

5 Licht, Farbe, Lampen, Optik

5.1 Physikalische Grundlagen des Lichts

5.1.1 Lichttechnische Größen und Einheiten

Durch die Tatsache, dass als Licht diejenige physikalische Strahlung bezeichnet wird, die im menschlichen Auge Hellempfindung hervorruft, sind die lichttechnischen Größen durch das menschliche Sehorgan zu bewerten (gegenüber physikalischen Größen der Strahlung). Diese Bewertung ist festgelegt durch die spektrale Hellempfindung des Auges – $V(\lambda)$ -Kurve – und den Bereich der sichtbaren physikalischen Strahlung – Wellenlängen zwischen 380 nm und 780 nm.

Lichtstrom

Kurzzeichen: Φ Einheit: Lumen [lm]

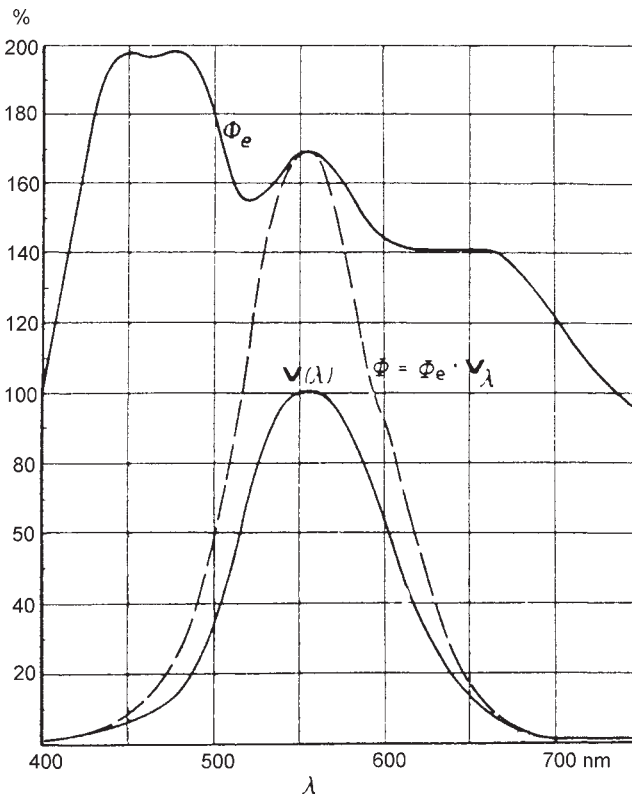


Bild 5.1.1: Strahlung im Bereich des sichtbaren Lichts (Φ_e) unter Berücksichtigung der Augenempfindlichkeit

Der Lichtstrom Φ ist der gesamte von einer Lichtquelle abgegebene Strahlungsfluss Φ_e , der durch die spektrale Hellempfindung $V_{(\lambda)}$ bewertet ist. Er ist, anders ausgedrückt, die Strahlung im Bereich des sichtbaren Lichts (Φ_e) unter Berücksichtigung der Augenempfindlichkeit bei Wellenlängen zwischen 380 nm und 780 nm ($V_{(\lambda)}$ -Kurve):

$$\Phi = \Phi_e \cdot V_{(\lambda)} \quad [\text{lm}].$$

Alle weiteren lichttechnischen Größen stehen mit dem Lichtstrom in Zusammenhang.

Lichtströme verschiedener Lichtquellen:

Glühlampe, 220 V	100 W	1 380 lm
	2 000 W	40 000 lm
Leuchtstofflampe	40 W	1 600–3 200 lm
Natriumdampflampe	180 W	30 000 lm
Halogen-Metallampflampe	3 500 W	300 000 lm

Lichtmenge

Kurzzeichen: Q Einheit: Lumensekunde [lms].

Die Lichtmenge Q ist der Lichtstrom, der in einer bestimmten Zeit abgegeben wird:

$$Q = \Phi \cdot t \quad [\text{lms}].$$

Die Lichtmenge Q wird auch als *Lichtarbeit* bezeichnet und wird u. A. zur Berechnung der Beleuchtungskosten herangezogen.

Lichtausbeute

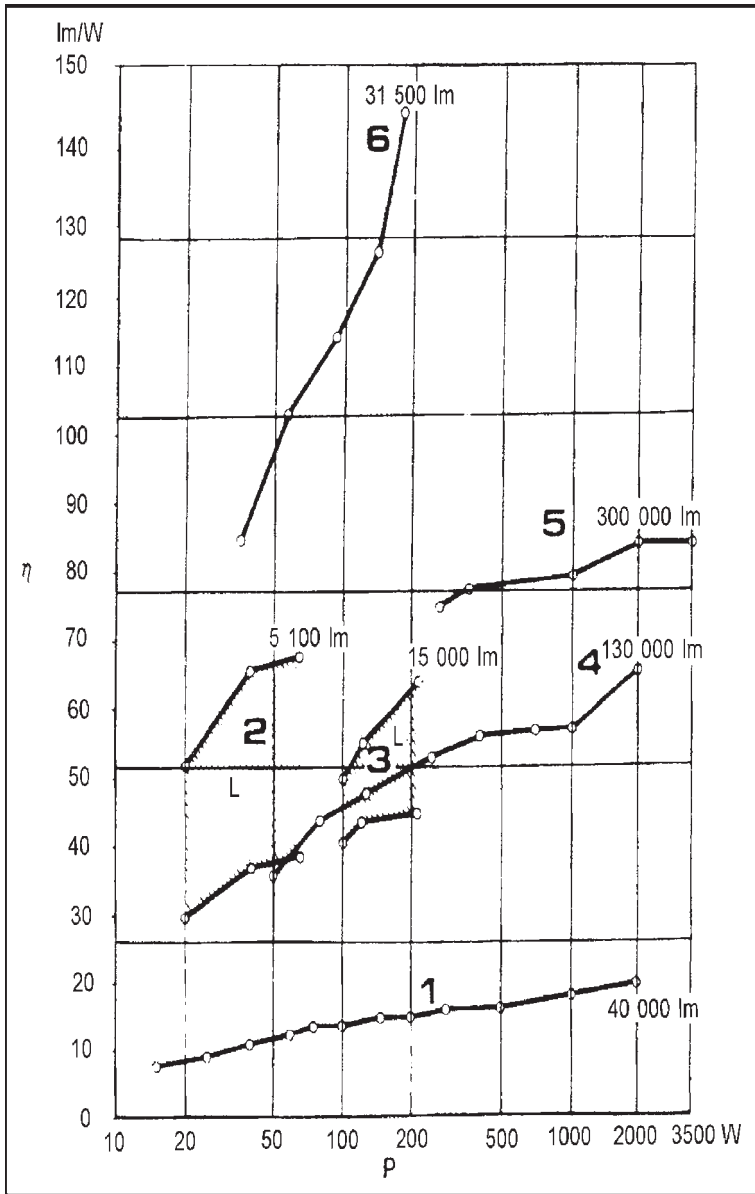
Kurzzeichen: η Einheit: Lumen pro Watt [lm/W]

Die Lichtausbeute η ist das Verhältnis des von einer Lichtquelle abgegebenen Lichtstromes Φ zu der zugeführten elektrischen Leistung P:

$$\eta = \frac{\Phi}{P} \quad \left[\frac{\text{lm}}{\text{W}} \right].$$

Die theoretische maximale Lichtausbeute einer idealen Lampe (gleiche Energie über den gesamten Wellenlängenbereich von 380 nm bis 780 nm) beträgt 238 lm/W.

Die zurzeit verfügbaren Lampen und im FS-Bereich verwendbaren Lampen erreichen diesen Wert bei weitem nicht.



- 1 Glühlampen
- 2 Leuchtstofflampen
- 3 Hochleistungsleuchtstofflampen
- 4 Quecksilberdampf-Hochdrucklampen
- 5 Halogenmetaldampf lampen (Tageslichtleuchten)
- 6 Natriumdampf-Niederdrucklampen

Bild 5.1.2: Lichtausbeute verschiedener Lampenarten

Tabelle 5.1.1: Lampenarten im Vergleich

Lampenart (Beispiele)	Lampenleistung [W]	Lichtstrom \varnothing [lm]	Lichtausbeute η	
			ohne Vorschaltgerät [lm/W]	mit Vorschaltgerät [lm/W]
Halogen- Glühlampe	1 000	22 000	22,0	–
Leuchtstofflampe, weiß de Luxe	40	2 000	50,0	40,0
Leuchtstofflampe, universalweiß	40	2 500	62,0	50,0
Leuchtstofflampe, weiß	40	3 200	80,0	64,0
Quecksilberdampf- Hochdrucklampe	400	21 000	52,0	49,0
Quecksilberdampf- Hochdrucklampe mit Leuchtstoff	400	23 000	58,0	54,0
Halogen- Metaldampf- Tageslichtlampe	575	49 000	98,0	85,0
Natriumdampf- Niederdrucklampe	180	31 500	175,0	143,0

Beleuchtungsstärke

Kurzzeichen: E Einheit: Lux [lx]

Die Beleuchtungsstärke E ist das Maß für den auf eine bestimmte Fläche A auftreffenden Lichtstrom \varnothing :

$$E = \frac{\varnothing}{A} \left[\frac{\text{lm}}{\text{m}^2} = \text{lx} \right].$$

Trifft der Lichtstrom nicht senkrecht auf die Fläche auf, so ist der Neigungswinkel α zur getroffenen Fläche zu berücksichtigen. Es gilt dann

$$E' = \frac{\varnothing \cdot \cos \alpha}{A} \quad [\text{lx}].$$