

## Wirkungsgradmethode

Es gibt unterschiedliche Methoden und Verfahren bei der Beleuchtungsplanung, darunter die Richtwertmethode, die Punktbeleuchtungsmethode und die Wirkungsgradmethode. Im Rahmen der Industriemeisterprüfung bedienen wir uns der letzteren, welche rasche und hinreichend genügende Werte liefert.

### 1 Bestimmung der Leuchtenzahl

Bei der *Wirkungsgradmethode* handelt es sich um ein Schätzverfahren für die Beleuchtungsplanung in Innenräumen, bei der die Anzahl der benötigten Leuchten ermittelt wird. Dabei werden die Reflexionseigenschaften von Wänden, Decken und Fußböden mit berücksichtigt.

$$n = \frac{\bar{E} \cdot A}{\Phi_L \cdot \eta_B \cdot WF}$$

n	Leuchtenzahl
$E_m$	Mittlere Beleuchtungsstärke
A	Fläche des Raumes ( $A = a \cdot b$ )
$\Phi_L$	Lichtstrom Leuchte
$\eta_B$	Beleuchtungswirkungsgrad
WF	Wartungsfaktor (0,8 für normale Räume)

### 2 Bestimmung des Beleuchtungswirkungsgrades

Eine wesentliche Grösse bei der Wirkungsgradmethode ist der Beleuchtungswirkungsgrad – als Produkt aus Leuchtenbetriebswirkungsgrad ( $\eta_{LB}$ ) und Raumwirkungsgrad ( $\eta_R$ ).

$$\eta_B = \eta_{LB} \cdot \eta_R$$

► Der *Leuchtenbetriebswirkungsgrad* berücksichtigt die Abstrahlung einer Leuchte ( $\phi_L$ ) gegenüber der Strahlung des eingesetzten Leuchtmittels ( $\phi_0$ ). Oft wird er bei IHK-Aufgaben angegeben und muss nicht erst bestimmt werden. Ansonsten findet er sich in den Tabellenbüchern.

$$\eta_{LB} = \frac{\phi_L}{\phi_0}$$

► Der *Raumwirkungsgrad* wird den einschlägigen Tabellenwerken entnommen.

Aus den (geschätzten) Reflexionseigenschaften von Decke, Wänden und Boden wird zunächst der Reflexionsgrad ( $\rho$ ) bestimmt.

► Ferner muss der *Raumindex* bekannt sein.

$$k = \frac{a \cdot b}{h(a + b)}$$

$a \cdot b$  ist die beleuchtete Arbeitsfläche  
 $h$  ist die Höhe über der Arbeitsfläche (Tischhöhe = 0,75 m)

Nun kann der Raumwirkungsgrad aus einer Tabelle (z.B. Westermann) abgelesen werden.

### 3 Praxisbeispiel

Für einen Büroraum (Decke und Wände weiss, Boden dunkelblau) mit einer Nutzfläche von 20 Meter x 10 Meter und einer Höhe von 3 Meter soll die Leuchtenzahl bei einer mittleren Beleuchtungsstärke von 500 Lux bestimmt werden. Aufgrund gesammelter Erfahrungen sollen

LED-Downlight-Strahler mit einer elektrischen Leistung von 25 W, einem Leuchtenbetriebswirkungsgrad von 100 % und einem Lichtstrom von 2'200 Lumen eingesetzt werden. Die Betriebszeit der Beleuchtung beträgt 2'500 Stunden pro Jahr, die Energiekosten belaufen sich auf 0,30 €/kWh.

a) Wieviele Leuchten sind erforderlich?

b) Wie hoch belaufen sich die jährlichen Stromkosten?

Lösungsweg:

a) Anzahl Leuchten

Raumindex:  $k = (20 \text{ m} \times 10 \text{ m}) \div (2,25 \text{ m} \times 30 \text{ m}) = 2,96$

Raumwirkungsgrad (nach Tabellenbuch):  $\eta_R = 97 \%$

Leuchtenbetriebswirkungsgrad:  $\eta_{BL} = 75 \%$

Beleuchtungswirkungsgrad:  $\eta_B = \eta_{LB} \cdot \eta_R = 0,73$

Wartungsfaktor:  $WF = 0,8$

$$n = \frac{\bar{E} \cdot A}{\Phi_L \cdot \eta_B \cdot WF} = \frac{500 \text{ lx} \cdot 200 \text{ m}^2}{2'200 \text{ lm} \cdot 0,73 \cdot 0,8} \approx \mathbf{78 \text{ Leuchten}}$$

b) Stromkosten pro Jahr

Kosten p.a. = (Betriebsstunden x Anzahl Leuchten x Leistung pro Leuchte) x Preis pro kWh

2'500 Std. x 81 x 25 x 10<sup>-3</sup> kW x 0,30 €/kWh = **1'518,75 €**

Quellen:

<http://elektriker-wissen.de/theorie/meistervorbereitung-teil-2/beleuchtungstechnik/wirkungsgrad-methode>