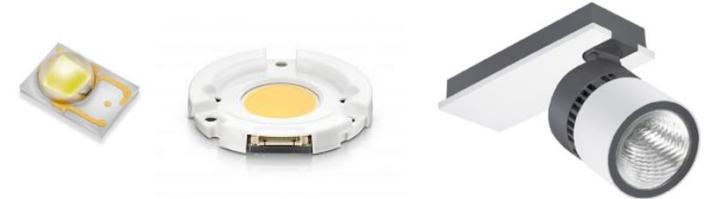
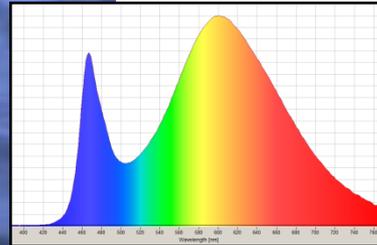
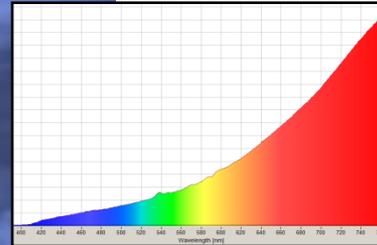




# LED & OLED 2013



Online-Schulung  
Stand 09/2013, Änderungen vorbehalten



# Hallo ich bin Kerstin und Trainerin bei Philips!



Ich werde Ihnen nun in 30 Minuten alles Wissenswerte über LEDs und organische LEDs (OLEDs) vermitteln.



Hinterher können Sie an unserem Gewinnspiel teilnehmen. Alle Fakten, die für das Gewinnspiel relevant sind, habe ich mit einem ★ markiert, alle wichtigen Dateien zum Herunterladen mit einem 😊.



# LED-Beleuchtung

LEDs bieten Ihnen neue Geschäftspotenziale in bekannten und neuen Lichtanwendungen.



Darauf möchte ich Sie mit dieser Online-Schulung vorbereiten.....



# Warum LEDs?

## *Vorteile im Überblick*



### **Lichtgestaltung**

- sehr kleine (Weiß-)Lichtquellen
  - sehr große Farbsättigungen
  - Farbdynamik & Farbtemperaturdynamik
- Aufmerksamkeit durch neuartige Lichteffekte



### **Technik**

- hohe Lebensdauer
  - extrem hohe Energieeffizienz bei farbigem Licht
  - sehr hohe Energieeffizienz bei weißem Licht
  - UV-freies Licht (geringes Ausbleichrisiko)
  - kaum Wärmestrahlung im Lichtkegel
  - dimmbar & kein Anlaufverhalten
- verbesserte Lichtlösungen bei geringen Betriebskosten



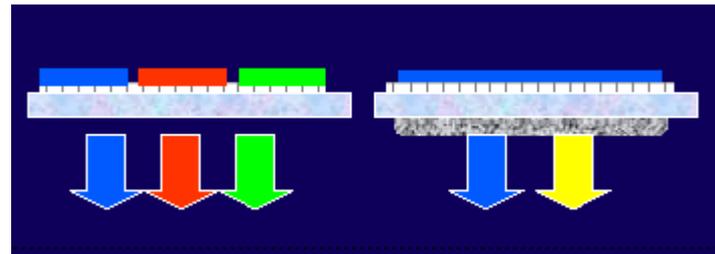
# LEDs

## Die 10 technischen Prinzipien



So.....jetzt schauen wir uns mal gemeinsam an, was Sie über LED-Technik für ihre LED-Applikationen wissen sollten.

Ich werde versuchen, Ihnen die Technik sehr einfach zu erklären – anhand von **10 Prinzipien**.



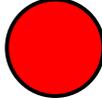
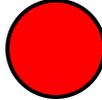
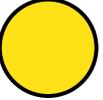


# Prinzip 1 - Lichtfarben

## LED-Chipklassen



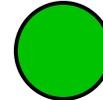
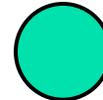
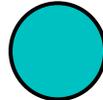
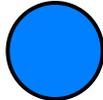
Es gibt zwei grundlegende LED-Chipklassen, eine für die “warmen”, eine für die “kalten” LED-Farben.

Typenklasse 1			
			
626 nm Rot	615 nm Rotorange	605 nm Orange	590 nm Amber

**Material:**

Aluminium-Indium-Galliumphosphid

**(AlInGaP)**

Typenklasse 2			
			
525 nm Grün	505 nm Blaugrün	495 nm Türkis	450 nm Blau

**Material:**

Indium-Galliumnitrid

**(InGaN)**

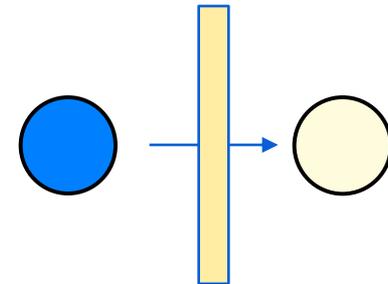


## Prinzip 2 – Weiße LEDs

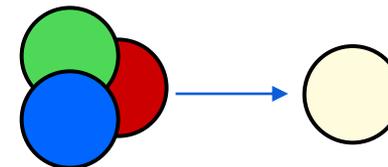
### *Teil-Umwandlung und Mischung*

Weiße LEDs fertigt man aus **blauen LEDs** mit **Leuchtstoffbeschichtung**. Bei dynamischem, farbigem LED-Licht wird das Licht roter, blauer und grüner LEDs (**RGB**) gemischt. Warmweiße und kaltweiße LEDs kombiniert man bei dynamischem Weißlicht (**WW/CW**).

**Teil-Umwandlung** des Lichts blauer LEDs durch Leuchtstoffe („Konversions-LEDs“)



**Mischung** des Lichts von roten, grünen und blauen LEDs („RGB-Prinzip“)



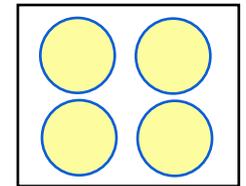


# Prinzip 2 – Weiße LEDs

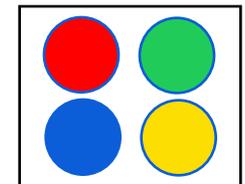
## Meine Tipps



Achten Sie bei weißen LEDs auf eine sehr gute Farbwiedergabe ( $R_a > 80$ ). Diese ist nur bei den beschichteten blauen LEDs machbar.



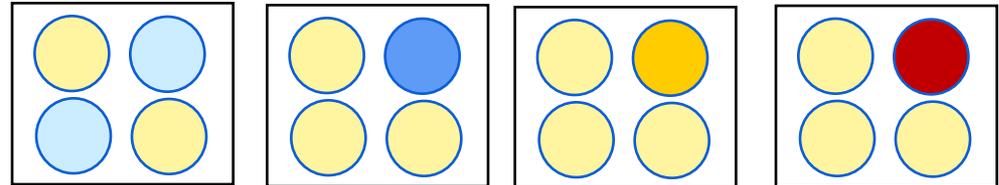
RGB- bzw. RGBA-Farbmischung eignet sich nur für die Farbdynamik. Die Farbwiedergabe ist nur mäßig und der Weißpunkt ist über längere Zeit nicht stabil einstellbar (Alterung, Temperaturschwankungen etc.)





# Prinzip 2 – Weiße LEDs

## Farbtemperatur-Dynamik



Wenn der Farbort von weißem Licht veränderbar gesteuert werden soll, so mischt man:

- a) warmweiße und kaltweiße LEDs (WW/CW)
- b) weiße LEDs und blaue LEDs
- c) weiße LEDs und gelbe (amber) LEDs
- d) weiße LEDs und rote LEDs

Dadurch kann permanent eine sehr gute Farbwiedergabe ( $R_a > 80$ ) des Lichts erreicht werden.

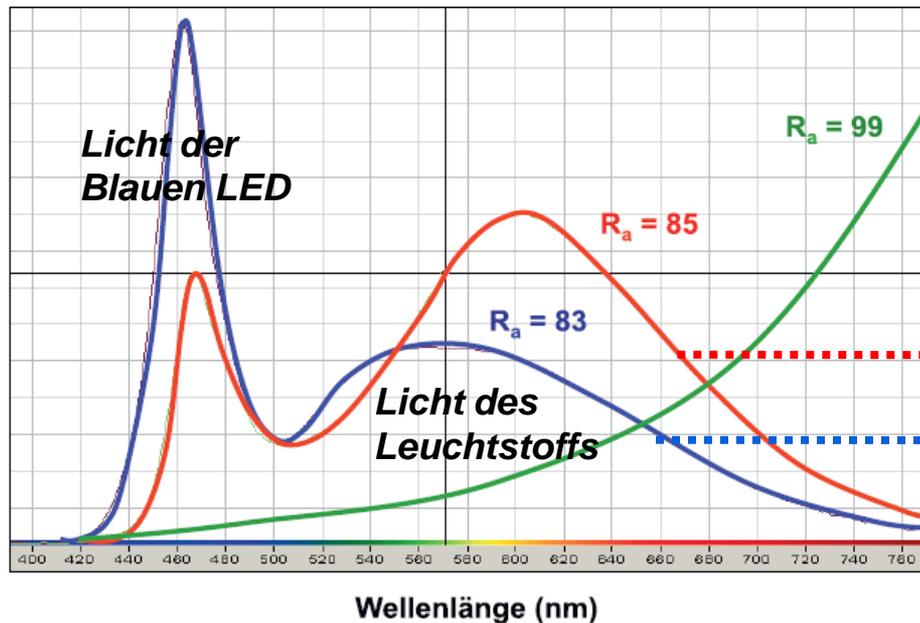


# Prinzip 2 – Weiße LEDs

## Konversions-LEDs

Die **Farbwiedergabe ( $R_a$ -Wert)** und die **Farbtemperatur** von Konversions-LEDs wird technisch über die Zusammensetzung und Dicke der Leuchtstoffschicht festgelegt.

relative Strahlungsintensität    — LED 3000 K    — LED 5500 K    — Glühlampe 2700 K



Übrigens...

Die Lichtfarbe 930 bedeutet:  
 Farbwiedergabe  $R_a \geq 90$   
 Farbtemperatur 3000 K

Lichtfarbe 830

Lichtfarbe 855



# Prinzip 2 – Weiße LEDs

*750-930 - Regel*



Kaltes Licht geringer Farbwiedergabe (Typ 750) ist ca. 20% energieeffizienter als warmes Licht hoher Farbwiedergabe (Typ 930).

## **Mein Tipp:**

Prüfen Sie immer genau, wie warm die Lichtfarbe und wie hoch die Farbwiedergabe wirklich sein müssen. Dabei helfen Ihnen die Normen der Innen- (EN 12464) und Außenbeleuchtung (EN 13201). Dieser Rat gilt übrigens nicht nur für LED-Licht sondern für alle Lichtplanungen.



# Prinzip 2 – Weiße LEDs

## Effizienz

- Austauschlampen\*: bis 80 lm/W (830)
- Linearstrahler: bis 75 lm/W (830)
- Scheinwerfer: bis 75 lm/W (830)
- Downlights: bis 75 lm/W (830)
- Lichtbänder: bis 120 lm/W (840)
- Straßenleuchten: bis 135 lm/W (740)



\*Lampenlichtausbeute, sonst immer Leuchtenlichtausbeute

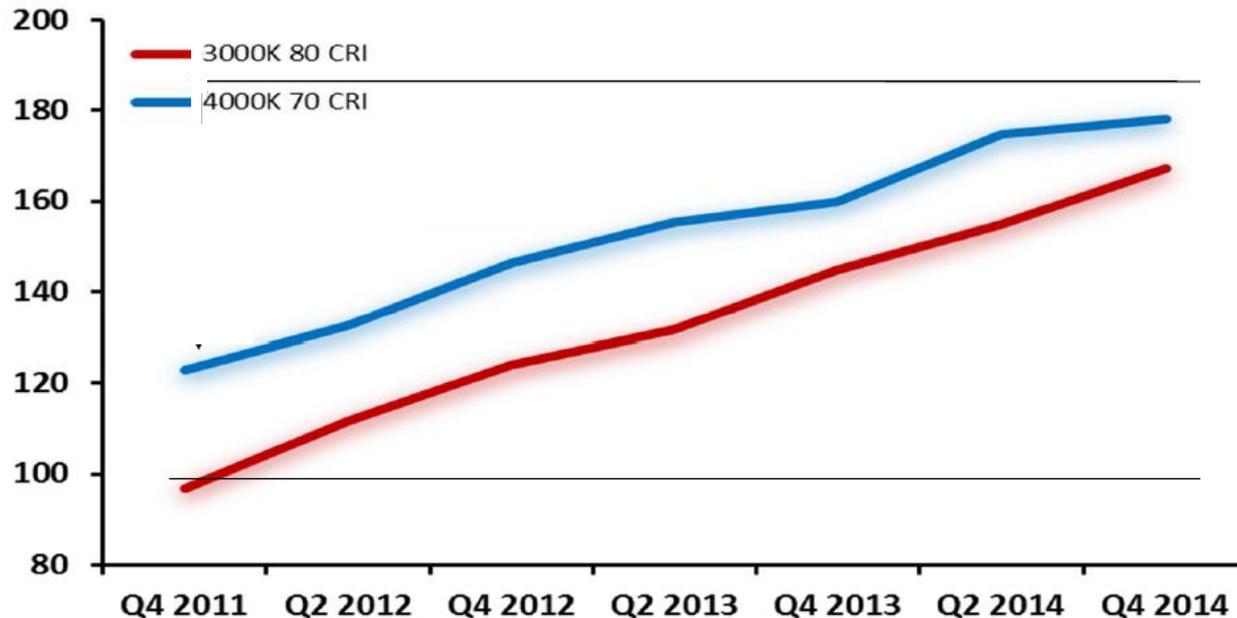


# Prinzip 2 – Weiße LEDs

## Prognose

Die maximale Lichtausbeute einer LED-Leuchte der Farbklasse 740 wird bis 2015 160 lm/W betragen (Außenbeleuchtung). Für die Farbklasse 830 sind Maximalwerte von 130 lm/W prognostiziert (Innenbeleuchtung).

lm/W



Quelle:  
Lumileds 2012



# Prinzip 2 – Weiße LEDs

## *Remote-Leuchtstoff-Technik*



Bei der Remote-Leuchtstoff-Technik wird die Konversionsschicht vom blauen Chip separiert, um die Wärmebelastung des Chips zu verringern (Wirkungsgradsteigerung bis zu 15%).



Maximale Belastung  
der Leuchtstoffplatten:

Kunststoffplatten  
70 lm/cm<sup>2</sup>

Glasplatten  
100 lm/cm<sup>2</sup>

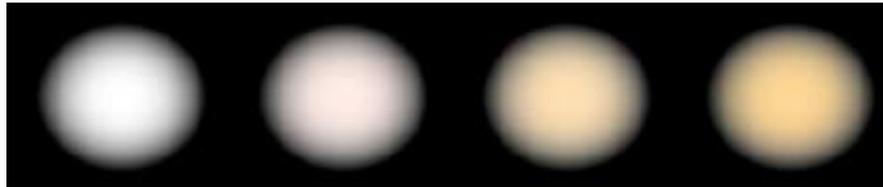


# Prinzip 3 – Das „Binning“

## Definition



Das Verfahren der Farbklassenbildung in der LED-Produktion wird *binning* genannt. Bei Philips-LEDs weist eine LED-Farbklasse, z.B. 932 ( $R_a = 90$ , 3200K), keine sichtbaren Farbunterschiede auf („Optibin“).



Klasse  
6500K

Klasse  
4500K

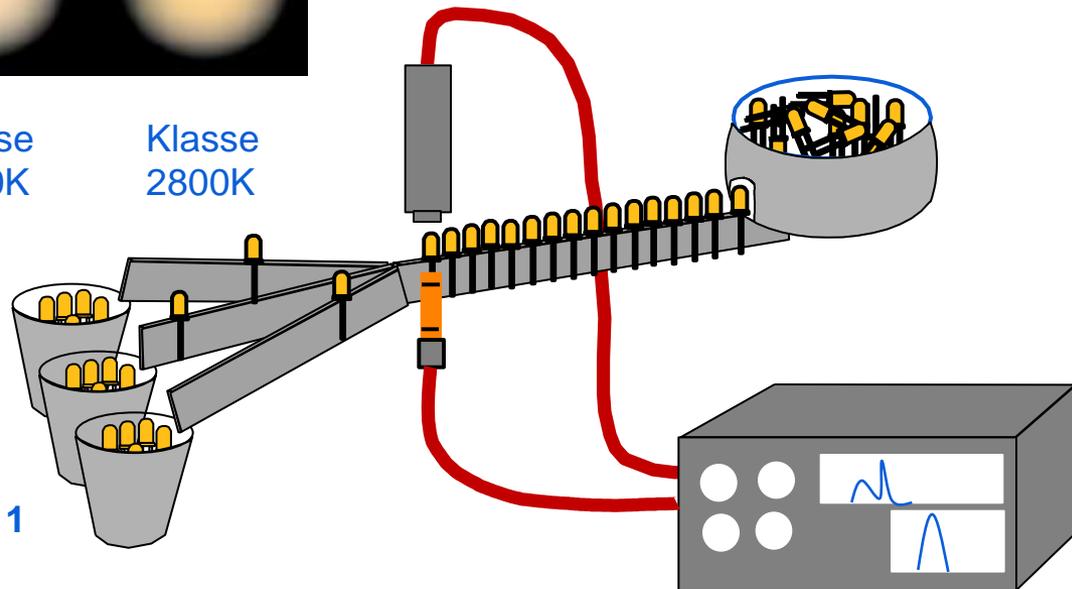
Klasse  
3200K

Klasse  
2800K

bin 3

bin 2

bin 1

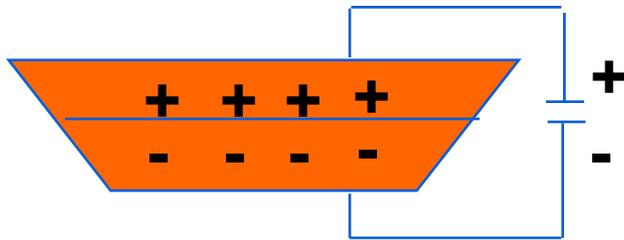






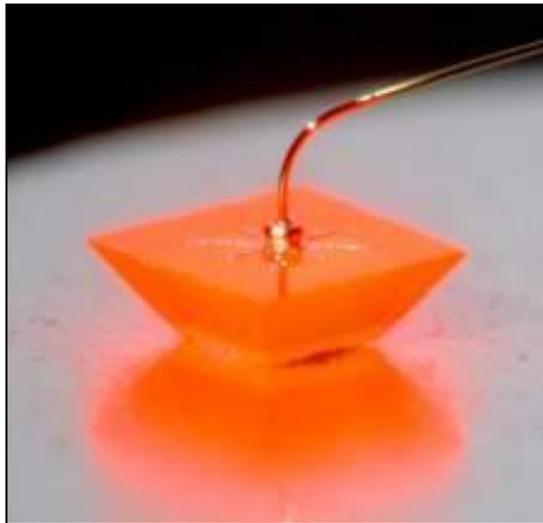
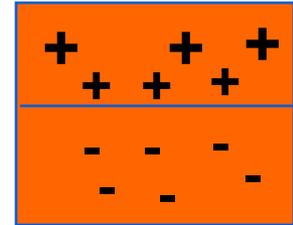
# Prinzip 4 – Die Lichterzeugung

## Prozess



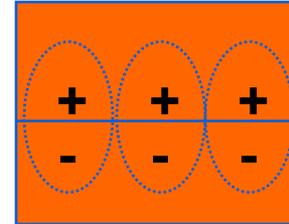
**a**

Kristall-Aufladung durch Spannungsquelle



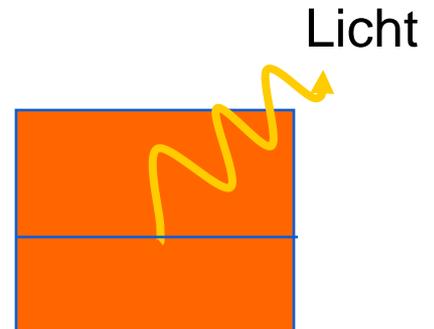
**b**

Paarung von + und -



**c**

Neutralisation von + und -  
(Neutralisationsenergie = Licht)



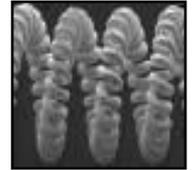


# Prinzip 4 – Die Lichterzeugung

## Prozess

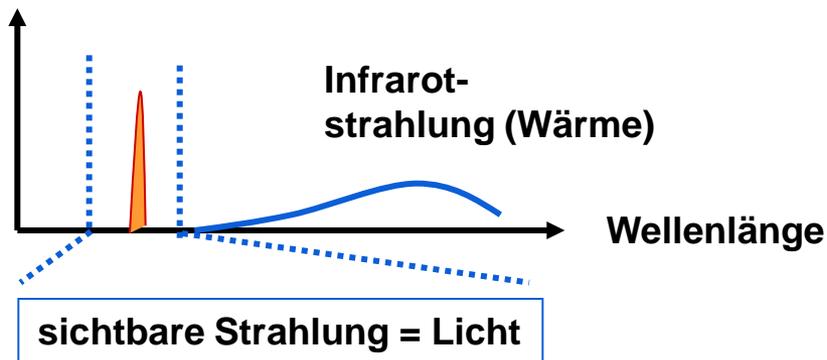


1. In der Glühlampe erwärmen Elektronen die Wendel.
2. In der LED gibt es neben den negativen Elektronen noch positive Ladungen. Diese gegensätzlichen Ladungen (+,-) erzeugen bei ihrer Neutralisation Licht und Wärme.



LED – Energiebilanz:  $\approx 20-50\%$  Licht &  $50-80\%$  Wärme\*

Strahlungs-  
intensität



\* Bei den niedrigen Oberflächentemperaturen gibt es kaum Wärmestrahlung (IR-Strahlung). Die Wärme muss daher über Kühlkörper abgeleitet werden.

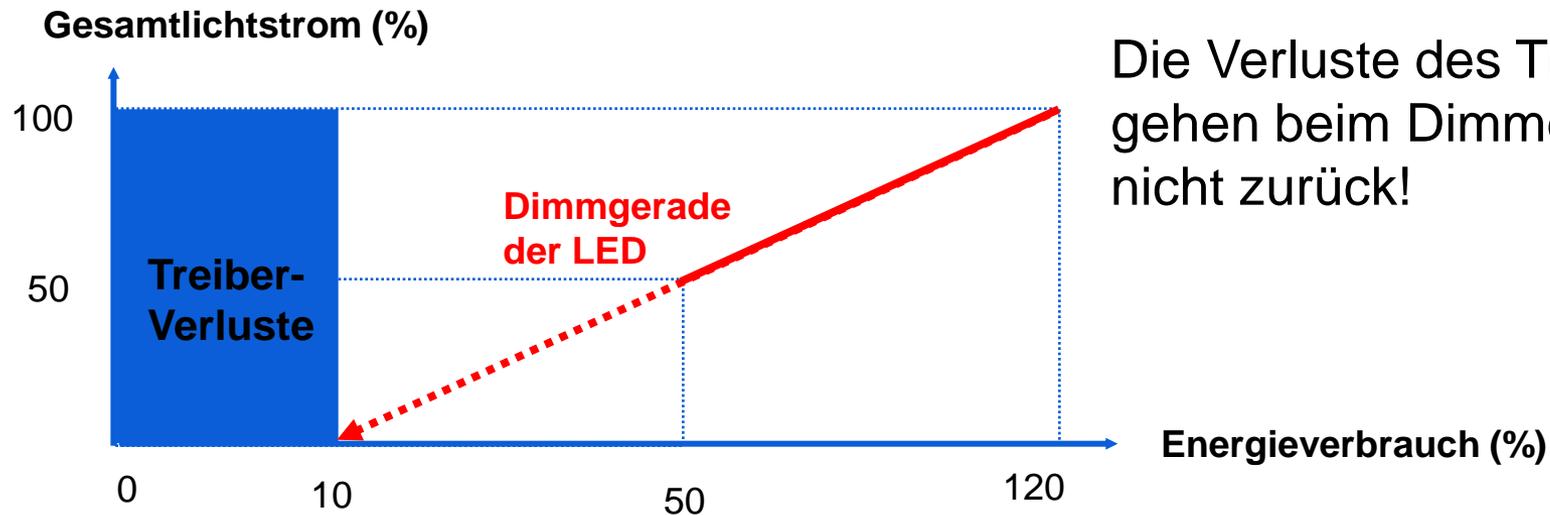


# Prinzip 5 – Dimmung von LEDs

*Von 100% auf 0%*



LEDs können von 100% bis auf 0% Lichtstrom gedimmt werden; Lichtstrom und aufgenommene Leistung sinken dabei etwa linear ab. Gleichzeitig verlängert sich die Lebensdauer und der Lichtstromrückgang über die Betriebszeit wird geringer.



Die Verluste des Treibers gehen beim Dimmen meist nicht zurück!



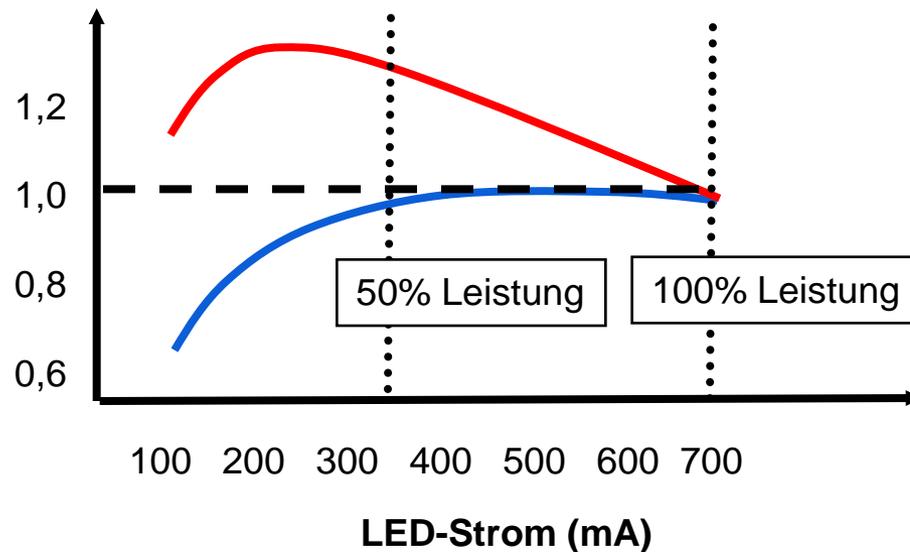
# Prinzip 5 – Dimmung von LEDs

## *Stromreduktion und Puls-Weitenmodulation*



Eine Dimmung durch **Stromreduktion** ist 10 - 20% energieeffizienter als die **Puls-Weitenmodulation (PWM)**, die die LEDs schnell ein- und ausschaltet. Letztere liefert aber reproduzierbarere Lichtstromniveaus, was in der Praxis oft wichtiger ist.

relative Lichtstromeffizienz (Fortimo-Modul)



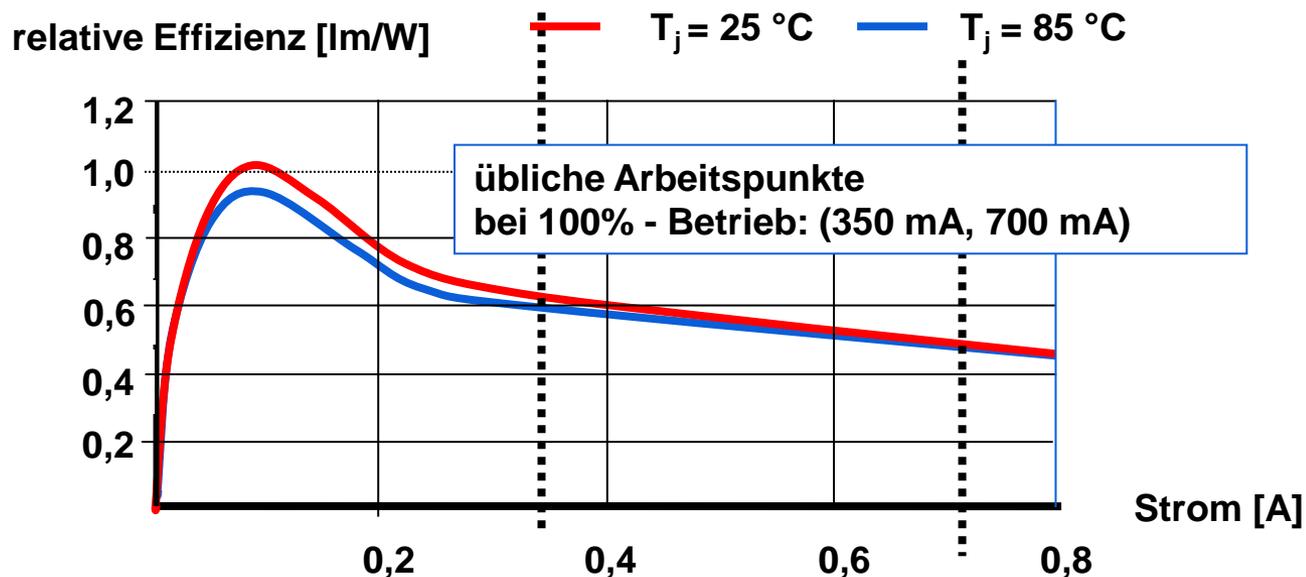
Stromreduktion  
PWM-Dimming



# Prinzip 5 – Dimmung von LEDs

## Stromreduktion

Bei der Stromreduktion sinkt nicht nur die Temperatur sondern auch die **Ladungsträgerdichte im Chip**, das verbessert die Effizienz deutlich.



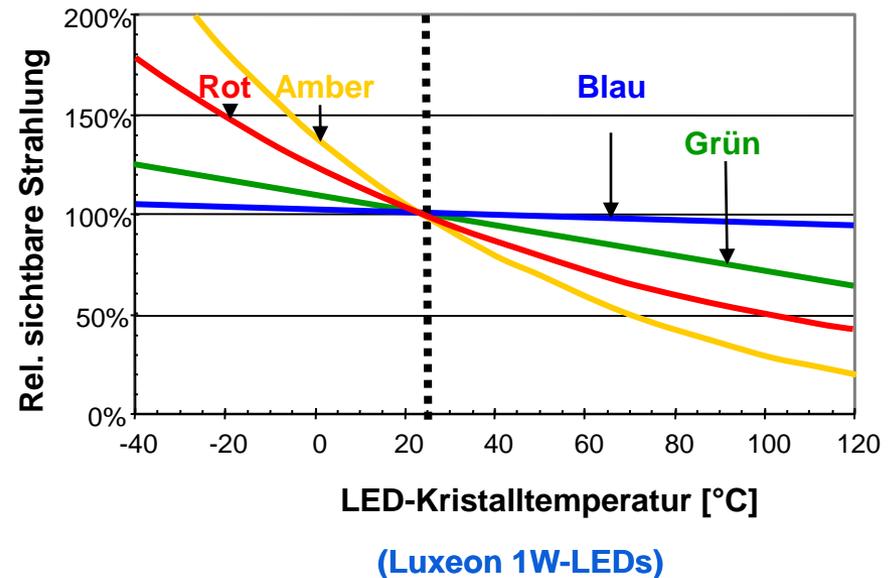
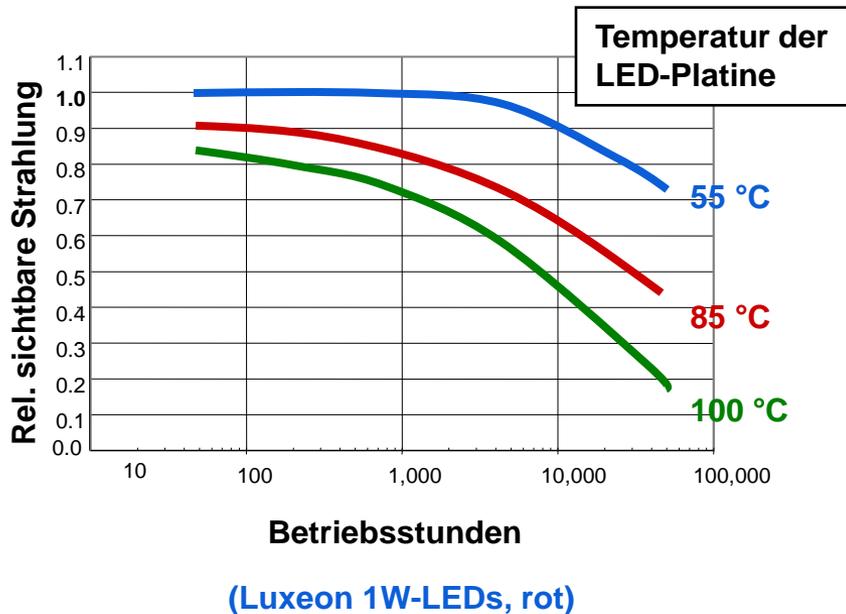


# Prinzip 6 – Das Temperaturverhalten

*Abhängigkeiten und Temperaturempfindlichkeit*



Je heißer der LED-Chip, desto geringer der Lichtstrom und desto geringer der Restlichtstrom.



**Temperaturempfindlichkeit: Amber > Rot > Grün > Blau ≈ Weiß**



# Prinzip 6 – Das Temperaturverhalten

## Faustregel

Faustregel: In einer Applikation liefert eine LED-Leuchte etwa **30-40 % weniger Licht** als der bei 25°C vermessene LED-Chip.

LED



Treiber



Optik



Thermisches Verhalten



90%

85%

80% (105°C)

100 lm/W



71 lm/W

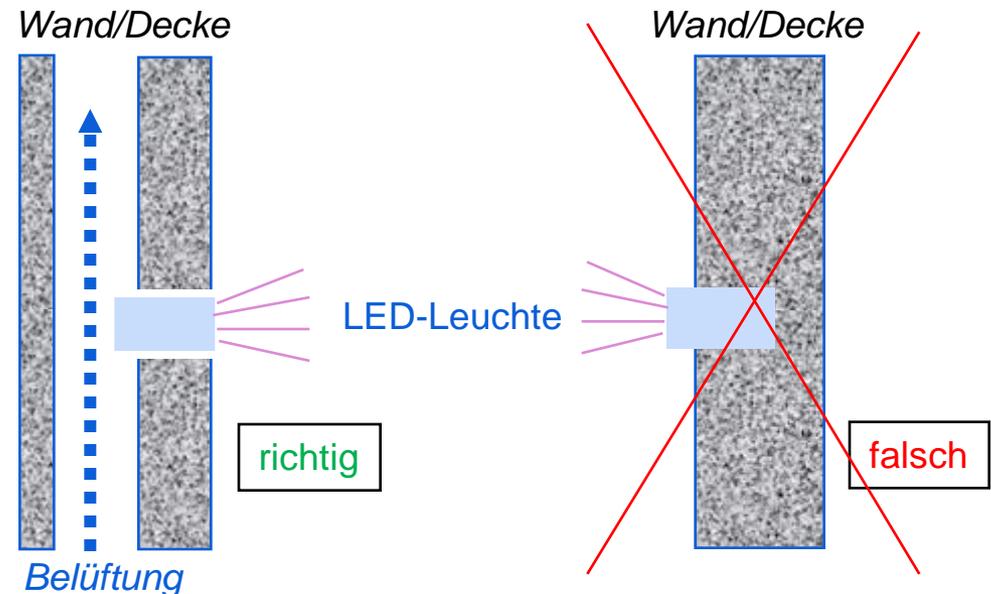


# Das Temperaturverhalten

*Insbesondere für Hochleistungs-LEDs ab 1 W gilt...*



... LED-Module benötigen einen ausreichend großen Kühlkörper, z.B. aus Aluminium. Dieser muss beim Einbau gut hinterlüftet sein! Das ist bei LEDs genau so wichtig, wie bei Halogen-Kaltlichtlampen!



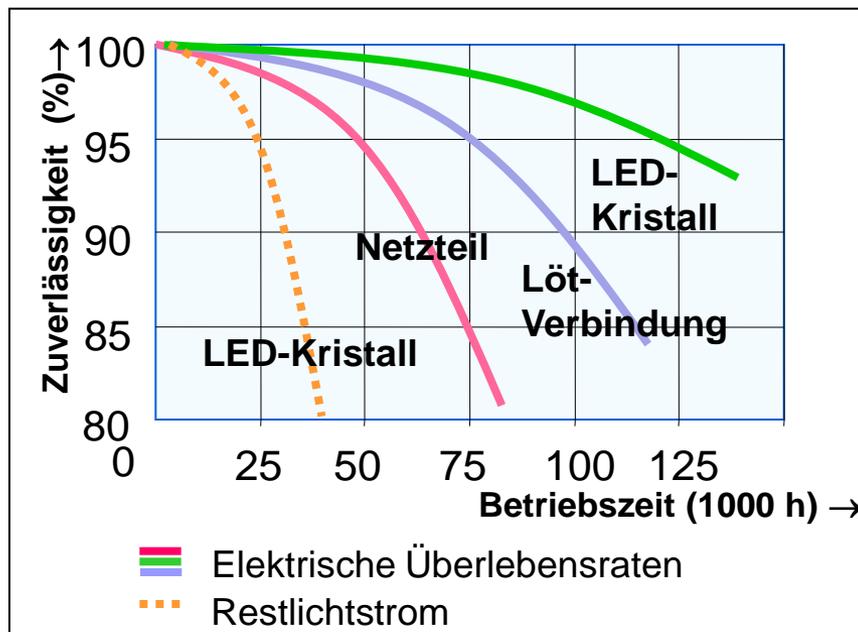


# Prinzip 7 – Die Lebensdauer

## L70B50-Wert



Die von Herstellern angegebene Lebensdauer von LED-Systemen beträgt heute meist zwischen 25.000 und 100.000 Stunden. Gemeint ist damit das Zeitintervall, innerhalb dessen die LEDs im Mittel noch 70% Restlichtstrom liefern (**L70B50-Wert**).



Übrigens:

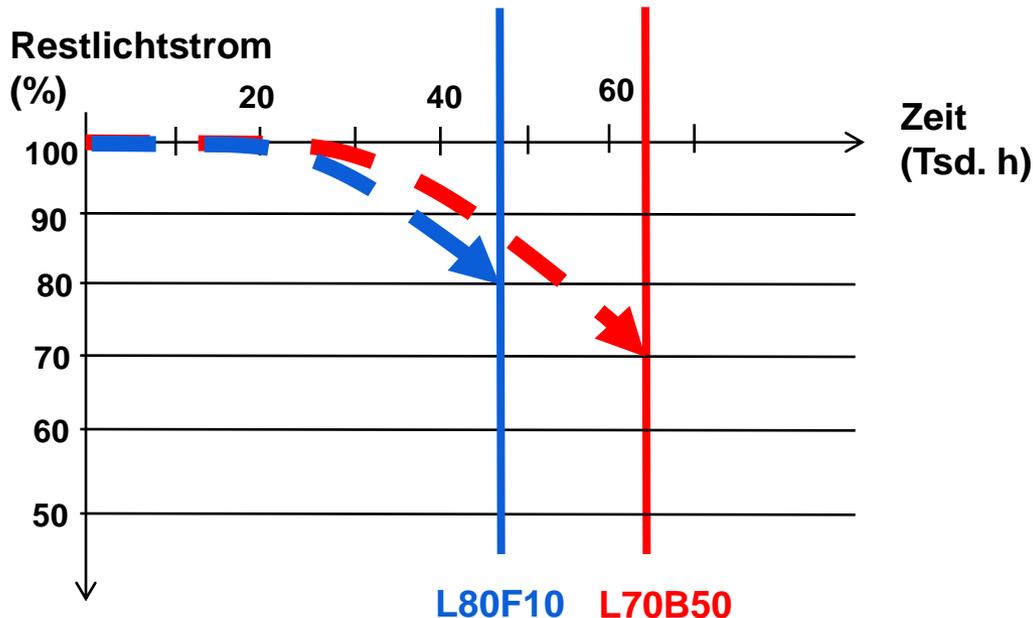
Technisch werden LED-Ausfälle und LED-Lichtstromrückgänge bis 6.000 Betriebsstunden von den LED-Herstellern vermessen (LM80-Wert). Der L70B50-Wert wird dann daraus von den Leuchtenbauern intelligent abgeschätzt.



# Prinzip 7 – Die Lebensdauer

## L80F10-Wert

Die **L70B50**-Lebensdauer gibt an, nach welchem Zeitintervall alle funktionsfähigen LEDs im Mittel noch 70% Restlichtstrom liefern.  
Die neuere **L80F10**-Lebensdauer beschreibt, nach welchem Zeitintervall 90% aller LED-Lichtpunkte noch 80% Restlichtstrom liefern.  
LED- und Systemausfälle werden bei L80F10 also mitgezählt!



### Achtung !

Die L80F10-Lebensdauer ist immer deutlich kürzer als die L70B50-Lebensdauer. Die LED-Anlage liefert am „Lebens-dauerende“ aber viel mehr Licht !

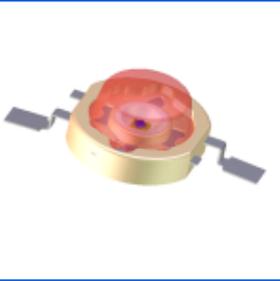
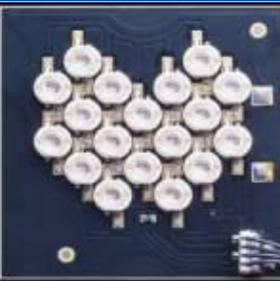


# Prinzip 8 – LED-Klassifizierung

*Level 0 – Level 4*



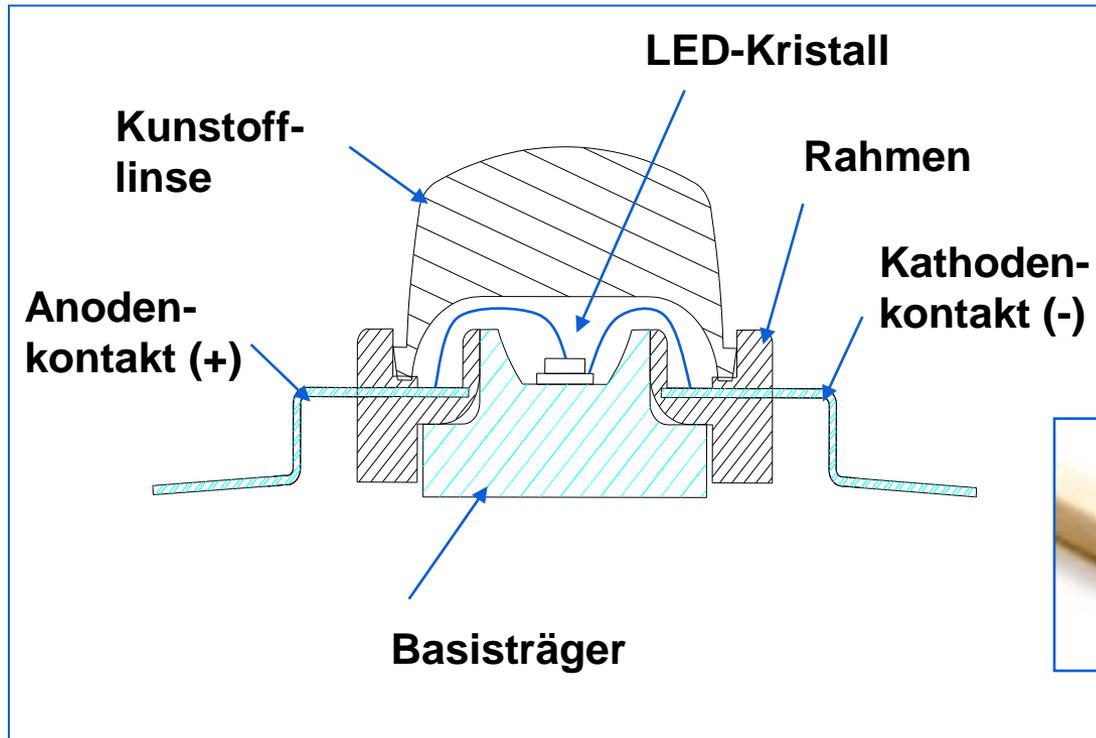
Für LEDs gibt es eine Level-Klassifizierung (engl.: level = Ebene).  
 Das Level erhöht sich, je mehr um den Kristall herumgebaut ist  
 – bis hin zur fertigen LED-Leuchte.

				
<b>Level 0</b>	<b>Level 1</b>	<b>Level 2</b>	<b>Level 3</b>	<b>Level 4</b>
<b>LED-Kristall</b>	<b>LED-Lampe</b>	<b>LEDs auf Leiterplatte</b>	<b>Level 2 mit Optik und Treiber</b>	<b>Komplette Leuchte</b>



# Prinzip 8 – LED-Klassifizierung

## Aufbau der LED-Lampe (Level 1)



**Größenvergleich**

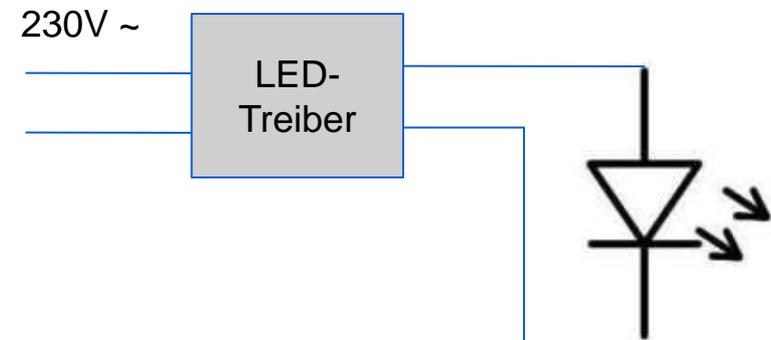
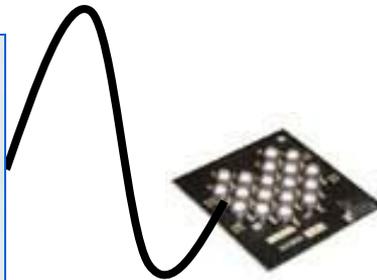


# Prinzip 9 – Ansteuerung von LEDs

## Gleichstrom



LEDs werden bei **2-5 V konstantem Gleichstrom** betrieben.  
Für LED-Anlagen mit Dimmung/Farbvariation werden zusätzliche Steuerungsmodule eingesetzt, die mit digitalen DALI- oder DMX-Signalen arbeiten.



Achtung: LEDs dürfen niemals umgepolt werden,  
sonst wird der Kristall beschädigt !

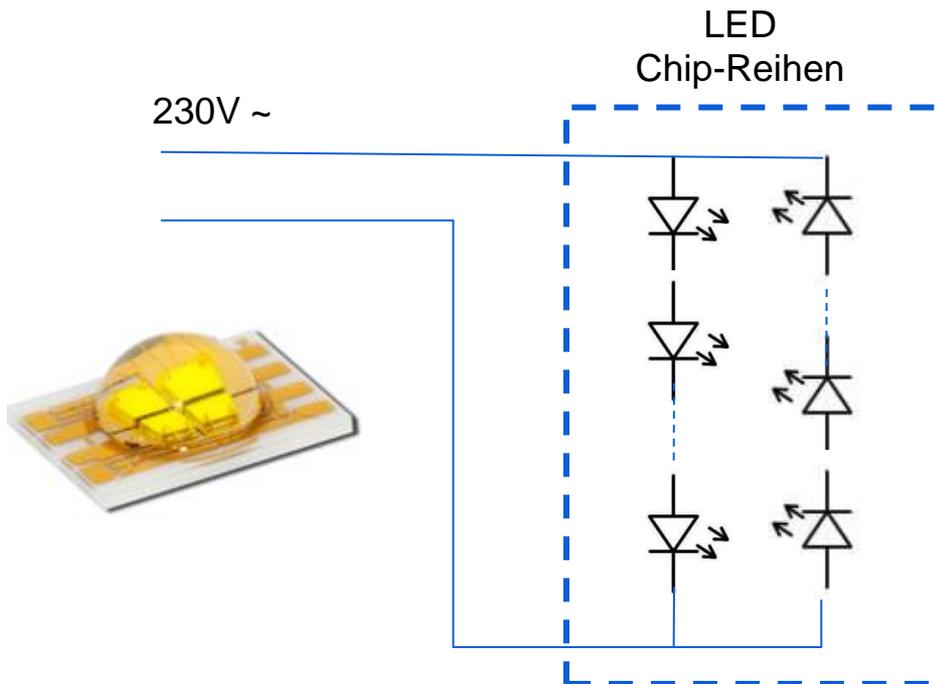




# Prinzip 9 – Ansteuerung von LEDs

## Wechselstrom

Bei kleinen LED-Lampen kann auch 230V-Wechselspannung ohne Treiber direkt an einer **LED-Chipreihe** anliegen. Strombegrenzung und Umpolschutz erfolgen durch Vorwiderstand und Hochvoltodiode.



## Produktbeispiel



Philips  
LEDCandle 4W, E14



# Prinzip 10 – Organische LEDs (OLEDs)

## Definition



Bei organischen LEDs sind die LED-Kristalle durch organische Materialien, wie leitfähige Kunststoffe oder Farbstoffe, ersetzt.

Produkte für die Allgemeinbeleuchtung in Form von Lichtkacheln sind bereits verfügbar. In kleinen Displays werden OLEDs schon heute millionenfach eingesetzt (leicht, geringe Einbautiefe!).



**GL350 Panel**



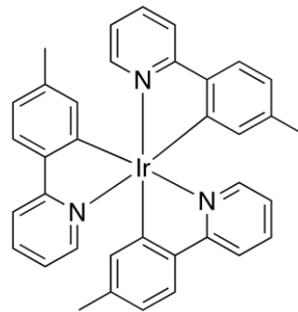
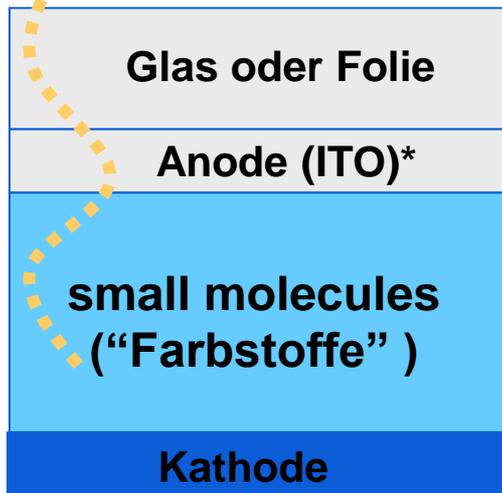


# Prinzip 10 – Organische LEDs (OLEDs)

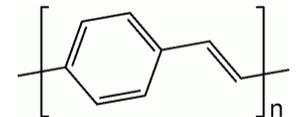
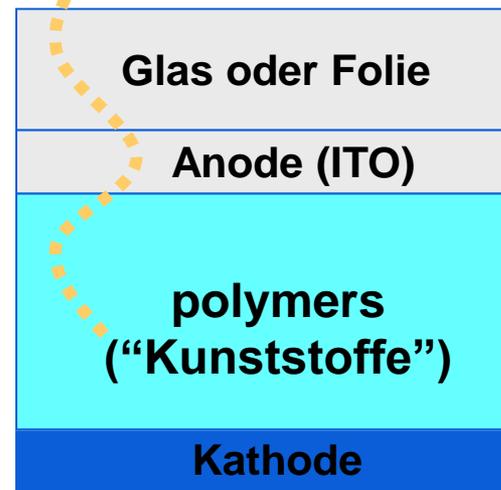
## Farbstoff- OLEDs

Farbstoff-OLEDs bieten die besseren technischen Design-Optionen, wie Verdampfbarkeit, Fluoreszenz- und Phosphoreszenz-Emissionen. Sie sind die Zukunft der OLED in der Lichttechnologie.

### sm-OLED



### p-OLED



\*ITO (Indium-Zinn-Oxid, ein leitfähiges, transparentes Glas)



# LEDs – Die 10 technischen Prinzipien



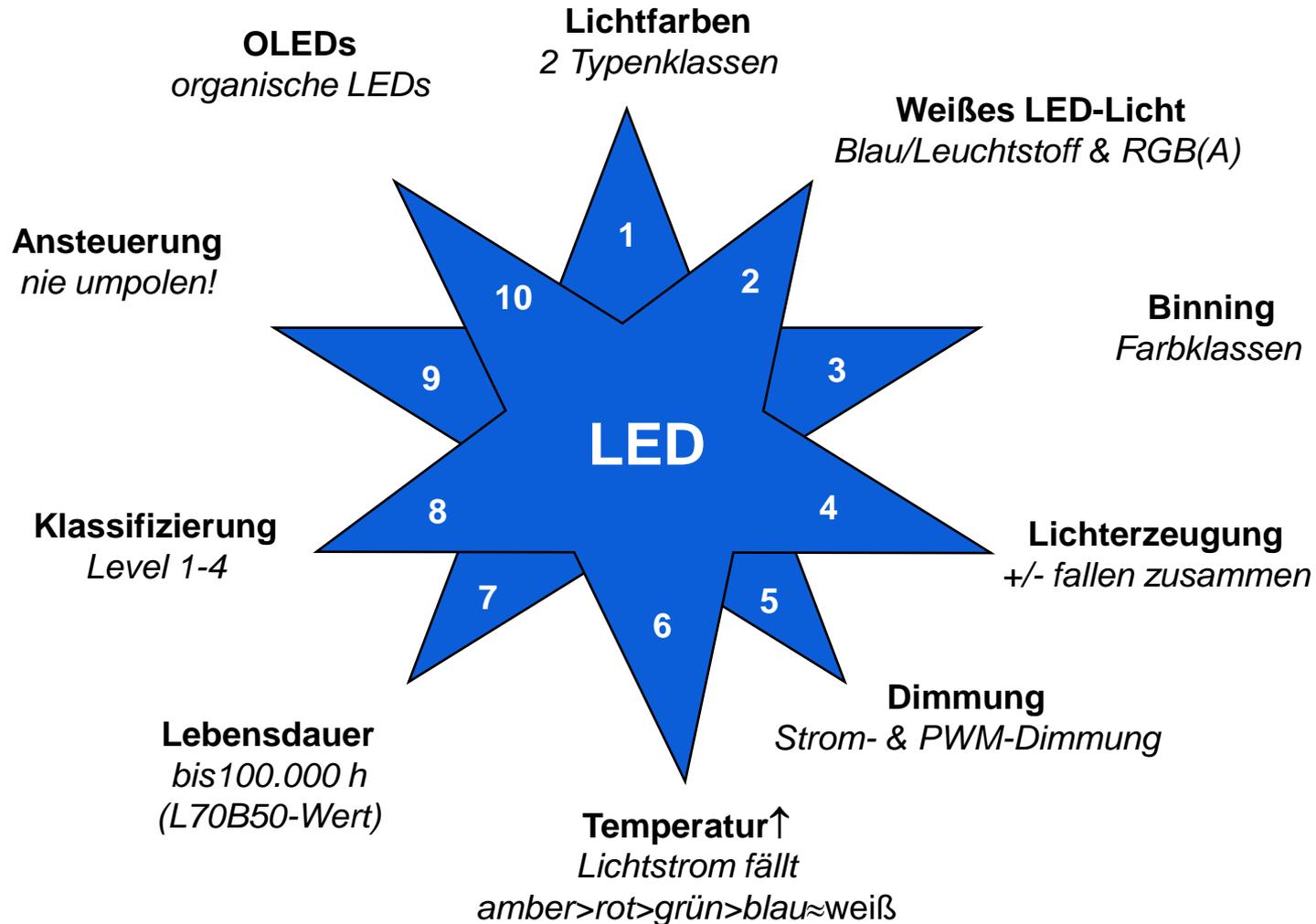
....ich hoffe, die Grundlagen sind jetzt klar für Sie?

Zur Wiederholung nochmals alle 10 Prinzipien im Überblick .....



# Die 10 Prinzipien

## Überblick

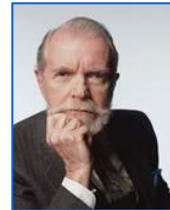




# LEDs – Gerüchte & Wahrheiten



Jetzt sind Sie „fit genug“, um die Gerüchte & Wahrheiten über LEDs selbst unterscheiden zu können.....



Danach gebe ich Ihnen noch einige Tipps zur Beleuchtung mit LEDs.





# LEDs

## *Die Gerüchte*

### **Technologie**

LEDs sind die Lichtquelle der Zukunft – in 20 Jahren werden sie alle anderen Lichtquellen abgelöst haben.

### **Lebensdauer**

LEDs leben ewig – mindestens 100.000 h.

### **Wärme**

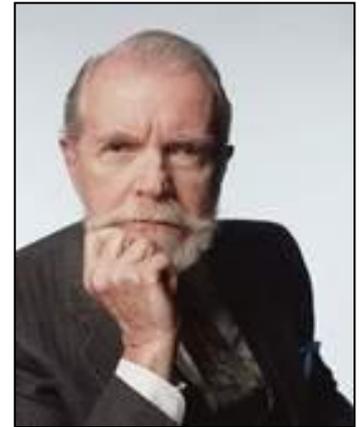
LEDs erzeugen kaltes Licht und damit keine Wärme.

### **Feuchtigkeit**

LEDs sind verkapselt, Feuchtigkeit spielt keine Rolle.

### **Farbdynamik**

Die Steuerung von LEDs ist nur etwas für Spezialisten.





# LEDs

## *Die Wahrheiten (1)*



### **Technologie**

Die Leuchtdichten von Entladungslampen sind mit LEDs nicht zu erreichen. Applikationen wie Projektionen und Sportanlagen bleiben in der Hand von Entladungslampen.

### **Lebensdauer**

Vergleichen Sie nicht Äpfel mit Birnen! Die L70B50- Lebensdauer berücksichtigt nur den Restlichtstrom, die kürzere L80F10 Lebensdauer Restlichtstrom und Ausfälle.



### **Wärme**

Der LED-Kristall gibt je nach Typ 50-80% der aufgenommenen elektrischen Leistung als Wärme ab. Da das Licht kaum Wärmestrahlung enthält, muß bei LEDs ab etwa 1W die Wärme rückseitig über Kühlrippen oder aktive Kühlung (Lüfter) abgeführt werden, sonst sinken Lebensdauer und Lichtstrom drastisch !



# LEDs

## *Die Wahrheiten (2)*



### **Feuchtigkeit**

LEDs-Platinen sind sehr empfindlich gegen Feuchtigkeit. Schutzklassen  $\geq$  IP 65 sind in der Außenbeleuchtung deshalb unbedingt notwendig!



### **Farbdynamik**

Es gibt heute schon sehr unkomplizierte Steuerungen für RGB-LED-Leuchten (plug&play). Bei großflächigen farbdynamischen Anlagen oder LED-Displays sind aber immer speziell geschulte Lichtplaner zu Rate zu ziehen, damit die Anlage dauerhaft funktioniert und auch ein sinnvoller "Content" (Farbverläufe, Zeitfenster) gezeigt wird. Das digitale Steuersignal ist hier meist DMX-basiert.



**RGB-Steuerung**  
*To be Touched*



# Mein Tipp zur weißen Innenbeleuchtung



Verwenden Sie weiße LEDs immer dort, wo Sie bei der Raumausleuchtung ein ganz besonderes Lichtdesign realisieren wollen.



**PowerBalance**  
**Rastereinbau-Leuchten**



Wenn die Wirtschaftlichkeit/Energieeffizienz im Vordergrund steht, stellen klassische Lichtquellen meist eine Alternative dar. Eine vergleichende Wirtschaftlichkeitsberechnung, inkl. Wartungsplan, ist in diesem Fall ratsam.



Lichtanlagen professionell vergleichen  
mit dem **LightBooster 2.0**



# Mein Tipp zur farbigen Innenbeleuchtung



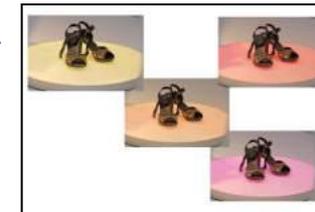
Verwenden Sie LEDs immer dort, wo Sie hohe Farbsättigung oder kleine Lichtpunkte bzw. kleine Farbflächen/Ortsauflösung brauchen. Sonst gehts mit farbigen Leuchtstofflampen oft günstiger.



**farbige  
Leuchtstofflampen**



**LEDs (hohe Farbsättigung)**



**LEDs (kleine Farbflächen)**



# Praxisbeispiel I



Unsere Planungsexperten haben LEDs verwendet, um Patienten bei Untersuchungen mit Licht zu beruhigen.....



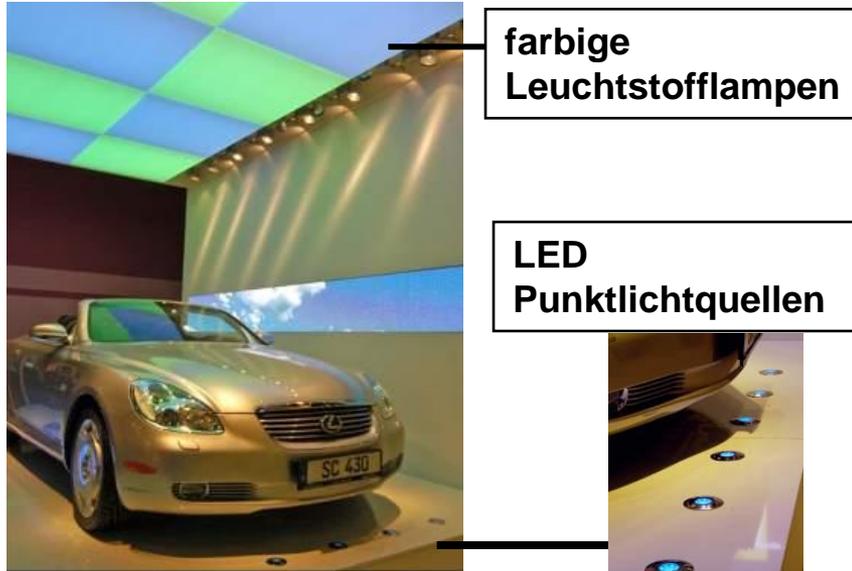
*eW Graze Powercore*



Die hohe Farbsättigung von LEDs war besser geeignet als farbige Leuchtstofflampen. Auch die geringe Einbautiefe der LEDs war mit entscheidend. Niedrigere LED-Betriebs- und Steuerfrequenzen waren zudem verträglicher mit dem Magnetresonanztomographen (MRT).



## Praxisbeispiel II



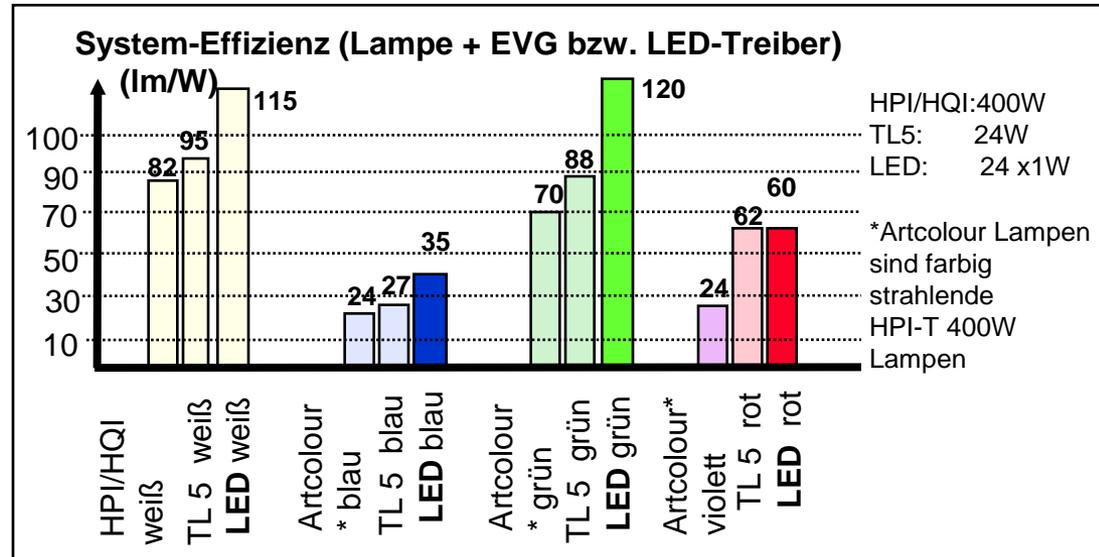
Unsere Planungsexperten haben LEDs verwendet, um in einem modernen Autohaus Begrenzungsflächen hochwertig zu markieren.

Blaue LEDs als Punktlichtquellen waren besser geeignet als farbige Leuchtstofflampen. Sie sind moderner und passen besser zum Produkt "Auto", in dem ja heutzutage auch zahlreiche LEDs verbaut sind. Zudem sind LEDs viel energieeffizienter als farbige Halogenspots bzw. farbige Lichtleiterspots.



# Begriffserläuterung

## Farbsättigung und Energieeffizienz



Farbige LEDs liefern in Direktvergleich bereits einen höheren Lichtstrom als farbige Leuchtstofflampen und farbige Entladungslampen. Soll aber die gleiche Farbsättigung wie bei LEDs erreicht werden, so muss etwa 90% des Lichtes herausgefiltert werden, bei weißen Lampen sogar über 95%. Bei hoher Farbsättigung sind LEDs daher um einen Faktor 3-10 energieeffizienter !



## Praxisbeispiel III



**DayZone 56 W**  
(Wartebereich)



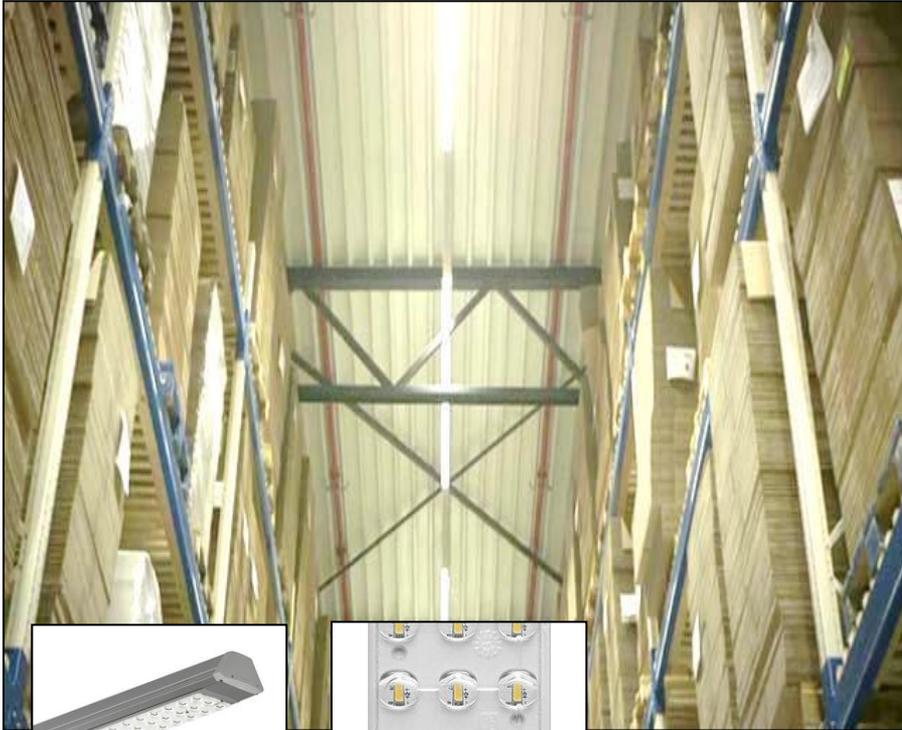
**LuxSpace 28W**  
(Flur)

Unsere Planungsexperten haben weiße LEDs verwendet, um dem Innovationsanspruch des Kunden (Unternehmensberatung) gerecht zu werden.

Eine Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigte zudem, dass klassische Alternativen, TL5 Circular- und 2xPLC26W-Leuchten, weniger wirtschaftlich gewesen wären.



# Praxisbeispiel IV



In einem Hochregallager wurde nach einer Wirtschaftlichkeits-berechnung statt eines T5-Lichtband-systems ein LED-Lichtbandsystem eingesetzt.

Bei der Raumtemperatur von  $18^{\circ}\text{C}$  war das LED-System viel wirtschaftlicher. Die lange L80F10- Lebensdauer und die hohe Lichtausbeute spielten ebenfalls eine Rolle. Die Lichtanlage wird über die gesamte Betriebsdauer auf einen konstanten Lichtstrom geregelt (constant lumen output, Wartungsfaktor 1).



**Maxos LED, 47 W**



# Mein Tipp zur weißen Außenbeleuchtung



*Reach  
Powercore*



*Luma*



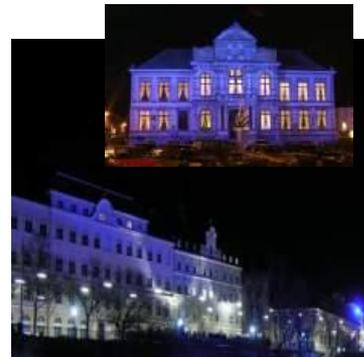
Wenn die Wirtschaftlichkeit/Energieeffizienz im Vordergrund steht, wie bei der technischen Straßenbeleuchtung, stellen klassische Lichtquellen heute eine Alternative mit geringeren Anfangsinvestitionen aber höheren laufenden Betriebskosten dar. Eine vergleichende Wirtschaftlichkeitsberechnung liefert aber zunehmend für die LED-Technologie die besseren Gesamt-Ergebnisse.



# Mein Tipp zur farbigen Außenbeleuchtung



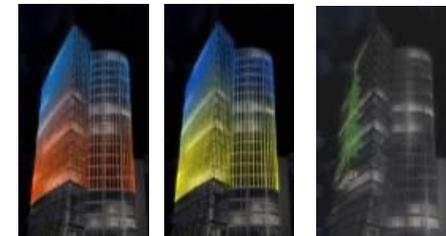
Verwenden Sie LEDs immer dort, wo Sie hohe Farbsättigung oder kleine Lichtpunkte bzw. kleine Farbflächen/ Ortsauflösung brauchen. Sonst gehts mit farbigen **Entladungslampen** meist günstiger.



farbige  
Entladungslampen



LEDs (hohe Farbsättigung)



LEDs (Ortsauflösung)



## Praxisbeispiel V



Unsere Planungsexperten haben LEDs verwendet, um die Brückenbögen trotz heller Straßenbeleuchtung auszuleuchten.



*LEDline<sup>2</sup>*

Die hohe Farbsättigung von blauen LEDs war besser geeignet als farbige Entladungslampen oder Leuchtstofflampen. Zudem ist die Fernwirkung von tiefblauem Licht nachts besonders hoch.



## Praxisbeispiel VI



Unsere Planungsexperten haben LEDs verwendet, um das Fenster der Kirche trotz weißer Wand-Illumination hervorzuheben...



***Blast Powercore***

Die hohe Farbsättigung des LED-Strahlers war besser geeignet als farbige Entladungslampen, denn so konnte mit wenig Lichtleistung ein hohes Akzentverhältnis erzielt werden. Die Anstrahlung war zudem deutlich energieeffizienter als mit stark gefilterten Entladungslampen.



# LED-Produkte



Nun kommen wir noch zu ein paar Produkten, die heute am Lichtmarkt erhältlich sind und die Ihnen helfen können, Ihre LED-Projekte umzusetzen.



Natürlich haben auch andere Leuchtenbauer bereits sehr gute LED-Leuchten konzipiert. Achten Sie aber immer auf die Qualität der eingesetzten LEDs (Luxeon, Cree, etc.), eine ausreichende Belüftung und ausreichenden Feuchtigkeitsschutz der Leuchten bzw. LED-Komponenten in Ihrer Applikation.



# LED-Leuchten

## *Innenanwendungen*



### **PowerBalance**

Rastereinbauleuchte  
- Treiber integriert!



### **LuxSpace**

Einbau-Downlight  
- Treiber separat!



### **GentleSpace**

Tiefstrahler für die  
Hallenbeleuchtung  
- Treiber integriert!



### **StyliD**

Akzent- Anbau- bzw.  
Einbaustrahler  
- Treiber integriert!





# LED-Austauschlampen (Retrofit)

## *Innenanwendungen*

### **MASTER LEDbulb**

7-20W

Ersatz für Allgebrauchslampen E27 bis 100W



### **MASTER LEDtube**

11-25W

Ersatz für TLD-Leuchtstofflampen



### **MASTER LEDspot**

4-10W

Ersatz für Niedervolt- & Hochvolt-Halogen bis 50W



### **MASTER LEDspot**

7-18W

Ersatz für Allgebrauchslampen PAR E27 bis 100W





# Mein Tipp zu LED-Retrofit Lampen



Achten Sie bei Niedervolt-Halogenlampen immer auf die Kompatibilität zwischen Retrofit-LEDs, “elektronischem Halogentrafo” und ggf. einem zusätzlichen 230V-Dimmer.

## Faustregel 1:

Wird die Mindestlast am Halogentrafo unterschritten, so achten Sie bitte auf die Angaben im Datenblatt des (LED)-Herstellers.

## Faustregel 2:

Immer Phasenabschnittdimmer verwenden

230 V AC



12 V AC



# LED-Leuchten

## Außenanwendungen



### CitySpirit

Dekorative  
Mastleuchte  
- Integrierter Treiber  
(IP65)



### Luma

Technische  
Mastleuchte  
- Integrierter Treiber  
(IP68)



### LEDline<sup>2</sup>

Wallgrazer & -washer  
- Integrierter Treiber  
(IP66)



### Reach Powercore

Wall Washer  
- Separater Treiber  
(IP67)





# Mein Tipp für Neueinsteiger



Verwenden Sie in Ihren ersten 5 LED-Projekten:

1. Weiße oder einfarbige Module/ Leuchten ohne dynamische Lichteffekte und dynamische Farbmischung
2. Lichtquellen mit ausreichendem Feuchtigkeitsschutz

Dann kann nichts schiefgehen, Sie hinterlassen einen guten Eindruck und haben gelungene Referenzprojekte!



# LED-Basiskomponenten

Jetzt kommen noch die LED-Basiskomponenten, wie...

**LED Module**  
**LED Treiber**

Leuchtenbauer und pfiffige Elektrotechniker können damit eigene LED-Lösungen nach Maß gestalten.



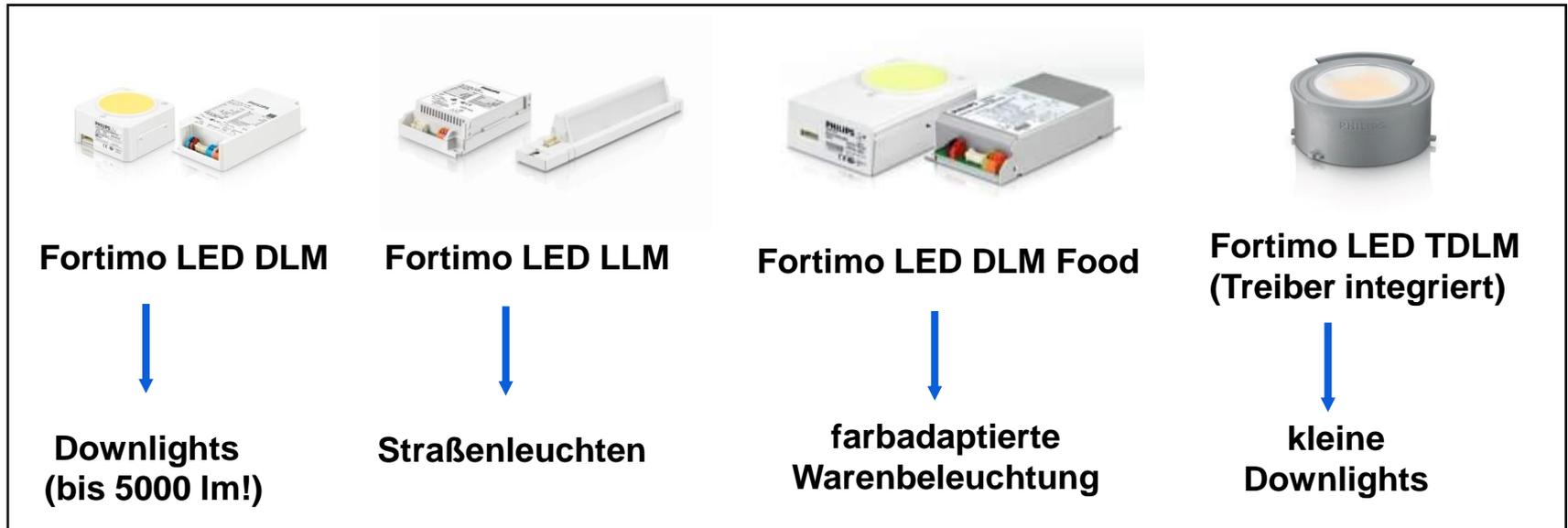


# Fortimo LED-Module

Teil 1



LED-Module mit separatem Treiber



Die Leuchte muss für die Lichtlenkung, Blendbegrenzung und die Kühlung (Kühlblech/Linearlüfter) sorgen.





# Fortimo LED-Module

## Teil 2

LED-Module mit separatem Treiber





# LED Treiber

## Kriterien



Die Auswahl des Treibers richtet sich nach dem jeweiligen LED-Modul, der Applikation und der gewünschten Lichtsteuerung. Die Kriterien sind...

Dimmbar & Ansteuerung: **ja/nein**  
über DALI oder DMX

Integrierte Strombegrenzung: **ja/nein**

Indoor-Treiber : **IP 20-44**

Outdoor-Treiber: **IP 65-68**



**Xitanium  
LED-Treiber**

## Achtung:

LEDs & Treiber müssen immer zusammenpassen. Bitte fragen Sie immer beim Hersteller nach den Kompatibilitäten.



# Fachliteratur

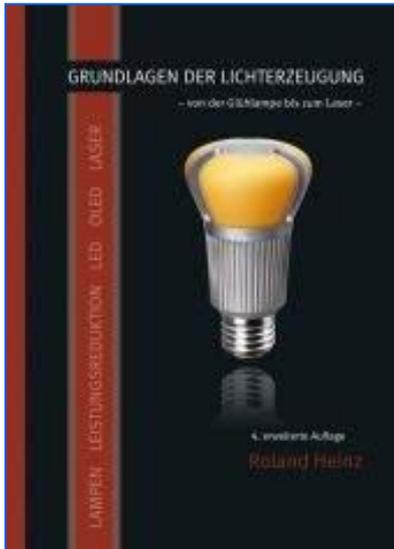


Auf der nächsten Seite haben Sie noch Gelegenheit, sich weiterführende Fachliteratur & Hilfsmittel zu bestellen.

Dann geht es weiter zum Gewinnspiel.....



# Fachliteratur und Software



Das Buch schildert detailliert alles Wissenswerte über die Technologie der LED und OLED mit zahlreichen Praxistipps.

**Grundlagen der Lichterzeugung**  
- aktuelle 4. erweiterte Auflage  
ISBN: 978-3-937873-03-9

Fachbuch bestellen



Hiermit können Sie Lichtanlagen vergleichend berechnen und Wartungspläne erstellen.

**LightBOOSTER 2.0**  
ISBN: 978-3 -937873-04-6

Software bestellen





# Testen & Gewinnen



Das war's schon....

Haben Sie alles behalten? Dann können Sie Ihr Wissen direkt in unserem Gewinnspiel im Bereich **Testen & Gewinnen** testen.

Mein Tipp:

Die Gewinnspielprofis gehen noch mal schnell alle Folien durch und schauen nochmals nach dem Stern 

Ihre Trainerin Kerstin