



# Qualitätsmerkmale für LED-Leuchten

Bewerten, vergleichen, positionieren

## Warum weiß nicht gleich weiß ist

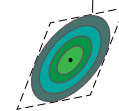
Die Lichtfarbe einer weißen (also spektral breiten) Lichtquelle wird auch heute noch über die ähnlichste Farbtemperatur ( $T_{CP}$  oder international CCT) eines „glühend heißen“ Körpers (z.B. Glühbirne) beschrieben und üblicherweise in 100 Kelvin [K] Schritten angegeben. Unser Auge ist jedoch deutlich empfindlicher, was bedeutet, dass auch bei gleicher Farbtemperaturangabe Unterschiede sichtbar sein können. Zudem ist die LED keine „thermische“ Lichtquelle mehr, sodass sich ihr Spektrum nicht auf der Lichtemissionskurve eines erhitzten Körpers befinden muss (Schwarzkörperstrahlung).



## Farborttoleranz, Binning, ANSI, MacAdam-Ellipsen

MacAdam-Ellipsen innerhalb eines ANSI-Binnings

ANSI-Binning

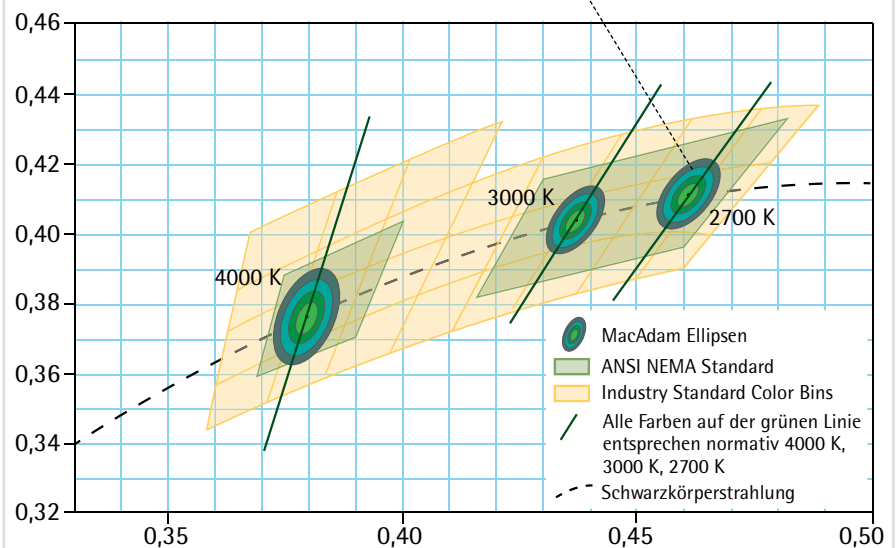


- 2 SDCM
- 3 SDCM \*
- 4 SDCM
- 5 SDCM

\* Kaum wahrnehmbare Farbunterschiede, damit für die meisten Anwendungen problemlos anwendbar.

In jedem Produktionsprozess treten Toleranzen auf - auch bei der LED. Sie betreffen u.a. Farbunterschiede und Helligkeiten. Um diese Abweichungen so zusammen zu fassen, dass diese nicht störend sind, wird die Sortierung in BIN vorgenommen, also gleichwertige LED zusammensortiert. Eine feinere Abstufung bieten die MacAdam-Ellipsen (SDCM). MacAdam 1 gilt als nicht unterscheidbarer Farbunterschied - ist aber nahezu nicht herstellbar. MacAdam 3 gilt als sehr gute Farbgleichheit.

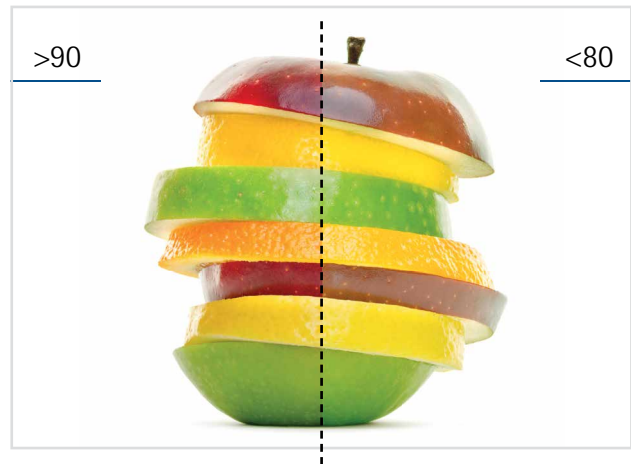
## Farbkonsistenz



## Die Farberkennung hängt vom Licht ab !

Der Farbwiedergabe-Index Ra (international CRI\*) gibt die Qualität von Kunstlichtquellen bezüglich der originalgetreuen Wiedergabe von Farben an. 100 ist der bestmögliche Wert und wird z.B. von Sonnenlicht erreicht. Bei Werten von >90 spricht man von sehr guter Farbwiedergabe, bei Werten >80 von guter Farbwiedergabe. Werte, die deutlich darunter liegen, erschweren immer mehr die Farberkennung und sollten daher nur in besonderen Fällen eingesetzt werden. Regiolux LED-Leuchten haben mindestens einen Ra/CRI-Wert von >80.

\*CRI = Colour Rendering Index



## Lebensdauer $L_x B_Y$ [h]

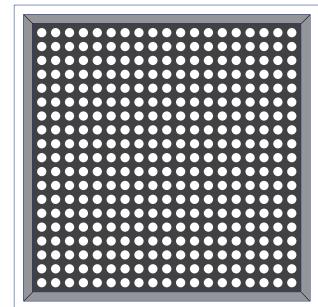
Alle Lebensdauerangaben beziehen sich ausschließlich auf die LED.

### Lichtstrom-Rückgang auf z.B 70% ( $L_{70}$ )

Alle Leuchtmittel verlieren mit der Zeit an Leuchtkraft. Diese Degradation kann bei LED-Leuchten unterschiedliche Erscheinungsformen haben: Die Leuchte kann insgesamt dunkler werden, es können einzelne LEDs oder ganze LED-Module/Sektionen ausfallen. Ein Komplettausfall der gesamten Leuchte ist sehr selten und wird nicht vom L-Wert erfasst.

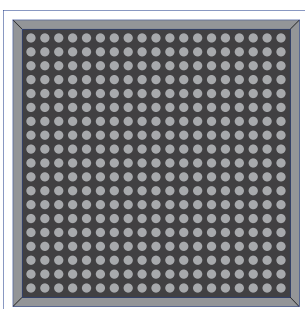
Je höher der L-Wert, desto geringer der Lichtstromrückgang und umso weniger wird sich die Optik augenfällig verändern.

$L_{100}$  = 100% des Ausgangslichtstroms

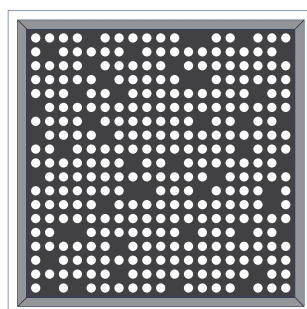


Mögliche Erscheinungsformen der Degradation

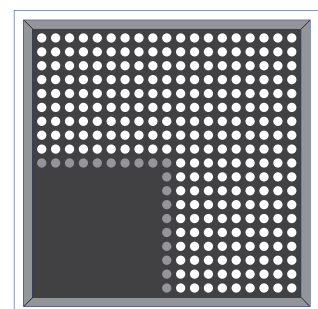
$L_{70}$  = 70% des Ausgangslichtstroms



Einheitlicher Rückgang des Lichtstroms



Ausfall einzelner LEDs



Ausfall ganzer LED-Module/Sektionen

## Die Kombination macht den Unterschied

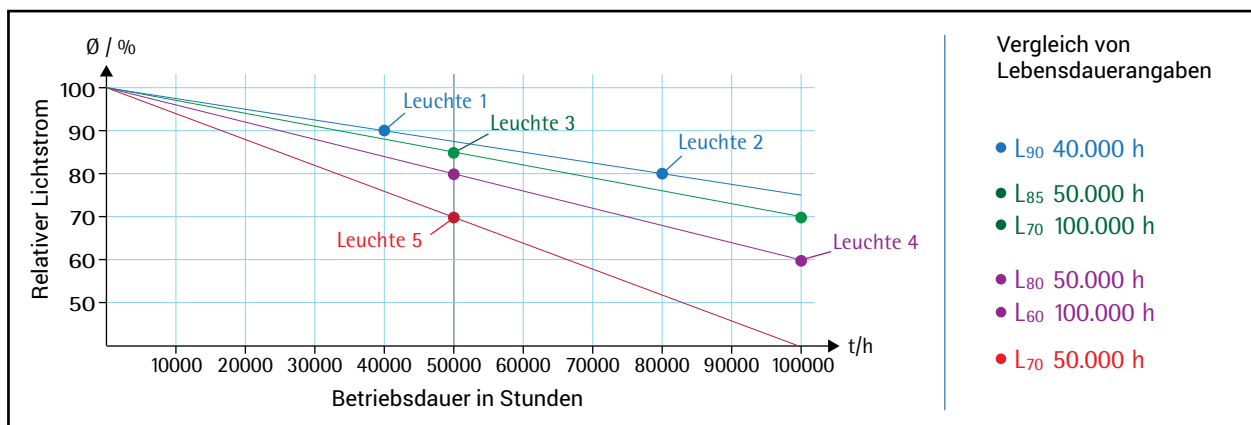
Schwierig bei den Angaben zur Lebensdauer ist, dass diese nicht unabhängig voneinander beurteilt werden können. Denn natürlich ist eine lange mittlere Bemessungslebensdauer

in (h) besser als eine kurze, aber ein niedriger L-Wert kann auf Dauer auch ein schlechteres Beleuchtungsniveau mit sich bringen.

## Können Sie auf Anhieb sagen, welche LED die besten Lebensdauerwerte hat?

- Leuchte 1: L<sub>90</sub> 40.000 h
- Leuchte 2: L<sub>80</sub> 80.000 h
- Leuchte 3: L<sub>85</sub> 50.000 h
- Leuchte 4: L<sub>60</sub> 100.000 h
- Leuchte 5: L<sub>70</sub> 50.000 h

Zeichnet man die Werte in ein Koordinatensystem ein und verbindet die Punkte mit 100% zum Zeitpunkt 0 h, dann ist plötzlich alles ganz einfach.



Leuchte 1 + 2 sind trotz unterschiedlicher Angaben gleich gut und die besten in diesem Beispiel. Die Leuchte 3 ist, wie zu vermuten war, etwas schlechter als 1 + 2 aber deutlich besser als Leuchte 4. Die Leuchte 5 hat in unserem Beispiel die schlechtesten Lebensdauerwerte.

Regiolum bietet mehrheitlich Leuchten mit dem sehr guten Wert L<sub>85</sub> 50.000 h an.

## Wozu braucht man den B-Wert und warum wird er nicht immer angegeben?

Der B-Wert [%] bestimmt den Anteil der Leuchten, die den Degradationswert L<sub>x</sub> unterschreiten.

Zum Beispiel zeigt der B-Wert bei L<sub>80</sub> B<sub>10</sub> auf, dass maximal 10% der Leuchten schlechtere

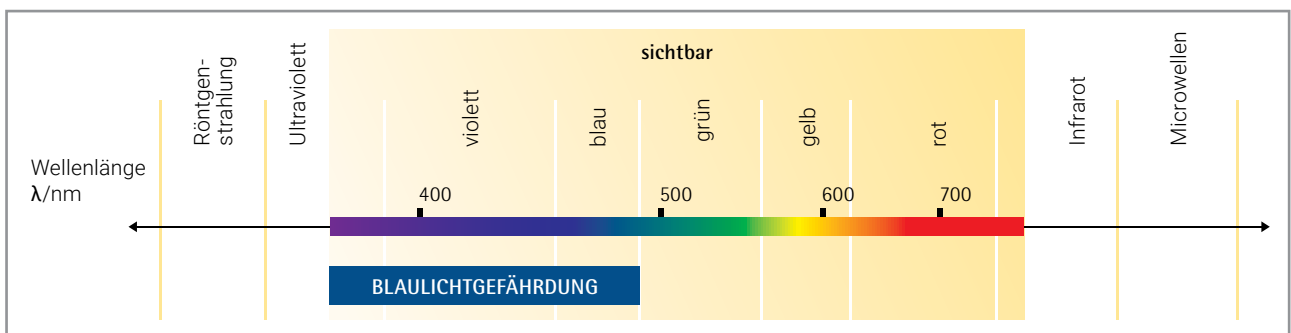
Werte aufweisen als der angegebene L-Wert. Im Umkehrschluss weisen mehr als 90% der Leuchten einen höheren Wert als der angegebene L-Wert (hier 80%) auf. Wird lediglich der L-Wert ohne B-Wert angegeben, so ist der B-Wert mit 50% definiert.

# Photobiologische Sicherheit

## Photobiologische Sicherheit - Was ist das?

Die Photobiologische Sicherheit gem. DIN EN 62471 betrachtet UV-, sichtbare- und Infrarot-Strahlung von Lampen und Leuchten. Das Hauptaugenmerk liegt hierbei auf Haut- und Augenschädigung, weil diese Strahlungen nicht tief in den Körper eindringen. UV- und IR-Strahlung werden bereits von den äußeren Gewebeschichten u.a. der Linse im Auge absorbiert.

Anders ist es beim sichtbaren Licht, dass bis zur Netzhaut vordringt. Das Gefährdungspotential nimmt dabei mit der Wellenlänge des Lichts und der Entfernung im Quadrat ab. Also doppelter Abstand bedeutet nur noch ein Viertel der Gefährdung und rotes Licht ist unkritischer als blaues (Blaulichtgefährdung).



## Welches Risiko verbirgt sich hinter der Blaulichtgefährdung?

Blaues Licht kann in das Auge eindringen und die Netzhaut schädigen. Kleine Lichtquellen sind bei gleicher Lichtmenge kritischer als große, homogen leuchtende Flächen. Dies ist erstmal unabhängig vom Abstand zur Lichtquelle. Erst bei großen Abständen reduziert sich die Gefahr, da durch ständige kleine, unwillkürliche Augenbewegungen die Lichtquelle sich etwas größer im Auge darstellt.

Die Norm für Photobiologische Sicherheit DIN EN 62471 unterscheidet in 4 Risikogruppen (RG).

- **Freie Gruppe (Risikogruppe 0 - RG 0)**  
Die Leuchte stellt keine photobiologische Gefährdung dar.
- **Geringes Risiko (Risikogruppe 1 - RG 1)**  
Die Leuchte stellt aufgrund von normalen Verhalten des Nutzers im Gebrauch keine Gefährdung dar.
- **Mittleres Risiko (Risikogruppe 2 - RG 2)**  
Die Leuchte stellt aufgrund von Abwend-Reaktionen von hellen Lichtquellen oder durch thermisches Unbehagen keine Gefährdung dar.
- **Hohes Risiko (Risikogruppe 3 - RG 3)**  
Die Leuchte stellt sogar für flüchtige oder kurzzeitige Bestrahlung eine Gefährdung dar.

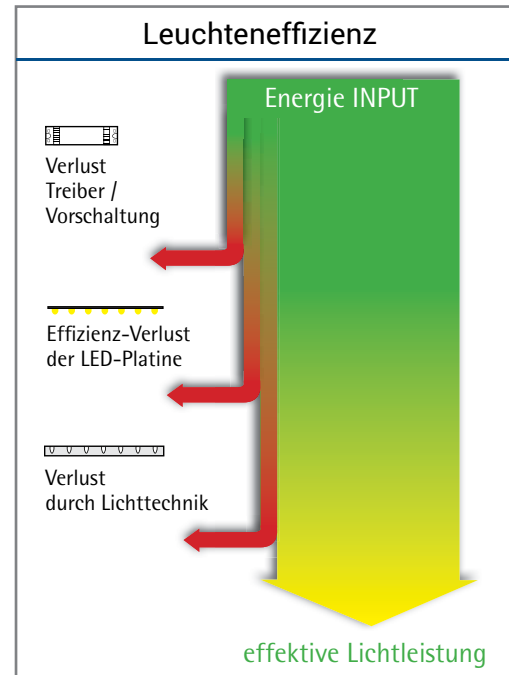
Von RG0 und RG1 geht beim normalen Verhalten des Nutzers keine Gefahr aus. Eine Kennzeichnung ist nicht erforderlich. Für LED-Leuchten, die RG2 erreichen, muß eine Angabe zur Entfernung vorhanden sein, ab der die RG1 erreicht wird. Zusätzlich müssen diese Leuchten mit einem Symbol\* gekennzeichnet werden.

\* **Symbol:**  
Nicht in die Lichtquelle/  
Leuchte starren!



## Gibt es einen Unterschied zwischen LED- und Leuchteneffizienz?

Es scheint nur eine Kleinigkeit zu sein, aber es ist wichtig, hier auf die Details zu achten. Lichtstrom, Leistungsaufnahme und Lichtausbeute (Effizienz) können für das Leuchtmittel LED oder für eine komplette LED-Leuchte angegeben werden. Alle drei Werte sind deutlich besser, wenn diese sich „nur“ auf die LED beziehen. In diesem Fall spricht man auch vom Bruttolichtstrom und der Lampenlichtausbeute. Für die Praxis sind allerdings Nettowerte wie Leuchtenlichtstrom und Leuchtenlichtausbeute interessant. Hierbei sind die Anschlusswerte der Treiber sowie der Einfluss der Lichtlenker bereits berücksichtigt. Zusätzlich ist hier auch das Temperaturmanagement von entscheidender Bedeutung. Um die LED innerhalb einer Leuchte möglichst effizient zu betreiben, sind entsprechende Maßnahmen zur Wärmeableitung unabdingbar.



### Merkmale zur qualitativen Beurteilung von LED-Leuchten

Leuchtenleistung:	$P_{\text{SYS}}$ [W]
Leuchten-Lichtstrom:	$\Phi$ [lm]
Leuchten-Lichtausbeute:	$\eta$ [lm/W]
Farbwiedergabe:	CRI oder Ra (mind. oder $\geq$ )
Ähnlichste Farbtemperatur:	CCT oder $T_{\text{CP}}$ [K]
Farbortoleranz (Anfangswert):	Anzahl SDCM oder MacAdam-Ellipsen
Mittlere Bemessungslebensdauer Lx By:	50000 [h] L80 B10 (wenn kein B-Wert angegeben ist, gilt: B50)
Umgebungstemperatur für Bemessungslebensdauer:	$T_q$ [°C] (wenn kein Wert angegeben ist, gilt: $T_q=25^\circ\text{C}$ )
Lichtstärkeverteilung	LDT oder IES-Datei
Risikogruppe RG:	RG (wenn kein Wert angegeben ist, gilt RG0 oder RG1)

### Bildindex

Seite	1	Olivier Le Moal · Fotolia
	2	elizalebedewa · Fotolia
	3	eyeQ · Fotolia

Regiolux



**REGIOLUX**  
Made in Germany

Regiolux GmbH  
Hellinger Straße 3  
D 97486 Königsberg  
T +49 9525 89 0  
F +49 9525 89 7  
info@regiolux.de  
www.regiolux.de

