

4 Leuchten

Licht erzeugende Elemente lassen sich mehrheitlich nicht ohne Zubehör (Montage, Lichtlenkung, mechanischer Schutz, Betriebsgeräte usw.) betreiben. Man braucht dazu eine Leuchte.

Eine *Leuchte* ist ein Gerät, das:

- die Leuchtmittel aufnimmt und die elektrische Verbindung mit dem Netz ermöglicht
- Schutzmöglichkeiten gegen Berührung, Fremdkörper, Staub, Wasser bietet
- Schutz gegen Blendung aufweist
- das Licht der Leuchtmittel lenkt, verteilt und filtert
- die Betriebstemperatur der Leuchtmittel in vorgeschriebenen Grenzen hält
- wirtschaftlich bezüglich Anschaffung und Betrieb ist
- montage- und wartungsfreundlich ist
- gut aussieht und damit die Forderungen und Ansprüche bezüglich einer guten Beleuchtungssituation erfüllt

Die *lichttechnischen Merkmale einer Leuchte* sind:

- Art und Anzahl der verwendeten Leuchtmittel mit ihren wesentlichen Kenn-
daten
- Lichtstromverteilung in den unteren und oberen Halbraum
- Lichtstärkeverteilung in Form der Lichtstärkeverteilungskurve LVK:
 - symmetrisch oder asymmetrisch strahlende Leuchten
 - Engstrahler oder Breitstrahler
- Leuchtdichteverteilung unter verschiedenen Ausstrahlungswinkeln
- Leuchten-Betriebswirkungsgrad η_{LB}
- Beleuchtungswirkungsgrad η_B als Projektierungsgröße in Zusammenhang mit der örtlichen Verwendung der Leuchte

Weitere *Unterscheidungsmerkmale einer Leuchte* sind:

- Einteilung nach der Bauart:
 - offene Leuchten, bei denen die Lichtquelle zugänglich ist
 - geschlossene Leuchten, bei denen die Lichtquelle vollständig umschlossen ist
- Einteilung nach der Schutzart nach DIN EN 60529 (VDE 0470-1)
- Einteilung nach Schutzmaßnahmen entsprechend DIN VDE 0100

4.1 Materialeigenschaften

4.1.1 Lichttechnische Eigenschaften

Die Lichtstrom-, Lichtstärke- und Leuchtdichteverteilung kann mit geeigneten lichttechnischen Materialien beeinflusst werden. Gleichzeitig haben die spezifischen Materialeigenschaften, die konkreten Anwendungen und die konstruktiven Lösungen erheblichen Einfluss auf den Leuchten-Betriebswirkungsgrad η_{LB} und auf den Beleuchtungswirkungsgrad η_B .

Bezüglich der optischen Eigenschaften der Materie geht es im Leuchtenbau vorwiegend um die Reflexion und die Transmission der von der Lichtquelle ausgesandten Strahlung. Zum Teil ist man auch an Gläsern interessiert, die bestimmte Wellenlängen absorbieren, zum Beispiel als Schutz vor UV-Strahlung. Bild 4.1.1 gibt eine Übersicht über die wichtigsten interessierenden lichttechnischen Eigenschaften der im Leuchtenbau verwendeten Materialien. Man unterscheidet:

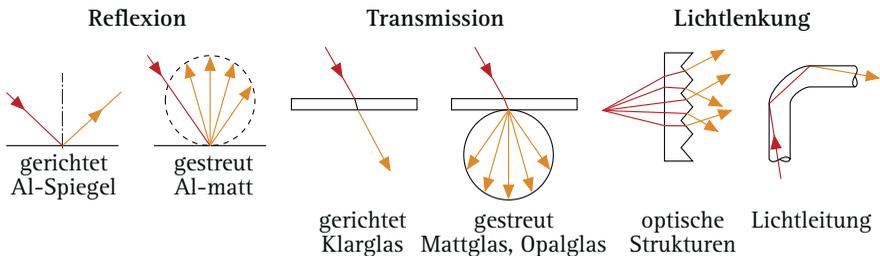


Bild 4.1.1 Reflexion, Transmission und Lichtlenkung von Leuchtenbaustoffen

- *reflektierende Baustoffe:*
 - gerichtete Reflexion bei Glas- und Metallspiegeln, Reflexstoffen, glänzenden Oberflächen
 - gestreute Reflexion bei matten Reflexstoffen, Anstrichen, Emaille
- *durchscheinende Baustoffe:*
 - schwach durchlassende Stoffe wie Textilien, durchlässige Spiegel, trübe Gläser und Kunststoffe, Leuchten- und Abschirmpapier
 - stark durchlassende Stoffe wie Klarglas, Mattglas, Ornamentglas, Transmissionsgläser, Kunststoffe
- *lichtlenkende Baustoffe* mit optisch wirksamen Strukturen wie Prismen, Pyramiden, Kugeln, Oberflächenstrukturen usw. sowie die Lichtleitung z. B. in Gläsern oder Kunststoffen

Tabelle 4.1.1 gibt eine Übersicht über die Reflexionseigenschaften wichtiger Leuchtenbaustoffe.

Leuchtenbaustoffe	Reflexionsgrad
Aluminium, reinst, hochglänzend	0,80 ... 0,85
Aluminium, eloxiert, matt	0,75 ... 0,84
Aluminium, poliert	0,65 ... 0,75
Aluminium, matt	0,55 ... 0,65
Aluminiumanstrich, matt	0,55 ... 0,65
Chrom, poliert	0,60 ... 0,70
Emaille, weiß	0,65 ... 0,75
Lack, reinweiß	0,80 ... 0,85
Kupfer, hochpoliert	0,60 ... 0,70
Messing, hochpoliert	0,70 ... 0,75
Nickel, hochpoliert	0,50 ... 0,60
Papier, weiß	0,70 ... 0,80
Silber, hinter Glas, als Spiegel	0,80 ... 0,88
Silber, hochpoliert	0,90 ... 0,92

Tabelle 4.1.1 Reflexionsgrade wichtiger Leuchtenbaustoffe

4.1.2 Langzeiteigenschaften

Neben den lichttechnischen Eigenschaften haben die Leuchtenbaustoffe auch noch anderen Anforderungen zu genügen:

- *Mechanische Festigkeit* wie Zug- und Druckfestigkeit, Elastizitätsmodul, Kugeldruck- und Ritzhärte, Abriebfestigkeit, Schlagzähigkeit
- *Wärmebeständigkeit* bezüglich der auftretenden Leuchtentemperaturen. Hierzu gehören Größen wie Ausdehnungskoeffizient, Wärmeleitzahl, spezifische Wärmekapazität, Formbeständigkeit, Erweichungstemperaturen bei Kunststoffen, Beständigkeit gegen Vergilben und Versprödung.
- *Korrosionsbeständigkeit* vor allem bei Metallen durch Oberflächenschutz wie Lackieren, galvanische Oberflächenbehandlung, Emaillieren, Kunststoffbeschichten usw. Der Oberflächenschutz hat Einfluss auf die lichttechnischen Eigenschaften der Baustoffe. Kunststoffe sind im Allgemeinen unkritisch bezüglich der Korrosion.
- *Lichtechtheit* bei lang andauernder Bestrahlung mit UV- und IR-Strahlen. Mögliche Veränderungen sind Versprödung, Rissbildung, Vergilbung, Ausbleichung, Verändern von Farbpigmenten. Die negative Wirkung wird verstärkt durch Feuchtigkeit, Wärme und aggressive Gase. Tabelle 4.1.2 gibt eine Übersicht über die Einflüsse.

Schädigender Einfluss	Ursache z. B.	Auswirkung
unzulässig hohe Temperatur	<ul style="list-style-type: none"> • überhöhte Betriebsspannung • zu hohe Umgebungstemperatur • unsachgemäße Montage 	Verformung Versprödung Verfärbung
kurzwellige UV-Strahlung	<ul style="list-style-type: none"> • Quecksilberdampf-Hochdrucklichtquellen mit zu hohem UV-Anteil • Entkeimungslichtquellen 	Vergilbung Versprödung
aggressive Substanzen	<ul style="list-style-type: none"> • Weichmacher (z. B. aus Leitungsisolierung) • falsche Reinigungs- bzw. Desinfektionsmittel 	Rissbildung Festigkeitsminderung Oberflächenschädigung

Tabelle 4.1.2 Fremdeinflüsse auf Kunststoffe im Leuchtenbau

4.1.3 Reflektorformen

Reflektoren haben die Aufgabe, das Licht zu streuen oder definiert zu lenken (spiegeln). Streuende Reflektoren sind mehrheitlich weiß lackiert oder emailliert.

Für Spiegelreflektoren verwendet man praktisch ausschließlich glänzendes, eloxiertes Aluminium. Eine Zwischenstellung nimmt der matte Aluminium-Spiegel ein, der neben der Lichtlenkung auch eine gewisse Streuung aufweist.

Bei streuenden Reflektoren hat dessen Form auf die Lichtverteilung keinen wesentlichen Einfluss. Ganz anders aber beim Spiegelreflektor, dessen Form die Lichtverteilung maßgeblich beeinflusst. Hauptformen siehe Bild 4.1.2.

- *Kugel- oder sphärischer Spiegel*: Die Leuchtmittel befinden sich im Zentrum des Spiegels, der das Licht wieder in Richtung der Leuchtmittel reflektiert. Es ergibt sich eine ähnliche Lichtverteilung wie bei einem streuenden Reflektor. Diese Spiegel werden häufig in Scheinwerfern eingesetzt.
- *Parabolspiegel* werden am häufigsten eingesetzt. Je nach Anordnung der Lichtquelle bezüglich des Brennpunkts lässt sich die Lichtverteilung steuern.
- *Ellipsoidspiegel* werden vor allem für kleine Leuchten mit punktförmigen Lichtquellen verwendet. Die Ellipsoidform ermöglicht es, durch relativ kleine Öffnungen viel Licht durchzubringen. Voraussetzung sind kleine Lichtquellen mit großer Leuchtdichte und deren exakte Positionierung.
- *Langfeldleuchten* für Leuchtstofflichtquellen oder LEDs
- *LED-Leuchten* brauchen meist keine optischen Raster, da die Lichtlenkung direkt mit den Sekundäroptiken der LED realisiert wird. Der Leuchtenwirkungsgrad η_{LB} ist daher meist 100 %.

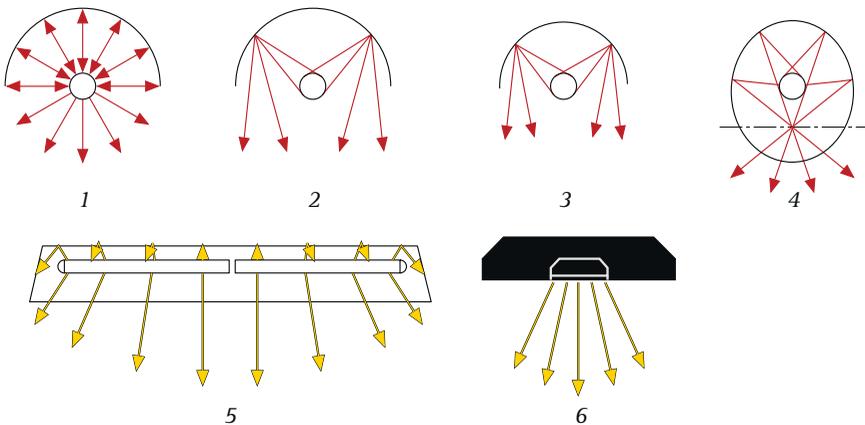


Bild 4.1.2 Lichtlenkende Systeme

- 1 Kugel- oder sphärischer Spiegel
- 2 Parabolspiegel, breit strahlend
- 3 Parabolspiegel, eng strahlend

- 4 Ellipsoidspiegel
- 5 Langfeldleuchte
- 6 LED-Leuchte ohne spezielle lichtlenkende Optik

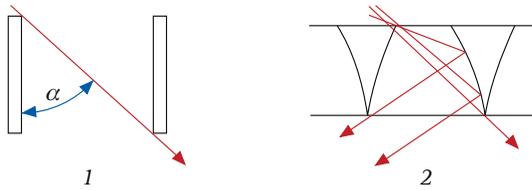


Bild 4.1.3 Abschirmung und Blendschutz
 1 Abschirmwinkel beim Blendschutzraster
 2 verspiegelter Parabolspiegelraster

Bild 4.1.3 zeigt den Abschirmwinkel bei Blendschutzrastern, der vom Abstand der Stege und deren Höhe abhängig ist. Der Abschirmwinkel verhindert den direkten seitlichen Einblick in die Leuchte. Für Einblickwinkel $< 45^\circ$ gegen die Senkrechte besteht allerdings kein Blendschutz mehr, und bezüglich der Reflexblendung auf horizontalen Flächen ist die Leuchte gleichzusetzen mit nicht abgeschirmten Leuchten.

Bei spiegelnden, parabolisch gekrümmten Blendschutzlamellen lässt sich die Lichtausstrahlung bis auf etwa 45° gegen die Senkrechte begrenzen. Die Lichtverteilung ist damit tief strahlend, und bei größerem Einblickwinkel erscheinen die Leuchten dunkel, obschon sie „brennen“.

Im Leuchtenbau sind Spiegelreflektoren und Spiegelraster bei klassischen Leuchten wesentliche Elemente des optischen Systems. Ihre Materialbeschaffenheit und Konturen beeinflussen maßgebend die Lichtstärkeverteilung und somit:

- die Lichtstromlenkung in die gewünschte Richtung
- die Realisierung eines hohen Leuchten- und Beleuchtungswirkungsgrads
- die Direktblendung im vorgeschriebenen Ausstrahlungsbereich

Die eingesetzten Materialien für Reflektoren und Raster sind meist gespritzt, gedrückt, tiefgezogen, rollgeformt, abgekantet und nach der Verformung bedampft, eloxiert oder vor der Verformung eloxiert worden. Alle diese Verfahren haben Einfluss auf die Eigenschaften der Leuchte.

Anstelle von reflektierenden Reflektoren auf Metallbasis werden Leuchten mit Mikrostrukturoptik eingesetzt, siehe **Bild 4.1.4**. Diese Konstruktionen werden auch als Mikropyramiden-Systeme bezeichnet und sorgen mit brillantem, blendfreiem Licht nicht nur für optimale Bedingungen an Bildschirmarbeitsplätzen, sondern ermöglichen zudem die freie Anordnung im Raum und geben damit der Büroorganisation alle Freiheit. Sie bieten nicht nur eine brillante Lichtqualität, sondern begrenzen auch die Direkt- und Reflexblendung normkonform auf ein Minimum.