

LED  
Lichtquelle der  
Zukunft

# 10

Zehn Dinge, die Sie über LEDs  
wissen sollten

## LED-Terminologie

**LED:** Licht emittierende Diode (Leuchtdiode).

**LED-MODUL:** Anordnung einer oder mehrerer LEDs auf einer Platine.

**LED-BETRIEBSGERÄT:** Vorschaltgerät zur Kontrolle der Lichtstärke eines LED-Moduls.

**GESAMTLICHTSTROM:** Gesamtmenge des von einer Lichtquelle oder Leuchte kommenden Lichts.

**GESAMTLEISTUNGS-AUFNAHME:** Der gesamte Stromverbrauch einer Leuchte oder eines Beleuchtungssystems einschließlich Verluste.

**LM/W:** Lumen pro Watt. Lichtstrom in Lumen aus einer Lichtquelle oder Leuchte, geteilt durch die Gesamtleistungsaufnahme. Auch Lichtausbeute genannt.

**CCT:** Correlated Colour Temperature (ähnliche Farbtemperatur). Bestimmt, ob wir weißes Licht als warm-, neutral- oder kaltweiß empfinden.

**MACADAM-ELLIPSE/STUFE:** Ein Maß für die Farbtoleranz.

**CRI:** Colour Rendering Index (Farbwiedergabeindex). Maß für korrekte Farbwiedergabe durch eine Lichtquelle. Auch bekannt als Ra.

**L70:** Zeitspanne, in der der Lichtstrom einer LED auf 70% seines ursprünglichen Wertes absinkt. Die typische Lebensdauer bis Erreichen des L70-Wertes liegt bei mindestens 50.000 Stunden.

**T<sub>AMB</sub>:** Umgebungstemperatur.

## LED: Lichtquelle der Zukunft

LED ist zweifellos das derzeit am meisten diskutierte Thema in der Beleuchtungsindustrie. Was macht die LED so interessant?

Die LED-Technologie entwickelt sich rasant weiter und bietet zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten. Weil die Dioden besonders widerstandsfähig sind, setzt man LED-Leuchten bereits bevorzugt in Bereichen mit niedrigen Temperaturen wie etwa Kühl- und Tiefkühlräumen ein und auch in wartungsintensiven Umgebungen wie an Bord von Schiffen und Industrieanlagen. Die Langlebigkeit der Dioden prädestiniert sie auch für schwer erreichbare Stellen an Windkraftanlagen, Fernmeldetürmen und Schornsteinen. Ihre Größe lässt Montagen auf engstem Raum zu.

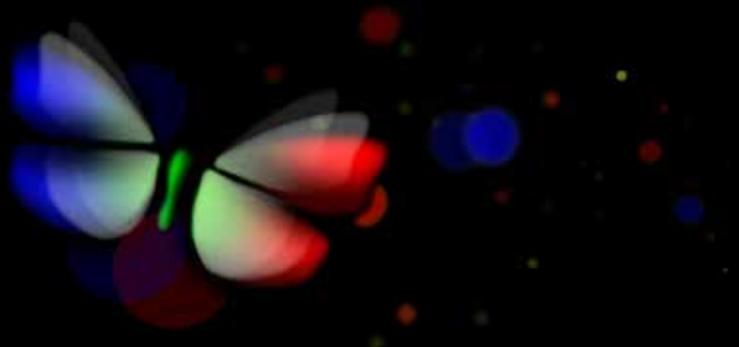
Außerdem eignen sich LEDs für Notlicht-Systeme, Arbeitsplatzleuchten, Downlights und andere allgemeine Beleuchtungsprodukte sowie in vielen Fällen als Ersatz für konventionelle Lampen (Retrofit).

Glamox Luxo Lighting ist bestrebt, LED-Leuchten mit Einzel-LEDs, LED-Modulen und LED-Betriebsgeräten in bestmöglicher Qualität zu produzieren. Wir verwenden stets die für den Einsatzzweck am besten geeigneten Qualitätskomponenten von führenden Herstellern.

### Zehn Dinge, die Sie über LEDs wissen sollten

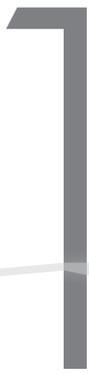
Auf den folgenden Seiten präsentieren wir zehn Aspekte der LED-Technologie, die wir als fundamental wichtig für das Verständnis der Vorteile und Herausforderungen der LED-Nutzung betrachten.

*Glamox Technology Team*



### ABBILDUNG FRONTSEITE: DER SCHMETTERLINGEFFEKT

Die LED revolutioniert sich als eine kleine und leistungsfähige Lichtquelle im Beleuchtungsmarkt. Der Schmetterlingseffekt ist ein Begriff aus der Chaosforschung und besagt, dass eine kleine Veränderung an einer Stelle eines Modells (z. B. eines Wettersystems) zu großen Veränderungen an anderen Stellen führen kann.



## Die LED revolutioniert sich als eine kleine und leistungsfähige Lichtquelle im Beleuchtungsmarkt.

Eine Leuchtdiode (LED: Licht emittierende Diode) ist ein elektronisches Bauteil, das durch ein Halbleitermaterial Licht erzeugt. Bei Verwendung des entsprechenden Materials kann eine Diode sichtbares Licht in verschiedensten Wellenlängen produzieren.

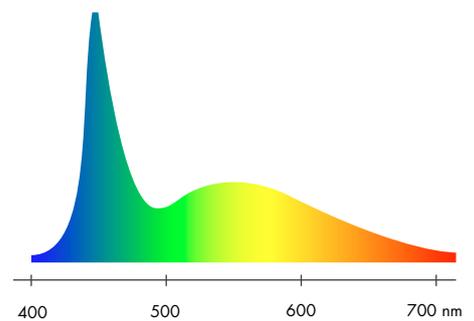
Weißes Licht erzeugt man entweder mit blau leuchtenden Dioden bzw. Chips, die man mit einem gelben Lumineszenzleuchtstoff versieht oder indem man das Licht roter, grüner und blauer Dioden (RGB) mischt. Die Lumineszenzkonversion kommt in der Beleuchtungsindustrie am häufigsten zum Einsatz, denn sie liefert eine hohe Lichtausbeute und ist flexibel in der Produktion. Der Lumineszenzleuchtstoff kann direkt in das Einbettungsmaterial der Diode gemischt oder in gewisser Entfernung kappenförmig darüber angeordnet sein. Beide Methoden erzeugen ein von der Leuchtstoffschicht abhängiges, LED-spezifisches Farbspektrum (spektrale Energieverteilung).

Die LED ist keine neue Erfindung. Die meisten von uns kennen rote und grüne LEDs als Signalleuchten an unserer Hi-Fi-Anlage oder dem Fernseher. Dies sind so genannte Low-

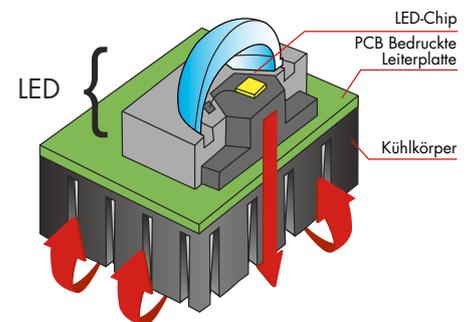
Power-LEDs. In den letzten Jahren haben High-Power-LEDs, d. h. LEDs mit einer Leistung von etwa 1Watt, hinsichtlich Kosten und Leistung ein Niveau erreicht, das sie für die allgemeine Beleuchtungsindustrie interessant macht.

Marktstudien prognostizieren, dass im Jahr 2020 fast 50% aller verkauften neuen und auswechselbaren Lichtquellen auf LEDs basieren werden. Da LEDs teurer als herkömmliche Lampen sind, wird ihr Verkaufswert anteilig sogar noch höher liegen.

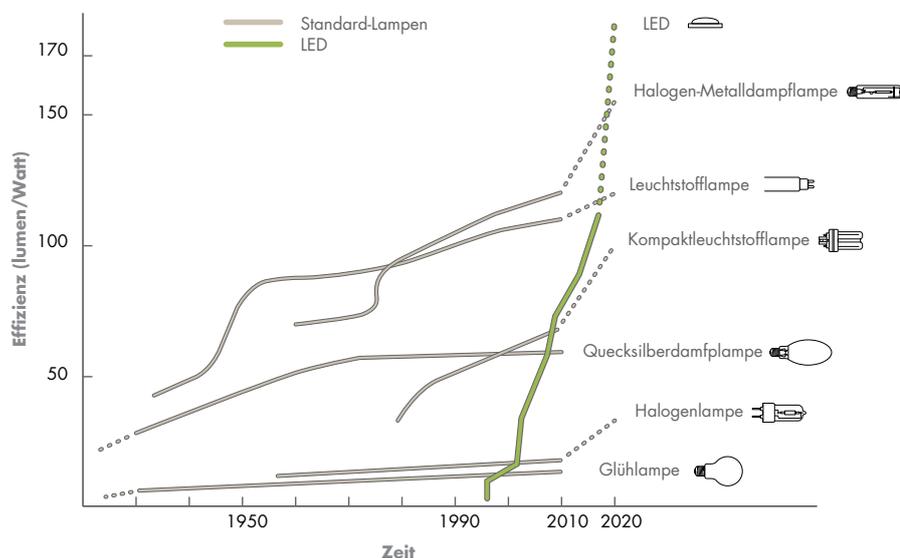
Die Lichtausbeute einer LED wird in Lumen pro Watt gemessen. Man erwartet, dass die LED selbst innerhalb der nächsten zehn Jahre eine Ausbeute von rund über 200 lm/W liefern wird. Eine LED-Leuchte dürfte aufgrund systembedingter Verluste einen Wert von über 160 lm/W erreichen.



Die spektrale Energieverteilung der LED, d. h. wie viel Licht sie auf einer bestimmten Wellenlänge ausstrahlt, ergibt sich aus dem blauen Licht des Chips und dem gelben Lumineszenzleuchtstoff.



Schematische Darstellung einer LED, montiert auf einer Platine (grün). Der Kühlkörper führt die Wärme vom LED-Chip an die Umgebung ab.



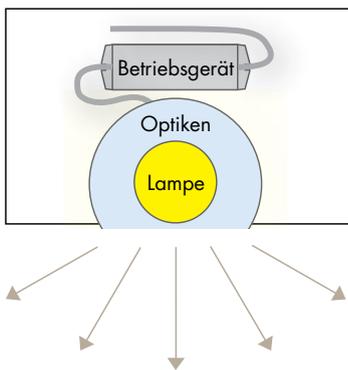
Diese Abbildung zeigt die Entwicklung der Lichtausbeute (in lm/W) über die Zeit für herkömmliche Lampen und LED-Lichtquellen. Während Leuchtstoffröhren maximal 120 lm/W erreichen dürften, erwartet man bei LEDs bis zum Jahr 2020 eine Ausbeute von über 200 lm/W. Die Lichtausbeute einer damit bestückten Leuchte ist aufgrund von Verlusten in Betriebsgerät, Optik usw. niedriger (Quelle: Osram).

# 2

## LEDs besitzen einen höheren Wirkungsgrad als viele konventionelle Lampen.

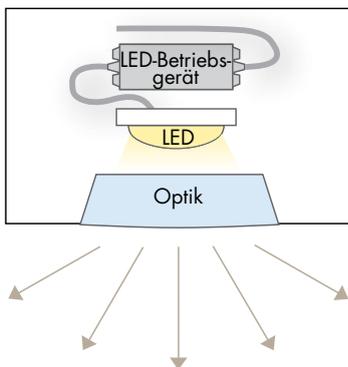
### Konventionelle Leuchte

“Lichtausbeute“: Watt  
Wirkungsgrad: Betriebs-  
wirkungsgrad



### LED-Leuchte

Lichtstrom: Lumen  
Effizienz: Lumen/Watt



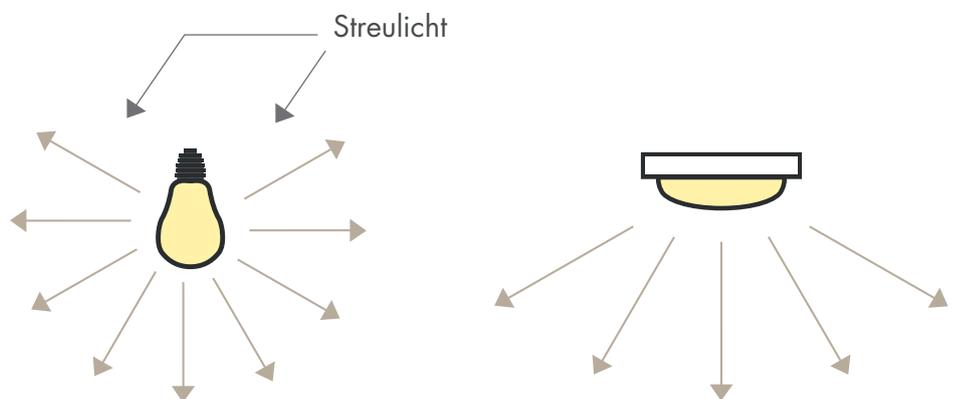
Bei Lampen mit Leuchtstoffröhren reicht häufig die Wattzahl aus, um eine Vorstellung von ihrer Lichtausbeute zu vermitteln. Bei LED-Leuchten ist der Gesamtlichtstrom das korrekte Maß. Gleiches gilt für die Lichtausbeute. Das Maß für die Effizienz einer LED-Leuchte ist Lumen pro Watt, während für Leuchten mit Leuchtstoffröhren häufig der LOR als Kennzahl verwendet wird.

Einer der Vorteile der LED ist, dass sie ihr gesamtes Licht in eine Richtung abstrahlt. Innerhalb der Leuchte gibt es darum weniger Reflexionen, denn wir wollen normalerweise, dass das Licht nur nach unten strahlt. Benötigen wir eine Lichtverteilung nach oben und unten, ist die LED im Vergleich beispielsweise zu einer T5-Leuchtstofflampe weniger gut geeignet.

Die Leistungsfähigkeit einer LED wird häufig in Lumen pro Watt oder Effizienz angegeben. Der Wirkungsgrad von Leuchten mit Leuchtstoffröhren wird durch den Betriebswirkungsgrad (Light Output Ratio, LOR) beschrieben. Der LOR gibt an, wie effizient die Optik ist. Bei diesen Leuchten wird die Anschlussleistung in Watt häufig als Maß für die von ihnen gelieferte Lichtausbeute verwendet. Bei LED-Leuchten ist es nur der Gesamtlichtstrom.

Der Lumen-Bemessungswert eines LED-Moduls gibt möglicherweise ein ungenaues Bild davon, wie viel Lumen Sie tatsächlich von der Leuchte erwarten können. Wenn Sie die Lumen-Nennleistung einer Leuchte mit Fluoreszenzlichtquelle berechnen, müssen Sie den Lumen-Bemessungswert der Lampen mit dem Betriebswirkungsgrad (LOR) der Leuchte multiplizieren. Besondere Aufmerksamkeit kommt der Differenz zwischen dem Gesamtlichtstrom der LED-Leuchte und der Lumen-Nennleistung des LED-Moduls selbst zu.

**UNSERE LÖSUNG:** Wir geben in den technischen Daten einer LED-Leuchte immer den Gesamtlichtstrom der Leuchte an.



Konventionelle Lampen strahlen viel Licht in alle Richtungen ab, das in der optischen Konstruktion der Leuchte verloren gehen kann. Die LED hingegen strahlt das komplette Licht in eine einzige Richtung ab.

# 3

## LEDs besitzen eine längere Lebensdauer und müssen seltener ausgewechselt werden als herkömmliche Lampen.

Ein Vorteil der LED ist ihre lange Lebensdauer. Weil sie keine anfälligen beweglichen Teile oder Glühwendel besitzt, kann eine LED sehr lange eingesetzt werden. Damit eignen sich LEDs besonders gut für die Montage in großer Höhe oder an schlecht zugänglichen Stellen, wo ein Lampenwechsel schwierig wäre.

Normalerweise ist die Lebensdauer einer LED als Zeitraum definiert, in dem ihr Lichtstrom bis auf 70% des Anfangswerts absinkt. Dieser Wert wird L70 genannt. Eine typische L70-Lebensdauer ist 50.000 Stunden. Die von Glamox angegebene Lebensdauer entspricht L70 bei der angegebenen Umgebungstemperatur ( $T_{amb}$ ) der Leuchte.

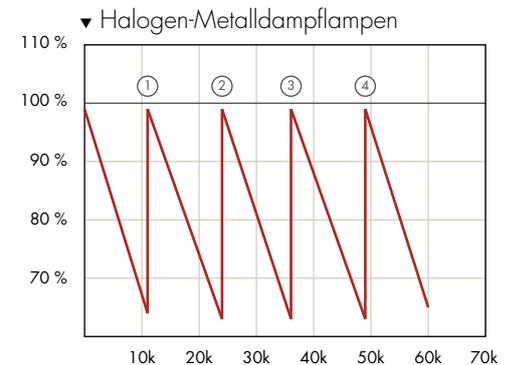
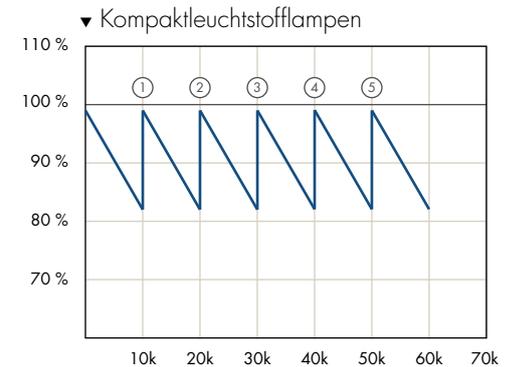
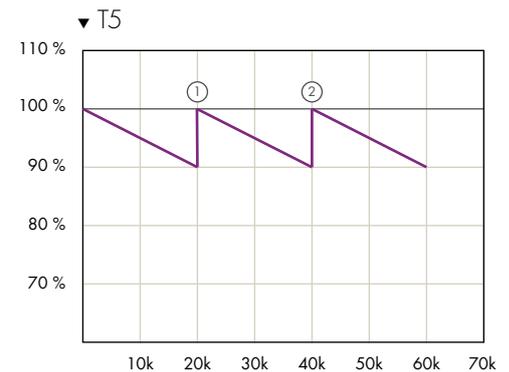
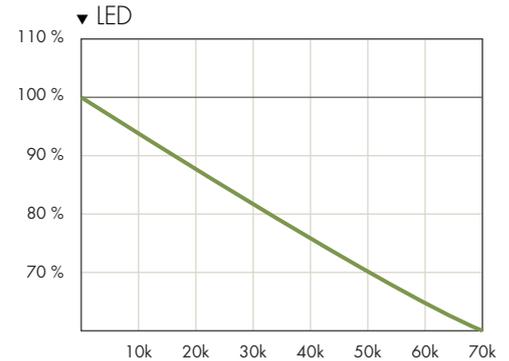
Bei einer herkömmlichen Beleuchtungsanlage müsste eine Leuchtstofflampe zwei bis drei Mal ausgetauscht werden, bis 50.000 Betriebsstunden erreicht sind. Leuchtstofflampen verlieren 10 - 25% ihrer Lichtstärke, ehe sie ausgewechselt werden müssen. Die LED muss im gleichen Zeitraum nicht aus-

Die typische Lichtstromwartungskurve von LEDs. Nach 50.000 Stunden beträgt der Lichtstrom noch 70% des Ausgangswerts. Angaben zur Lebensdauer können sich auf B50 (Normalfall) beziehen, in dem 50% der Dioden die angegebene Lebensdauer übertreffen, oder auf B10 (schlechtester Fall), in dem 90% der Dioden besser als der angegebene Wert sind.

gewechselt werden, ihr Lichtstrom fällt lediglich um 30% ab.

Manchmal setzt die Lebensdauer des LED-Betriebsgerätes dem Systemdesign Grenzen. Wenn die Lebensdauer des Betriebsgerätes beispielsweise auf 50.000 Stunden bei der vorgeschriebenen Umgebungstemperatur beschränkt ist und die Lebensdauer des LED-Moduls bei gleicher Temperatur länger ist, dann ist die Lebensdauer der gesamten Leuchte nach 50.000 Stunden abgelaufen, sofern man nicht das Betriebsgerät auswechselt. Das ist nicht immer einfach möglich, vor allem wenn das Betriebsgerät eingebaut oder die Leuchte an einem schwer zugänglichen Ort montiert ist.

**UNSERE LÖSUNG:** Wir geben die reale Lebensdauer ausgewählter LED-Produktfamilien an, d. h. wie viele Stunden es tatsächlich dauert, bis ihr Lichtstrom auf 70% abgesunken ist. Dies gilt für eine bestimmte Höchsttemperatur, die in manchen Fällen bis zu 45°C betragen kann. Diese Daten sind auf Anfrage erhältlich.



Lichtstromwartungskurven mit Angabe der Zahl erforderlicher Lampenwechsel bei konventionellen Lichtquellen bis zum Erreichen von 50.000 Betriebsstunden. T5-Leuchtstofflampen werden normalerweise nach 20.000 Stunden ausgewechselt. Langlebige Exemplare bringen es sogar auf bis zu 50.000 Betriebsstunden. Zum Zeitpunkt ihres Austauschs haben sie etwa 10% ihrer anfänglichen Lichtleistung eingebüßt.

# 4

## Die Lebensdauer einer LED wird von der Temperatur im Innern der Diode bestimmt.

In der LED können sehr hohe Temperaturen auftreten. Dies führt dazu, dass die LED allmählich immer weniger Licht ausstrahlt. Je höher die interne Temperatur, desto schneller die Degradation des Lichtstroms.

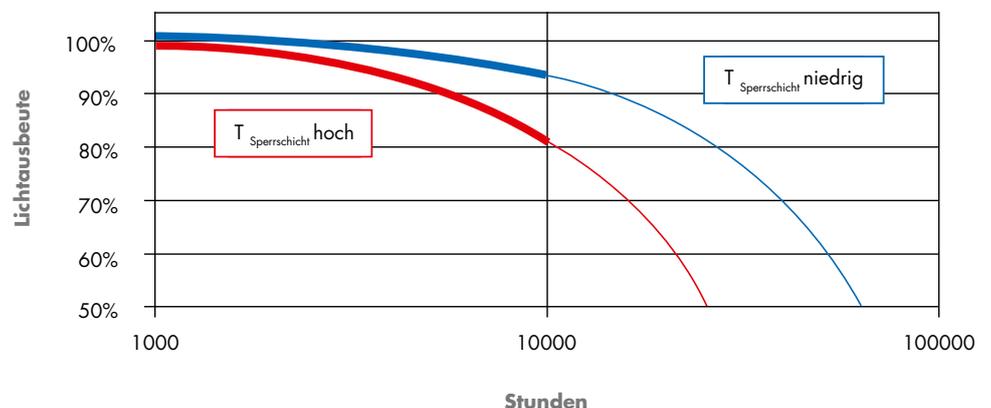
Bei hohen Innentemperaturen unterliegen der blau leuchtende Chip und die Lumineszenzschicht einem Abbau und die LED gibt immer weniger Licht ab. Die Degradation verläuft sehr langsam und die LED leuchtet ganz allmählich immer schwächer. Die Innentemperatur ist abhängig von der Umgebungstemperatur. Je höher die Temperatur im Umfeld der LED, desto höher ihre Innentemperatur.

Häufig wird gesagt, dass bei einem Anstieg der maximalen Umgebungstemperatur der LED um 10 Grad sich die Lebensdauer der LED halbiert. Bei einigen Glamox-Leuchten verkürzt sich die Lebensdauer mit einem Anstieg der Umgebungstemperatur um 10 Grad jedoch nur um 10.000

Betriebsstunden. Dies gilt nicht für alle LED-Leuchten, darum sind für jede Leuchte spezifische Daten auf Anfrage erhältlich.

Ein weiterer Faktor, der die Lichtstromwartung beeinflusst, ist der durch die Diode fließende Strom. Je höher der Betriebsstrom, desto höher die Innentemperatur und desto kürzer die Lebensdauer. Ein geeignetes Wärme-management ist daher der Schlüssel zu einer langen Lebensdauer der LED. Bei Leuchten wird die LED über einen Kühlkörper gekühlt, dessen Größe und Auslegung die Lebensdauer der LED bestimmt.

**UNSERE LÖSUNG:** Wir stellen reale Lebensdauerkurven für unterschiedliche Umgebungstemperaturen  $T_{amb}$  bereit. Sie sind auf Anfrage erhältlich.



Die bei einer LED erzielte Lichtausbeute fällt mit der Zeit langsam ab. Höhere Temperaturen auf dem LED-Chip (die so genannte Sperrschichttemperatur) beschleunigen die Degradation.

# 5

## Bei einem Lichtstromwartungsfaktor von 0,7 besteht bei Beleuchtungsinstallationen das Risiko, dass sie deutlich überdimensioniert werden müssen.

Weil die Definition der LED-Lebensdauer in Bezug auf L70 erfolgt, beträgt der Lampenlichtstromwartungsfaktor (Lamp Lumen Maintenance Factor, LLMF) 0,7. Dieser späteren Lichteinbuße wirkt man entgegen, indem man zu Beginn mehr Licht bereitstellt, als eigentlich notwendig wäre.

Weitere Faktoren, die zum Wartungsfaktor (Maintenance Factor, MF) beitragen, sind der Lampenlebensdauerfaktor (Light Survival Factor, LSF), der Raumbooberflächenwartungsfaktor (Room Surface Maintenance Factor, RSMF) und der Leuchtenwartungsfaktor (LMF, Luminaire Maintenance Factor). Als Produkt dieser Faktoren reduziert sich der Wartungsfaktor (MF) je nach Anwendung und Leuchtyp auf einen Wert zwischen 0,5 und 0,8. Installationen mit T5-Leuchten und einem LLMF von 0,9 besitzen einen hohen Wartungsfaktor. LED-Installationen mit einem LLMF von 0,7 weisen hingegen einen niedrigen Wartungsfaktor auf.

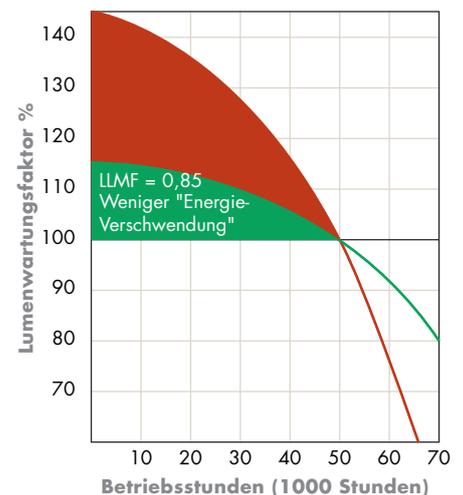
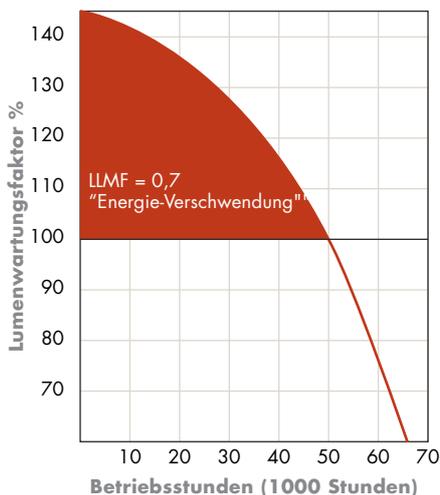
Wegen des LLMF von 0,7 bei der LED müssen

solche Beleuchtungsinstallationen um den Faktor 43% (1 durch 0,7) überdimensioniert werden. Dies kann zu einem höheren Energieverbrauch und einer kostspieligeren Installation führen. Stattdessen sollten Lichtplaner ihre besondere Aufmerksamkeit Lebensdauerkurven und intelligenten Steuerungssystemen widmen.

Einige unserer Leuchten besitzen eine L70-Lebensdauer von über 50.000 Stunden. Bei vergleichbarer Lebensdauer ist der LLMF darum höher, ebenso der Wartungsfaktor der Beleuchtungsinstallation, und die Energieverschwendung ist geringer. Mit einem LLMF von 0,85 anstatt 0,7 wird die Überdimensionierung beispielsweise von 43% auf 18% reduziert.

**UNSERE LÖSUNG:** Für eine Auswahl unserer LED-Leuchten sind Daten über die Lebensdauer in Bezug auf andere Lichtstromwartungsfaktoren als L70 auf Anfrage erhältlich. Wir geben auch die Lichtstromwartung bei 50.000 Stunden an, wenn diese vom L70-Wert abweicht.

Installiertes Lumenpaket als Resultat eines LLMF = 0,7 bzw. 0,85. Ein Lichtplaner legt eine Beleuchtungsanlage immer so aus, dass sie am Ende ihrer Lebensdauer 100% der benötigten Lichtleistung und damit genügend Licht liefert. Wartungsfaktoren dienen dazu, in diese Berechnung die Degradation der Lumenleistung und andere die Lichtausbeute mindernde Einflüsse einzubeziehen, sodass die anfängliche Lichtstärke viel höher als die tatsächlich benötigte ist.





## LEDs gibt es in allen Farb-temperaturen, aber weiße LEDs sind nicht immer weiß.

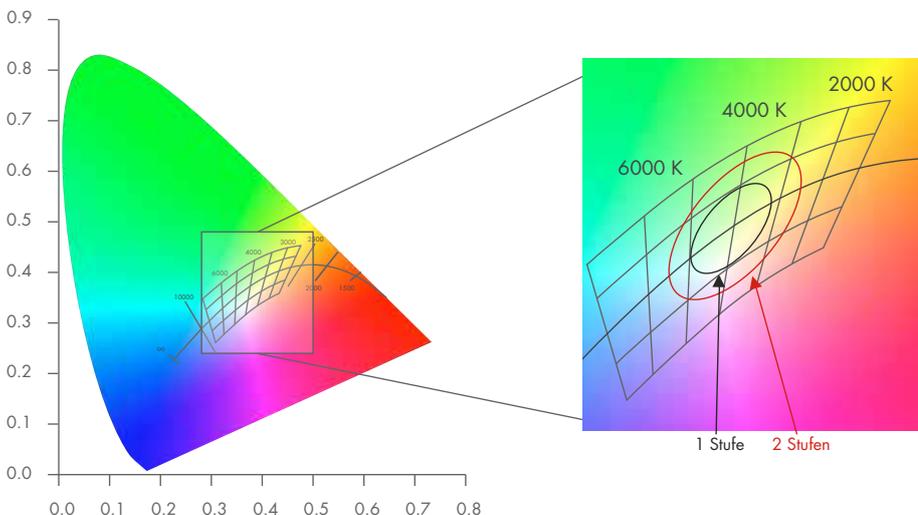
Weil LEDs nicht das gesamte Farbspektrum abdecken, müssen wir ihrer Farbqualität und Farbwiedergabe besondere Aufmerksamkeit schenken. Andernfalls können Beleuchtungsinstallationen mit sichtbaren Farbabweichungen die Folge sein.

Aus der LED-Produktion gehen LEDs mit vielen verschiedenen Farben oder Farbtemperaturen hervor. Um Dioden nach Gruppen mit gleichen Farbeigenschaften zu sortieren, bedient man sich des CIE-Farbdigramms von 1931. Die LED-Lieferanten bieten den Leuchtenherstellern Selektionsklassen (so genannte Bins) an. Je geringer die Toleranz in einer Klasse, desto höher die Preise.

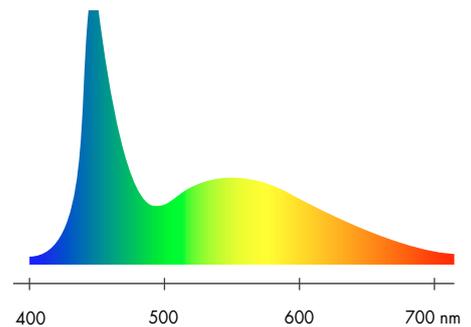
Einige Binning-Systeme beziehen sich auf die

Empfindlichkeit des menschlichen Auges für Farben, die von MacAdam-Ellipsen modellhaft abgebildet wird. Die Ellipsen werden mit der Binning-Struktur im Farbdigramm verknüpft und ihre Größe entspricht der Farbtoleranz der LED. Die Größe wird in Schritten gemessen. Je mehr Schritte, desto größer die Toleranz und desto leichter ist eine Farbdifferenz wahrzunehmen. Generell steht eine dreischrittige Ellipse für eine brauchbare Farbtoleranz.

**UNSERE LÖSUNG:** Die meisten unserer LED-Leuchten weisen eine Farbtoleranz von drei MacAdam-Schritten oder besser auf.



MacAdam-Ellipsen variieren in der Größe (Zahl der Stufe) in Abhängigkeit von der Farbvarianz der LEDs innerhalb der Ellipsen. Je größer die Ellipse, desto höher die Varianz (Uneinheitlichkeit).



Die Farbtemperatur bestimmt, ob wir eine Lichtquelle als warm-, neutral- oder kaltweiß wahrnehmen. LEDs können in allen Farbtemperaturen produziert werden, die von den dominanten Wellenlängen definiert sind. Die Farbtemperatur einer LED ist durch die Peaks im blauen und gelben Bereich des Spektrums charakterisiert.



LED-Anordnung, bei dem jede Diode eine andere Farbtemperatur aufweist. Dies kann die Folge mangelhafter Farbkontrolle sein.

## Die Farbwiedergabefähigkeiten einer LED werden von ihrem Farbspektrum beeinflusst.

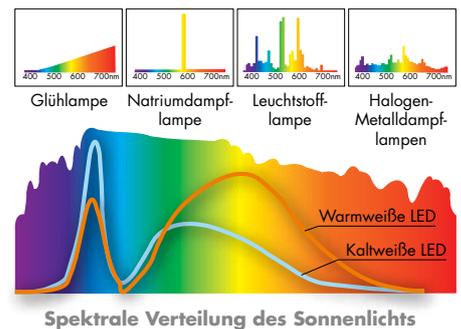
Da LEDs kein vollständiges Farbspektrum besitzen, kann die korrekte Farbwiedergabe durch LED-Leuchten eine Herausforderung sein. Es sind jedoch LEDs mit sehr präziser Farbwiedergabe erhältlich.

Die Farbwiedergabe von Lichtquellen unterscheidet sich in Abhängigkeit von der Farbe des Lichts, das direkt von der Quelle abgestrahlt wird. Enthält das abgestrahlte Licht keinerlei Rotanteile, erscheinen rote Farbtöne unter diesem Licht grau. Unser Maß für diesen Effekt ist der Farbwiedergabeindex  $R_a$  oder CRI.  $R_a$  ist der Durchschnittswert für die Wiedergabe von acht Standardfarben durch eine Lichtquelle. Seine Skala reicht von 1 bis 100, wobei 100 die bestmögliche

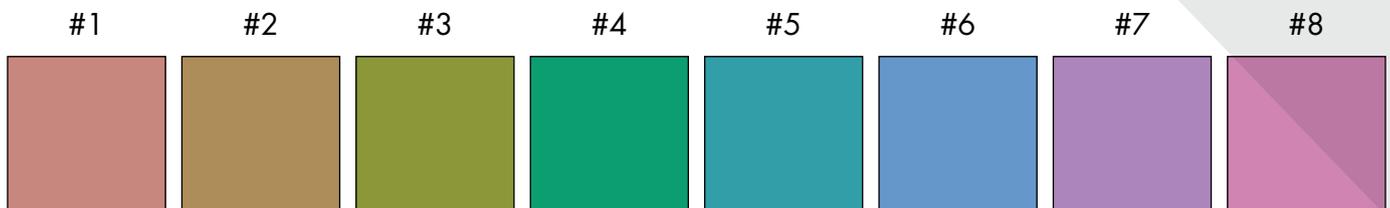
Wiedergabe ist. Für Anwendungen in Innenräumen gilt ein  $R_a$  von 80 als gut.

LEDs geben manchmal weniger rotes Licht ab, was zu einer schlechten Rotwiedergabe führen kann. Dies lässt sich durch Verwendung spezieller Materialien bei der Produktion der Dioden vermeiden. LEDs erreichen daher unter Umständen einen  $R_a$ -Index von bis zu 95. Unabhängig davon ist dem CRI oder  $R_a$ -Wert der LEDs aber besondere Beachtung zu schenken.

**UNSERE LÖSUNG:** Alle unsere LED-Produkte erfüllen die geltenden Normen der Farbwiedergabe.



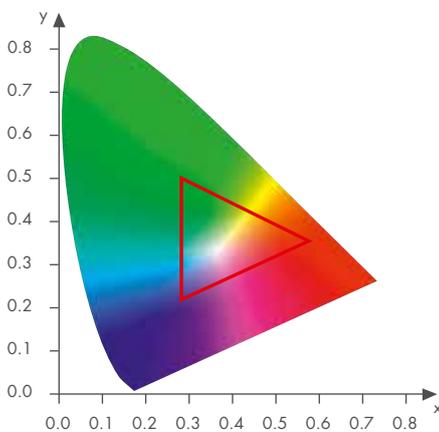
Spektrale Verteilungen verschiedener Lichtquellen einschließlich kalt- und warmweißer LEDs. Sonnenlicht, Halogen und Metallhalogenide besitzen vollständige Spektren, während Natriumdampflampen, Leuchtstoffröhren und LEDs unterschiedliche Energieverteilungskurven aufweisen. Kaltweiße LEDs haben einen höheren Blauanteil im Licht, bei warmweißen LEDs ist der Anteil von gelbem und rotem Licht höher. Für die Farbwiedergabe kann dies zum Problem werden.



Die acht Standardfarben für die Bestimmung der Farbwiedergabe einer Lichtquelle oder Leuchte. Der Mittelwert des CRI jeder Farbe ergibt den  $R_a$ -Index.

# 8

## Mit LEDs entwickeln sich neue Möglichkeiten für die Farbabstimmung.



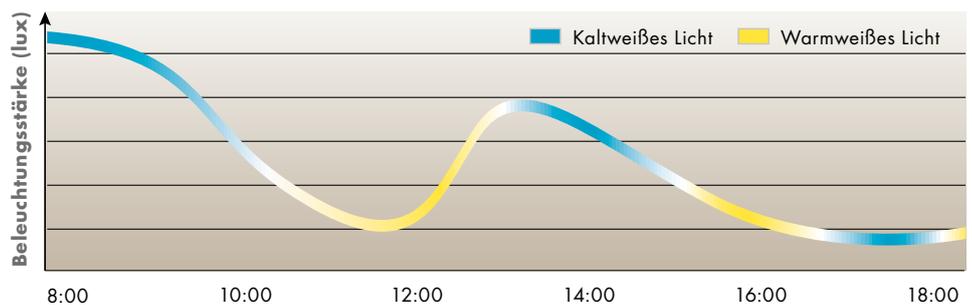
Durch Mischung der Farben von drei Lichtquellen an den Eckpunkten eines Dreiecks lassen sich alle im Dreieck liegenden Farben erzeugen.

Als elektronische Bauteile lassen sich LEDs leicht per Software und Betriebsgerät kontrollieren. Eine Möglichkeit, die Farbe einer LED-Leuchte abzustimmen, ist die Mischung des Lichts aus roten, blauen und grünen Dioden. Das Resultat ist entweder ein farbiges Licht oder ein weißes Licht unterschiedlicher Farbtemperatur.

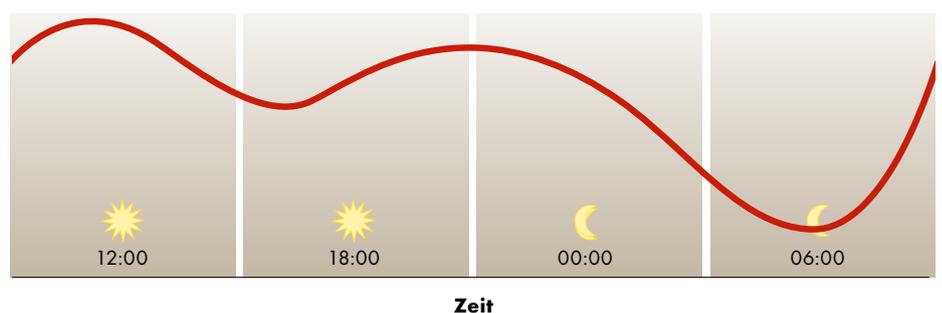
Farblich abstimmbares Licht schafft nicht nur ein angenehmes Umfeld, sondern lässt sich auch für die eigene Gesundheit nutzen. Alle Menschen besitzen eine innere Uhr, die vom Tageslicht gesteuert wird. Funktionen

und Leistungsfähigkeit unseres Körpers schwanken im Tagesverlauf, wofür man den Begriff zirkadianer Rhythmus geprägt hat. Kalt- oder warmfarbiges Licht kann Einfluss darauf haben, ob man sich hellwach oder schläfrig fühlt. Licht mit kalter Farbtemperatur wird darum manchmal in Büros, Schulen und Krankenhäusern verwendet, wo es auf besondere Konzentration ankommt, beispielsweise bei einer Klassenarbeit oder der Untersuchung eines Patienten. Warmes Licht ist gefragt, wenn Entspannung im Vordergrund steht.

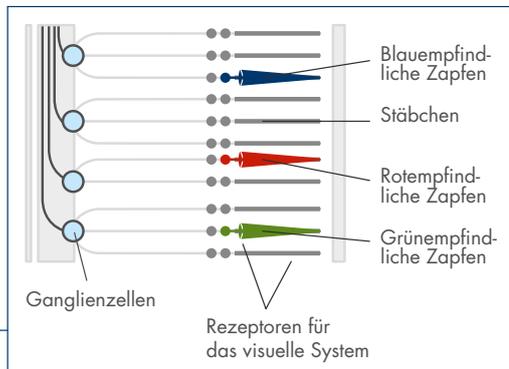
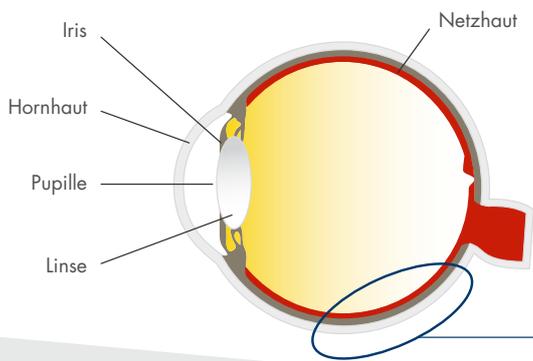
**UNSERE LÖSUNG:** Eine Auswahl unserer Leuchten verfügt über abstimmbare weiße Lichtquellen. Weitere sind auf Anfrage erhältlich.



Dynamische Beleuchtung: Veränderung von Lichtstärke und Farbtemperatur im Tagesverlauf.



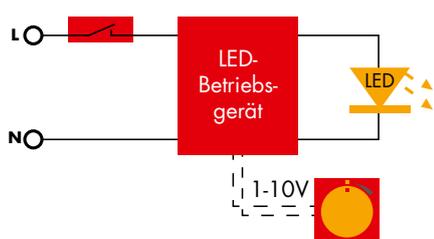
Menschliche Leistungskurve im Tagesverlauf: Körper und Geist sind gegen 10.00 Uhr am fittesten und durchlaufen gegen 3.00 Uhr ein Tief.



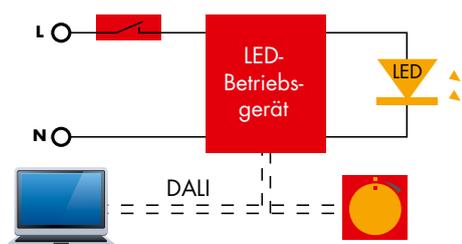
Kürzlich entdeckte Ganglienzellen im Auge enthalten das für blaues Licht empfindliche Protein Melanopsin. Dieses Protein kontrolliert die Menge an Schlafhormonen (Melatonin) im Blut. Mehr blaues Licht unterdrückt die Produktion von Melatonin, sodass sich der Mensch wacher fühlt.



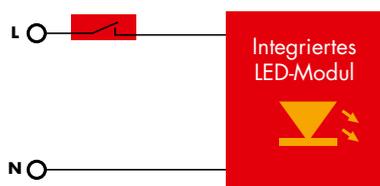
Mit einem abstimmbarem Weißton lässt sich Beleuchtung verschiedenen Arbeitsaufgaben anpassen. Ein kaltes Weiß hilft bei Untersuchungen und in der Patientenpflege. Man kann Details besser erkennen. Warmes Weiß schafft eine behaglichere, wohnlichere Umgebung. Durch Variation der Farbtemperatur kann auch der zirkadiane Rhythmus von Demenzpatienten kontrolliert werden.



Analoge Schnittstellen werden nur zum Dimmen verwendet.



Eine digitale Schnittstelle (DALI) unterstützt Dimmen, Anwesenheitssensoren, Fernsteuerung, Abstimmung des Weißtons, verschiedene Gebrauchsszenarien usw. Sie eignet sich perfekt für Installationen mit zahlreichen Leuchten unterschiedlichen Typs.



Integrierte LED-Module beinhalten ein Betriebsgerät und sind für den direkten Anschluss an das Stromnetz konstruiert.

Der Lichtstrom der LEDs ist direkt abhängig vom Durchlassstrom (I). Da LEDs ihr Licht in Abhängigkeit vom Durchlassstrom abstrahlen, wird die Intensität einer LED-Lichtquelle durch Variation dieses Stroms kontrolliert. Die Änderung des Durchlassstroms kann jedoch bei unzureichender Kontrolle zu einer Verschiebung der Farbtemperatur oder des CRI führen.

## Das LED-Betriebsgerät ist der „Tempomat“ der LED-Leuchte. Ohne geeignetes Betriebsgerät kann die LED zu heiß oder instabil werden.

Von einem konventionellen Netzteil unterscheidet sich das LED-Betriebsgerät darin, dass es auf die variierenden Bedürfnisse der LED reagiert, indem es der LED eine konstante Menge an Energie zuführt, während sich ihre elektrischen Eigenschaften mit der Temperatur verändern.

Ein Vorteil der LED ist ihre kurze Reaktionszeit. Einschalten und Dimmen erfolgen sofort und sie lässt sich von 0,1 bis 100% dimmen, während Leuchtstofflampen von 3 bis 100% dimmbar sind. Natriumdampflampen bieten einen kleineren Dimmbereich oder lassen überhaupt keine Helligkeitsveränderung zu. Wegen ihrer kurzen Reaktionszeit eignen sich LEDs kombiniert mit Anwesenheitssensoren für z.B. Treppenhäuser, Lagerräume und Parkgaragen.

Ein weiterer Vorteil von LEDs mit Betriebsgeräten ist ihre Effizienz bei der Produktion von farbigem Licht. Farbiges Licht wird oft durch Mischung des Lichts von roten, grünen und blauen Lichtquellen erzeugt, die individuell dimmbar sind. Manche farbigen Leuchtstofflampen sind äußerst ineffizient – für LEDs gilt das nicht.

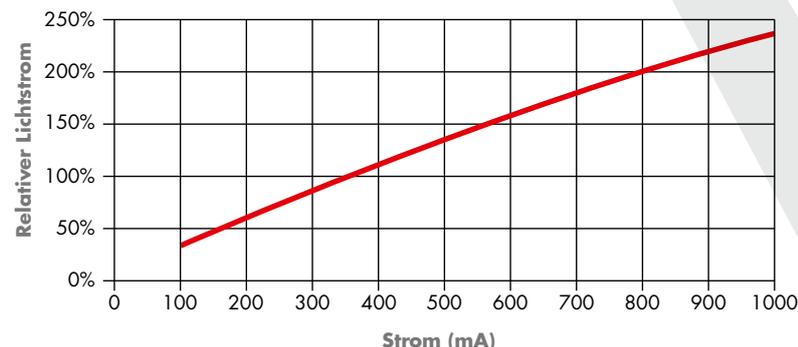
Ein LED-Betriebsgerät ist eine elektronische Schaltung, die als Energiequelle für LEDs dient. Das Betriebsgerät wandelt Wechselstrom in Gleichstrom um und optimiert den Betriebsstrom

für LEDs. Leuchten mit Dimmfunktion oder Sensoren erfordern komplexere Betriebsgeräte.

Ein gängiger Betriebsgerätetyp liefert einen konstanten Strom für in Serie geschaltete LEDs. Dieser Betriebsgerätetyp eignet sich gut zum Dimmen. Ein zweiter Betriebsgerätetyp liefert eine konstante Spannung für parallel geschaltete LEDs. Dieser Typ eignet sich ideal für eine große Zahl von LEDs, z. B. in LED-Lichtbändern. Wichtig sind hier der Nennstrom oder die Nennspannung, die Nennausgangsleistung des Betriebsgerätes und dessen Wirkungsgrad (Verhältnis zwischen Ausgangs- und Eingangsleistung in Prozent).

Heute sind LED-Betriebsgeräte für nahezu alle Arten von Steuersignalen erhältlich. Das Betriebsgerät ist häufig für eine Art von Steuersignal ausgelegt: DALI, DSI, 1-10V (nur Dimmen) oder DMX. Hier ist darauf zu achten, welche Art von Steuersignal die jeweilige Leuchte benötigt.

**UNSERE LÖSUNG:** Wir verwenden ausschließlich LED-Betriebsgeräte renommierter Lieferanten und gewährleisten, dass die Lebensdauer des Betriebsgerätes mit der erwarteten Lebensdauer der Leuchte übereinstimmt.



# 10

## Die Gesamtkosten der Investition können bei LED-Installationen niedriger sein.

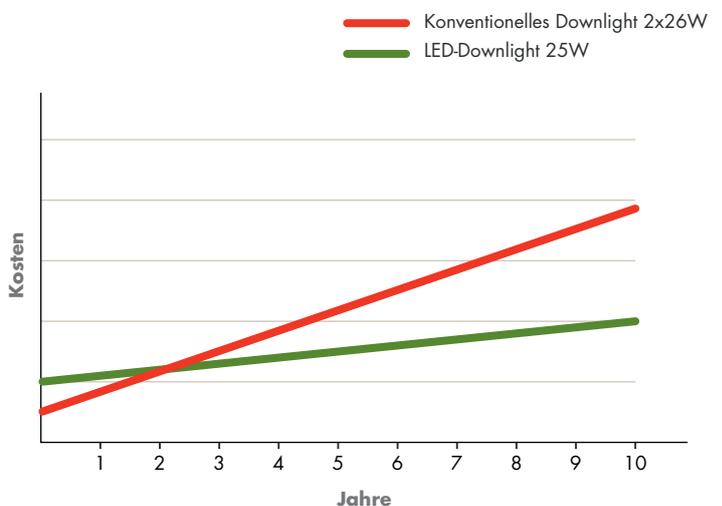
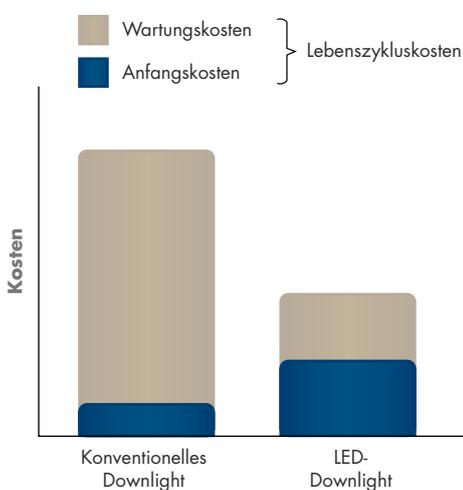
Nach ihrer Einführung hat die neue LED-Technologie begeisterten Anklang bei Bauherren, Architekten und Planern gefunden, die sie in neuen und modernisierten Installationen einsetzen.

LEDs sollten jedoch mit Bedacht verwendet werden. LED-Installationen eignen sich nicht für alle Anwendungen. Beispielsweise amortisiert sich die im Vergleich zu konventionellen Lichtquellen in der Anschaffung teurere LED-Leuchte möglicherweise über die Lebensdauer der Installation hinweg nicht.

Eine Analyse der Gesamtkosten der Investition ist darum entscheidend. Hierbei sind Anschaffungskosten für

Leuchten, Energiekosten, Kosten für Lampenwechsel, Reinigungskosten, Betriebszeit usw. zu berücksichtigen. Auch eventuelle Sensoren müssen in die Rechnung einfließen, denn sie reduzieren Energiekosten und verlängern nochmals die Lebensdauer der Leuchte. In den meisten Fällen dürften die jährlichen Kosten einer LED-Lösung einschließlich Kapitalkosten unter denen einer konventionellen Lösung liegen.

**UNSERE LÖSUNG:** Wir raten unseren Kunden, die Amortisationszeit von Installationen mit LEDs versus Leuchtstofflampen sorgfältig zu ermitteln. Dabei hilft der Amortisationsrechner auf unserer Webseite.



Die Abbildung erläutert das Konzept der Gesamtkosten einer Investition. Die Anfangsinvestition in die LED-Installation ist möglicherweise höher als für eine herkömmliche Beleuchtung, doch der niedrigere Energieverbrauch und die geringeren Wartungskosten von LEDs können über die Lebensdauer der Installation hinweg zu niedrigeren Gesamtkosten führen.

In diesem Beispiel werden LED-Downlights mit einer Installation von Kompaktleuchtstofflampen verglichen. Die konventionelle Lösung ist über zwei Jahre betrachtet kostengünstiger. Bei einer längeren Nutzungsdauer der Installation aber liegt die LED-Lösung vorne.

# Produktübersicht

Eine Auswahl unserer LED-Leuchten

## Pendelleuchten:

C75-P



## Einbauleuchten:

Modul LED, Modul Circle



## Arbeitsplatzleuchten:

360, Ninety, Ovelo



## Stehleuchten:

Free LED



## Notlicht:

E80, E85



## Außenleuchten:

O72, D82, O31



**Downlight und Strahler:**

TravelEd, D70, D20 LED, S60 LED



**Dekorative Leuchten:**

A30-S, A10, Sinus



**Lupenleuchten:**

Wave LED, KFM LED, LFM LED



**Medizinische Untersuchungs- und Patientenleuchten:**

LHH LED, Carelite LED, A55-W LED



**Industrielleuchten:**

i80, MIR LED, GPV2



Scannen Sie den QR-Code mit Ihrem Smartphone ein, um Zugang zum kompletten Produktkatalog auf unserer Webseite zu erhalten.



## Licht beeinflusst Menschen

Glamox Luxo Lighting ist ein führender Anbieter von Beleuchtungslösungen für die professionelle Beleuchtungsindustrie. Wir bieten vollständige Sortimente für Schulen, Gesundheitseinrichtungen, Geschäfts- und Industriegebäude, den Einzelhandel, Hotels und Restaurants an. Wir sind Inhaber einer Reihe hochwertiger Beleuchtungsmarken wie Glamox, Høvik Lys und Luxo. Unsere Beleuchtungslösungen tragen zur Schaffung komfortabler, flexibler und anregender Arbeitsumgebungen bei. Sie verbessern die Effizienz und Leistung und werden den individuellen Bedürfnissen gerecht.

### Qualität und Kompetenz

Unsere Produkte und Lösungen werden von unseren eigenen Ingenieuren in unseren eigenen Forschungs- und Testeinrichtungen entwickelt. Herstellung und Zertifizierung erfolgen in Übereinstimmung mit allen geltenden Qualitäts- und Umweltstandards. Beleuchtungslösungen von Glamox Luxo Lighting basieren auf neuester Technologie, höchster Kompetenz und Erfahrung von Generationen.

© Copyright 2013 Glamox Luxo Lighting

[www.glamoxluxo.de](http://www.glamoxluxo.de)