

# LED – weltweite (R)EVOLUTION

Unser Licht der Zukunft – kaum eine andere Technologie ändert den Markt so rasant!



LEDs sind Licht emittierende Dioden, winzige Elektronik-Chips aus Halbleiterkristallen, welche die Welt der Beleuchtung revolutionieren.

Wenn Strom durch Dioden fließt, beginnen diese zu leuchten, sie emittieren Licht. Fachleute sprechen von Elektrolumineszenz, umgangssprachlich auch kaltes Licht genannt, da LED-Licht keine Wärmestrahlung abgibt wie beispielsweise Glühlampen.

Leuchtdioden erzeugen stets eine monochromatische Strahlung. Das verwendete Halbleitermaterial bestimmt die dominante Wellenlänge und damit die Lichtfarbe der Dioden: Rot, Grün, Gelb oder Blau.

## Weiße LEDs und Farbwiedergabe

Durch unterschiedliche Herstellungsverfahren wird weißes LED-Licht erzeugt. Dabei sind verschiedene Weißtöne möglich: Warmweißes Licht hat eine Farbtemperatur von 3000 Kelvin, Neutralweiß liegt bei 4000 K und Tageslicht ab 5700 K. Die sehr gute Farbwiedergabe liegt bis  $R_a = 90$ .

## Effizienz und Lichtausbeute

LEDs gelten als höchst effiziente Lichtquellen. 1962 erreichte die erste LED eine Lichtausbeute von 0,1 Lumen/Watt, aktuell sind Werte von 50 Lumen pro Watt ( $\text{lm/W}$ ) üblich. Durchschnittlich liefern High-Power-LEDs bereits  $90 \text{ lm/W}$ . Im Vergleich schneiden Glühlampen nur mit etwa  $10 \text{ lm/W}$  ab und Halogenlampen mit ca.  $20 \text{ lm/W}$ .

Technisch werden bereits LED-Chips mit  $250 \text{ lm/W}$  entwickelt, wobei diese hohe Zahl allerdings nur einen Laborwert darstellt. In der Praxis, wenn die Platine mit LEDs bestückt und in die Leuchte integriert ist, lässt sich dieser Wert noch nicht realisieren. Die Datenblattangaben der LED-Hersteller beziehen sich oft auf diese idealen Laborbedingungen und Hochrechnungen für rohe LED-Chips (brutto lumen output). Tatsächlich entsprechen diese Werte nicht dem echten Lichtstrom einer kompletten LED-Leuchte oder Retrofit-Lampe, hier ist die Effizienz der gesamten Leuchte entscheidend, man spricht vom netto lumen output.

Auszug aus unserem LED-Programm:



MANGA LED S. 17



ESOX LED S. 18



VEGA S.20



KALA S. 29



ZEON S. 22



VEGA Decor S. 21



## Außerordentlich hohe Lebensdauer

LEDs haben eine extrem lange Lebensdauer. Während die Glühlampe nach etwa 1000 Stunden und eine Leuchtstofflampe nach rund 18000 Stunden aufgibt, haben Hochleistungs-LEDs eine Lebensdauer von 50000 und mehr Stunden.

Allerdings hängt ihre Lebensdauer stark von der Betriebs- und Umgebungstemperatur ab. Dabei gilt: Je kälter die Umgebung, desto effizienter arbeiten LEDs.

Bei so hohen Umgebungstemperaturen lässt der Lichtstrom nach und die Lebensdauer wird dadurch erheblich verkürzt. Bereits in der Entwicklung hocheffizienter LED-Systeme spielt die Wärmeableitung eine große Rolle.

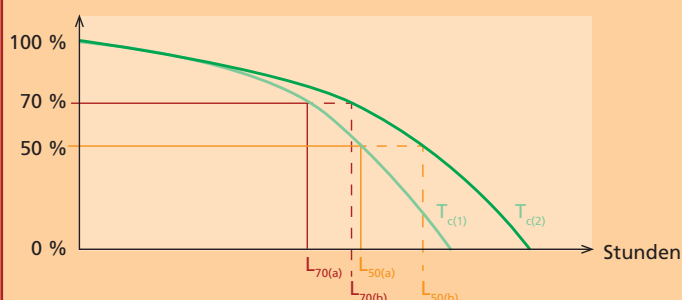
### LED-Motto:

**WENIGER Strom  
ist MEHR Geld.**

**Und das alles in noch  
schnellerer Amortisationszeit!**

### Definition der Lebensdauer

Lichtstrom (Lumen)



**Gut zu wissen:** Anders als konventionelle Lampen fallen LEDs praktisch nicht aus. Allerdings nimmt ihre Lichtintensität durch vermehrte Störstellen im Halbleiterkristall mit der Zeit ab. Diese Eigenschaft wird als Degradation bezeichnet und führt dazu, dass das Ende der Lebensdauer von LEDs für die jeweilige Anwendung definiert werden muss. Diese ist in der Regel erreicht, wenn der abgegebene Lichtstrom der LED auf 70 Prozent (bzw. 50 Prozent) des ursprünglichen Lichtstroms abgesunken ist.

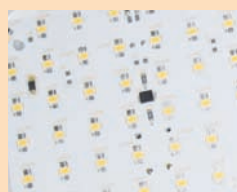
## Lichtstrom und Helligkeit

Je mehr Leistung die Diode aufnimmt, desto heller leuchtet sie. Der Haken dabei: Höhere Betriebsströme erwärmen den Halbleiter – wodurch die Effizienz sinkt. Lichtstarke LEDs brauchen deshalb zwingend ein gutes Thermomanagement, welches die Wärme vom LED-Chip ableitet.

## LED-Bautypen

Aus der Anfangszeit der LED-Technologie stammen **bedrahtete (radiale) LEDs**. Es handelt sich um Low-Power-LEDs, die wegen ihrer geringen Lichtleistung beispielsweise nur als Signalanzeige verwendet werden.

Für besonders leistungsstarke, eng gesetzte LED-Module werden so genannte **COB-LEDs** (Chip on Board) verwendet. Die nicht verkapselten LED-Chips werden bei dieser Bauweise direkt auf die Platine verklebt und über Bond-Drähte verbunden. Eine aufgeklebte Epoxylinse (Bubble) bestimmt den eng- oder weitstrahlenden Ausstrahlungswinkel.



Am häufigsten werden **SMD-LEDs** (Surface Mounted Devices) in Modulen oder Leuchten eingesetzt. Das sind höchst kleine Standardfabrikate für die industrielle Fertigung. Sie werden direkt auf einer Platine verklebt und im Lötbad kontaktiert und sind genau wie bedrahtete LEDs bereits verkapselt. In SMD-Bauart werden sowohl Low-Power-LEDs als auch High-Power-LEDs bestückt. Dadurch werden in der industriellen Produktion ausgesprochen leistungsfähige, flache und schmale Module erreicht.



ARKO LED S. 51



RETTO AB LED S. 52



TIFO LED S. 52



JUNIT S. 32



VANO LED S. 39



FORNAX Anbau S. 43

## LED-Leuchten – Qualität zu einem vernünftigen Preis-/Leistungsverhältnis

Die Produktion leistungsfähiger LED-Leuchten erfordert spezielle Herstellungsverfahren und hohes technisches Know-how, um den Qualitätsanforderungen zu genügen.

Effiziente LED-Lösungen setzen voraus, dass Modul und Leuchtenkörper optimal aufeinander abgestimmt sind; sie bilden immer ein komplettes System. Ihre Herstellung erfordert hohes Know-how in der Entwicklung und Produktion sowie den Einsatz hochwertiger Materialien. Qualitätsleuchten zeichnen sich dadurch aus, dass Ansteuerung, thermisches und optisches Design gut umgesetzt sind.

### Qualitätsmerkmale

LEDs sind Trend – und der Markt ist überschwemmt mit Produkten, die nicht immer den Anforderungen genügen. Schlechte Systeme zeigen ihre Schwäche oft erst im Betrieb.

Eine LED-Leuchte von guter Qualität zeigt sich mit einheitlichen Lichtfarben und gleichbleibender Helligkeit und natürlich in der langen Lebensdauer des kompletten Systems. Hierzu seien die Schlagworte Thermomanagement und Binning erwähnt.



### Thermomanagement

LEDs geben Wärme ab, auch wenn das abgestrahlte Licht nicht heiß ist. Genau wie bei anderen Leuchten wird in LEDs nur ein Teil der Energie in Licht umgewandelt. Innerhalb des Halbleiters entsteht Wärme, welche unbedingt abgeführt werden muss, um eine hohe Effizienz und lange Lebensdauer zu gewährleisten – besonders bei LEDs mit hohem Lichtstrom.

Zuverlässige Hersteller geben für ihre LEDs deswegen stets die Umgebungstemperatur an, um optimale Lichtströme und Lebensdauer zu erreichen (Datenblätter finden Sie im Katalog unter dem QR-Code oder auf der Website: [www.benc-lichttechnik.de/Produkte/](http://www.benc-lichttechnik.de/Produkte/) bei den jeweiligen Leuchten zum Download).

#### Passives Kühlsystem



Zur Wärmeableitung werden passive (natürliche) und aktive (gezwungene) Kühlsysteme verwendet.

Passive Kühlung bedeutet, dass keine Energie durch Pumpen, Düsen oder Ventilatoren verbraucht wird, wie das bei aktiver Kühlung der Fall ist. Bei LED-Leuchten kommen weitgehend Kühlkörper zum Einsatz, die keine Energie verbrauchen. Der Kühlkörper hat eine Verkleidung mit Rippen, welche die entstehende Wärme von der LED-Lichtquelle weggleiten.

### Binning

Innerhalb einer Charge kommt es in der industriellen Produktion von LEDs immer zu Schwankungen. Die Dioden können beispielsweise in ihrer Farbe und Leuchtkraft variieren. Um eine konstante Lichtqualität zu gewährleisten, müssen die LEDs chargenweise sortiert werden. Dieser Vorgang wird Binning genannt. Wichtige Qualitätskriterien sind der gemessene Lichtstrom in Lumen (lm), die Farbtemperatur in Kelvin (K) gemessen und nicht zuletzt die gemessene Vorwärtsspannung in Volt (V).

## LED-Nachrüstungen vs LED-Leuchten

Nachrüstungen mit Leuchtmitteln sind zwar ein erster Schritt in den Einstieg der LED-Technologie, aber nicht ideal.

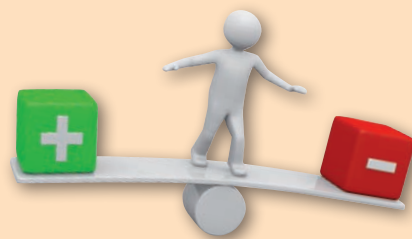
Unterschiedliche Technologien erfordern differenzierte Vorgehensweisen in Bezug auf Konstruktion, Design, Wärmemanagement und elektronische Lösungen. Der Austausch von Standard-Lichtquellen durch LED-Leuchtmittel liefert nicht die erwartete Lösung, sondern ist nur der erste Schritt. Denken Sie an das erste Automobil – es fährt. Beim Premiumauto sind keine Kompromisse erforderlich!

Wagen Sie den nächsten Schritt!

Wir laden Sie herzlich ein, sich mit unseren vielen, hochwertigen LED-Angeboten für jeden Anwendungsbereich zu befassen. Unsere Mitarbeiter beraten Sie gerne.

## Überblick der LED-Vorteile

**Hoher Wirkungsgrad:** Der Wirkungsgrad von LEDs steigt rasch an. Unter Laborbedingungen weisen LEDs einen Wert von mehr als 250 lm/W auf. Unter echten Bedingungen in LED-Leuchten müssen jedoch Faktoren wie Schaltgeräteleistung, Lichtstromverlust bei zunehmender Sperrschichttemperatur, optische Verluste, Leuchtdesign, etc. mitberücksichtigt werden, da diese den Gesamtwirkungsgrad des Systems mitbestimmen. Die besten Leuchten haben eine Effizienz von ca. 80 – 130 lm/W.



**Steuerbarkeit:** Wenn LEDs in das elektronische Steuersystem integriert werden, lassen sich dadurch – unabhängig voneinander – Farbbalance und Farbintensität steuern, gleichzeitig wird die akkurate Farbwiedergabe aufrecht erhalten. Bei traditionellen Lichtquellen ist das nicht möglich. Bei allgemeiner Beleuchtung sind LEDs in der Lage, von 0,1 % bis 100 % zu dimmen.

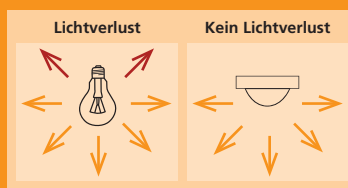


**Kleine Abmessungen:** Durch die im Vergleich mit anderen Leuchtmitteln geringe Größe ist es Designern möglich, Leuchten in fast allen Formen und Größen – je nach Anwendung – zu entwerfen.

**Ausrichtung:** LEDs haben eine größere Anwendungseffizienz als andere Lichtquellen in bestimmten Anwendungsbereichen, möglich durch die Ausrichtungseigenschaft der Lichtemission. Normale Glühbirnen und Leuchtstofflampen emittieren das Licht in alle Richtungen und dabei geht ein Teil verloren. Deshalb haben viele Leuchtenarten ein Lumenverhältnis unter 60 %. LEDs dagegen emittieren das Licht in einer bestimmten Richtung, das Licht wird effektiver an den gewünschten Ort abgegeben.

### Brutto lumen output $\neq$ Netto lumen output (Lichtstrom des Leuchtmittels) (Lichtstrom des gesamten Systems bzw. der Leuchte)

**Achtung!** Viele Händler/Hersteller arbeiten mit Bruttolumen-Angaben, d. h. es wird nur der Lichtstrom der LEDs bekannt gegeben, aber nicht die Lumenzahl, die wirklich aus der Leuchte kommt.



Deshalb beim Leuchtenvergleich bitte immer die richtigen Lumen-Angaben vergleichen. Der Unterschied beträgt bis zu 50 %.

**Lumen (lm)** gibt mit dem Lichtstrom die gesamte Lichtmenge an, die ein Leuchtmittel (lm brutto) abgibt. Lumen zeigen viel eindeutiger, welche Helligkeit zu erwarten ist, als die Leistungsaufnahme in Watt (W).

**Haltbarkeit:** Da LEDs sehr stabil sind, können sie weder durch mechanische Vibrationen oder Stöße beschädigt werden.

**Niedrigtemperaturbetrieb:** Leuchtstofflampen haben ein Problem mit niedrigen Temperaturen. Die LED-Leistung dagegen ist natürlicherweise bei niedrigen Betriebstemperaturen erhöht und sind deshalb wie geschaffen für Supermärkte, Kühlager und im Freien.

**Sofort 100 % Licht:** Im Gegensatz zu herkömmlichen Leuchtmitteln haben LEDs sofort ihre volle Helligkeit ohne Verzögerung durch wiederholtes Einschalten. Sowohl für Sicherheit als auch Komfort ist sofortiges Licht wünschenswert. Die Lebensdauer von LEDs wird durch häufiges Schalten nicht beeinträchtigt, deswegen sind sie für alle Arten von Ein-/Aussteuerung, z. B. Tageslichtsensoren sehr gut geeignet.

**Keine UV-Strahlung:** Sensible Waren wie beispielsweise Obst, Gemüse, Pflanzen können direkt ausgeleuchtet werden. Auch in Kunstausstellungen und Museen kommen LEDs zum Einsatz.

**Umweltfreundlichkeit:** Die lange Lebensdauer von LEDs bedeutet Ressourcenschonung. Außerdem wird kein Quecksilber und weniger Phosphat verwendet als in herkömmlichen Leuchtstofflampen.

**Zuverlässigkeit und Lebensdauer:** LEDs brennen nicht aus, sondern verlieren nur langsam im Laufe der Zeit ihre Lichtausgabe. Sie liefern sehr effizientes Licht in hoher Qualität und mit langer Zeitdauer. Zur Bestimmung der Lebensdauer ist das sehr wichtig.