

Lichttechnische Größen

Die quantitative Behandlung von sichtbarem Licht wird als **Photometrie** bezeichnet. Ihre Grundgröße ist die **Lichtstärke** I mit der Einheit Candela (cd); diese genormte Einheit wird im Anhang „SI-Einheiten“ beschrieben:

1 Candela ist die Lichtstärke in einer bestimmten Richtung einer Strahlungsquelle, die monochromatische Strahlung der Frequenz $540 \cdot 10^{12}$ Hertz aussendet und deren Strahlstärke in dieser Richtung $1/683$ Watt durch Steradian beträgt.

Das Wort Candela ist lateinisch und bedeutet Kerze. Früher wurde tatsächlich eine Kerze den lichttechnischen Größen zugrunde gelegt, die aber normwidrig flackerte.

Der in der Norm verwendete Begriff **Steradian** ist der Name für die an sich dimensionslose Größe Raumwinkel. Dieser Name wird wie ein Einheitensymbol hinter den Zahlenwert geschrieben:

1 Steradian = 1 sr

Der **Raumwinkel** Ω ist als geometrische Größe des dreidimensionalen Raumes das Gegenstück zu dem für die Ebene definierten Winkel. Er ist definiert als Teilfläche A_K einer Kugel, dividiert durch das Quadrat des Radius r dieser Kugel:

$$\Omega = \frac{A_K}{r^2}$$

Eine volle Kugel hat die Oberfläche $A_K = 4\pi r^2$ und ihr Raumwinkel ist $\Omega = 4\pi$ sr. Der Begriff Steradian entspricht also dem Bogenmaß (rad) beim ebenen Winkel.

Eine Lichtquelle mit der Lichtstärke I strahlt in den Raumwinkel Ω den **Lichtstrom** Φ ab:

$$\Phi = I \Omega$$

Die Einheit des Lichtstromes wird **Lumen** genannt:

1 **Lumen** = 1 lm = 1 cd sr

Eine Strahlungsquelle mit der Lichtstärke 1 cd (1 Candela) erzeugt den Lichtstrom $4\pi = 12,56$ lm, wenn sie in alle Richtungen des Raumes gleichmäßig strahlt.

Eine sehr gute 60-W-Glühlampe bringt es auf 900 lm, während eine stabförmige Leuchtstofflampe mit 58 W Leistung über 5000 lm erreicht.

Der Quotient aus Lichtstrom und aufgenommener Leistung wird als **Lichtausbeute** bezeichnet. Die beschriebene Glühlampe erbringt 15 lm/W und die Leuchtstofflampe über 80 lm/W.

Trifft ein Lichtstrom Φ senkrecht auf eine Empfängerfläche A , so beleuchtet er diese um so stärker, je größer Φ und je kleiner A ist. Der Quotient aus diesen Größen ist die **Beleuchtungsstärke** E :

$$E = \frac{\Phi}{A}$$

Die Einheit der Beleuchtungsstärke wird **Lux** genannt:

$$1 \text{ Lux} = 1 \text{ lx} = 1 \frac{\text{lm}}{\text{m}^2}$$

Für Straßenbeleuchtung braucht man etwa 10 lx, im Wohnzimmer etwas über 100 lx und für feine Tätigkeiten 1000 lx oder mehr.

Wird z. B. der Lichtstrom 900 lm durch Reflektoren so gebündelt, dass er $0,5 \text{ m}^2$ bestrahlt, so ergibt sich dort die Beleuchtungsstärke 1800 lx.

Anstelle der Frequenz wird meist die Wellenlänge λ verwendet. Für den Zusammenhang zwischen der Wellenlänge λ , der Frequenz f und der Lichtgeschwindigkeit c gilt im Vakuum:

$$\lambda f = c = 299\,792\,458 \text{ m s}^{-1}$$

Damit berechnen wir für die Strahlungsquelle, die in der Norm für 1 cd die monochromatische Strahlung der Frequenz $540 \cdot 10^{12}$ Hertz aussendet, die Wellenlänge $\lambda = 555 \text{ nm}$ und stellen fest, dass das Licht die Farbe Grün hat.

Violett - Blau - Grün - Gelb - Orange - Rot - Infrarot
435 - 495 - 570 - 590 - 630 - 770 nm

Ergänzung zum Buch:

Flegel/Birnstiel/Nerreter

Elektrotechnik für Maschinenbau und Mechatronik

ISBN 978-3-446-41906-3

Carl Hanser Verlag München

aktualisiert: 15.1.2011