



# Industry and Energy

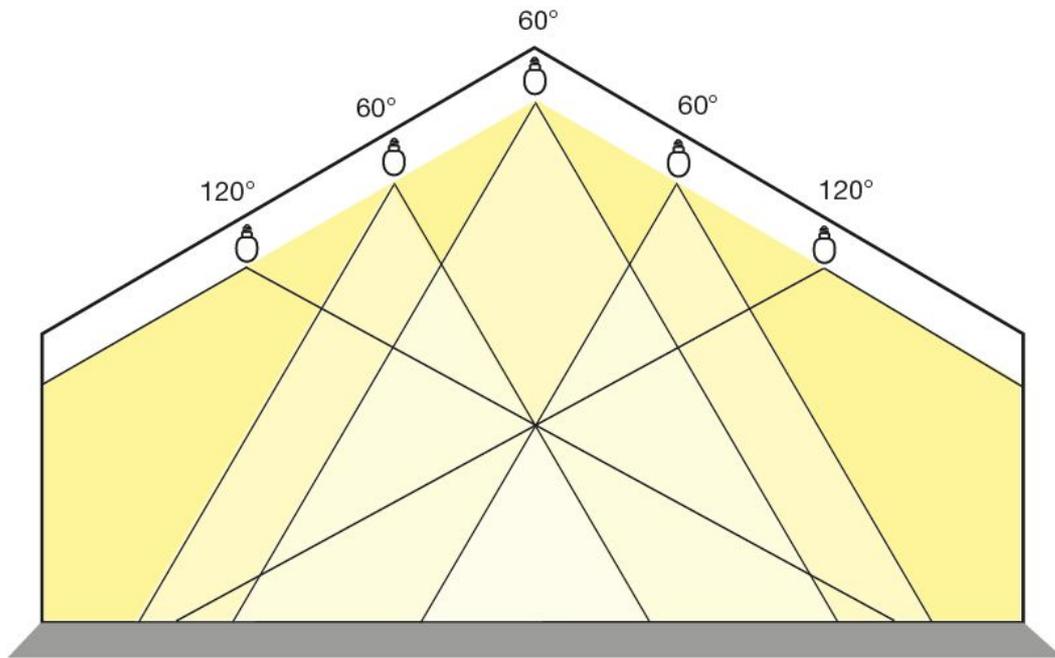
## GRUNDLAGEN des Lichts

Sowohl bei der Aufnahme der bestehenden, konventionellen Beleuchtung als auch bei der Auswahl der entsprechenden LED-Produkte für die Umrüstung, sind bestimmte lichttechnische Daten die Grundlage. Die Angaben/Daten finden sich größtenteils auf den Leuchten selbst oder in den Einkaufsunterlagen. Relevante Bedingungen/Normen, wie die Einhaltung von IP-Schutzklassen, IK-Klassifizierungen, ATEX-Gruppierung etc., sind entweder für den Unternehmensbereich, die Unternehmensart oder individuell für den Betrieb definiert.

## ABSTRAHLWINKEL

Für das bestmögliche Beleuchtungsergebnis ist neben der Lichtpunkthöhe, der Lichtposition und der Anzahl der Lichtpunkte auch der Abstrahlwinkel der LED entscheidend. Im Gegensatz zu konventionellen Leuchten, die in der Regel durch einen Reflektor begrenzt und gelenkt werden, wird der Abstrahlwinkel der LED durch die Form der Linse bestimmt. Bei gleicher Höhe wird der Durchmesser des Lichtkegels am Boden größer je größer der Abstrahlwinkel ist.

Eine Besonderheit die gerade im Hochregalbereich zum Einsatz kommt sind asymmetrische Abstrahlwinkel (z.B. 60/90°). Über die Simulation der Beleuchtungsstärke (Lux/qm) über die DIALux Lichtplanung erzielt man ein ideales Beleuchtungsergebnis.



## LICHTFARBE / FARBTEMPERATUR in Kelvin

[K]

Die Lichtfarbe charakterisiert das farbliche Aussehen einer Lichtquelle mit Hilfe der Farbtemperatur eines Planckschen Strahlers. Je nach Einsatzort werden unterschiedliche Lichtfarben ausgewählt. Das Spektrum reicht von 2.700K (warmweiß) bis 6.500K (kaltweiß). Auf vielen Leuchtmitteln befindet sich ein 3-stelliger „Zahlencode“, dessen zweite und dritte Stelle für die Lichtfarbe steht. Einsatzort und individuelle Anforderungen sind die Kriterien für die Lichtfarbe. Folgende Werte sind eine Richtlinie:

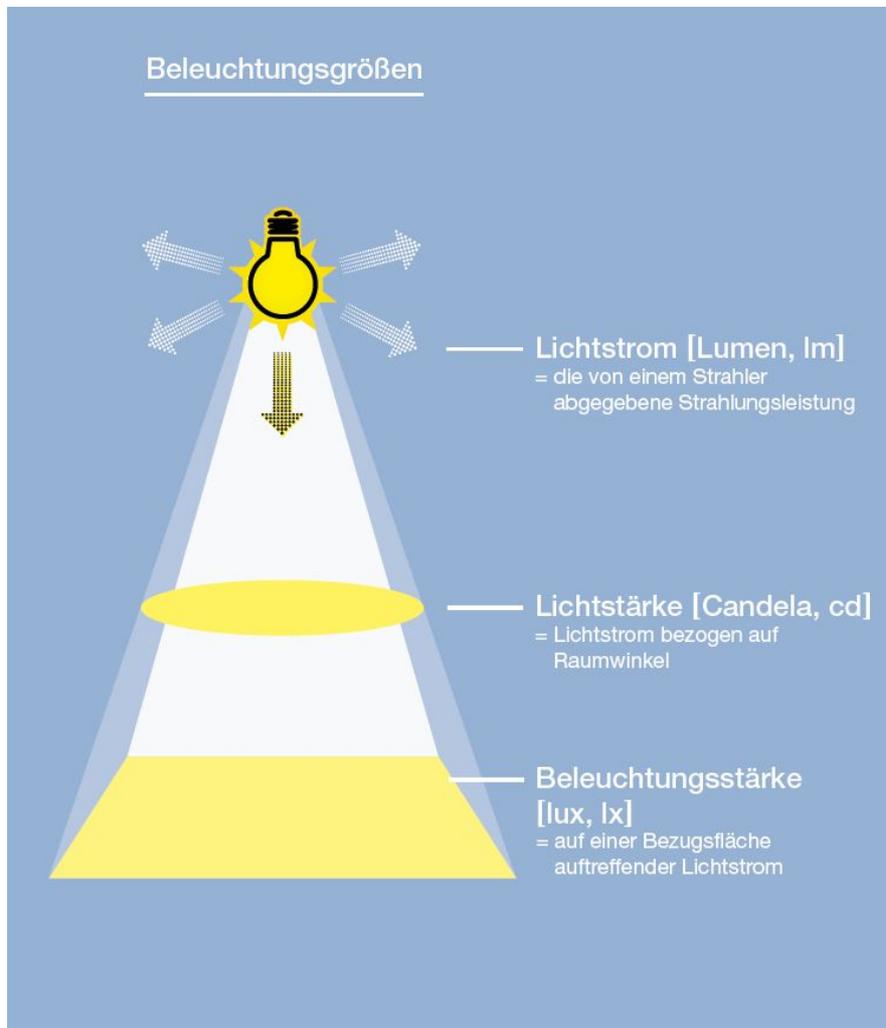
Einsatzorte	Farbtemperatur	Bezeichnung	Zahlencode
Privatbereich, Gaststätten, Hotels	2.700K bis 3.500K	warmweiß	827 bis 835
Büro, Ladengeschäft, Flure, Gänge	4.000K	neutralweiß	840
Produktions-/Lager-/Sporthalle, Parkgarage	5.000K	tageslichtweiß	850
Produktions-/Lagerhalle, Parkgarage	6.000K	kaltweiß	860

## LICHTSTROM in Lumen [lm]

Der Lichtstrom gibt die Lichtleistung einer Lichtquelle an. Er beschreibt die von der Lichtquelle in alle Richtungen abgegebene Strahlungsleistung im sichtbaren Bereich. Er berücksichtigt die Empfindlichkeit des menschlichen Auges und kann mit Hilfe einer Ulbricht-Kugel gemessen werden.

## BELEUCHTUNGSSTÄRKE in Lux [lx]

Lux ist die Maßeinheit für die Dichte des Lichtstroms. Sie gibt an wieviel Lichtstrom [lm] auf eine bestimmte Fläche fällt. Sie beträgt ein Lux, wenn der Lichtstrom von einem Lumen einen Quadratmeter Fläche gleichmäßig ausleuchtet:  $1 \text{ Lux} = 1 \text{ Lumen/m}^2$ . Die Beleuchtungsstärke ist der wichtigste Wert beim Vergleich von Beleuchtungstechnologien (bzw. der Beleuchtungsqualität) und wird für verschiedene Arbeitsbereiche in Richtlinien festgelegt. In der Arbeitsstättenrichtlinie wird z.B. der Lux-Wert für einen Bildschirmarbeitsplatz mit 500 Lux angegeben.



## LICHTSTÄRKE in Candela [cd]

Eine Lichtquelle strahlt ihren Lichtstrom (ihr Licht) nicht gleichmäßig nach allen Seiten aus. Die Lichtstärke ist der Teil des Lichtstroms, der in eine bestimmte Richtung strahlt. Ursprünglich entsprach 1 Candela der Lichtstärke einer normierten Kerze.

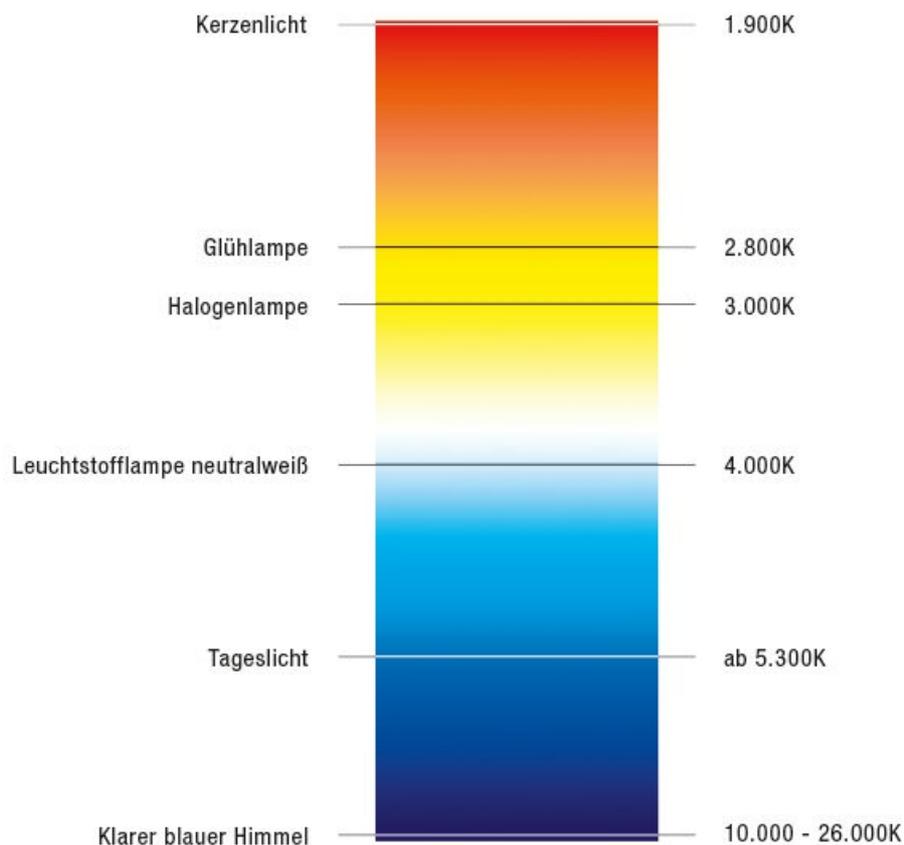
## LICHTAUSBEUTE in Lumen/Watt [lm/W]

Mit der Lichtausbeute lässt sich die Energieeffizienz verschiedener Leuchtmittel vergleichen. Sie ist damit der Richtwert für das Einsparpotential bei der Umrüstung von konventioneller auf LED-Beleuchtung. Mit LED-Technologie können unter idealen Voraussetzungen bis zu 90% des Stroms eingespart werden. In der Regel realisieren sich beim gewerblichen Umbau Werte von 50 - 70%, bei einer gleichwertigen oder besseren Lichtausbeute. Deutlich wird dies bei einem Vergleich von drei T8-Röhren:

Art der Röhre (150cm)	Lichtleistung & Lichtstrom	Lichtausbeute
T8-Leuchtstoff	58W mit 5.000lm	86lm/W
T8-LED-Röhre - Standard	28W mit 2.800lm	100lm/W
T8-LED-Röhre - High Performance	28W mit 3.500lm	125lm/W

geringerer Verbrauch -  
größere Effizienz

### Kelvin Farbtemperaturtabelle



# FARBWIEDERGABEINDEX CRI oder $R_a$ in [%]

Der CRI gibt an, wie naturgetreu Farben im Licht einer Lampe wiedergegeben werden. Er wird von acht existierenden Lichtfarben abgeleitet. Der höchste CRI von 100 entspricht in etwa dem CRI einer konventionellen Glühlampe. Die Art der Sehaufgabe bestimmt welcher CRI-Wert benötigt wird. Je höher der CRI, desto höher ist die Farbbrillanz und die Konturenschärfe. In der Praxis sind CRI-Werte zwischen 80 und 90 völlig ausreichend. In dem 3-stelligen „Zahlencode“ wird er durch die erste Ziffer ausgedrückt. Verschiedene Anforderungsbereiche:

Anforderung bzw. Art der Sehaufgabe	Benötigter CRI-Wert	Zahlencode
Geringe Anforderung - z.B. für Tief-, Parkgaragen	CRI > 60	640
Geringe Anforderung - z.B. für Logistikbereiche	CRI > 70	740
Mittlere Anforderung - z.B. für Büro, Produktion	CRI > 80	840
Höchste Anforderung - z.B. für Lackprüfung	CRI > 90	940

Natriumdampf-Hochdrucklampen haben einen CRI-Wert von ca. 18 - 30 und Quecksilberdampf-Hochdrucklampen von ca. 45 - trotz der sehr geringen Werte sind diese Lampen häufig in Bereichen installiert, die einen CRI von > 50 erfordern. Fehlende Farbbrillanz und Konturenschärfe wirken sich nicht selten negativ auf das Arbeitsergebnis aus.

