

## LED BELEUCHTUNG

Die LED (Light Emitting Diode) hat in den letzten fünf Jahren einen beachtlichen Innovationsschub erlebt. Bis vor einigen Jahren war der Einsatz von solcher Halbleiterbeleuchtung undenkbar, da die erzielten Lichtausbeuten unterhalb eines Bereichs lagen, der die Nutzung als Beleuchtungsquelle sinnvoll erscheinen liess.

### Beurteilung von Lichtquellen

Eines der primären Beurteilungskriterien von Lichtquellen ist der von ihnen abgegebene Lichtstrom (Einheit: Lumen [lm]). Dieser richtet sich nach der Empfindlichkeit des Auges.

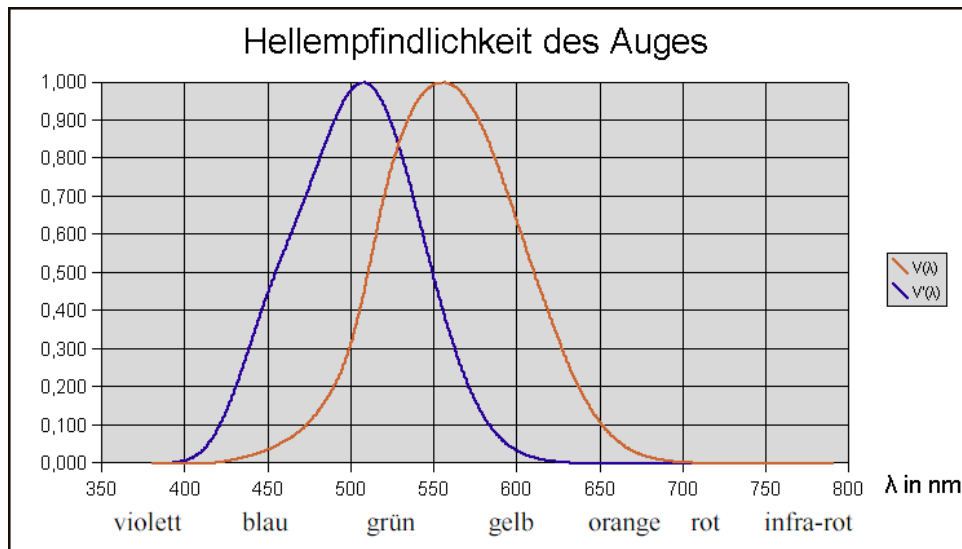


Abb: Helligkeitsempfindlichkeit des Auges bei Tagsehen (rot) und Nachtsehen (blau)

Bei 550nm (grün) ist die Empfindlichkeit bei helladaptiertem Auge am höchsten. Das theoretische Maximum der Lichtausbeute beträgt hier 683 lm/W.

Die Lichtausbeute von LEDs ist mittlerweile im Bereich von anderen effizienten Lichtquellen wie Leuchtstoffröhren und Gasentladungslampen.

Die untenstehende Tabelle zeigt einen Vergleich von verschiedenen Lichtquellen hinsichtlich ihrer Lichtausbeute.

Kategorie	Typ	Gesamtlichtausbeute [lm/W]	Gesamtlichtausbeute (bezogen auf die maximal möglichen 683 lm/W)
Verbrennung	Kerze	0,1	0,015 %
	40-W-Glühlampe	12	1,7 %
	100-W-Glühlampe	15	2,1 %
	Glas-Halogen	16	2,3 %
	Quarz-Halogen	24	3,5 %
	Hochtemperatur-Glühlampe	35	5,1 %
Leuchtstofflampe	5-26 W Energiesparlampe	45-70	6,6-10,3 %
	26-70 W Energiesparlampe	70-75	10,3-11,0 %
	Leuchtstoffröhre mit induktivem Vorschaltgerät	60-90	7 %

Leuchtdiode	Leuchtstoffröhre mit elektronischem Vorschaltgerät	80-110	11-16 %
	effizienteste weisse LEDs auf dem Markt	35-100	5-15 %
	weisse LED (Prototyp in Entwicklung)	bis 150	bis 22 %
Gasentladungslampe	Hochdruck-Quecksilberdampf Lampe (z.B. HQL-Brenner)	36 (50W HQL) - 60 (400W HQL)	bis 8,8 %
	Halogenmetaldampf Lampe (z.B. HCI-Brenner)	93 (70W HCI) - 104 (250W HCI)	bis 15 %
	Natriumhochdrucklampe	150	22 %
	Natriumniederdrucklampe	200	29 %
	1400-W-Schwefellampe	95	14 %

### Vorteile von LED Beleuchtung

- Lange Lebensdauer (>50'000 h)
- Wartungsfrei
- Nahezu punktförmige Lichtquelle; dadurch ist eine gute Bündelbarkeit gegeben
- Für tiefe Aussentemperaturen gut geeignet (Lichtausbeute steigt bei tiefen Temperaturen)
- Weitgehend unempfindlich gegen Erschütterungen (im Gegensatz zur Leuchtstoffröhre); dadurch gut geeignet für den Einsatz in Fahrzeugen.
- Niedrige Betriebsspannung: vor allem für DC-Bordnetze von Fahrzeugen oder für den Aussenbereich (Sicherheit) von Vorteil
- Gute Dimmbarkeit
- Oftmaliges Ein- und Ausschalten hat keine negativen Auswirkungen auf die Lebensdauer
- Durch Kombination von farbigen LEDs (RGB) lassen sich beliebige Farbtöne des Lichtes generieren

### Probleme beim Einsatz von LEDs

#### Thermisches Management

Eine der Hauptaufgaben bei der Entwicklung von LED Beleuchtungen liegt im Design der Kühlung der LED Chips. Bereits bei einer Chiptemperatur von 80° C nimmt die optische Ausgangsleistung signifikant ab. Je nach Hersteller tritt bei 120 – 150° C die Zerstörung des Bauteils ein.

Die Chiptemperatur muss daher möglichst niedrig gehalten werden. Das stellt grosse Anforderungen an die Wärmeableitung und das thermische Monitoring der Bauteile. Es werden üblicherweise spezielle Printplatten mit Alukern verwendet. Eine gute thermische Kopplung zwischen LED, Printplatte und Kühlkörper ist ein wesentliches Qualitätsmerkmal einer zuverlässigen und langlebigen LED Lichtquelle.

#### Ausblick

LEDs haben im Beleuchtungsbereich ein Potenzial, das gar nicht überschätzt werden kann. Vor allem durch die stetig sinkende Akzeptanz von Glühlampen werden Alternativen für die breite Anwendung notwendig. Die derzeit propagierten Energiesparlösungen mit Fluoreszenzlampen (Sparlampen) werfen neue Probleme auf: Farbtemperatur, Ansprechverhalten, Entsorgungsproblem. Zudem sind seit Jahren keine wirklichen Innovationen zu verzeichnen. Die Halbleiterbeleuchtung hat dem gegenüber noch ein hohes Entwicklungspotential.