vf) - Vorwärtsspannung

Bildschirmanzeige einer BIN Vermessung



Zuführung der LED

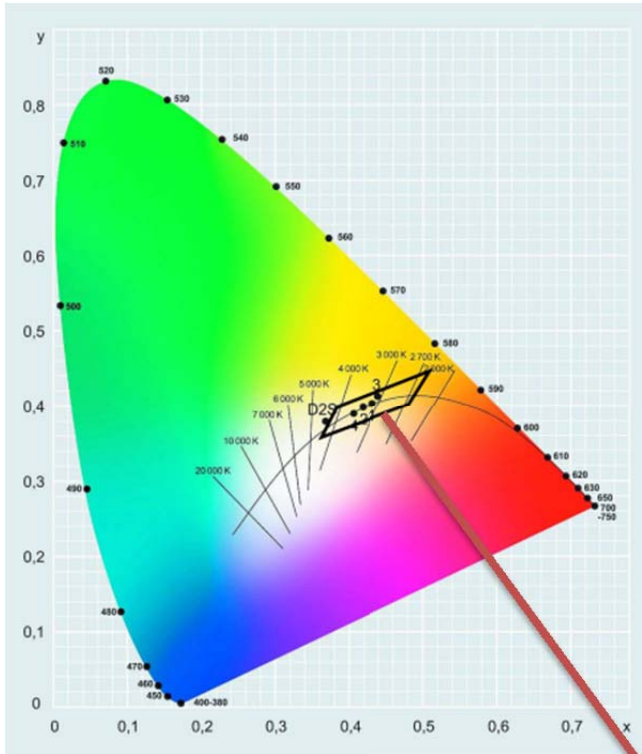


Vermessung



Klassifizierung



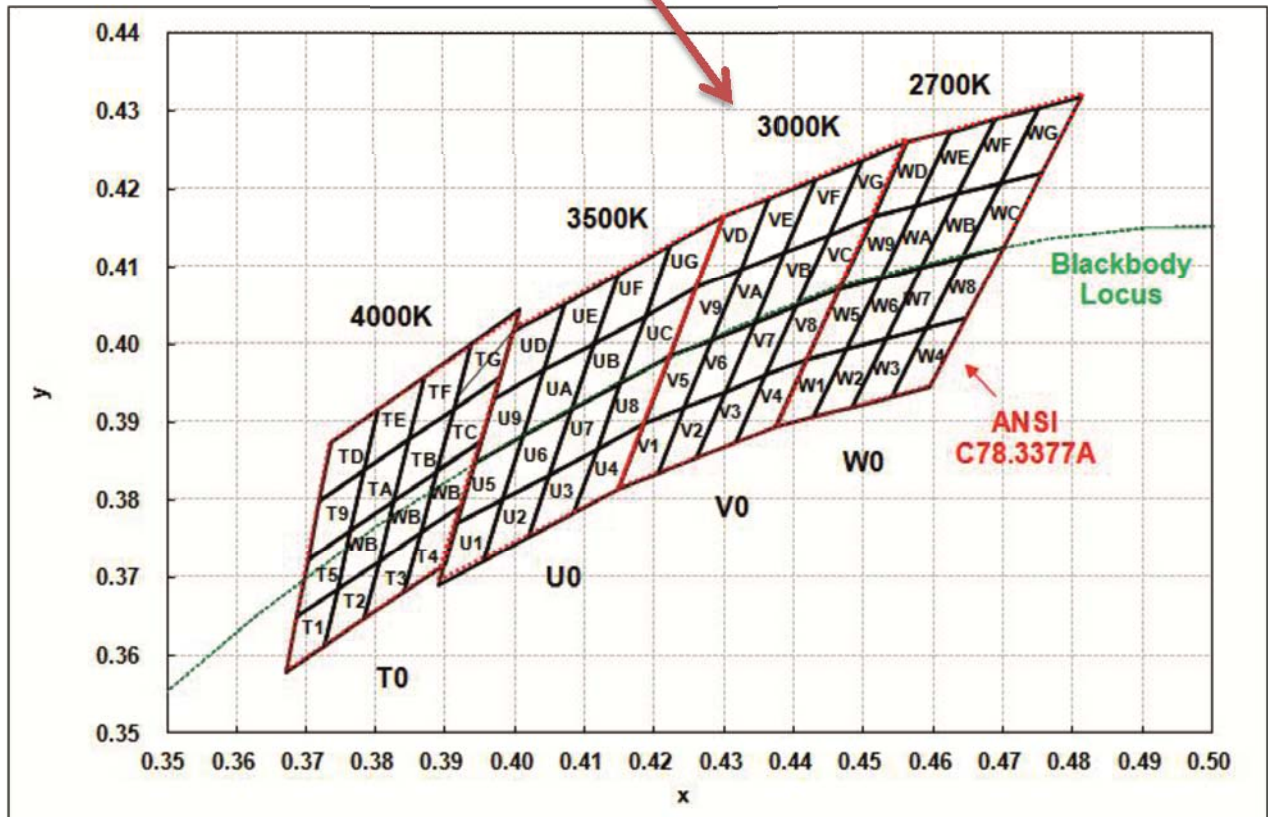


BIN CODE – SAMSUNG SMD5630 (LM561B)

Vom LED Hersteller SAMSUNG definierte Farbbereiche innerhalb des Farbdreiecks - der BIN CODE.

Als Beispiel die Lichtfarbe Warmweiß 2700K, der BIN Code WA alleine wäre hier eine sehr enge Selektierung.

Region	CIE X	CIE Y	Region	CIE X	CIE Y
W rank (2700K)					
W1	0.4373	0.3893	W9	0.4465	0.4071
	0.4418	0.3981		0.4513	0.4164
	0.4475	0.3994		0.4573	0.4178
	0.4428	0.3906		0.4523	0.4085
W2	0.4428	0.3906	WA	0.4523	0.4085
	0.4475	0.3994		0.4573	0.4178
	0.4532	0.4008		0.4634	0.4193
	0.4483	0.3919		0.4582	0.4099
W3	0.4483	0.3919	WB	0.4582	0.4099
	0.4532	0.4008		0.4634	0.4193
	0.4589	0.4021		0.4695	0.4207
	0.4538	0.3931		0.4641	0.4112



Nach erfolgter Produktionsvermessung könnte die Menge eines einzelnen BIN Code relativ gering ausfallen und u.U. für die Weiterverarbeitung und Herstellung LED basierter Produkte nicht ausreichen. Daher werden auch verschiedene BIN zu Gruppen (Color Rank) zusammengefasst um somit die mögliche Liefermenge zu erhöhen.

Nominal CCT	Product Code	Color Rank	Chromaticity Bins
2700K	SPMWHT541MD7WAW0S0	W0(Whole bin)	W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8, W9, WA, WB, WC, WD, WE, WF, WG
	SPMWHT541MD7WAWHS0	WH(Half bin)	W5, W6, W7, W8 W9, WA, WB, WC
	SPMWHT541MD7WAWMS0	WM(Quarter bin)	W6, W7, WA, WB

Innerhalb einer BIN Gruppe sind die Farben zwar sehr nahe beieinander aber Unterschiede dennoch deutlicher sichtbar. In manchen Anwendungen hat das evtl. keine Auswirkung wenn sich das Licht vieler einzelner LED gut vermischen kann oder der qualitative Anspruch einfach nicht gegeben ist.

Nachfolgende Abbildung zeigt mehrere LED einer gleichen Charge mit einem schlechten Binning. Solche LED's sind aufgrund der groben Selektierung sehr preiswert. Ein gutes Binning ist durch den erhöhten Selektierungsaufwand entsprechend teurer.



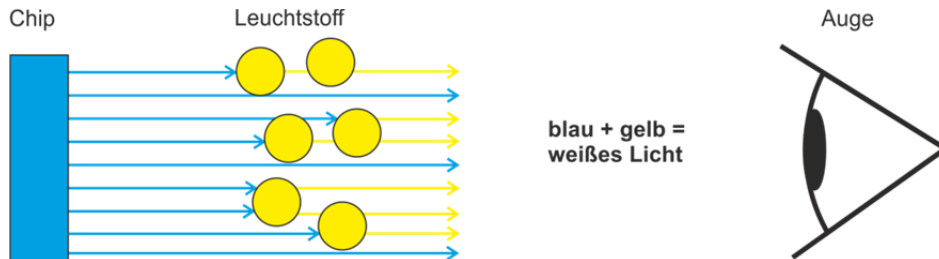
**Tipp1: Achten Sie generell auf ein gutes Binning, besonders dann wenn das LED – Raster im Lichtkasten oder Leuchtbuchstaben grob ausgelegt ist.**

**Tipp2: Achten Sie darauf, dass die LED – Module für die Ausleuchtung einer Lichtwerbeanlage möglichst aus einer Charge stammen.**



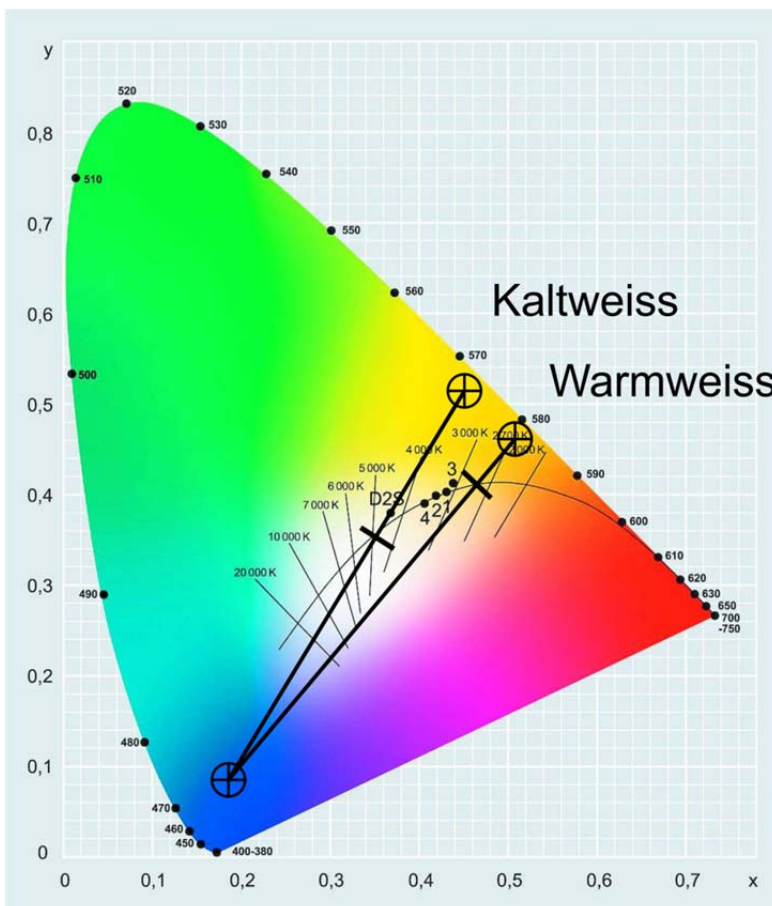
## Wie entsteht das weiße LED Licht?

Bei der Weiß leuchtenden LED wird ein Blau leuchtender Chip verwendet. Das blaue Licht trifft teilweise auf einen gelben Leuchtstoff und lässt diesen in seiner spezifischen Farbe Gelb leuchten. Diese Farbumwandlung nennt man Transformation. Die Mischung aus dem noch durchscheinenden blauen Chip Licht und dem transformierten gelben Licht ergibt weißes Licht, welches die nachfolgende Abbildung veranschaulicht.



**Tipp:** in Ihrem Lager können Sie die weißen LED's immer an dem gelben „Kopf“ erkennen.

Im Farbdreieck dargestellt sieht die Mischung aus gelben und blauen Licht wie folgt aus:



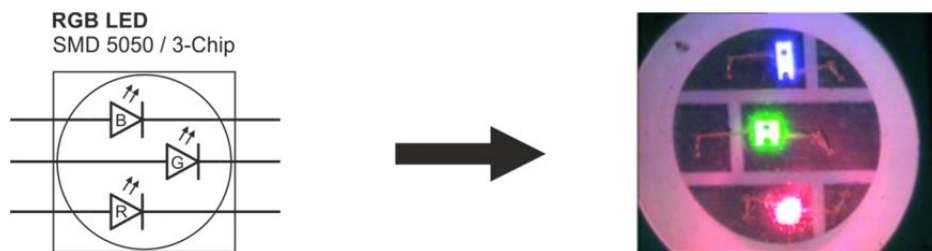
Je nach Mischungsverhältnis der beiden Farben Blau und Gelb zueinander können sich unterschiedliche Farbtemperaturen einstellen. Durch den Einsatz verschiedener gelbfarbiger Leuchtstoffe kann die Farbtemperatur zusätzlich beeinflusst werden. Warmweiße LED sehen daher im ausgeschalteten Zustand eher Orangegelb aus als Kaltweiße LED mit ihrem typischen Zitronengelben Leuchtstoff.



## Wie entsteht rotes „R“, grünes „G“ und blaues „B“ Licht und wie können Farbmischungen realisiert werden?

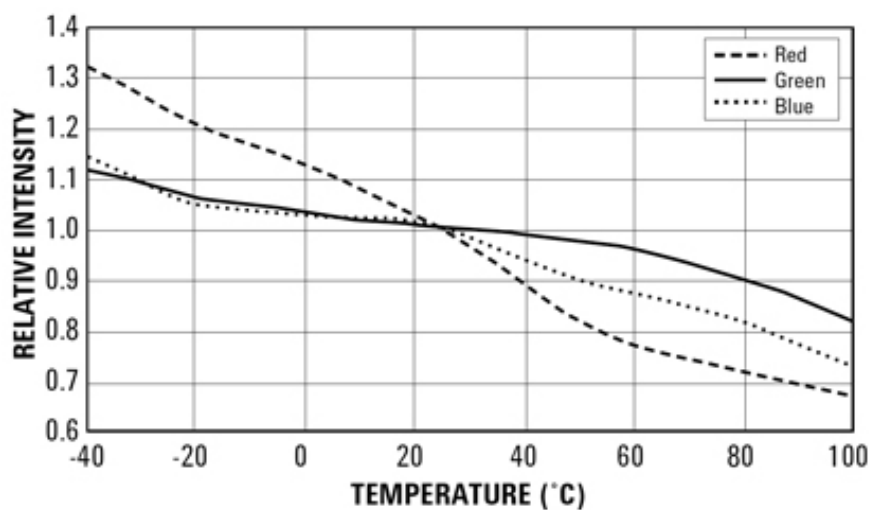
In Abhängigkeit von dem Halbleitermaterial (Mischkristalle z.B.: Aluminium-Indium-Gallium-Phosphat (AlInGaP) für Rot) leuchtet die LED bzw. der in der LED integrierte Chip entweder Rot, Orange, Amber, Grün oder Blau.

Eine LED welche sich in der Leuchtfarbe verändern lässt wird RGB Multicolour LED genannt. Hier wird je ein roter, ein grüner und ein blauer Chip in eine LED gepackt. Diese LED verfügt über 6 Anschlüsse, die es ermöglichen jeden dieser 3 Chips einzeln elektrisch zu versorgen. Durch entsprechende Ansteuerung (PWM Dimmung) kann der Lichtstrom jedes einzelnen Chips unterschiedlich und separat in der Intensität verändert werden. Mischfarben lassen sich einstellen. Die moderne Steuerungstechnik ist programmierbar wodurch beliebige Farbszenen produzierbar sind.



**Vorsicht:** Feste Farbeinstellungen einer RGB – LED können sich verändern, da sich die farbigen Chips hinsichtlich Umgebungsbedingungen und Alterung unterschiedlich verhalten. Ein akzeptables Weiß lässt sich mit der RGB - LED nicht produzieren. Bei Anwendungen die neben den Farben auch ein Weiß benötigen ist zusätzlich eine weiße LED zu ergänzen – hier wird dann von RGBW gesprochen.

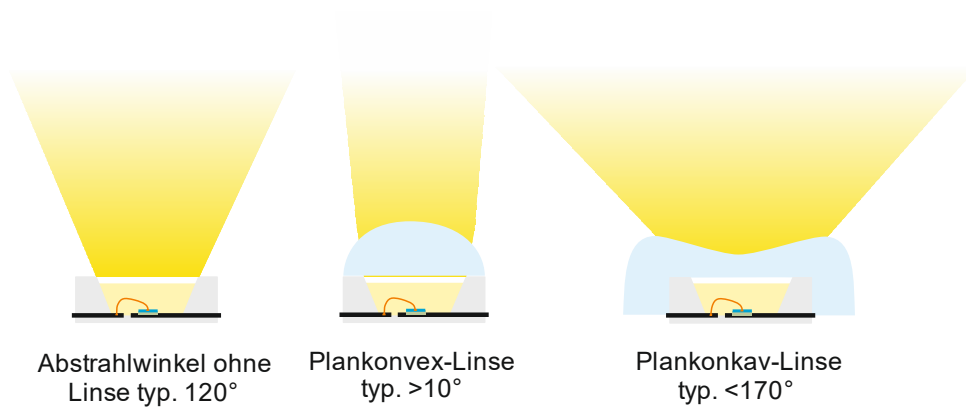
Folgende Grafik zeigt die relative Intensität einer RGB LED in Abhängigkeit der Temperatur. Bei Temperaturen von z.B. -10°C hat der rote LED Chip eine in etwa 1.15-fache Intensität, die Farben Blau und Grün eine etwa 1.05-fache Intensität gegenüber den Werten bei 25°C. Bei höheren Temperaturen verliert der rote LED Chip verhältnismäßig viel an Intensität gegenüber dem blauen und grünen LED Chip. Die zuvor fest eingestellte Mischfarbe aus RGB Licht verändert sich relativ stark in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur ohne Einstellungen der Ansteuerung zu verändern.



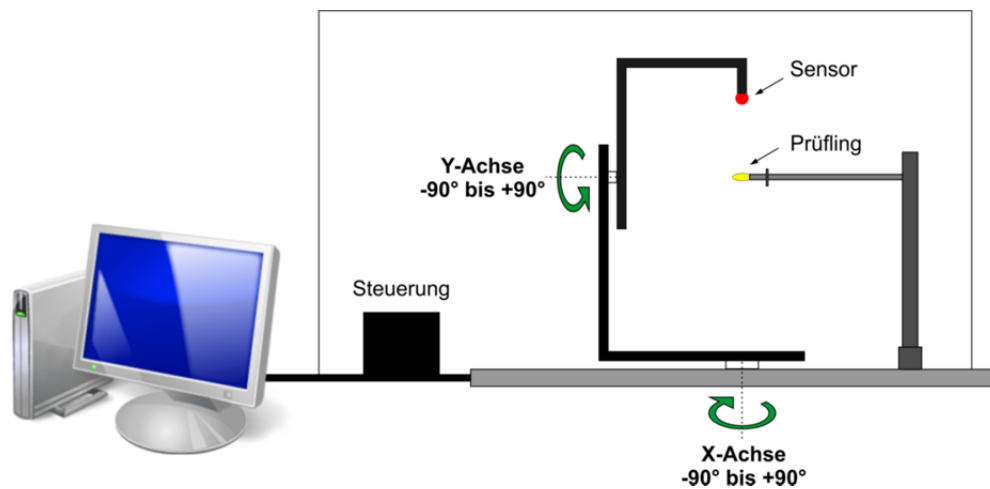
**Tipp:** RGB LED sind nur geeignet für sich permanent ändernde Farbwiedergabe

## Abstrahlcharakteristik der LED

Die LED's haben bauartbedingt unterschiedliche Lichtaustrittswinkel. In der Lichtwerbung eignen sich für die direkte Hinterleuchtung LED's mit einem Abstrahlwinkel von 120° oder größer.



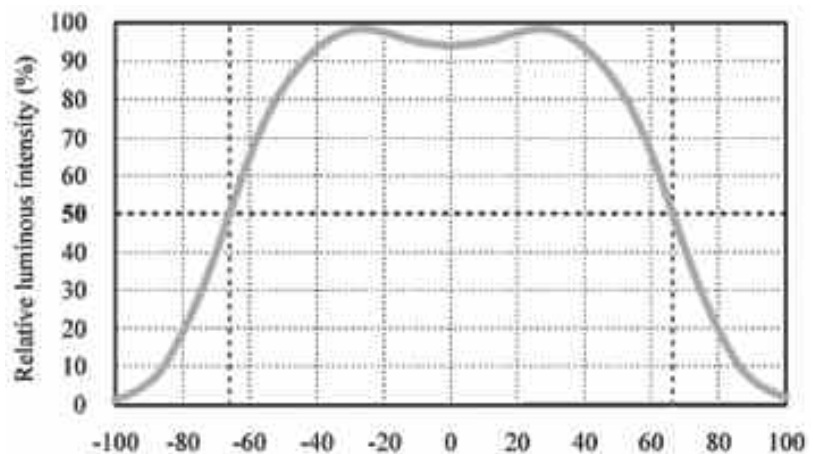
Diese Daten der Abstrahlcharakteristik einer LED werden im räumlichen 3D Format mit Hilfe eines speziellen Messgerätes genannt Goniophotometer ermittelt und gespeichert. Das Gerät zeichnet die abgestrahlte Intensität abhängig von der Strahlrichtung auf. LED Goniophotometer – Vermessung der Abstrahlcharakteristik von LED Produkten:



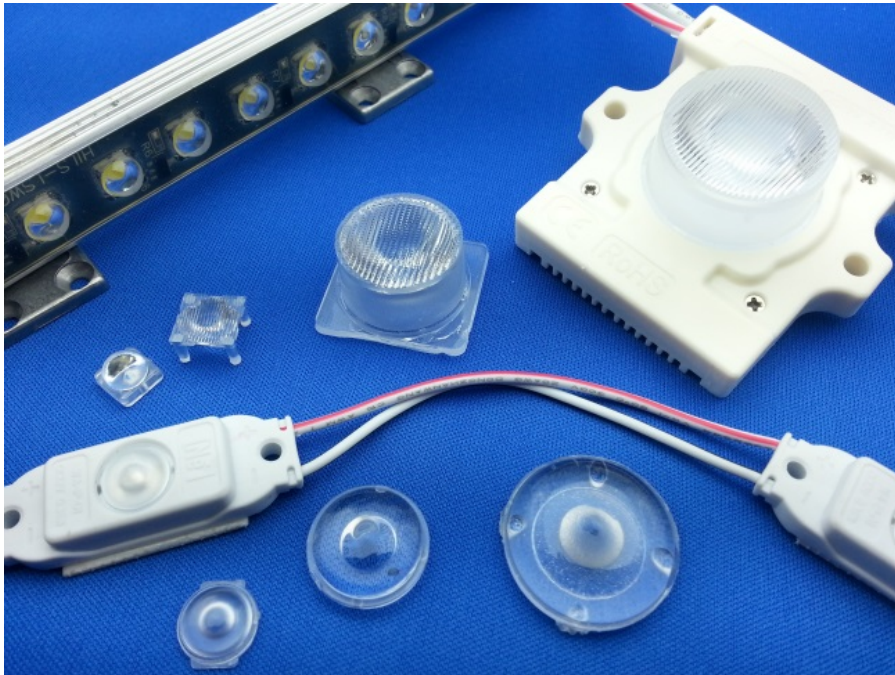
Definition des gemessenen Abstrahlwinkels:

Innerhalb des Diagramms ist das Ablesen des Abstrahlwinkels eindeutig definiert. Von der senkrechten Nullachse aus liest man die Winkelposition des Schnittpunktes mit dem 50% Wert des Intensitätsmaximums ab, einmal nach rechts sowie einmal nach links. Der Absolute Summenwert ergibt den ermittelten Abstrahlwinkel.

z.B. 130° ->



## Linsentechnologie



Die Linsentechnologie bei LED Systemen hat die Aufgabe das punktuell erzeugte LED Licht besser an die Stellen zu lenken an denen es benötigt wird oder auch Licht an unerwünschten Stellen zu vermeiden. Eine Lichtverteilung macht allerdings hier nur wirklich Sinn wenn auch genügend Licht vorhanden ist, daher sind dafür LED Typen mit hohen Lichtleistungen erforderlich.

In der Werbetechnik finden wir folgende Beispiele und die dazu gehörigen Einsatzgebiete:

### Weitwinkel Linsen LED Module

**Einsatzgebiet:** Direkthinterleuchtung von Flächen wie Lichtkästen

**Vorteil:** Reduzierte Aufwendungen und Kosten für Montage gegenüber LED Modulen ohne Linse, hohe Lichtausbeute, beliebig große Flächen können hinterleuchtet werden

**Nachteil:** bedingt geeignet für Profilbuchstaben, das Licht muss auch um die Kurve kommen. Weite Verlegeraster sind nur bei großen Profilbuchstaben möglich



EAGLE 2 + EAGLE 3 LED Modul



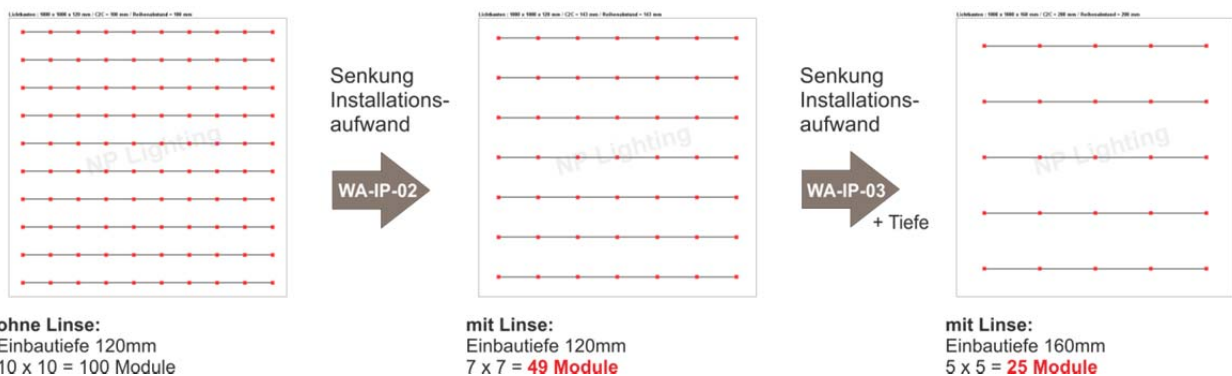
EAGLE 2 LED Module in Aktion

Ein Vergleich zwischen Standard LED SMD 5050 mit 120° Abstrahlwinkel (ohne Linse) und EAGLE 2 LED Module mit 160° Abstrahlwinkel sowie EAGLE 3 mit 160° Abstrahlwinkel zeigt:

Bei identischer Einbautiefe von z.B. 120mm ist die Anzahl der 160° Module sowie der damit verbundene Installationsaufwand gegenüber den 120° Modulen deutlich geringer. Aus ursprünglich 100 Stück SMD 5050 Modulen ohne Linse werden nur noch 49 Stück EAGLE 2 Module, jedoch natürlich nicht zum doppelten Preis.

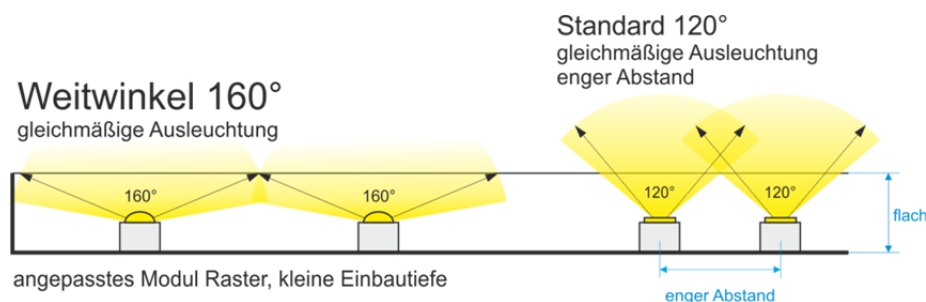
Könnte man die Einbautiefe noch vergrößern z.B. auf 160mm kann die Anzahl Module mit dem Einsatz von EAGLE 3 Modulen auf nur 25 Stück gesenkt werden.

Modul Type	Einbautiefe	Lichtstrom / Modul	Verlegeraster / m <sup>2</sup>	Anzahl / m <sup>2</sup>	Gesamtlumenstrom / m <sup>2</sup>
2x SMD 5050 120° ECO 2	120 mm	35 lm	10 x 10 Stück	100 Stück	3.500 lm
2x SMD2835 160° Linse EAGLE 2	120 mm	70 lm	7 x 7 Stück	49 Stück	3.430 lm
3x SMD2835 160° Linse EAGLE 3	160 mm	105 lm	5 x 5 Stück	25 Stück	2.625 lm



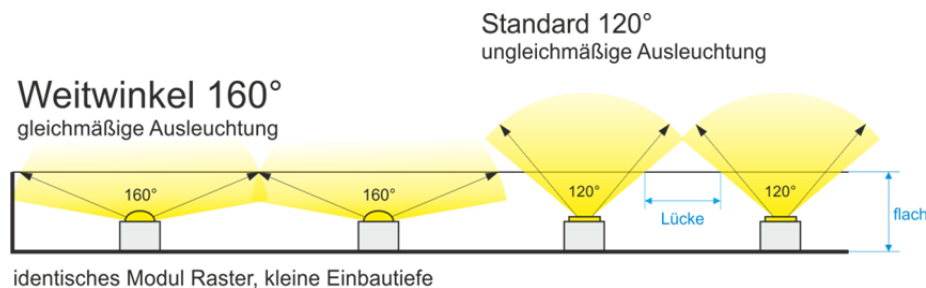
Funktionsweise:

Bisher galt für eine gleichmäßige Ausleuchtung von Lichtkästen oder auch Profilbuchstaben bestückt mit den üblichen Acryl oder Spanntuch Material als Front (Spiegel) und mit Standard SMD LED 120° Abstrahlwinkel die Faustformel „LED Modul Raster = Einbautiefe x 0.75 bis 0.85“. Durch den Einsatz von Linsen LED Modulen kann bei gleicher Einbautiefe das Modul Raster entsprechend der Linseneigenschaft vergrößert werden, denn die Linse leitet das vorhandene LED Licht durch den weiten Abstrahlwinkel mehr zur Seite, entlang der Spiegelrückseite.

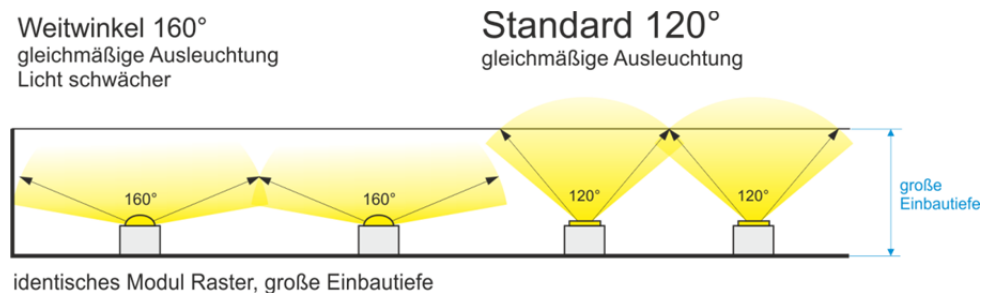




Würde man die 120° LED Module im Raster analog der 160° Weitwinkel Module verlegen, entsteht bei der 120° Technik auf dem Spiegel eine sichtbare dunkle Lücke, es kommt zur ungleichmäßigen Ausleuchtung.

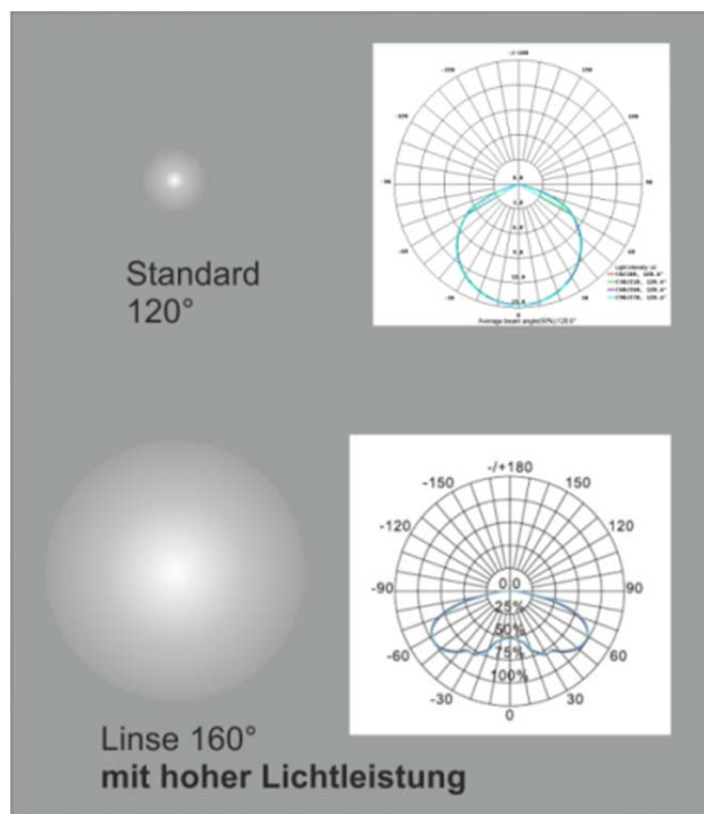


Nun gibt es jedoch noch einen Sonderfall bei dem die Weitwinkel Linsen Technologie wiederum nicht unbedingt den gewünschten Vorteil bringt. Bei großen Einbautiefen verliert das 160° abgestrahlte Licht gegenüber den 120° LED am Spiegel doch an Intensität, da der weite Abstrahlwinkel 160° das Licht viel mehr zur Seite wegführt als das es nach vorne in Richtung Spiegel gerichtet ist.



Bei Profilbuchstaben sind die Einbauverhältnisse bei mittleren und kleineren Schriften meist sehr eng, sie haben viele Ecken und Rundungen in kurzen Abständen. Für eine saubere Ausleuchtung ist hier ein geringer Modulabstand zwingend erforderlich. Das Modul Raster bleibt demnach für beide Abstrahlwinkel Typen gleich. Allerdings kann bei gleicher Modulanzahl gegenüber Standard 120° Modulen die Einbautiefe verringert werden. Damit solche Anlagen nicht überstrahlen, sollte darauf geachtet werden nur Weitwinkel Module zu verwenden mit vermindertem Lumenstrom, eben analog der 120° Technik, z.B. ein 2 LED Modul 120° = 35 Lumen wird ersetzt durch 1 LED Modul 160° = 35 Lumen.

Sichtbare Leuchtkegel hinter Acryl sowie die dazu gehörigen Abstrahlcharakteristik Diagramme im Vergleich: SMD LED Standard 120° zu 160° Linsentechnologie (Weitwinkel):



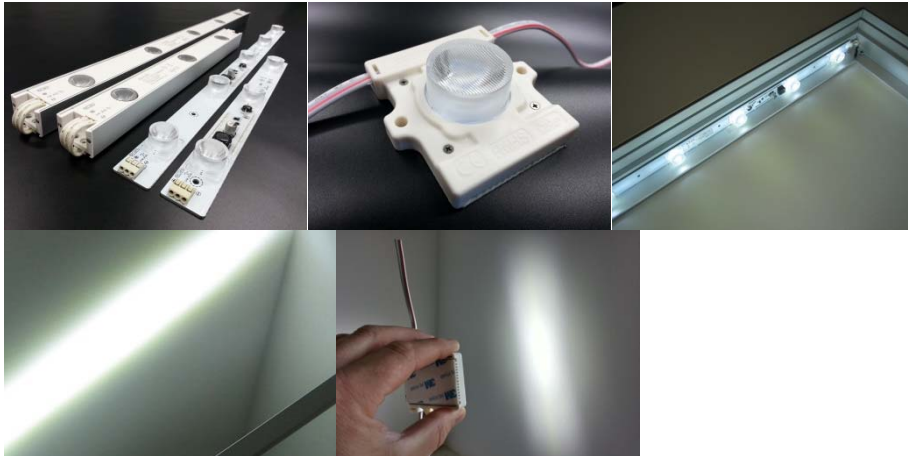
### Linienstrahler LED Leisten/Module

Kantenstrahler oder auch Zargenlichter genannt (oval oder zum Spot geformtes Licht)

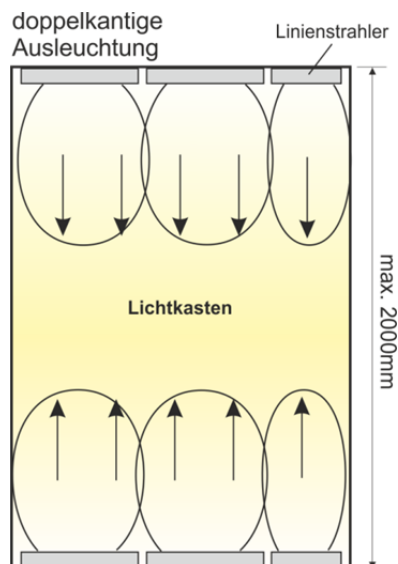
Einsatzgebiet: Ausleuchtung von Lichtkästen von der Zarge aus

Vorteil: reduzierte Aufwendungen und Kosten für Montage, Preis sinkt mit zunehmender Fläche

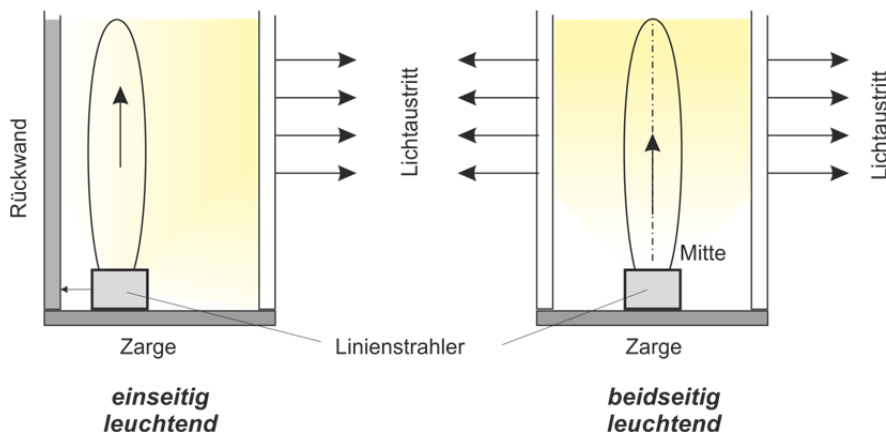
Nachteil: nicht für beliebige Größen geeignet, nicht einsetzbar für Profilbuchstaben, schlechte Lichtausbeute, höherer Preis bei kleineren Flächen



Wenn Lichtkästen mit Kantenstrahlern ausgestattet werden strahlen diese ihr Licht in Form eines Lichtfächers seitlich in die Fläche ein. Die Module werden üblicherweise an den beiden gegenüber liegenden Längs Kanten bestückt. Dadurch ist die Entfernung zueinander so kurz wie möglich um den Lichtrückgang über die Strecke so gering wie möglich zu halten. Die gegenüber liegenden LED Lichtkegel strahlen ineinander und sorgen für bessere Gleichmäßigkeit auch an den Rändern.



Lichtkästen von der Seite / Position der Linienstrahler



Die Effizienz der seitlichen Lichteinstrahlung ist leider nicht so gut wie eine Direkthinterleuchtung. Bei Kantenstrahlern kommt es darauf an dass ihr Licht an der Rückseite sowie Frontseite vorbeistreicht und diese zum Leuchten bringt, es also zu Reflektionen kommt. Wie gut das funktioniert spiegelt sich in der Helligkeit wieder. Häufig packt man einen hohen Lumenstrom in den Kasten jedoch viel Licht wird vernichtet, da es nicht reflektiert wird, es läuft sich tot. Bei Kantenstrahlern ist demnach der angegebene Gesamtlumenstrom im Vergleich zur Direkthinterleuchtung und bezogen auf die am Spiegel austretende Helligkeit nicht unbedingt ein vergleichbarer Wert. Das Flächenlicht der Kantenstrahler ist in der Regel durchaus 40% dunkler. Das Licht nimmt ebenso zur Mitte hin immer etwas ab, stellt sich dann die Frage welchen Lichtabfall das Motiv noch verträgt.

**Tip:** Grundsätzlich kann man sagen dass die Kantenstrahlertechnik bei doppelseitigen Lichtkästen immer die erste Wahl sein sollte. Man erspart sich dadurch den doppelten Boden und die doppelte LED Modul Bestückung für beide Seiten.

Da es mittlerweile die Kantenstrahler auch als einzelnes LED Module auf der Kette gibt lassen sich diese auch bestens bei frei geformten Kästen (z.B. rund) einsetzen.



Einzelmodul Ketten für die Verlegung in Rundungen



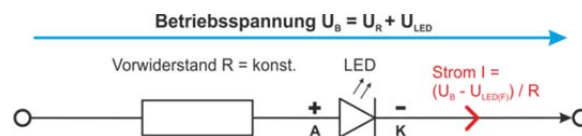
Anwendungsbeispiel



## Elektrischer Betrieb von LED

### LED Grundschtaltung

LED's werden grundsätzlich mit Gleichstrom betrieben, dabei ist auf die richtige Polung Plus an Anode (A) und Minus an Kathode (K) zu achten. Bei falscher Polung arbeitet die LED als Diode und sperrt den Stromfluss, sie leuchtet nicht. Die LED muss immer mit einer „Strombremse“ betrieben werden, hier der Vorwiderstand. Ohne diesen Vorwiderstand würde sie in Strom leitender Funktion sonst die Spannungsquelle kurzschließen und sich somit selbst zerstören. Die Betriebsspannung sollte stets eine Konstanzspannung sein, da Spannungsschwankungen die Stromhöhe verändern und die Lebensdauer damit massiv beeinflusst werden kann.

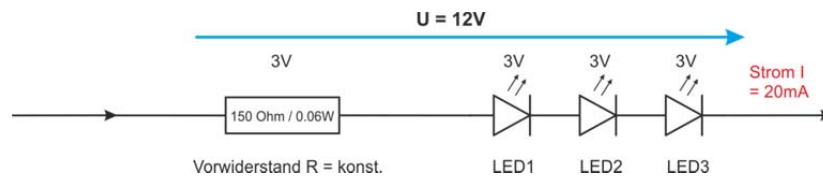


Der Wert des Vorwiderstandes bestimmt die Höhe des Stroms, welcher durch die LED fließt. Die Höhe der LED Spannung (Durchlassspannung) und der notwendige Betriebsstrom ist aus den Herstellerangaben zu entnehmen.

### LED Schaltungen in der Praxis

#### Widerstand-Schaltung

Stark verbreitet ist der Betrieb mit einer konstanten 12 V bzw. 24 V Gleichspannung. Bei dem Betrieb mit 12 V bilden 3 in Serie geschalteten LED Chips (z.B. weiße LED = 3 x 3,0 V = 9,0 V) und ein Vorwiderstand R eine Gruppe. Über den Vorwiderstand fällt die Differenzspannung zu 12 V ab während über die LEDs die Forwärtsspannung abfällt. Der Vorwiderstand verhindert eine Überlastung der LEDs.

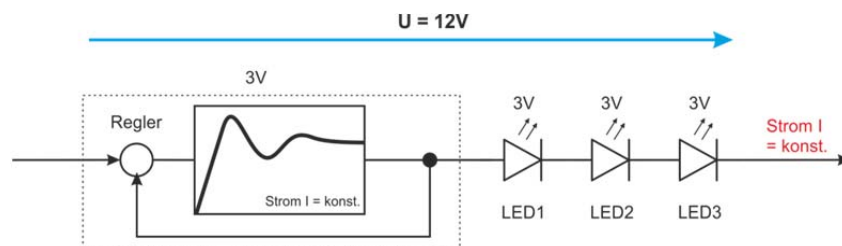


Bei der Dimensionierung des Vorwiderstandes setzt man eine konstante Betriebsspannung voraus. Vergrößert sich die Betriebsspannung so vergrößert sich der LED Strom.

**Hinweis:** *Aufgrund nicht konstanter elektrischer Bedingungen und damit verbundenen höheren Betriebstemperaturen wird die LED hinsichtlich der erreichbaren Lebensdauer begrenzt.*

#### Konstantstrom-Regel-Schaltung

Bei dieser LED Beschaltung wird der Vorwiderstand R durch einen Konstantstrom Regler ersetzt. Dies ist ein wichtiges Qualitätsmerkmal. Durch diesen Regler wird gewährleistet, dass die LED immer mit dem für sie optimalen Strom betrieben wird. Eine Überlastung und ein vorzeitiges Altern wird dadurch minimiert bzw. verhindert.



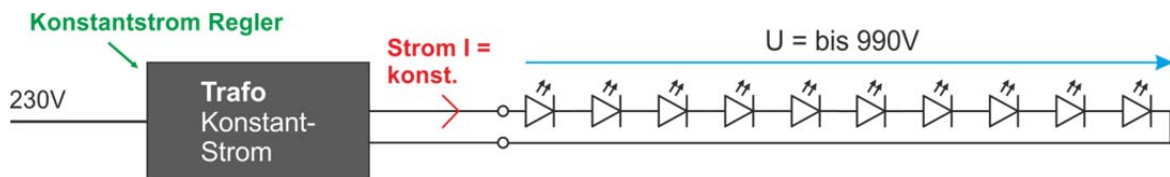
**Hinweis:** *Achten Sie unbedingt darauf, dass die LED – Systeme welche Sie einsetzen mit der hier beschriebenen Konstantstromregelung ausgerüstet sind.*

Die LED Schaltungen mit Konstantstromregelung gliedern sich in zwei Varianten:

#### LED - Serienschaltung:

Betriebsgerät mit integriertem Konstantstromregler (Stromtreiber) + LED-Serienschaltung

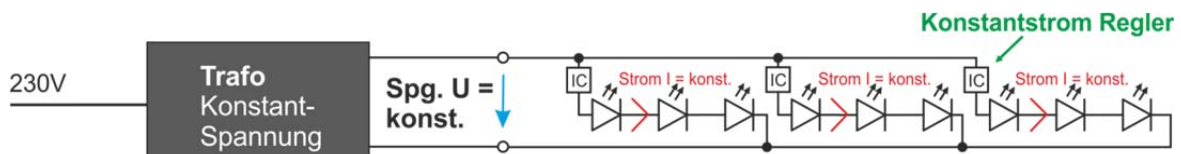
Weit weniger häufig ist der Betrieb von LED's in Serie. Um eine individuelle Kürzung der LED-Kette zu ermöglichen, reicht kein einfacher Vorwiderstand. Hier muss im Betriebsgerät eine Konstantstromregelung integriert sein, die unabhängig vom Spannungsabfall (d.h. Anzahl von LED's in einer Reihe) den Nennstrom einregelt.



Der Nachteil dieser Art von Schaltung ist die oft sehr hohe, nicht ganz ungefährliche Betriebsspannung von bis zu 990V. Die nötigen Betriebsgeräte für LED Ketten kleiner Bauform z.B. SMD Type 5050 oder 3528 sind zudem oft Spezialanfertigungen, welche im Markt nicht ohne weiteres zur Verfügung stehen. Lange Reaktionszeiten im Schadensfall sind hier eher die Regel.

#### LED - Parallelschaltung:

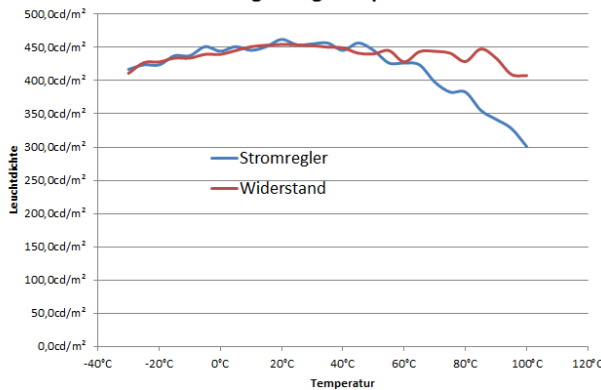
Der Konstantstromregler z.B. in IC Technik ist Bestandteil der LED Gruppen Schaltung. Bei LED Modul Ketten ist der Regelkreis bereits in jedem einzelnen Modul integriert. Das Betriebsgerät liefert eine konstante Spannung (Spannungstreiber).



#### Übersicht Vorteile Konstantstrom geregelter LED-Systeme

- Konstanter LED Strom, auch bei Überspannung (max. 15V Dauerbetrieb) und Übertemperatur
- Kompensation von Spannungsverlusten über Leitungslänge ohne Risiko durchführbar
- Konstante Temperatur im LED Chip
- Maximale Effizienz
- Farbtreue über kompletten Temperaturbereich
- Lange Lebensdauer der LED

Leuchtdichte von 12V LED Modulen (3 LED 0.72W) über Umgebungstemperatur



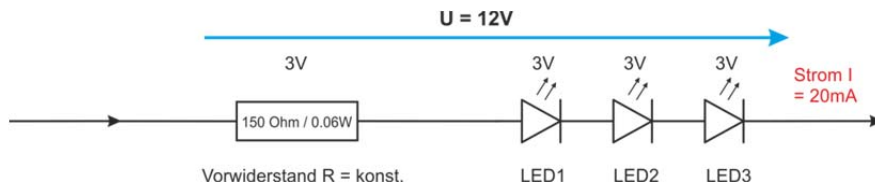
Diese Grafik zeigt die Abhängigkeit der Leuchtdichte von der Umgebungstemperatur zweier unterschiedlichen LED Schaltungen.

Mit zunehmender Temperatur verändert sich die Durchlassspannung der LED, dies führt bei der **Widerstandsbeschaltung** zu einer Stromerhöhung. Hier würde man nun eigentlich auch eine Steigerung der Leuchtstärke erwarten. Da aber mit zunehmender Temperatur die Effizienz des Leuchtstoffs zurückgeht bleibt in der Darstellung die Leuchtdichte in etwa konstant. **Die LED wird überlastet!**

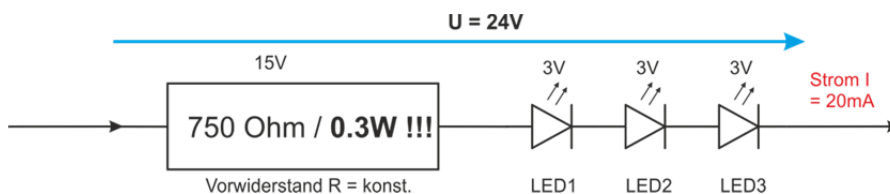
Die **stromgeregelte LED** hält den Strom konstant, der Abfall der Leuchtdichte ist hier auf die reduzierte Leuchtstoffeffizienz zurückzuführen. **Die LED wird geschützt!**

### Warum 12V bzw. 24V?

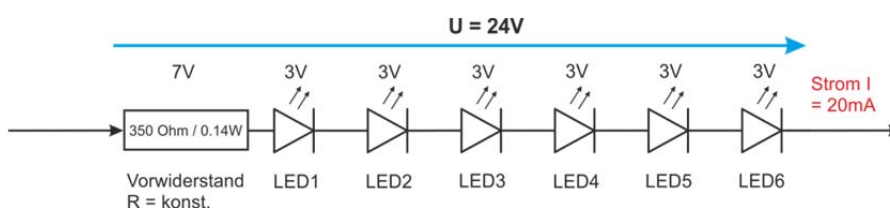
Die Durchlassspannung weißer LED's beträgt etwa 3 V. Bei 3 hintereinandergeschalteten LED ergeben sich somit 9 V. Aufgrund der LED Selektierung und unterschiedlichen Temperatureinsatz kann die Durchlassspannung schwanken, so dass z.B. bei niedriger Umgebungstemperatur eine Spannung > 9 V benötigt wird. Aus diesem Grund wird eine Spannungsreserve eingeplant. Die Restspannung = Ausgangsspannung Vorschaltgerät – LED-Spannung fällt über den Vorwiderstand ab. Ist die Restspannung über den Widerstand niedrig, so ist auch der elektrische Verbrauch des Widerstands niedrig.

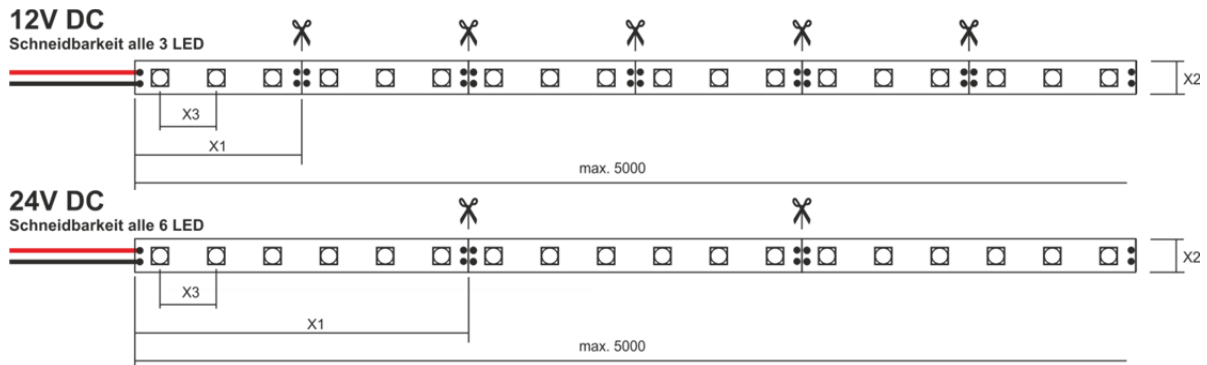


Nachfolgende Abbildung zeigt eine LED-Gruppe, welche eigentlich nur 9 V benötigt. Bei einer Betriebsspannung von 24 V muss eine Restspannung von 15 V über den Vorwiderstand abgeführt werden. Der elektrische Verbrauch des Vorwiderstands nimmt bei unveränderter Lichtqualität um das 5-fache zu. Die Lichteffizienz in Lumen pro Watt ist folglich sehr schlecht.



Nachfolgende Abbildung zeigt die richtige Auslastung mit 6 LED bei einer 24V Betriebsspannung.





**Tipp:** Die Betriebsspannung lässt sich z.B. bei den LED Streifen einfach anhand der LED Anzahl zwischen den Schneidmarkierungen ableiten.

### Serienschaltung von High Power LED

Bei dem Betrieb von High Power LED ist die zuvor beschriebene Serienschaltung jedoch Standard, wobei in der Regel eine maximale Betriebsspannung von 48 V nicht überschritten wird. Der Betrieb erfolgt mit stromkonstanten Betriebsgeräten mit üblichen Strömen von 350, 700 oder 1050 und 2010 mA.

### Betrieb von High Power LED mit 24V konstanter Ausgangsspannung

Da bei der Serienschaltung nur eine begrenzte Anzahl von High Power LED's betrieben werden können, bieten einige Hersteller LED Systeme an, bei denen der Konstantstromregler bereits Bestandteil der LED Gruppenschaltung ist. Es ergibt sich daraus der Vorteil, dass mehrere Gruppen z.B. ED-LED mit einem einzigen 24V Vorschaltgerät betrieben werden können. 12V und 24V LED-Spannungstreiber sind die am häufigsten eingesetzten LED-Betriebsgeräte und allorts verfügbar.

### Polungsunabhängige LED – Module

Einige Anbieter von LED-Modulen bieten sogenannte „polarity free“ Produkte an, d.h. in der Installation braucht auf die richtige Polung nicht geachtet zu werden. Manche Produkte weisen allerdings einen deutlich höheren Leistungsverbrauch auf, der die Effizienz (Lumen pro Watt) sinken lässt. Sicherlich ein Vorteil des Zusatzes ist die geringere Anschluss Fehlermöglichkeit. Schaltungstechnisch lässt sich diese Eigenschaft auch ohne zusätzlichen Mehrverbrauch umsetzen.

### 230V – LED Systeme

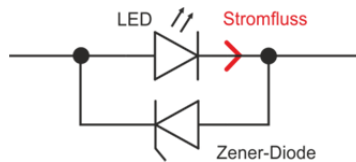
Es gibt auch 230V Systeme, welche direkt ohne ein Betriebsgerät an 230V AC betrieben werden können. Abgesehen von der unnötig gefährlichen Spannung besteht keine galvanische Trennung zum Netz. Diese Systeme sind hinsichtlich Sicherheit und elektromagnetischer Verträglichkeit (Surge-Puls-Festigkeit) sehr fragwürdig. Da die üblichen Systeme mit einer ungefährlichen Kleinspannung betrieben werden, können selbst erfahrene Elektriker getäuscht werden. Die hohe Betriebsspannung ist nicht direkt erkennbar.



**Achtung:** Das hier abgebildete 230 VAC Modul ist optisch kaum von den üblichen 12V oder 24V Modulen zu unterscheiden. Der Elektriker kann sich schnell täuschen, Lebensgefahr!

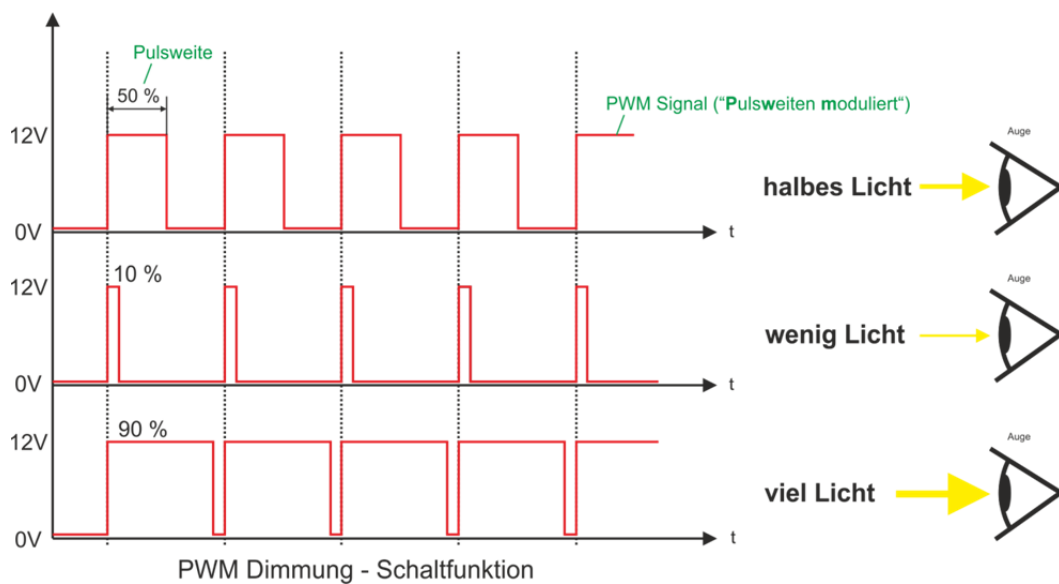
## Was passiert wenn eine LED in einer LED-Gruppe ausfällt?

Sollte aus irgendeinem Grund ein Chip in einer LED-Gruppe ausfallen, wird im Normalfall der Stromfluss unterbrochen, d.h. alle LED der Gruppe sind stromlos und leuchten nicht. Moderne LED sind mit einer parallel geschalteten Zenerdiode ausgestattet. Im Defektfall des Chip übernimmt die Z-Diode den Stromfluß und versorgt die intakten restlichen Chips in der Gruppe.



## Dimmung von LED – Systemen

Die LED lassen sich durch eine Pulsweiten-Modulation (kurz PWM genannt) dimmen, d.h. die Spannung bleibt unverändert jedoch die Zeitphase des Stromflusses je Zyklus wird eingegrenzt. Dieses Ein- und Ausschalten der LED geschieht mit sehr hoher Geschwindigkeit, so dass es für das menschliche Auge nicht sichtbar ist, es bildet den Mittelwert aus den Lichtwerten bei Einschaltzeit und Ausschaltzeit.



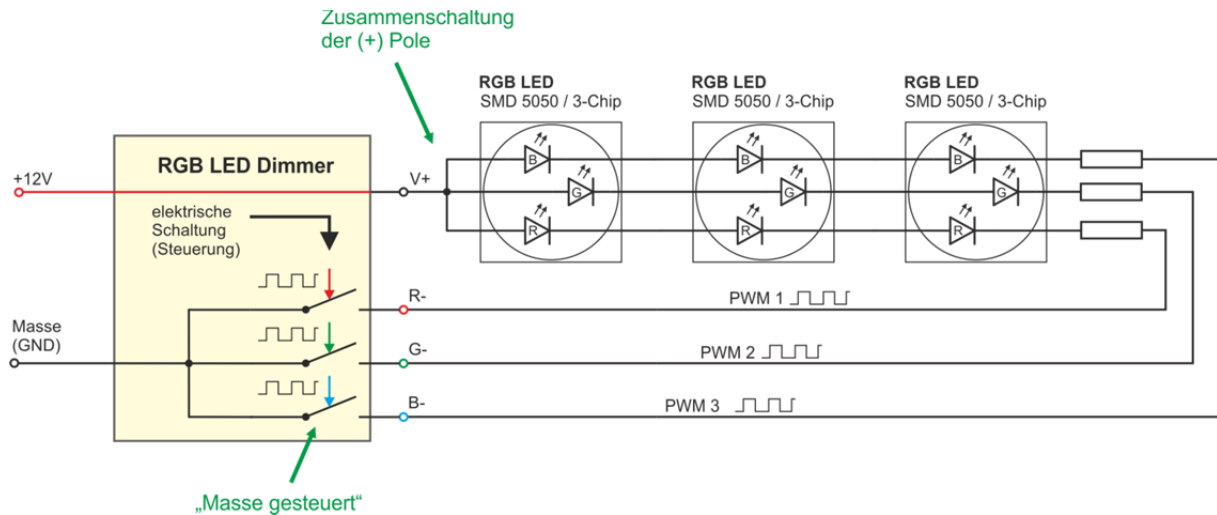
Schalter zu = LED AN, 12V liegt an  
Schalter auf = LED AUS, Spannung ist Null



Schaltungstechnisch lassen sich fast alle LED Systeme dimmen. Dazu wird die Dimmeinheit, hier als Schalter dargestellt, direkt zwischen Versorgungsspannung z.B. 12 V oder 24 V und LED System angeschlossen. Bei Farbwechsel-Steuerungen sind bereits für die drei Farben Rot, Grün und Blau drei einzelne Dimmeinheiten in einer Schaltung integriert (3 Kanal Steuerung).

## Warum 4 Anschlussleitungen bei RGB LED Systemen?

Ein einzelner LED Chip hat zwei Anschlusskontakten, die Anode (+) und Kathode (-). Bei RGB LED Systemen werden die 3 verschieden farbigen LED Chip so angeschlossen, dass die (+) Kontakte der einzelnen Chips miteinander verbunden sind. Die (-) Kontakte sind nach wie vor getrennt um dort jeweils eine eigene Dimmeinheit (Schalter) anschließen zu können. Folgende Grafik zeigt den schematischen Anschluss einer RGB LED wobei die Schalter die einzelnen Dimmkanäle darstellen.

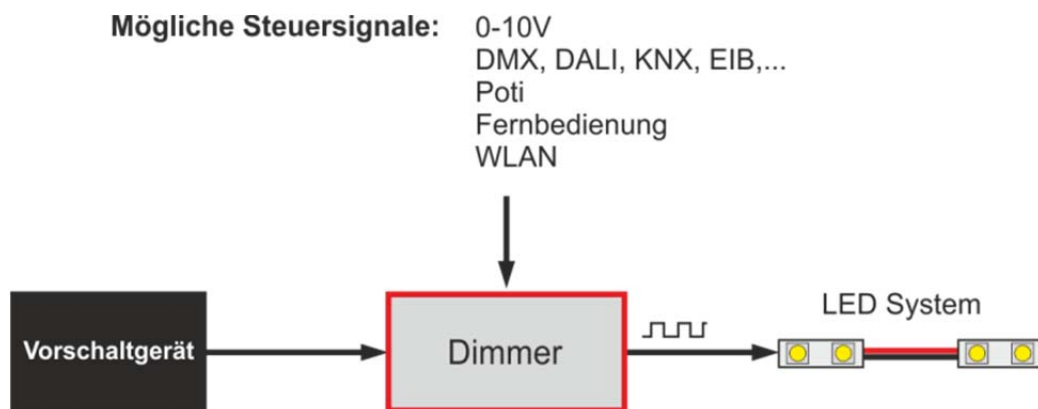


## LED Steuerungen

Folgende Funktionen können durch LED Steuerungen realisiert werden:

- Dimmen
- Farbwechsel bei RGB/RGBW
- Blinken
- Einzelpunktansteuerung (Pixel) für die Wiedergabe bewegter Bilder

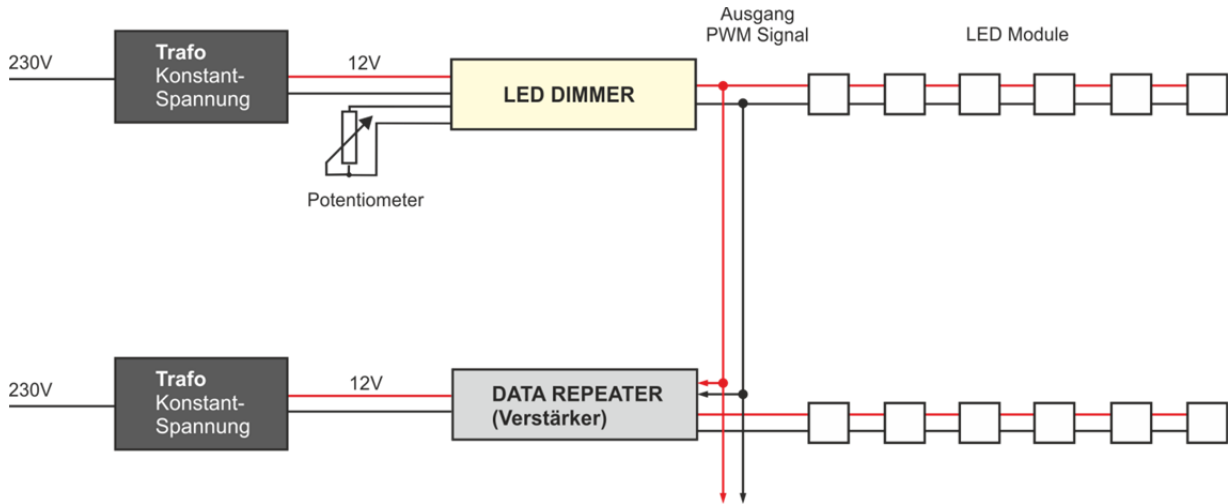
Der Dimmer selbst erhält entweder ein analoges Signal z.B.: 0-10V oder ein digitales Signal z.B. DMX. Der Dimmer ist ein Wandler bzw. Dekoder, der ein analoges bzw. digitales Signal in ein PWM - Signal übersetzt.



Es gibt ebenso Dimmer die bereits eine Steuerung integriert haben, welche sich entweder frei programmieren lassen oder häufiger bereits über eine gewisse Anzahl an fertigen Ablaufprogrammen (Szenen) verfügen. Die Programme lassen sich dann meist per Tasten am Gerät und/oder per Fernbedienung auswählen. Eine externe Steuerung ist in diesem Fall nicht nötig.

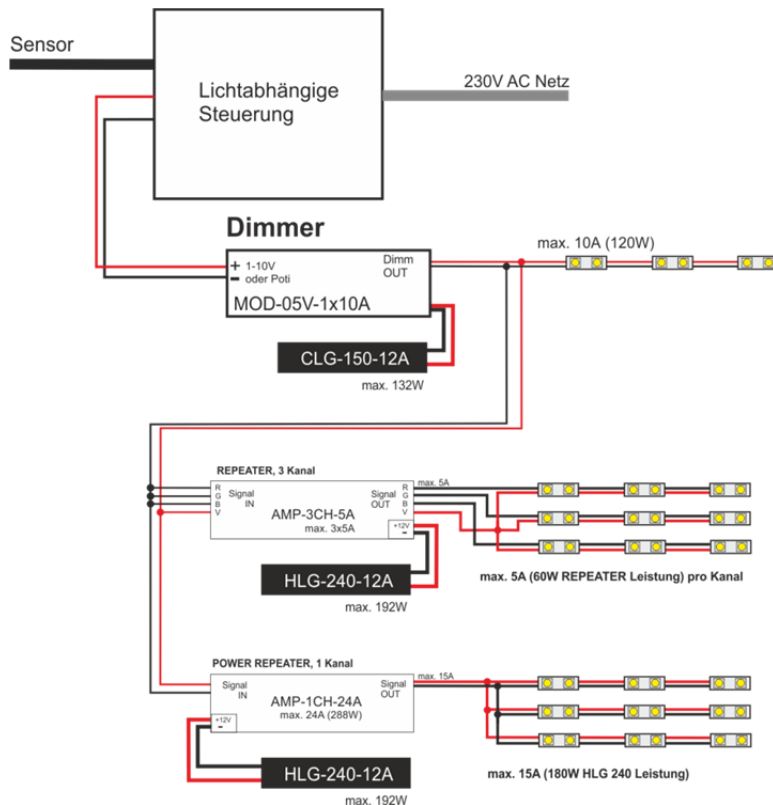
## Repeater / Verstärker

Dimmer sind in ihrer maximalen Ausgangsleistung begrenzt so dass evtl. durch eine zu große Last nicht alle LED Einheiten gleichzeitig gedimmt werden können. Um dennoch alle LED Einheiten mit einem Dimmsignal zu versorgen und zu steuern werden häufig Verstärker eingesetzt, welche das ursprüngliche Dimmsignal aufnehmen und an nachfolgende LED Einheiten weiter geben.



**Hinweis:** Wenn die LED beim Abdimmen mit 12/24V Dimmern in einen Flackerzustand kommen ist wahrscheinlich keine ausreichende Betriebsspannung vorhanden. Der gewählte Dimmer ist nicht geeignet.

Analoge 1-10V Ansteuerung durch eine Tageslichtabhängige Steuerung. Der Dimmer wandelt die 1-10V in ein PWM - Signal. Zur Leistungserweiterung können 1- oder Mehrkanal - Repeater eingesetzt werden.



## DMX Steuerung

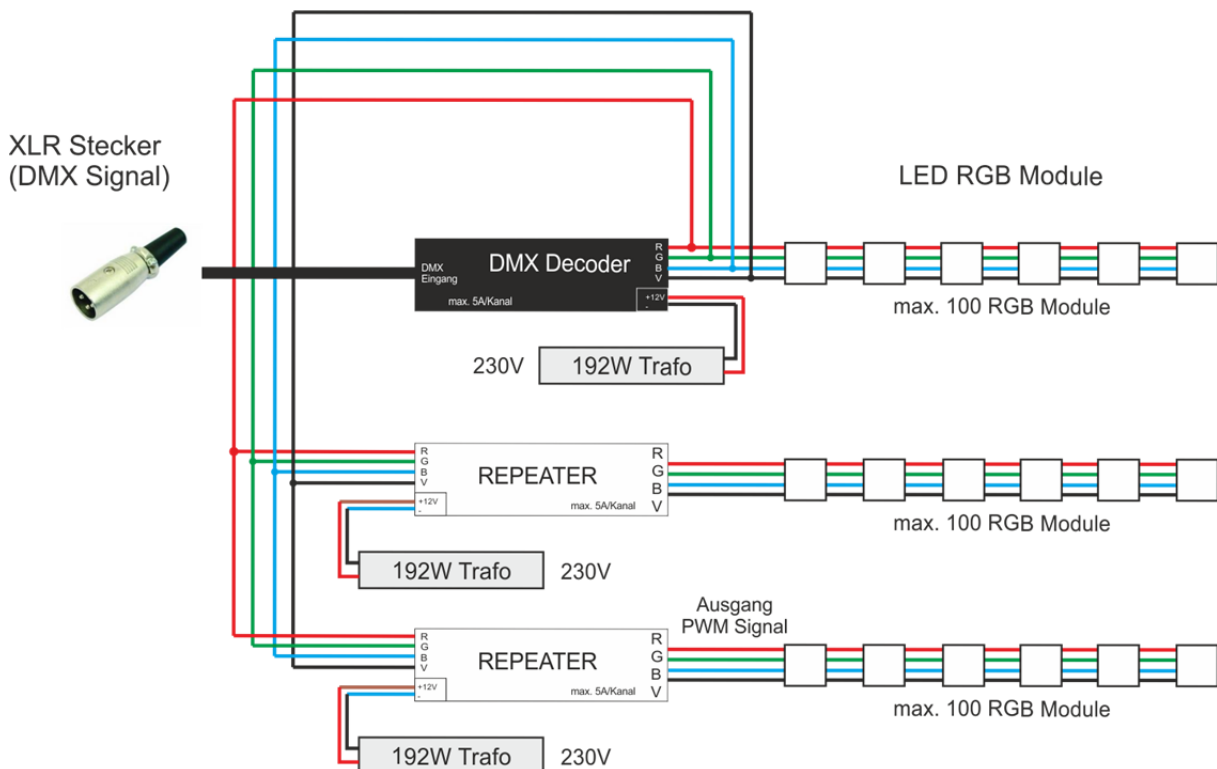
Die DMX Signal Steuerung ist schon seit vielen Jahren aus der Show-Technik bekannt. Sie besteht im Wesentlichen aus einer Steuerung welche ein digitales DMX Signal generiert und aus den Empfängern / Decodern, die das digitale Signal auswerten und umwandeln z.B. in eine Schrittmotor Winkelposition für die mechanische Ausrichtung eines Scheinwerfers oder die Helligkeit eines Leuchtmittels wie die LED. Die richtige Signalwandlung wie das PWM Signal für die LED bereitzustellen in die dafür nötige Signalform übernimmt komplett der Decoder.

Die Steuerung kann eine einfaches PC betriebenes USB-DMX Interface sein. Am Bildschirm werden sogenannte Szenen und/oder auch Szenenwechsel generiert und gespeichert. Der Markt stellt hier eine Vielzahl an möglicher Software zur Verfügung. Es gibt kleine kompakte Steuerungen die im „Stand Alone“ Modus eigenständig die zuvor am PC generierten Szenen und Abläufe dauerhaft speichern und unabhängig vom PC, nicht direkt veränderbar aber dafür permanent das DMX Signal ausgeben.

Die Decoder werden direkt am Gerät adressiert, d.h. über kleine Schiebeschalter lässt sich eine „Hausnummer“ einstellen unter der das System den Decoder digital ansprechen kann. Allerdings gibt es bereits Decoder die sich vollkommen selbstständig adressieren, vornehmlich in Pixel (Einzelpunkt) Steuerungen zu finden.

Ansonsten soll das Thema der DMX Steuerung aufgrund des Umfanges hier nicht weiter ausgeführt werden.

Hier eine Beispiel-Ansteuerung von RGB Modulen durch ein bereitgestelltes DMX - Signal. Der DMX Decoder wandelt das Signal in PWM. Da der Decoder nur eine begrenzte Anzahl an Modulen direkt betreiben kann wird das PWM Signal mittels Repeatern verstärkt. Jeder Repeater wird immer mit einem eigenen Netzteil versorgt.





## Auswahl des richtigen LED-Systems und deren Belegung

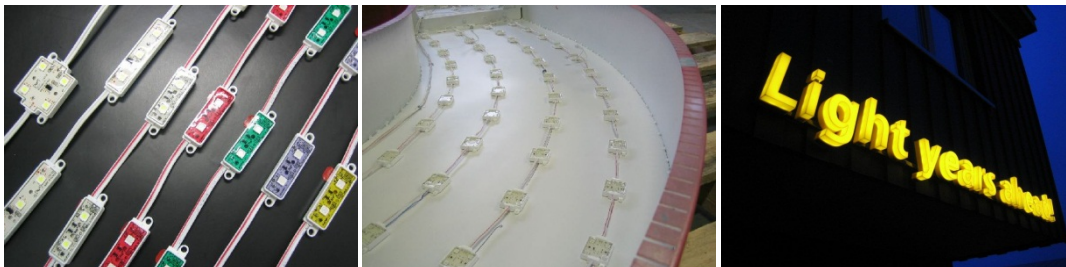
Dem Werbetechniker steht ein weites Spektrum an verschiedenen LED Systemen zur Hinter- oder Beleuchtung von Werbeanlagen zur Verfügung. Um die richtige Wahl des geeigneten LED Systems treffen zu können müssen einige Parameter im Vorfeld geklärt werden.

### LED Systeme in der Lichtwerbung

Die in der Lichtwerbung gängigen LED Systeme sind wie folgt kurz beschrieben. Sie sind jeweils für den Innenbereich oder Außenbereich geeignet erhältlich.

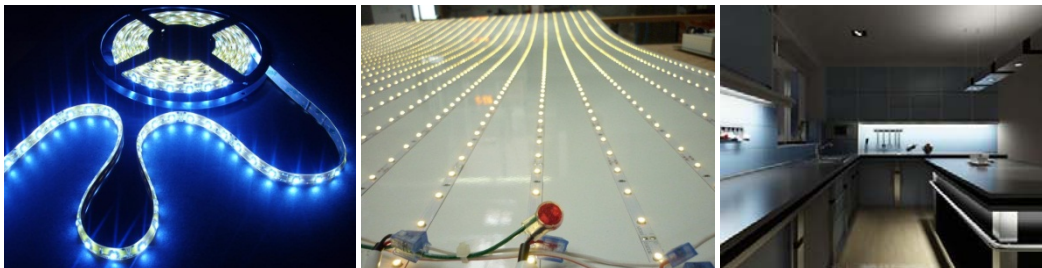
#### LED Modul Ketten

Die LED Modul Kette ist das am häufigsten einsetzbare System zur Ausleuchtung von Profilmuchstaben. Durch Ihre hohe Flexibilität ist sie in jeglicher Form entsprechend den Rundungen und Geraden der Buchstaben zu verlegen.



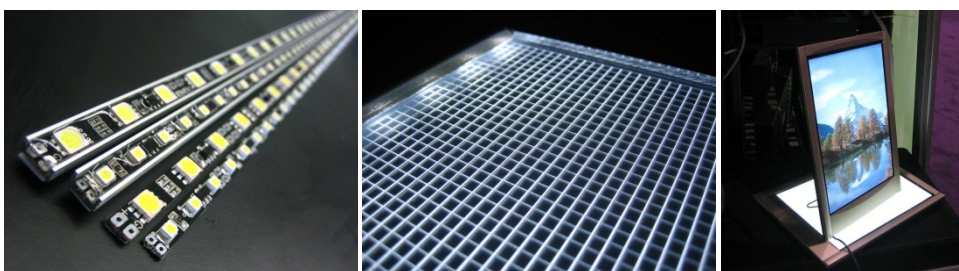
#### LED Streifen

Die LED Streifen sind flexible Bänder auf der Rolle. Sie lassen sich einfach über größere Distanzen in gerade Form verlegen, Kurven sind damit allerdings nur aus aneinander gereihten geraden Stücken möglich. Sie finden häufig Anwendung bei Akzentuierung von langgezogenen Kanten oder auch als Lichtquelle für Konturen Systeme.



#### LED Leisten

Die LED Leisten sind aufgrund ihrer enormen Lichtleistung und extrem schlanken Bauweise besonders geeignet für die Kanteneinstrahlung von Streuscheiben. Diese erzeugen ein extrem flaches Flächenlicht zur Hinterleuchtung von Dias oder anderen Flächen. Aufgrund ihrer Bauart sind sie gegenüber den Streifen nicht flexibel und können daher nur starr und geradlinig eingesetzt werden. Die Aluprofil Versionen bringen bereits die nötige Kühlleistung mit sich.



### MX-LED Platten

Die MX-LED Platten ermöglichen auf einfache Art eine großflächige Hinterleuchtung von Kastensystemen mit besonders flachen Einbaumaßen zwischen 40-80mm. Bei größeren Einbautiefen kommen hier eher LED Modul Ketten oder ED-LED Linienstrahler zum Einsatz. Aufgrund der hohen LED Dichte der MX-LED Platten und der damit verbunden hohen Lichtintensität sind sie besonders für den Innenbereich in Einkaufszentren oder ähnlich geeignet. Dort herrscht meist viel Umgebungslicht worunter die Erkennbarkeit standardmäßig ausgeleuchteter Anlagen leidet.



### ED-LED Linienstrahler

Bei ED-LED Strahlern spricht man von einer indirekten Beleuchtung von Kastensystemen. Sie werden auf der Zarge des Lichtkastens hintereinander in einer Linie positioniert. Dabei strahlen sie über eine integrierte Optik ihr Licht in Form eines Fächers seitlich in den Kasten ein. Sie ermöglichen ebenso einen besonders Zeit sparenden Einbau, verfügen jedoch nicht über die Helligkeit der Direkthinterleuchtung wie bei MX-LED. Auch hier können je nach Kastenbauart schon Einbautiefen von 60mm realisiert werden. ED-LED sind besonders für eine doppelseitige Ausleuchtung geeignet, da sie die Vorder- und Rückseite zugleich anstrahlen. Ein Zwischenboden und doppelte Bestückung kann somit vermieden werden.



## In welcher Umgebung wir das LED System betrieben?

Diese Frage zielt auf die nötige Schutzart des LED Systems. Die Lebensdauer der LED wird stark bestimmt von deren Umgebung, denn Laborzustände wie von den Herstellern empfohlen werden sicherlich kaum zu realisieren sein.

**Innenbereich ohne direkten Zugriff** – Profilbuchstaben u. Lichtkästen im Messebau oder Shop Systeme  
Erfordert: kein zusätzlicher Schutz erforderlich, d.h. IP00 oder IPXX

**Innenbereich mit direktem Zugriff** – Objektbeleuchtung in Regalsystemen o.ä. im Messebau oder Shop Systeme  
Erfordert: Berührungsschutz min. IP 51 (trocken zu reinigen), Berührungsschutz min. IP 63 (nass zu reinigen)

**Außenbereich im geschlossenen System** – Profilbuchstaben u. Lichtkästen im Außenbereich  
Erfordert: Feuchtigkeitsschutz min. IP 64 (Kondenswasser)

**Außenbereich freiliegend** – offene Lichtwerbeanlagen  
Erfordert: Feuchtigkeitsschutz min. IP 66 (Schlagregen)

## Schutzarten IPXX allgemein

Die Eignung von elektrischen Betriebsmitteln für unterschiedliche Umgebungsbedingungen wird durch die IP-Schutzart angegeben. Dabei stehen die Buchstaben IP für „Ingress Protection“ und bedeutet „Schutz gegen Eindringen“.

Nach den beiden Buchstaben kommen zwei Kennziffern. Die erste Ziffer hat zwei Bedeutungen, den Schutz vor Fremdkörpern und gegen Berührung.

1. Kennziffer	Schutz gegen Fremdkörper	Schutz gegen Berührung
0	kein Schutz	kein Schutz
1	Geschützt gegen feste Fremdkörper mit Durchmesser ab 50 mm	Geschützt gegen den Zugang mit dem Handrücken
2	Geschützt gegen feste Fremdkörper mit Durchmesser ab 12,5 mm	Geschützt gegen den Zugang mit einem Finger
3	Geschützt gegen feste Fremdkörper mit Durchmesser ab 2,5 mm	Geschützt gegen den Zugang mit einem Werkzeug
4	Geschützt gegen feste Fremdkörper mit Durchmesser ab 1,0 mm	Geschützt gegen den Zugang mit einem Draht
5	Geschützt gegen Staub in schädigender Menge	vollständiger Schutz gegen Berührung
6	Staubdicht	vollständiger Schutz gegen Berührung

Die zweite Ziffer gibt den Schutz gegen Wasser bzw. Feuchtigkeit an.

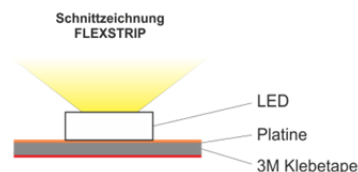
2. Kennziffer	Schutz gegen Wasser
0	kein Schutz
1	Schutz gegen senkrecht fallendes Tropfwasser
2	Schutz gegen fallendes Tropfwasser, wenn das Gehäuse bis zu 15° geneigt ist
3	Schutz gegen fallendes Sprühwasser bis 60° gegen die Senkrechte
4	Schutz gegen allseitiges Spritzwasser
5	Schutz gegen Strahlwasser (Düse) aus beliebigem Winkel
6	Schutz gegen starkes Strahlwasser
7	Schutz gegen zeitweiliges Untertauchen
8	Schutz gegen dauerndes Untertauchen

## IP Schutzarten am Beispiel von LED Streifen

### Schutzart

#### IP00

offen  
Innenbereich

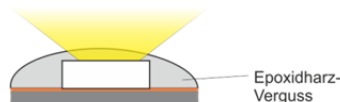


### Beschreibung

TOP-LED Streifen, Schutzart IP00 für die **Innenanwendung** geeignet und rückseitig mit einem doppelseitig klebenden 3M Tape ausgestattet.

#### IP60

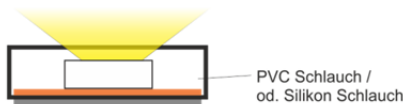
Berührungsschutz  
Innenbereich



TOP-LED Streifen, Schutzart IP60 für die **Innenanwendung** geeignet. Ein Epoxidharz-Verguß dient als Berührungsschutz. Die Streifen sind rückseitig mit einem doppelseitig klebenden 3M Tape ausgestattet. **Kurzbez. IPE**

#### IP65

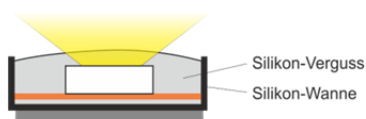
Berührungsschutz  
Innenbereich  
u. bed. Außenbereich



TOP-LED Streifen, Schutzart IP65 für die **Innenanwendung** sowie bedingte Außenanwendung geeignet. Ein PVC Schlauch dient als Feuchtigkeits- und Berührungsschutz. Je nach Ausführung mit oder ohne doppelseitig klebenden 3M Tape ausgestattet. Zusätzliche Befestigung über Halter. **Kurzbez. IPT**

#### IP67

Feuchtigkeitsschutz  
Außenbereich



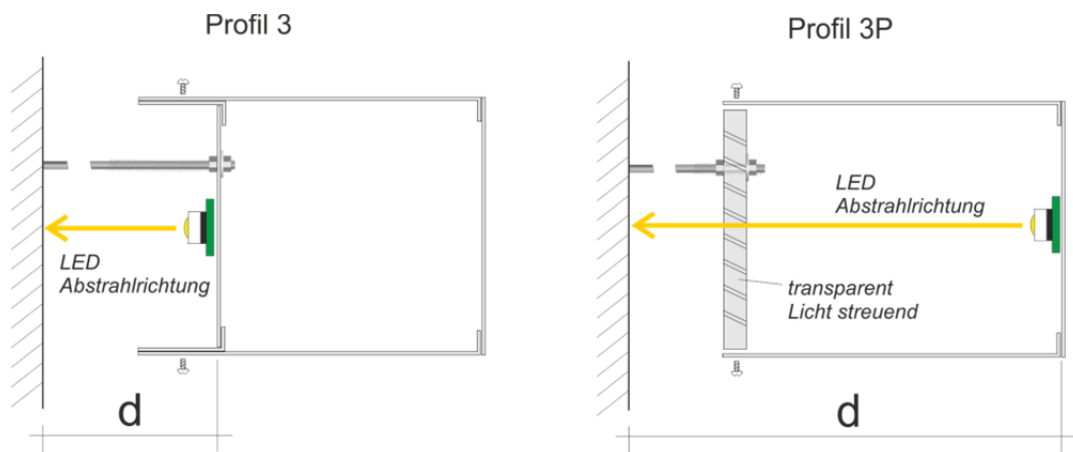
TOP-LED Streifen, Schutzart IP67 für die **Außenanwendung** geeignet. Die LED Streifen sind in einem Silikon-U-Profil dicht mit Silikon vergossen. Die Befestigung erfolgt zusätzlich mechanisch mittels Halter, welche im Lieferumfang enthalten sind. **Kurzbez. IPS**

## Profilbuchstaben

Das Profil eines Buchstaben beschreibt den Aufbau im Querschnitt. In Bezug auf die Ausleuchtung beschränkt sich die Vielfalt an Profilen auf drei wesentliche Ausführungen:

### Rückstrahler Profil 3

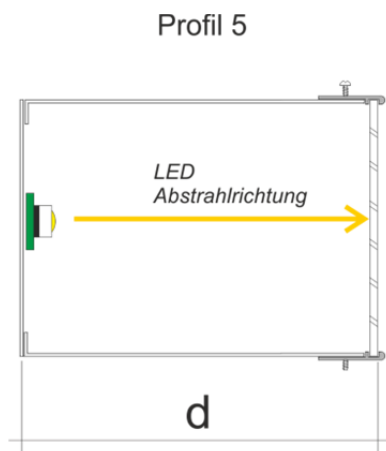
Das LED Licht tritt nur nach hinten aus dem Profilbuchstaben aus und wird an der Rückwand z.B. Mauerwerk reflektiert. Zur Bestimmung der gesamten Einbautiefe  $d$  ist der Abstand zwischen Profilrücken und Rückwand der eigentlichen Profiltiefe des Buchstabens hinzuzufügen, d.h. die Einbautiefe  $d$  ist immer der gesamte Weg zwischen LED und angestrahlter Fläche. Die Front und die Zargen des Buchstabens sind Licht dicht.



**Hinweis:** Bei klarsichtigen Bodenmaterial Profil 3P bilden sich sämtliche Bohrlöcher und Aussparungen als Schatten auf der Rückwand ab, daher immer diffus Licht streuendes Material verwenden.

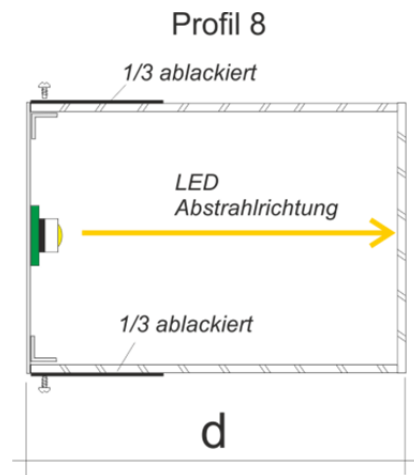
### Frontstrahler Profil 5

Das LED Licht ist ausschließlich nach vorne gerichtet und durchflutet ein Acrylglas, den sog. Spiegel. Die Zargen und die Rückseite des Buchstabens sind dabei Licht dicht. Die Einbautiefe  $d$  ist der innere Abstand zwischen Rückwand und Spiegel.



### Rundumstrahler Profil 8

Das Profil 8 ist vom Grundaufbau her identisch zu Profil 5, unterscheidet sich jedoch darin dass zusätzlich die Zargen aus Acryl gefertigt sind. Diese sind meist ebenso wie der Spiegel vom LED Licht durchleuchtet. Hier eignen sich besonders LED Systeme mit höheren LED Dichten und geringerer Leuchtkraft pro LED. Dadurch dass die Zargen den LED näher liegen als der Spiegel würde ohne Erhöhung der LED Dichte sich die Lichtkegel an der Zarge deutlich abbilden. Als weitere Maßnahme wird der hintere Teil der Zarge zu etwa einem Drittel Licht lackiert um die Leuchtkegel der LED dahinter zu verbergen. In der Nacht wirken die Buchstaben dadurch etwas flacher.



**Hinweis:** Eine Reduzierung des LED Rasters um ca. 20% erhöht die Gleichmäßigkeit der Zargen Ausleuchtung ausreichend, wenn die Standard Formel zur Berechnung des optimalen LED Rasters angewandt wird.

### Richtiges LED Raster zur gleichmäßigen Ausleuchtung

Das korrekte LED Verlegeraster ist für eine gleichmäßige Hinterleuchtung von Profilbuchstaben und Lichtkästen erforderlich. Die zu hinterleuchtenden Materialien selbst spielen dabei selbstverständlich aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften in Bezug auf die Lichtdurchlässigkeit (Transmission) und Lichtstreuung eine entscheidende Rolle.

Typische hinterleuchtete Materialien:

- Acryl (PMMA), in allen Farben
- Acryl (PMMA), Spezialitäten wie „Black&White“, d.h. ohne Licht Schwarz und mit Licht Weiß
- Spanntuch (Banner oder Stoff), Grundmaterial Farbe Weiß, farbig bedruckt
- Glas, rückseitig foliert farbig oder Weiß diffus

Spanntuchmaterial hat etwa die halbe Lichtdurchlässigkeit wie Acryl Material. Mattierte Gläser indessen sind oft extrem Lichtdurchlässig, so dass sie rückseitig mit einer Diffusor Folie belegt werden müssen um die Lichtpunkte auflösen.

Ein Spezialfall ist hier das sog. „Black&White“ Material. Ohne Hinterleuchtung ist die sichtbare Farbe des Acryls Schwarz (Tagwirkung). In Dunkelheit und mit eingeschalteter Hinterleuchtung (Nachtwirkung) durchdringt das weiße LED Licht das Material und macht es sichtbar, allerdings leicht in der Farbe verändert. Die Diffusor Eigenschaft des Materials ist relativ gering so dass die einzelnen LED Punkte schnell sichtbar werden. Abhilfe schafft hier nur ein nochmals verringertes LED Raster sowie die Aufbringung einer zusätzlichen Diffusor Folie auf der innenliegenden Spiegelrückseite.

Eine andere Möglichkeit diesen „Black&White“ Effekt zu erzielen ist das Aufbringen einer schwarzen Lochrasterfolie von außen auf weißem Acryl Material. Hierbei hat das Acryl die nötige Diffusor Eigenschaft, so dass zur gleichmäßigen Ausleuchtung die Abstände gemäß Formel bestimmt werden können. Allerdings sollte genügend Licht zur Hinterleuchtung zur Verfügung stehen, da das Lochraster die nach außen tretende Lichtmenge um etwa die Hälfte reduziert (Abschattung).

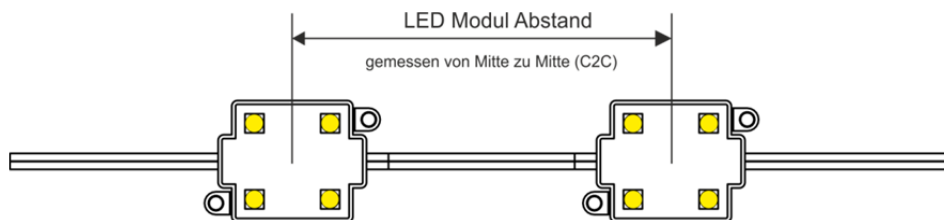
Folgende Formel bezieht sich auf LED hinterleuchtetes Standard Acrylmaterial der Plattenstärke 4mm und sorgt für eine optimal gleichmäßige Ausleuchtung:

$$\begin{aligned}
 \text{LED Raster} &= \text{Einbautiefe} \times 0.75 \quad (120^\circ \text{ LED}) \\
 &\text{Einbautiefe} \times 1.2 \text{ bis } 2.5 \quad (\text{Linse} >150^\circ)
 \end{aligned}$$

**Grundsätzlich gilt:** Umso größer die Einbautiefe, umso größer das LED Raster und auch umso niedriger der Preis für das komplette LED System.

$$\begin{aligned}
 \text{Einbautiefe} &= \text{LED Raster} \times 1.3 \quad (120^\circ \text{ LED}) \\
 &\text{LED Raster} \times 0.4 \text{ bis } 0.8 \quad (\text{Linse} >150^\circ)
 \end{aligned}$$

Bei LED Modul Ketten ist das LED Raster der Abstand LED Modul zu LED Modul, von Mitte zu Mitte gemessen.



Für die richtige Bemessung der Abstände zwischen Modul und Modul sowie die Abstände zwischen den einzelnen LED Modul Ketten (Reihenabstände) gelten in Abhängigkeit der Einbautiefe  $d$  grundsätzlich folgende Regeln:

**Einbautiefe  $d < \max.$   $120^\circ$  LED Modul Abstand auf der Kette:** *Reihen Abstand = Modul Abstand*

Maßnahme: Das LED Modul Raster verringern, d.h. die Module durch zusammen schieben auf den gemäß Formel richtigen Abstand bringen. Gleiches Abstandsmaß gilt auch für den Reihenabstand bei mehrreihiger Belegung.

**Einbautiefe  $d > \max.$   $120^\circ$  LED Modul Abstand auf der Kette:** *Reihen Abstand  $>$  Modul Abstand*

Maßnahme: Der maximale Abstand zwischen den LED Modulen auf der Kette ist vom Hersteller technisch begrenzt und kann nicht überschritten werden (Kabellänge). Der Reihenabstand kann allerdings größer sein als der Modulabstand. Der richtige Reihenabstand lässt sich gemäß Abstandsformel ebenso berechnen.

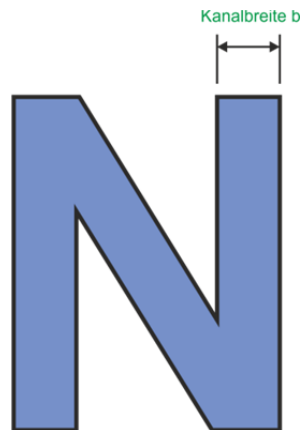
Bei LED Modulen mit Linsentechnologie gelten diese Regeln nicht, hier bitte die im Datenblatt angegebenen Einbauhinweise anwenden.

**Hinweis:** Bei der Hinterleuchtung von Fotodrucken kann häufig das LED Raster geringfügig vergrößert werden, da die vielen unterschiedlichen Kontrast- und Farbwerte des Motivs das LED Raster dahinter etwas schwerere erkennen lassen.

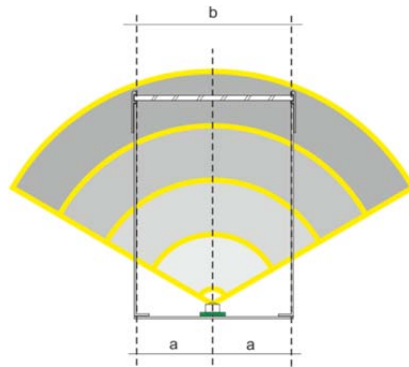
#### LED Ketten Reihenabstand



Bei Profilbuchstaben bezieht sich die Angabe der Kanal- bzw. Schenkelbreite  $b$  auf den Abstand zwischen Zarge und der parallel gegenüberliegenden Zarge.

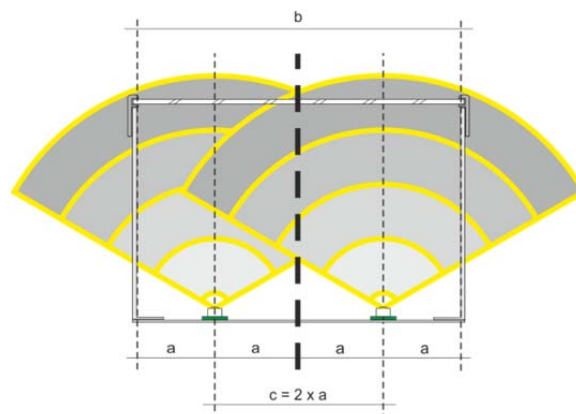


Folgende Grafik zeigt einen Querschnitt durch einen Profil 5 Kanal. Bei einreihiger Belegung wird die LED Kette mittig im Profil positioniert. Die maximal auszuleuchtende Kanalbreite entspricht etwa der Einbautiefe.



**Beispiel:** Einbautiefe = 120mm, LED Raster = 100mm -> maximale Kanalbreite = 120mm

Wird die maximale Kanalbreite bei einreihiger Belegung überschritten, so ist die Anzahl der Reihen entsprechend zu erhöhen. Der Abstand zwischen Zarge und erster LED Ketten Reihe ist halb so groß wie der Reihenabstand.

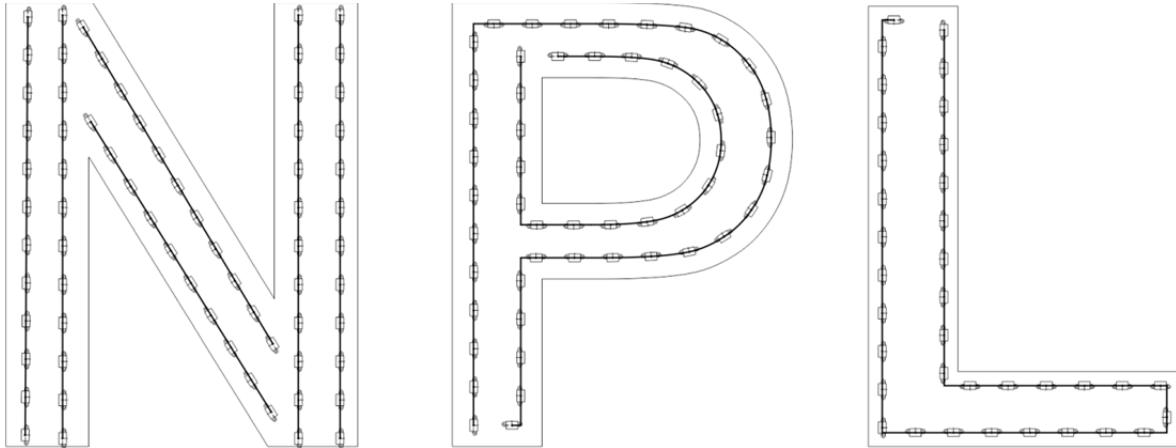


**Hinweis:** Bei mehr Reihen Belegung empfiehlt es sich manchmal auf ein etwas Licht schwächeres System zu wechseln. Dann wenn die maximale Kanalbreite bei mehr Reihen Belegung nicht ausgenutzt ist.

## Beispiele zur Belegung LED Module

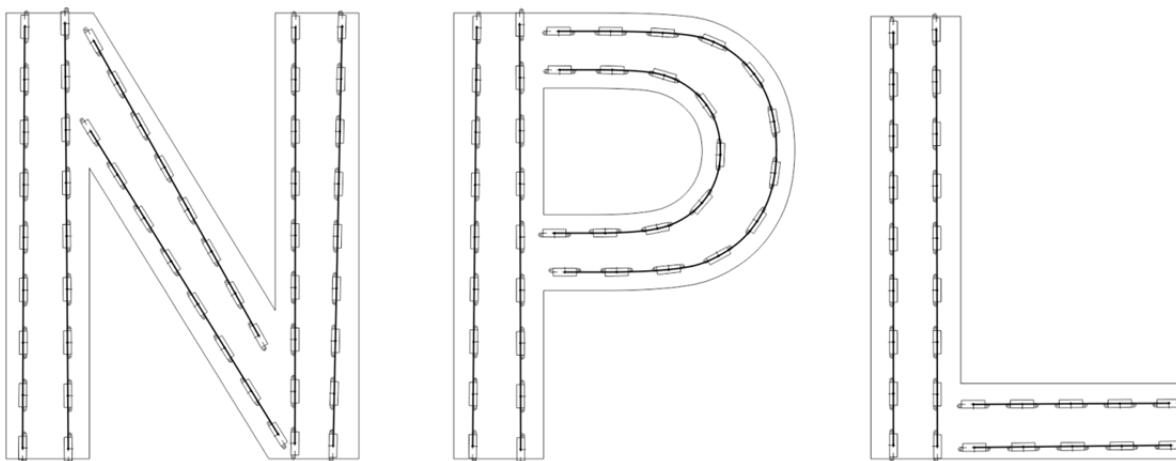
### 1. Beispiel Belegung: Schriftzug „NPL“, Höhe 800mm, Kanalbreite 150mm Einbautiefe 90mm, Profil 8

1 LED Modul, Raster 70mm, Gesamtmenge 157 Module  
Lichtleistung = 2.826 Lumen, Leistungsaufnahme LED = 38W



### 2. Beispiel Belegung: Schriftzug „NPL“, Höhe 800mm, Kanalbreite 150mm Einbautiefe 120mm, Profil 5

2 LED Modul, Raster 100mm, Gesamtmenge 119 Module  
Lichtleistung = 4.284 Lumen, Leistungsaufnahme LED = 57W



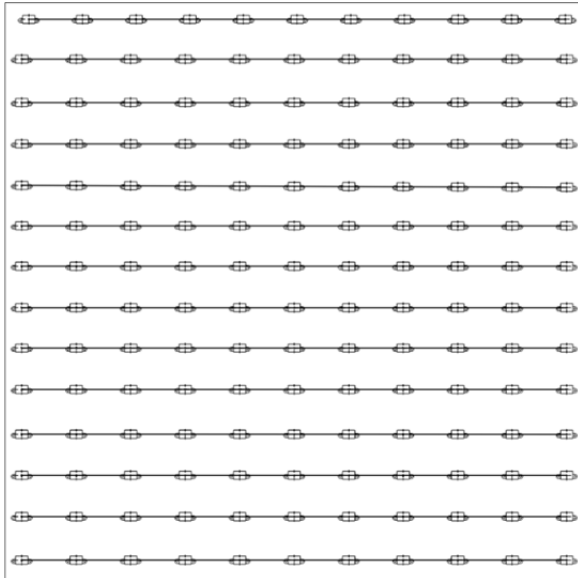
Würde man beim 2. Beispiel die Einbautiefe von 120mm auf 150mm setzen, so könnte die Bestückung mit nur einer Reihe erfolgen. Die daraus resultierende halbe Lichtmenge gegenüber der zwei Reihen Belegung wäre ebenso ausreichen. Das 2. Beispiel bezeichnet man dann auch schon als „hellere Ausleuchtung“.

Die Belegung gemäß 1. Beispiel wäre im 2. Beispiel ebenso anwendbar und würde eine gute Ausleuchtung mit sich bringen. Allerdings liegt hier die Montageaufwand durch den Mehrverbrauch an Modulen etwas höher.



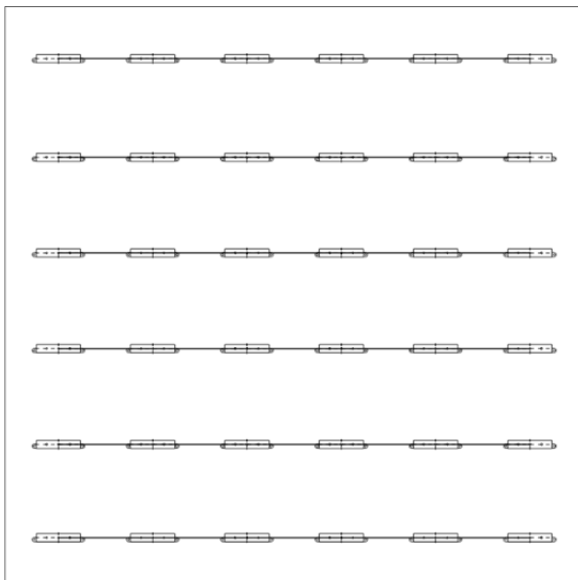
**3. Beispiel Belegung: Lichtkasten 1000x1000mm, Profil 5**  
**Einbautiefe 90mm**

1 LED Modul, 14 Reihen a 11 Module, Gesamtmenge 154 Module  
Lichtleistung = 2.772 Lumen, Leistungsaufnahme LED = 37W (PK Module, 0.24W/Modul)



**4. Beispiel Belegung: Lichtkasten 1000x1000mm, Profil 5**  
**Einbautiefe 180mm**

3 LED Modul, 6 Reihen a 6 Module, Gesamtmenge 36 Module  
Lichtleistung = 2.520 Lumen, Leistungsaufnahme LED = 26W (SK Module, 0.72W/Modul)



Beispiel 4 zeigt wie sich die Einbautiefe auf die Anzahl LED Module auswirkt. Die Helligkeit gegenüber Beispiel 3 ist nahezu identisch jedoch die Kosten von Beispiel 4 sind deutlich geringer.

## Produktauswahl 120° LED Module / Einbautiefe / Abstände

Einbautiefe	Produkt	Modul Abstand	Reihen Abstand	Max. Kanalbreite eine Reihe Module
60mm	Mini Module	45mm	45mm	50mm
70mm	Mini Module	50mm	50mm	60mm
80mm	Mini / 1er Module PK	60mm	60mm	70mm
90mm	1er Module PK	75mm	75mm	80mm
100mm	1er Module PK	75mm	80mm	90mm
110mm	1er Module PK	75mm	90mm	100mm
120mm	2er Module PK/EK	100mm	100mm	110mm
130mm	2er Module PK/EK	100/110mm	110mm	120mm
140mm	2er Module PK/EK	100/120mm	120mm	130mm
150mm	3er Module PK/EK	130/130mm	130mm	140mm
160mm	3er Module PK/EK	140/140mm	140mm	150mm
180mm	3er Module SK	160mm	160mm	170mm
200mm	3er Module SK	165mm	180mm	190mm
250mm	3er Module SK	165mm	230mm	240mm
300mm	3er Module SK	165mm	260mm	280mm

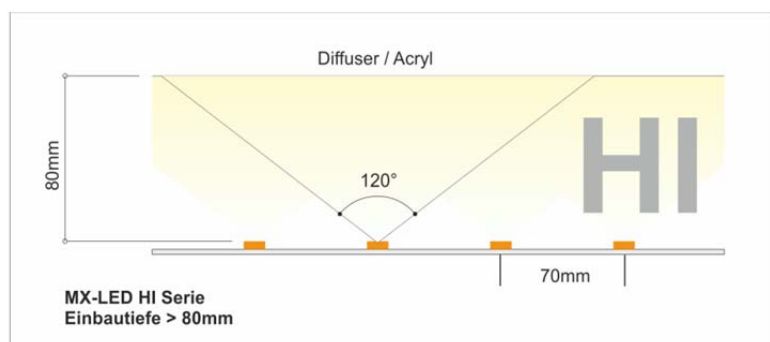
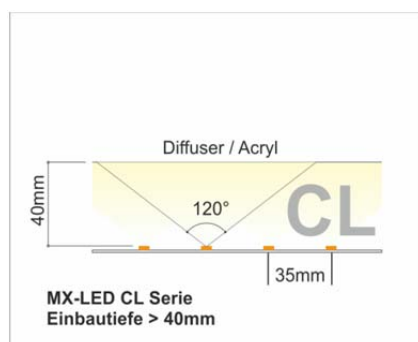
Die Angabe der maximalen Kanalbreite bezieht sich auf Profil 5 sowie eine einreihige LED Ketten Belegung. Wird diese Breite überschritten sollte eine weitere LED Ketten Reihe hinzugenommen werden.

Obige Empfehlung gilt für die Hinterleuchtung von weißem Acrylmaterial. Die Farbe Rot verhält sich da etwas gutmütiger jedoch die Farbe Blau ist mit erhöhter Aufmerksamkeit auf Gleichmäßigkeit zu betrachten. Evtl. muss dann das LED Raster verringert werden. Die Farbe Grün verhält sich ähnlich wie die Farbe Weiß.

## Produktauswahl MX-LED CL / HI Serie

Für eine gleichmäßige Hinterleuchtung von Licht streuenden Materialien wie eingefärbtes Acryl oder mit Diffusor Folien beschichtete klarsichtige Flächen/Scheiben gelten identische Regeln in Bezug auf LED Raster und Einbautiefen. Da bei den MX-LED Platten das LED Raster fest vorgegeben ist lässt sich der minimale Abstand zur hinterleuchtenden Fläche leicht angeben.

Der Abstand zwischen LED Platte und Diffuser / Acryl bestimmen, welche LED Dichte (35mm Raster oder 70mm Raster) zu wählen ist. Bei Einbautiefen ab 40mm wird die MX-LED CL Serie mit einem LED Raster von 35mm empfohlen, bei Einbautiefen ab 80mm die MX-LED HI Serie mit einem LED Raster von 70mm (Material abhängig).



## Produktauswahl LED Module in Linsentechnologie / Einbautiefe / Abstände

Einbautiefe	Produkt	Modul Abstand	Reihen Abstand	Max. Kanalbreite eine Reihe Module
80mm	EAGLE 1	105mm	105mm	110mm
90mm	EAGLE 1	120mm	120mm	120mm
100mm	EAGLE 1	130mm	130mm	130mm
110mm	EAGLE 2	160mm	160mm	160mm
120mm	EAGLE 2	175mm	175mm	180mm
130mm	EAGLE 2	180mm	180mm	190mm
140mm	EAGLE 3	205mm	205mm	210mm
150mm	EAGLE 3	220mm	220mm	220mm
160mm	EAGLE 3	220mm	220mm	220mm
180mm	EAGLE 3	220mm	220mm	220mm
200mm	GIGANT	400mm	400mm	400mm
250mm	GIGANT	500mm	500mm	500mm
300mm	GIGANT	500mm	500mm	500mm

Gilt für: WA-IP-01W71K130 (EAGLE 1), WA-IP-02W71K180 (EAGLE 2), WA-IP-03W71K220 (EAGLE 3)

## Positionierung ED-LED Modulketten im Lichtkasten



Modul: ED-IP-HP1-01W63K125



Modul: ED-IP-HP3-01W69K230

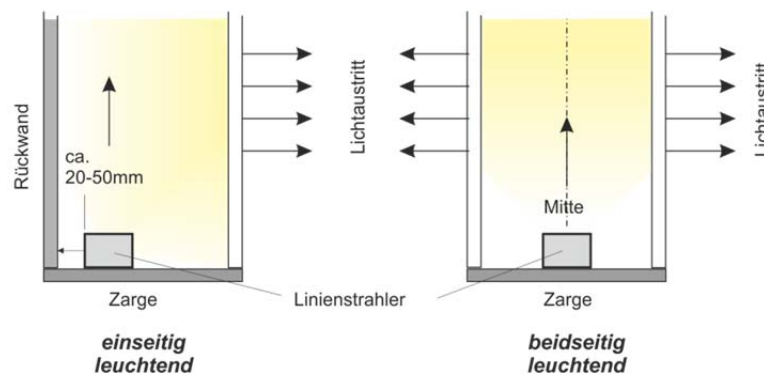
Die ED - Ketten sind mit optischen Linsen ausgestattet, die den Abstrahlwinkel von 120° auf einen schmalen linienförmigen Winkel bündelt und sind somit geeignet für die seitliche Einstrahlung von ein- und doppelseitigen Leuchtkästen. Durch die kettenbedingte Flexibilität können auch runde bzw. andere nichtlineare Leuchtkastenformen indirekt über die Zarge ausgeleuchtet werden. Zum Vorteil ist dabei auch der justierbare Modul - Abstand in Abhängigkeit von der Kastentiefe.

Hier gilt als einfache Formel:

**Einbautiefe = LED Modul Raster**

## Positionierung ED-LED Linienstrahler im Lichtkasten

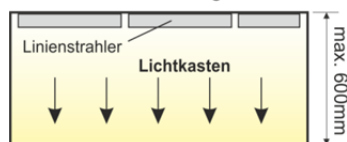
Die optimale Einbaulage der Strahler hängt sehr von den Abmessungen sowie verwendete Materialien des Lichtkastens ab. Hier sollte vor Beginn der Endmontage der Strahler die richtige Position (Abstand von der Rückwand) getestet werden. Optimale Ausleuchtergebnisse in Bezug auf Gleichmäßigkeit und Helligkeit werden bei Alpinweiß mattierten Oberflächen erzielt.



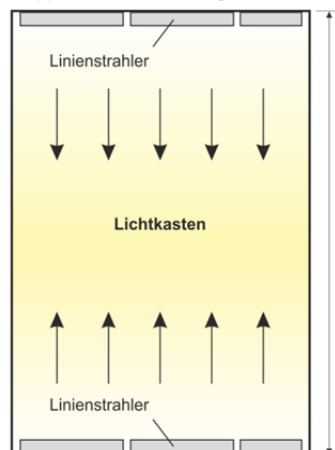
Bei einfacher Ausleuchtung, d.h. die ED-LED Strahler sind nur auf einer der beiden langen Zargen bestückt können maximale Höhen (Abstände der Zargen) von bis zu 600mm ausgeleuchtet werden.

Bei doppelter Ausleuchtung können Lichtkästen in der Höhe (Abstände der Zargen) von bis zu 2000mm ausgeleuchtet werden.

einfache Ausleuchtung



doppelte Ausleuchtung

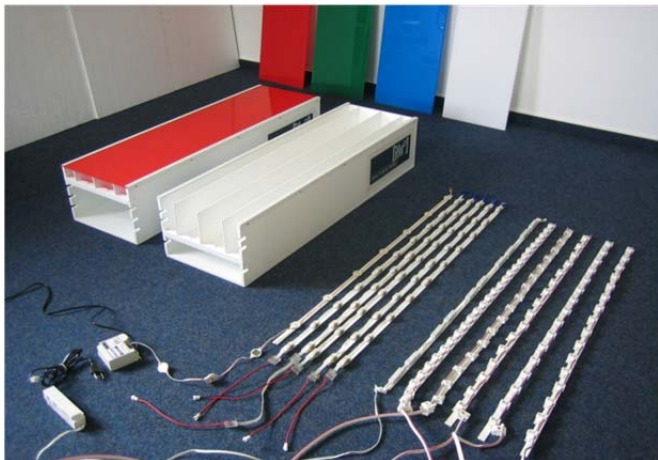


## Ausreichend / gute / helle Ausleuchtung - Leuchtdichte Werte

Die Leuchtdichte Werte einer Werbeanlage werden mit einem passenden Messgerät entweder direkt an der leuchtenden Oberfläche durch aufsetzen der Messeinheit oder optisch mittels Kamerasystem aus gewisser Entfernung abgenommen.



Durch einen Testkanal kann im Vorfeld die Gleichmäßigkeit der Ausleuchtung beurteilt werden und eine Aussage hinsichtlich der Leuchtdichte in Candela per m<sup>2</sup> getroffen werden. Bei folgendem dargestellten Testkanal lässt sich durch einen variablen Boden verschiedene Einbautiefen nachstellen sowie über zusätzliche Trennwände die Kanalbreiten in den am häufigsten vorkommenden Abmessungen einstellen.



Parameter:

↓ Breite  
 ↓ Tiefe  
 ↓ Farbe



Empfohlene Leuchtdichte Messwerte in cd/m<sup>2</sup> bei Acryl Spiegelmaterial in Abhängigkeit der Farbe:

Farbe	ausreichend	gut	hell
Weiß	150	250	500
Rot	40	70	120
Grün	90	150	300
Blau	15	25	40

**Tipp:** Bei der Beurteilung der gleichmäßigen Ausleuchtung schaut man in einem relativ flachen Winkel über die Leuchtende Fläche. Dadurch lassen sich Ungleichmäßigkeiten leichter erkennen.

## LED Vorschaltgeräte (Betriebsgeräte)

### Grundsätzliches

LED Vorschaltgeräte sind Schaltnetzteile und werden häufig auch als LED – Treiber bezeichnet. Grundsätzlich gibt es 2 Arten von LED – Vorschaltgeräten:

Vorschaltgeräte, welche eine konstante Gleichspannung bereitstellen z.B.: 12V DC = **Konstantspannungs – Treiber.**

Vorschaltgeräte, welche einen konstanten Strom bereitstellen z.B.: 350 mA = **Konstantstrom – Treiber.**

*(Es gibt auch Vorschaltgeräte, welche beide „Modi“ können, sich also auf das LED – System einstellen)*

Welche Treiber – Art benötigt wird ist den technischen Daten des zu verwendenden LED – Systems zu entnehmen. In der Lichtwerbung werden in der Regel Konstantspannungs - Systeme verwendet.

### PFC (Power Factor Correction)

Ein aktives oder passives Leistungsfaktorkorrekturfilter (englisch Power Factor Correction oder Power Factor Compensation, abgekürzt PFC) ist ein spezielles Filter zur Reduzierung störender Oberschwingungen auf der Netzleitung.

Die Leistungsfaktorkorrektur behebt die nichtlineare Stromaufnahme von Verbrauchern und bewirkt im Falle der aktiven PFC gleichzeitig eine Kompensation der Blindleistung (Blindstromkompensation).

Oft ist sie so dimensioniert, dass damit ausgerüstete Geräte ohne Umschaltung weltweit an allen Netzspannungen arbeiten können (Weitbereichseingang von typ. 100...240 V).

(Quelle Wikipedia)

Schaltnetzteile mit aktiven PFC sind zwar in den Anschaffungskosten etwas höher, haben aber erhebliche Vorteile:

- Gute Korrektur des Leistungsfaktors > 0,95.
- Guter Wirkungsgrad > 85% und somit geringere Eigenerwärmung und Stromverbrauch.
- Weiter Eingangsspannungsbereich wodurch die Geräte weltweit verwendet werden können.
- Geringe Netzstörung

### Einschaltstrom

Schaltnetzteile erzeugen im Kaltstart kurzzeitig eine sehr hohe Einschaltstromspitze. Hauptursache ist der eingangsseitige Kondensator, der vollkommen entleert ist und durch die schnelle Aufladung eine hohe Leistungsaufnahme benötigt. Bei einem z.B. 150 W Schaltnetzteil kann die Stromspitze 60 A und mehr betragen.

Werden mehrere Schaltnetzteile in einem Stromkreis gleichzeitig eingeschalten, so kann der hohe Einschaltstrom zum Auslösen des Leitungsschutzschalters führen. Das kann theoretisch schon bei kleinen Gruppen von mehr als 3 – 4 Stück 150W – Schaltnetzteilen an einer B16 Sicherung passieren. Die Situation kann - falls zulässig - durch den Tausch einer Sicherung mit Auslösecharakteristik C oder D verbessert werden.

Eine weitere einfache und optimale Lösung ist die Verwendung eines Strombegrenzers, der parallel zwischen dem Netzanschluß und Schaltnetzteilen installiert wird.

### Schutzart

Auch wenn die Vorschaltgeräte im Außenbereich in Schutzkästen (Leuchtkasten selbst oder Transformatorenschutzkasten) eingebaut werden sind diese der Feuchtigkeit ausgesetzt. Wir empfehlen hier die Schutzart IP64. Sind die Geräte ohne weiteren Schutz im Außenbereich installiert ist die Schutzart IP67 zu wählen.

### Sicherheitsfunktionen der LED - Treiber

Die meisten LED – Treiber verfügen über folgende Sicherheitsfunktionen:

- Überlastschutz
- Kurzschluss
- Übertemperatur

In Abhängigkeit von der Fehlerart und des Gerätes wird der Betrieb entweder automatisch wieder hergestellt, sobald der Fehler beseitigt ist oder es ist ein Wiedereinschalten nach der Fehlerbeseitigung erforderlich.

### Schutzklassen

Schutzklassen definieren Maßnahmen bei elektrischen Betriebsmitteln wie z.B. LED – Treiber, die im Berührungsfall vor einem elektrischen Schlag schützen sollen:

#### Schutzklasse I

Bei der Schutzklasse I werden alle elektrisch leitenden Geräteummantelungen mit dem Schutzleiter verbunden. Der Schutzleiter ist ein voreilender Kontakt und wird als erstes mit der Erde verbunden (Stecker einstecken) und als letztes getrennt. Die Schutzleiterklemme trägt nebenstehendes Symbol.



#### Schutzklasse II

Bei der Schutzklasse II wird der Berührungsschutz durch eine besonders starke bzw. doppelte Isolierung hergestellt, die eine sichere elektrische Trennung gewährleistet. In der Regel werden Netzstecker ohne Schutzleiter verwendet.



#### Schutzklasse III

Geräte der Schutzklasse III haben eine Schutzkleinspannung (SELV) von max. 50 V AC bzw. 120 V DC und einen Berührungsschutz entsprechend Schutzklasse II. Sie dürfen nicht mit einem Schutzleiter verbunden werden! Werden diese Geräte aus dem Netz betrieben wird ein Sicherheitstransformator benötigt der galvanisch trennt.



### CE – Kennzeichnung / Prüfzeichen / Brandschutz etc.

Prüfzeichen eines unabhängigen Institutes dokumentiert Normenkonformität, Sicherheit etc. z.B. VDE – Zeichen. Eine solche Prüfung ist freiwillig.



Hingegen verpflichtend ist die CE – Kennzeichnung. Der Hersteller handelt hier in Eigenverantwortung und bestätigt die Übereinstimmung mit den zutreffenden Normen bzw. Richtlinien.



Letztlich muß jeder Hersteller selbst sicherstellen, dass für die jeweilige Anwendung die gewählten Vorschaltgeräte geeignet sind. So müssen z.B. Vorschaltgeräte welche in Möbeln verbaut werden je nach Entflammbarkeit das einfache oder doppelte Möbelzeichen tragen (Brandschutz).



### Dimensionierung, maximale Auslastung

Die maximale Auslastung von LED Vorschaltgeräten in Watt sollte 90% der maximal zulässigen Last in Watt nicht übersteigen. Das gilt unabhängig von der Ausgangsspannung 12V oder 24V.

Wird ein Vorschaltgerät nur mit einer geringen Last z.B. 50 % betrieben, so verschlechtert sich der Leistungsfaktor und Wirkungsgrad erheblich.

## Übersicht maximale Anschlussmenge verschiedener 12V DC LED Produkte

LED Module	Leistung je Einheit	HLG-320	HLG-240	HLG-150	CLG-150	HLG-120	LPF 90	HLG-80 LPF 60 LPV 60 SNP 60	LPF 40	SNP 30	LPF 25	LPF 16
ECO 2	0,48 W/St.	495	360	281	247	225	168	112	75	48	46	21
ECO 3	0,72 W/St.	330	240	187	165	150	112	75	50	32	31	14
MINI 2	0,3 W/St.	792	576	450	396	360	270	180	120	78	75	34
EAGLE 1	0,36 W/St.	660	480	375	330	300	225	150	100	65	62	28
EAGLE 2	0,72 W/St.	330	240	187	165	150	112	75	50	32	31	14
EAGLE 3	1,2 W/St.	198	144	112	99	90	67	45	30	19	18	8
GIGANT	9,5 W/St.	25	18	14	12	11	8	5	3	2	2	1

LED Module ED												
1er HP1	1,32 W/St.	180	130	102	90	81	61	40	27	17	17	7
1er HP3	2,7 W/St.	88	64	50	44	40	30	20	13	8	8	3

LED Leisten												
HI 1200mm	17,3 W/St.	13	9	7	6	6	4	3	2	1	1	0

LED flex Streifen												
CL 30 LED/m	3 W/m	79	58	45	39	36	27	18	12	8	8	3
CL 60 LED/m	6 W/m	40	29	23	19	18	14	9	6	4	4	2
CL 120 LED/m	9,6 W/m	25	18	14	12	11	8	6	4	2	2	1
HI 30 LED/m	7,2 W/m	33	24	19	16	15	11	8	5	3	3	1
HI 60 LED/m	14,4 W/m	17	12	9	8	8	6	4	3	2	2	1

## Leistungsdaten der verfügbaren Vorschaltgeräte

12V	Power	HLG-320	HLG-240	HLG-150	CLG-150	HLG-120	HLG-80
Rated Power		264 W	192 W	150 W	132 W	120 W	60 W
max load (90%)		238 W	173 W	135 W	119 W	108 W	54 W

24V	Power	HLG-320	HLG-240	HLG-150	CLG-150	HLG-120	HLG-80
Rated Power		320 W	240 W	150 W	150 W	120 W	80 W
max load (90%)		288 W	216 W	135 W	135 W	108 W	72 W

**Rated Power** – Dauerlast (Herstellerangabe). Ein tatsächlicher Wert von 90% dieser Angabe erhöht die Betriebssicherheit der Geräte, auch falls es später zu nicht berücksichtigten Laständerungen kommt z.B. durch zusätzliche Kabellängen (ohmsche Verbraucher/Last).

**Max. load (90%)** – empfohlene max. Dauerlast.

**Vorsicht:** Die Bezeichnung des Vorschaltgerätes gibt nicht immer die maximale Leistung an. Z.B.: Ein HLG- 240 hat an 12 V nur eine maximale Leistung von 192W und nicht 240W wie man vermuten könnte.

Weitere Daten sind den technischen Datenblättern zu entnehmen.



### Installation der LED-Treiber

Aus Erfahrung unterliegt das Vorschaltgerät gegenüber den LED einer höheren Ausfallrate. Wir empfehlen daher zur Vermeidung von hohen Austauschkosten (z.B. Hubsteiger etc.) die Installation in einem gut zugänglichen Revisionsbereich.

Die LED-Treiber sind einer maximalen Umgebungstemperatur ausgesetzt. Achten Sie von daher auf eine gute Wärmeableitung (Luftkonvektion) und setzen Sie die Geräte nicht der direkten Sonneneinstrahlung aus.

Montieren Sie die Vorschaltgeräte auf nicht brennbaren Materialien.

Beachten Sie, dass in Abhängigkeit von der Installation sich die Schutzklasse verändern kann. Wird beispielsweise ein Gerät der Schutzklasse 2 in einem Metall – Leuchtkasten verbaut, so gilt für den Leuchtkasten die Schutzklasse 1.

Beachten Sie unbedingt die Installationshinweise des Herstellers.

### Anschluß der LED-Treiber an das 230 V - Netz

Das Arbeiten an elektrischen Anlagen darf ausschließlich nur von einer Elektrofachkraft durchgeführt werden!!!

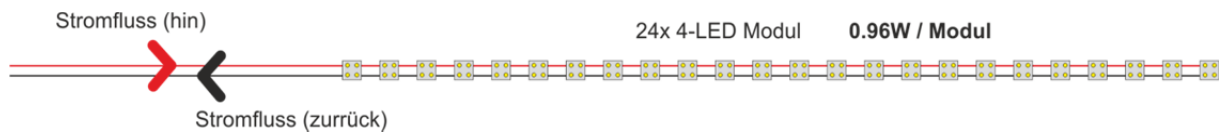
Elektrotechnische Laien dürfen lediglich im Bereich der Sicherheitskleinspannung tätig sein z.B.: Spielzeugtransformator Eisenbahn.

## Maximal zulässiger Strom bei Leitungsquerschnitt

Es ist darauf zu achten dass der max. zulässige Strom in den 12V bzw. 24V LED Leitungen nicht überschritten wird. Geschieht dies dennoch, so werden die Kupferleiter zu heiß und die Isolation kann derart beschädigt werden dass es zu Kurzschlüssen kommen kann (Brandgefahr!)

AWG	Metrisch	max. Strom	Metrisch	max. Strom
10AWG	5,26mm <sup>2</sup>	35 A	0,75mm <sup>2</sup>	6 A
12AWG	3,31mm <sup>2</sup>	22 A	1,00mm <sup>2</sup>	10 A
13AWG	2,63mm <sup>2</sup>	18 A	1,50mm <sup>2</sup>	13 A
14AWG	2,08mm <sup>2</sup>	16 A	2,50mm <sup>2</sup>	16 A
15AWG	1,65mm <sup>2</sup>	14 A		
16AWG	1,31mm <sup>2</sup>	12 A		
17AWG	1,04mm <sup>2</sup>	10 A		
18AWG	0,82mm <sup>2</sup>	8 A		
20AWG	0,52mm <sup>2</sup>	5 A		
22AWG	0,33mm <sup>2</sup>	3 A		
24AWG	0,21mm <sup>2</sup>	2 A		

Die Angabe des maximal zulässigen Stromes gilt immer für den (+) Leiter der den Strom vom Vorschaltgerät kommend führt sowie auch den (-) Leiter durch den der Strom zurück zum Vorschaltgerät fließt. Der Strom in den LED Leitungen lässt sich wie folgt berechnen:



*Stromfluss (hin) = Stromfluss (zurück)*

$$Stromfluss (hin)[A] = \frac{Anzahl\ Module[St.] \times\ Modulleistung[W]}{Betriebsspannung [V]}$$

**Beispiel:** 24 St. LED Module, Modulleistung = 0.96W, Betriebsspannung = 12V

$$Stromfluss (hin) = \frac{24\ St. \times 0.96W}{12V} = 1.92A$$

Die Standard LED Leitung in Querschnitt AWG18 würde vollkommen ausreichen (max. 8A).

## Maximale Zuleitungslängen / Spannungsverlust

Es ist wichtig die maximalen Leitungslängen der LED Leitung in 12V oder 24V zu begrenzen um den sicheren und fehlerfreien Betrieb der LED Systeme zu gewährleisten und sie mit ausreichend Spannung zu versorgen. Die maximal zulässige Leitungslänge wird bestimmt durch den tatsächlichen Strom der durch die Leitung fließt sowie den Spannungsabfall den dieser Strom in der Leitung hervorruft.

Ist die Leitung zu lang so ist je nach Leitungsquerschnitt und Strom der Spannungsabfall über die Leitungslänge so groß dass die nötige Betriebsspannung der LED Systeme nicht mehr erreicht werden kann.

Bedingt kann dieser Verlust mittels der Baureihe Meanwell CLG und HLG kompensiert werden, da sich die Ausgangsspannung dieser Baureihe geringfügig einjustieren lässt. Sollte dies nicht ausreichen, besteht weiterhin die Möglichkeit auf Geräte mit nächst höherer Ausgangsspannung zu wechseln (z.B. von 12V auf 15V).



Als Berechnungshilfe des Spannungsabfalls über Leitungslänge in Abhängigkeit des Leitungsquerschnittes benutzen sie bitte folgende Online Hilfe:

Kalkulation Spannungsverlust - <http://www.nplighting.de/toolbox/>

Für eine Überprüfung der richtig gewählten Leitungslängen und Querschnitte ist als erstes zu ermitteln, welcher maximale Strom in der Leitung auftreten kann. Der wird durch das angeschlossene Vorschaltgerät bestimmt. In folgender Tabelle sind üblichen Vorschaltgeräte gelistet sowie deren Ausgangsstrom bei 75% Auslastung:

LED EVG	Dauerleistung (12V)	max. Ausgangsstrom	Strom bei 75% Auslastung
LPH-18	18W	1,50A	1,13A
LPV-35	35W	2,92A	2,19A
LPV-60	60W	5,00A	3,75A
LPV-100	100W	8,33A	6,25A
CLG-150	132W	11,00A	8,25A
HLG-240	192W	16,00A	12,00A

LED EVG	Dauerleistung (24V)	max. Ausgangsstrom	Strom bei 75% Auslastung
LPH-18	18W	0,75A	0,56A
LPV-35	35W	1,5A	0,75A
LPV-60	60W	2,5A	1,9A
LPV-100	100W	4,1A	3,1A
CLG-150	150W	6,3A	9A
HLG-240	240W	10,0A	7,5A

Die maximal zulässige Leitungslänge wird weiter bestimmt durch den Spezifischen Widerstand der Leitung.

- Umso größer der Querschnitt umso kleiner der Widerstand, umso länger die Leitung umso größer der Widerstand.
- Umso kleiner der Leitungswiderstand umso größer der maximale Strom.

In nachfolgender Tabelle ist die maximale Leitungslänge beispielhaft berechnet:

LED EVG	max Strom x Auslastung %	Max. Länge Zuleitung (Doppelader)							
		14AWG		16AWG		18AWG		20AWG	
		2,50mm <sup>2</sup>	2,08mm <sup>2</sup>	1,50mm <sup>2</sup>	1,31mm <sup>2</sup>	1,00mm <sup>2</sup>	0,82mm <sup>2</sup>	0,75mm <sup>2</sup>	0,52mm <sup>2</sup>
		EVG Auslastung 75%		Trafo Spannung 12,0 V		zul. Spannungsabfall 0,8 V		LED Spannung 11,2 V	
TCI 13W	0,8 A	68,4m	56,9m	41,0m	35,8m	27,4m	22,4m	20,5m	14,2m
LPH-18	1,1 A	49,4m	41,1m	29,6m	25,9m	19,8m	16,2m	14,8m	10,3m
LPV-35	2,2 A	25,4m	21,1m	15,2m	13,3m	10,2m	8,3m	7,6m	5,3m
<b>LPV-60</b>	<b>3,8 A</b>	14,8m	12,3m	8,9m	7,8m	5,9m	<b>4,9m</b>	4,4m	3,1m
LPV-100	6,3 A	8,9m	7,4m	5,3m	4,7m	3,6m	2,9m	n.z.	n.z.
CLG-150	8,3 A	6,7m	5,6m	4,0m	3,5m	2,7m	n.z.	n.z.	n.z.
HLG-240	12,0 A	4,6m	3,9m	2,8m	2,4m	n.z.	n.z.	n.z.	n.z.

n.z. = nicht zulässig da max. Strom überschritten

#### Beispiel:

Bei 75% Auslastung liefert das EVG LPV-60-12 (12V Ausgangsspannung) einen Ausgangsstrom von 3,8A. Ist der Leitungsquerschnitt AWG18 (Standard LED Leitung), so errechnet sich bei einem zulässigen Spannungsabfall von 0,8V eine maximale Leitungslänge von 4,9m.

Da sich bei 24V LED Systemen die Ströme gegenüber 12V LED Systemen halbieren, können obige Angaben der Leitungslängen bei gleicher Ausgangsleistung verdoppelt werden.

**Typ:** Zwei parallel geführte und miteinander verbundene LED Leitung verdoppeln den maximal zulässigen Strom sowie die maximale Leitungslänge.

## Berechnung der Leistung / Systemleistung

Die Berechnung einer elektrischen Leistung bei Gleichspannung (DC) erfolgt gemäß Formel:

$$\text{Leistung } P [W] = \text{Spannung } U [V] \times \text{Strom } I [A]$$

Folgende Beispiele führen beide zum gleichen Ergebnis. Sie unterscheiden sich jedoch in doppelter Spannungsangabe sowie halber Stromangabe:

#### 1. Beispiel:

Spannung  $U = 12V$ , Strom  $I = 10A$   
 Leistung  $P = 12V \times 10A = \mathbf{120W}$

#### 2. Beispiel:

Spannung  $U = 24V$ , Strom  $I = 5A$   
 Leistung  $P = 24V \times 5A = \mathbf{120W}$

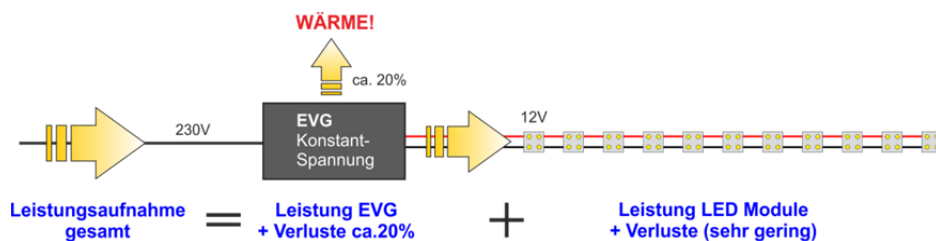
Bei **Systemleistung** spricht man von der Leistung, die dem 230V Netz entnommen wird. Dabei sind sämtliche auftretende Verlustleistungen zu berücksichtigen.

Verlustleistungen sind z.B. entstehende Wärmeleistung oder auch ein Mehrverbrauch durch zusätzlich nötige elektronische Schaltkreise in den Geräten, die auch Strom versorgt werden müssen.

Die Verluste bei Elektronischen Vorschaltgeräten werden über deren Effizienz Wert angegeben. Die Effizienz eines Gerätes ist das Verhältnis zwischen der Ausgangsleistung und der Eingangsleistung:

$$\text{Elektrische Effizienz} = \frac{\text{Ausgangsleistung [W]}}{\text{Eingangsleistung [W]}} \text{ in \%}$$

Folgende Grafik veranschaulicht durch die gelben Pfeile die Leistungsverteilung in einem LED System mit Vorschaltgerät.



Vorschaltgeräte mit großen gewickelten Spulen sind von der Effizienz her relativ schlecht. Hier werden Effizienzen bzw. Wirkungsgrade von etwa 60% erreicht gegenüber der üblichen 80% bei Schaltnetzteilen.

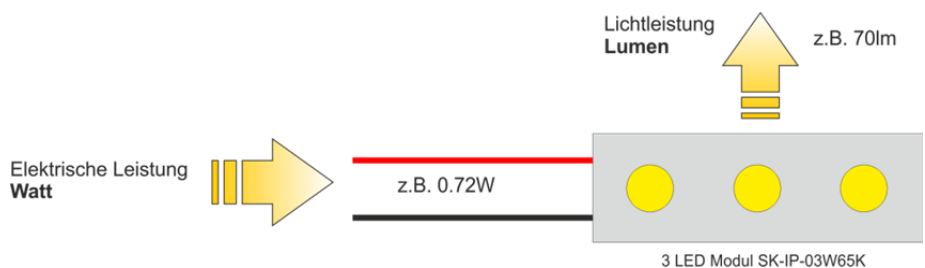
Prinzipiell ist es anzustreben Elemente mit hoher Effizienz einzusetzen, um den Anspruch und die Erwartungen der Anwender an ein LED System zu erfüllen: **Energie Einsparung!**

**Tipp: Nur Schaltnetzteile einsetzen. Die haben die höchste Effizienz.**

## Lichttechnische Effizienz

Bei der lichttechnischen Betrachtung der Energie Effizienz geht es darum wie gut das Leuchtmittel die eingebrachte elektrische Energie in Licht umwandelt. Dazu setzt man die elektrische Leistung zur Lichtleistung ins Verhältnis. Um sie deutlich von der reinen elektrischen Effizienz zu unterscheiden ist ihre Einheit Lumen pro Watt.

$$\text{Lichttechnische Effizienz} = \frac{\text{Lichtstrom [Lumen]}}{\text{Eingangsleistung [Watt]}} \text{ in lm/W}$$



**Beispiel:** Elektrische Leistung = 0.72W, Lichtleistung = 70 Lumen, d.h. die Effizienz ist 70lm/0.72W = 97 Lumen/Watt.

## Installationshinweise

Die Installationshinweise sollten ebenso als eine Art zusätzliche „Check-Liste“ aufgefasst werden, um die Langlebigkeit und Zuverlässigkeit der Lichtwerbeanlage zu gewährleisten. Die häufigsten Ausfallursachen sind nun leider Installationsfehler, die jedoch im Vorfeld vermieden werden können.

## Anschlußtechnik

### Für den Innenbereich

Im Innenbereich sind jegliche geprüfte Kabelverbinder möglich, die der Markt zur Verfügung stellt. Besonders bewährt haben sich allerdings Steckklemmen der Firma WAGO.

WAGO Verbindungsklemmen der Serie 221, 40 % kleineren Bauform gegenüber der etablierten Serie 222, transparentes Gehäuse und einfachere Handhabung, max. Umgebungstemperatur 85°C.

Außendurchmesser Leitung:	max. 2.08mm
Aderndurchmesser:	0.2 bis 4mm <sup>2</sup>
Strom/Spannungsfestigkeit:	32 A / 450 V



### Für den Außenbereich

Im Außenbereich empfiehlt es sich Quetschverbinder mit enthaltener Gelfüllung einzusetzen. Die Gelfüllung verhindert die Korrosion der Kontakte. 3M bietet hier ein geeignetes Produktprogramm für den schnellen Anschluss.



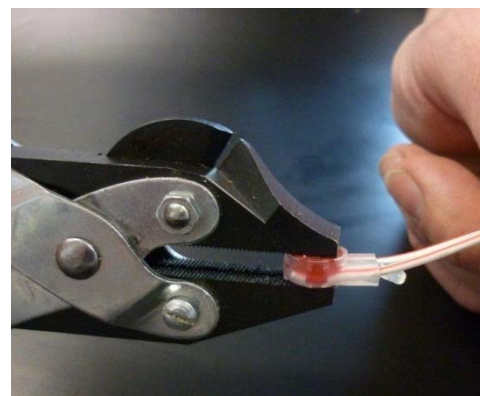
Nur mit Parallelzange quetschen!

### 3M Scotchlok Quetschverbinder U1R mit Gelfüllung

Durchgangsverbinder für 2 Adernpaare  
 Außendurchmesser: max. 3,18 mm  
 Aderdurchmesser: 0,9 bis 1,3 mm  
 Spannung: max. 100V



Parallelzange erforderlich.



**Achtung:**

**Gel gefüllte Quetschverbinder nur bei Temperaturen über +5°C verarbeiten. Als Werkzeug sind nur parallel geführte Zangen einsetzbar.**

## Schraub und Klebetechnik

Alle LED Produkte bieten Befestigungslöcher um sie mittels Schraubtechnik zuverlässig zu fixieren. Bei LED Modulen kann es ausreichen nur jedes fünfte Modul per Schraube zu befestigen um den Arbeitsaufwand zu reduzieren. Bei den Produkten ED-LED ist eine Schraubverbindung zum einem metallischen Untergrund dringend erforderlich um eine gute Temperaturableitung zu erreichen.

LED Module könne zusätzlich zum Aufkleben per Klebepad mittels Montagekleber (z.B. Würth) fixiert werden. Gerade in wärmeren Umgebungen sowie auf rauen schwierigen Untergründen erhöht dies die Sicherheit der Anhaftung.

## Beschaffenheit Untergründe

Die Untergründe auf denen LED Module oder andere LED Produkte geklebt werden müssen zuvor fettfrei sein und daher mit geeignetem Reiniger gesäubert werden. Die Untergrundbeschaffenheit der Klebpositionen muss glatt und eben sein.

## Farbe Untergründe

Optimale Ausleuchtergebnisse in Bezug auf Gleichmäßigkeit und Helligkeit werden bei Alpinweiß mattierten Oberflächen erzielt. Die Farbe selbst sollte ebenso nur auf gut gereinigten Untergründen aufgebracht werden. Die beste LED Modul Klebung nützt nichts, wenn die Untergrundfarbe sich später ablöst.

## Endkappen

Die Endkappen werden auf die Leitungsenden aufgeschoben so dass immer eine Leitung in der Kappe Platz findet. Es ist vorteilhaft aber nicht zwingend erforderlich, wenn die montierten Kappen senkrecht nach oben zeigen (Feuchtigkeit). Die Hauptaufgabe der Kappe besteht darin, die Leitungsenden vor möglichen Kurzschlüssen bei der Berührung mit metallischen Materialien (Zargen) zu schützen.



## LED Ketten Module an einem Stück

Die maximale Anzahl an Modulen darf nicht überschritten werden. Der Höhe des Stromflusses hängt von der Anzahl der angeschlossenen LED Module ab. Der gesamte Strom der folgenden Module geht durch das erste Modul. Das gilt ebenso für andere LED Systeme die hintereinander geschaltet werden.



## Typische Installationsfehler

### Falsches Betriebsgerät

Die Betriebsgeräte müssen von der Höhe der Ausgangsspannung her zum LED System passen. Meist unterscheidet man zwischen 12V und 24V Spannungstreibern. Weiterhin ist darauf zu achten welche IP Schutzart erforderlich ist sowie ob ein Strom- oder Spannungstreiber für den Betrieb des LED Systems nötig ist. Ein falsches Betriebsgerät kann das LED System zerstören.

### Überlastung Vorschaltgeräte

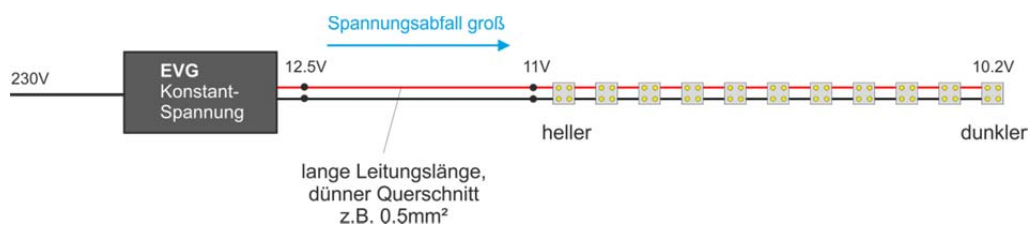
Es sollten keine Vorschaltgeräte ohne Überlastschutzfunktion zusammen mit LED Systemen in Betrieb genommen werden. Kommt es zu einem Kurzschluss innerhalb der gesamten Installation, müssen die eingesetzten Vorschaltgeräte automatisch abschalten und die Stromkreise stromlos setzen. Sonst besteht Brandgefahr! Weiterhin kann es allein durch Temperaturerhöhung zu Stromerhöhungen kommen. Aus Sicherheitsgründen daher das Vorschaltgerät nur bis maximal 90% der angegebenen Maximallast belasten.

Tritt ein Überlastungsfall ein, so wird die Anlage anfangen zu blinken. Hierbei prüft die Elektronik permanent und vollautomatisch ob der Maximalstrom überschritten wird. Ist dies geschehen schaltet das Gerät ab. Durch erneutes automatisches Einschalten prüft das Gerät wiederum, ob der Fehler behoben ist. Ist dies nicht passiert, so wird das Gerät erneut abschalten. Dieser Vorgang wiederholt sich permanent etwa im Sekunden Takt und lässt die LED blinken.

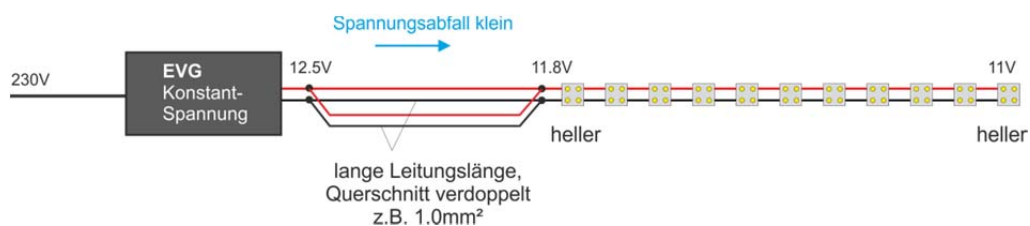
Prinzipiell ist auf die richtige Dimensionierung der Vorschaltgeräte passend zu angeschlossenen Last zu achten.

### Spannungsverluste

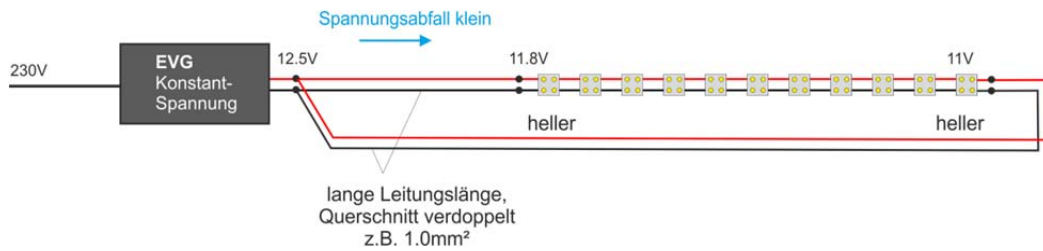
Die maximalen Kabellängen dürfen nicht überschritten und minimale Kabelquerschnitte nicht unterschritten werden, ansonsten kommt es zu Spannungsabfällen die einen ordnungsgemäßen Betrieb der LED Produkte nicht zulassen.



**Abhilfe 1:** Der Kabelquerschnitt kann durch eine parallel angeschlossene LED Leitung verdoppelt und somit der Spannungsverlust halbiert werden.

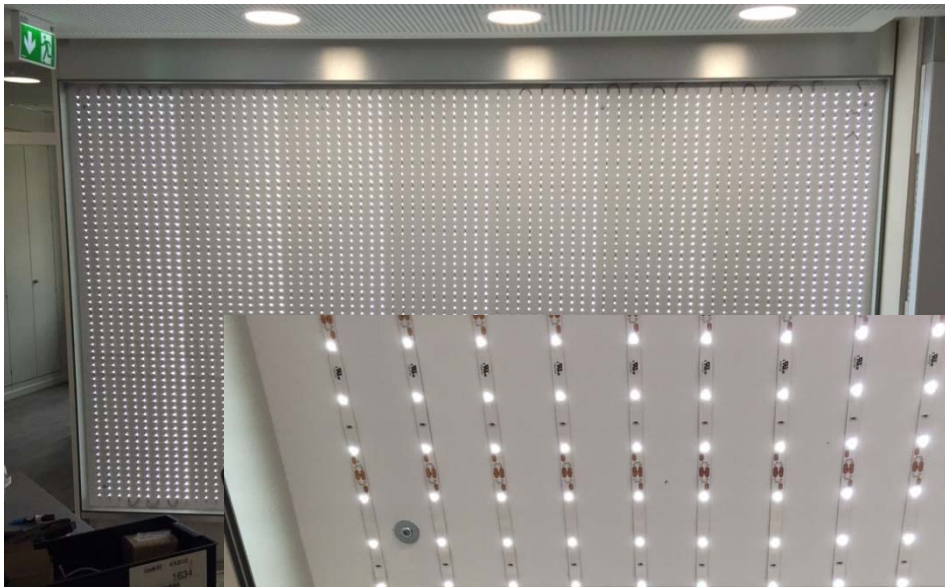


**Abhilfe 2:** Ist nahezu identisch zu Abhilfe 1, die parallel geführten zusätzlichen Leitungen können allerdings auch am Ende der LED Kette angeschlossen werden.

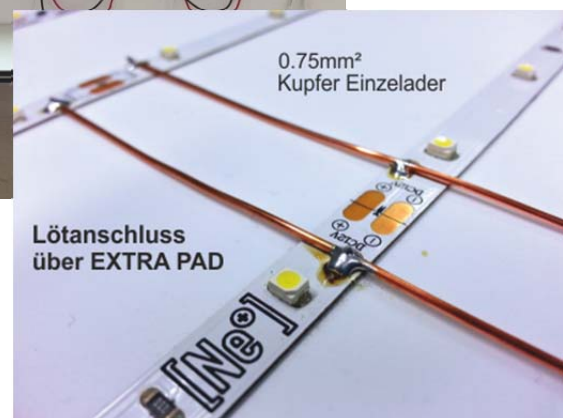
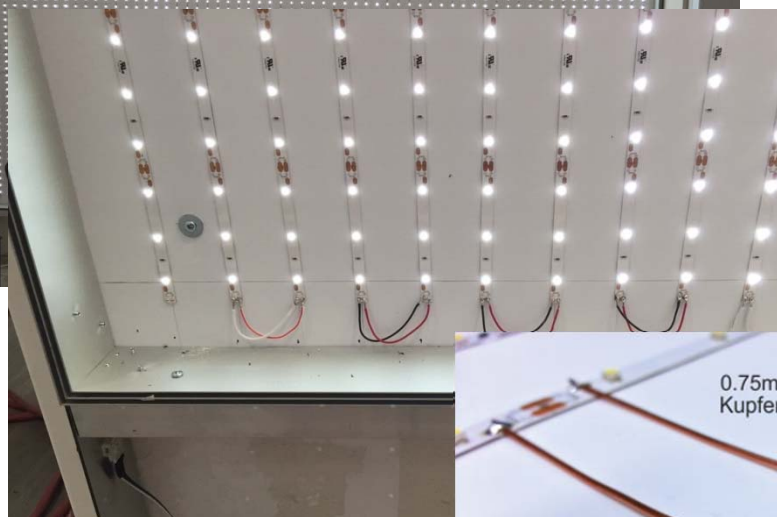


Hier ein Beispiel für eine fehlerhafte Installation von LED Streifen. Die einzelnen Bahnen wurden zu einem langen Band elektrisch miteinander verbunden so dass sich die Spannung über die Länge reduziert hat. Dies führte zu einem Lichtverlust der LED über die Länge.

Der Fehler konnte behoben werden indem jeweils zwei LED Streifen direkt mit einer eigenen Leitung mit dem Vorschaltgerät verbunden wurden.



Eine andere Möglichkeit bieten die LED Streifen selbst. Sie verfügen über zusätzliche Lötanschlüsse die bei entsprechendem Anschluss diesen Fehler verhindern.



## Ungleichmäßige Ausleuchtung

Werden beim Einsatz von LED Modul Ketten hinter transluzenten Materialien die Positionen der LED Module sichtbar, so ist der Abstand von Modul zu Modul zu groß eingestellt. Abhilfe schafft hier unter Umständen die Einbringung einer Diffusor Folie/Platte etwa auf halbem Abstand zwischen LED und angestrahlter Fläche (Spiegel) oder natürlich die Verringerung des Abstandes von Modul zu Modul. Hilfestellung für das richtige Maß gibt die angegebene Formel.

## Korrosion der Kontakte

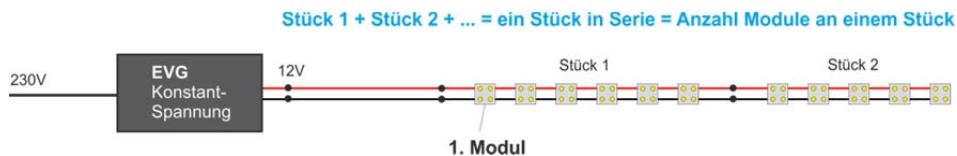
Im Außenbereich sind reine elektrische Schraubklemmen Verbindungen anfällig für Korrosion. Hier kann es nach einiger Zeit zu Kontaktproblemen kommen. Es werden Quetschverbinder mit Gelfüllung empfohlen.

## Unzureichende Kühlung

In der Regel sind die LED Produkte so ausgelegt, dass keine Selbstüberhitzung möglich ist welche das System unnötig dauerhaft belastet oder gar frühzeitig zerstört. Aber auch hier gibt es Ausnahmen. Vor allem High Power LED Systeme mit Leistungen > 1W pro LED sind gut zu kühlen. Ein angebrachter Kühlkörper, der übrigens auch ein Aluminiumrahmen sein kann, verringert die Betriebstemperatur bzw. führt die hohe Temperatur des LED Chip ab. Achten Sie auf die Produktangaben des Herstellers.

## Zu viele Module an einem Stück

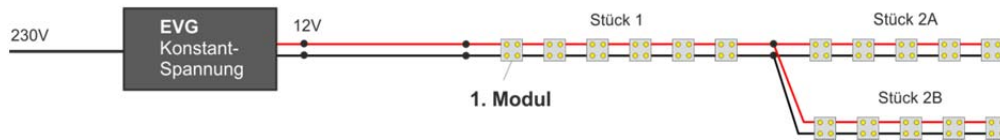
Bei großen LED Modul Ketten Installationen kann bei der Verkabelung der einzelnen Ketten Stücke schnell ein Fehler passieren und die Modul Ketten werden zu lang. Hier eine anschauliche Erklärung und Definition des Ausdrucks „Module an einem Stück“:



Am 1. Modul beginnt jedes Stück. Als 1. Modul wird bezeichnet welches in direkter Kabelverbindung zum EVG steht ohne das ein weiteres Modul dazwischen liegt.

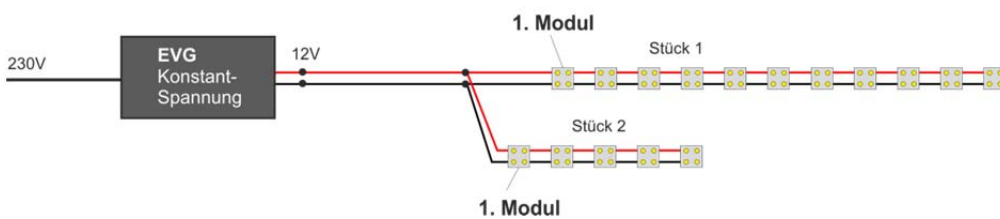
Kommt es zu Verzweigungen innerhalb eines Stückes muss dies zur Gesamtmenge hinzuaddiert werden:

**Stück 1 + Stück 2 (= Stück 2A + Stück 2B) + ... = Anzahl Module an einem Stück**



Liegen mehrere 1. Module parallel in direkter Kabelverbindung zum EVG, so bildet jedes Kettenteil ein Stück:

**Stück 1 = Anzahl Module an einem Stück  
Stück 2 = Anzahl Module an einem Stück**



## Quetschverbinder

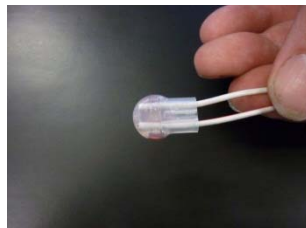
### Plus und Minus zusammen

Bei einpoligen Quetschverbindern wie der Typ UR2 können bis zu drei Adern miteinander verbunden werden. Er wird manchmal nicht als dieser erkannt und die beiden (+) und (-) Leitungen zusammen in den Verbinder gesteckt und verquetscht. Es kommt zum Kurzschluss.

### Falsches Werkzeug benutzt

Für das Quetschen der Verbinder ist unbedingt eine Zange zu verwenden deren Backen parallel geführt sind. Sonst kann es zur Verkantung des Deckels kommen und die innen liegende Metallcrimpe stellt keine richtige Verbindung her.

Das richtige Quetschen erfolgt bis zum Anschlag der Zangenbacken auf das Verbindergehäuse. Den Pressdruck nachhaltig ausführen, so dass das innenliegende Gel auch Zeit hat aus dem Gehäuse her auszutreten und nicht den Pressdruck speichert. Ein gespeicherter Pressdruck entlädt sich nach gewisser Zeit (Wochen bis Monate) nach oben über den Deckel. Der Deckel zieht die Metallcrimpe mit nach oben und sie verliert den Kontakt.



**RICHTIG.**

Gleiche Farbkennzeichnung der Kabel – bis zum Anschlag einführen – mit Parallelzange quetschen



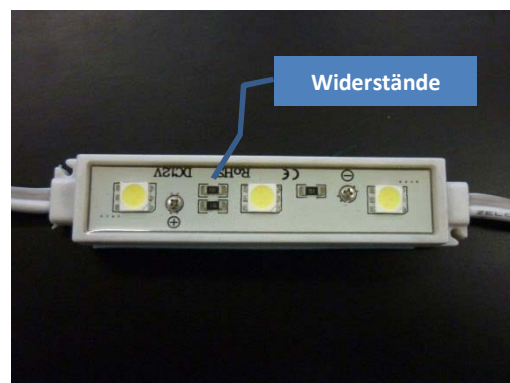
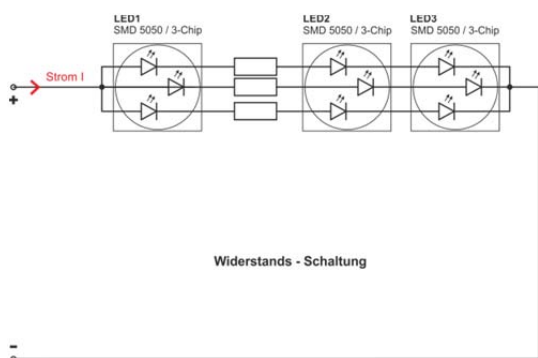
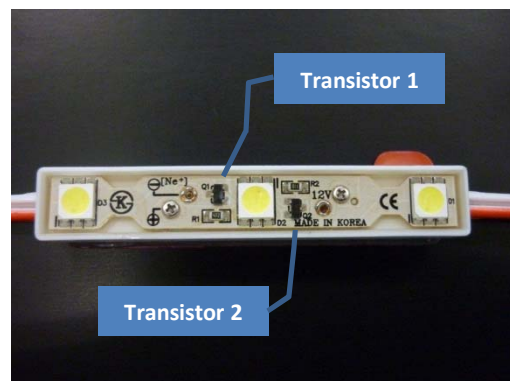
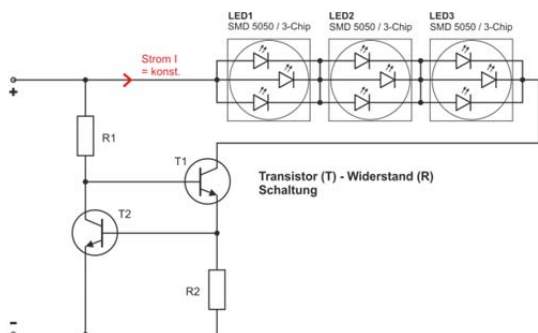
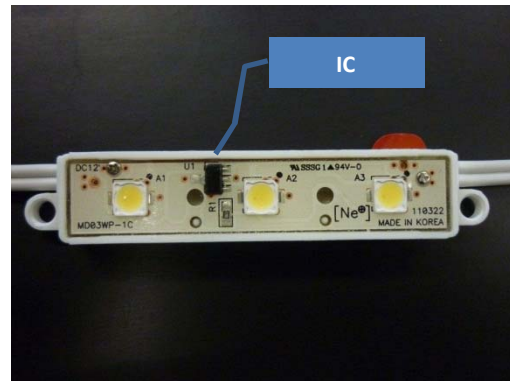
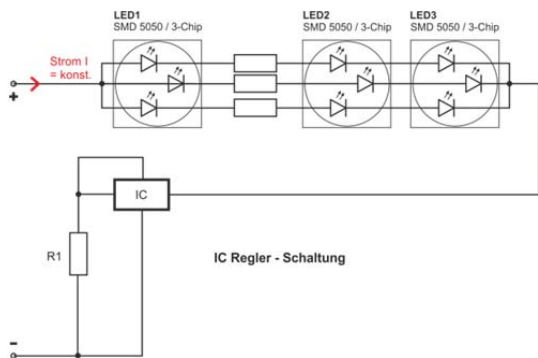
**FALSCH!**

Nur teilweise Kabel eingeführt – keine parallelen Zangenbacken – roter Deckel ist schief und unvollständig gequetscht

## Bewertungshilfen

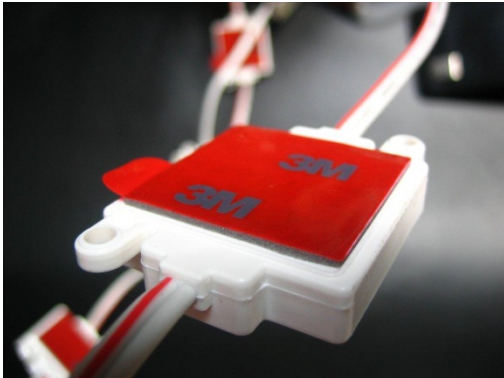
### Stromregler Erkennbarkeit

Im Folgenden sind die verschiedenen Schaltkreise mit und ohne Konstantstromregler in Form eines Schaltungsplans sowie eine mögliche praktischen Ausführung dieser Schaltungen Anhand eines 3 LED Modules gezeigt:





## Klebepad



Ein sehr gut geeignetes Klebepadmaterial ist das 3M Tape VHB 5952. Es wurde speziell entwickelt auch für die Verbindung zwischen pulverlackierten Flächen sowie Kunststoffen im Außenbereich. Es ist leicht zu erkennen an dem grauen bis schwarzen Schaumstoffträger sowie den roten Schutzfilm mit 3M Aufdruck. Optimal für den Anwender ist wenn der Schutzfilm noch über eine Anfaßlasche verfügt, die das Abziehen sehr erleichtert.

## Schraubbarkeit

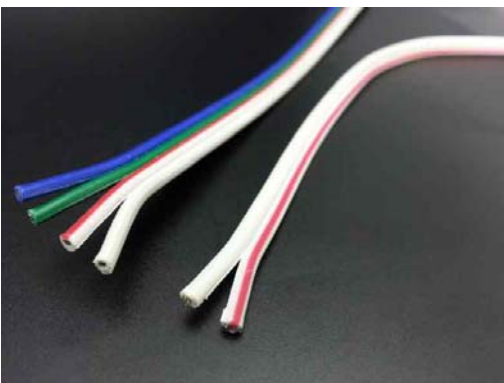


Die Option das LED Modul anschrauben zu können bringt in der Montage mehr Sicherheit. Wie verlässlich ist das reine Kleben? Sind die Untergründe zur Verklebung wirklich 100% sauber?

## Vergußmaterial

Ein weiches Vergußmaterial ist vorteilhaft da thermische Ausdehnungen das Material nicht reißen lassen. Somit ist die Schaltung zuverlässig und dauerhaft vor Feuchtigkeit und anderen zerstörenden Einflüssen geschützt.

## Kabelausführung

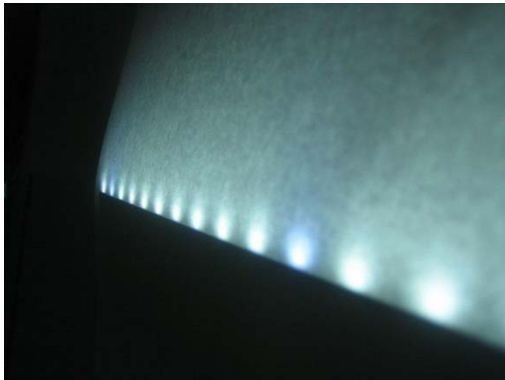


Das LED Modul Kabel sollte einen Querschnitt von min.  $0.8\text{mm}^2 = \text{AWG18}$  aufweisen, eine feindrahtige flexible Litze sein, die auch nach Verformung nicht in ihren Ursprungszustand zurück weicht. Zudem tragen gute Leitungen auch ein Prüfsiegel wie etwa UL Style 1007 oder UL Style 2468. Die Polarität der einzelnen Leitungen sollte durch eine Markierung zur Identifikation leicht erkenntlich sein.

## Gehäusematerial (UV beständig)

Das Gehäusematerial ist meist aus Kunststoff. Ohne UV-Licht Stabilität wird es sich nach kurzer Zeit im Außenbereich eingesetzt verfärben und spröde werden, evtl. auch Risse bilden. Feuchtigkeit kann durch die Kapillaren der Risse eindringen.

## Lichtfarbe LED / Farbverschiebung



Die Qualität der Lichtfarbe kann sehr gut auch ohne aufwendiges Messgerät überprüft werden, indem ein Blatt Papier das LED Licht abdeckt und ein visueller Vergleich auf Gleichmäßigkeit untereinander durchgeführt wird. In nebenstehendem Beispiel lassen sich die Farbunterschiede deutlich erkennen.

## Chip – Qualität

Die LED Chip Qualität lässt sich recht schwer auf Anhieb und gar nicht mit dem bloßen Auge erkennen. Hier hilft nur ein Dauertest bei dem der Lichtrückgang sowie Ausfälle über die Zeit aufgezeichnet wird. Ein Indiz für ein gutes Produkt ist der Herstellername des eingesetzten LED Chip, etwa SAMSUNG, OSRAM, NICHIA, CREE, EPISTAR und andere.



**Langzeittest:** Lebensdauer verschiedener Hersteller aus USA, EUROPA und ASIEN

## Hersteller Qualitäts-Zertifikate

Das gesetzlich vorgeschriebene Zertifikat in der EU ist die Konformitätserklärung und das damit verbundene CE Zeichen. Wer an den Vertrieb ins Ausland denkt sollte ebenso das UL Zertifikat in Betracht ziehen.





NP Lighting Gruppe

*Light years ahead!*

**[Ne<sup>+</sup>]**

**NP Lighting Gruppe**

*Light years ahead!*

NP Lighting Vertriebs-GmbH  
Speckgraben 19  
D-34414 Warburg  
Germany

Tel.: +49.(0)5641. 78 111 0  
Fax: +49.(0)5641. 78 111 21

<http://www.nplighting.de>  
[info@nplighting.de](mailto:info@nplighting.de)