



unternehmen:bildung

Beleuchtungssysteme

Grundlagen Licht und Lichtplanung

28.11.2017

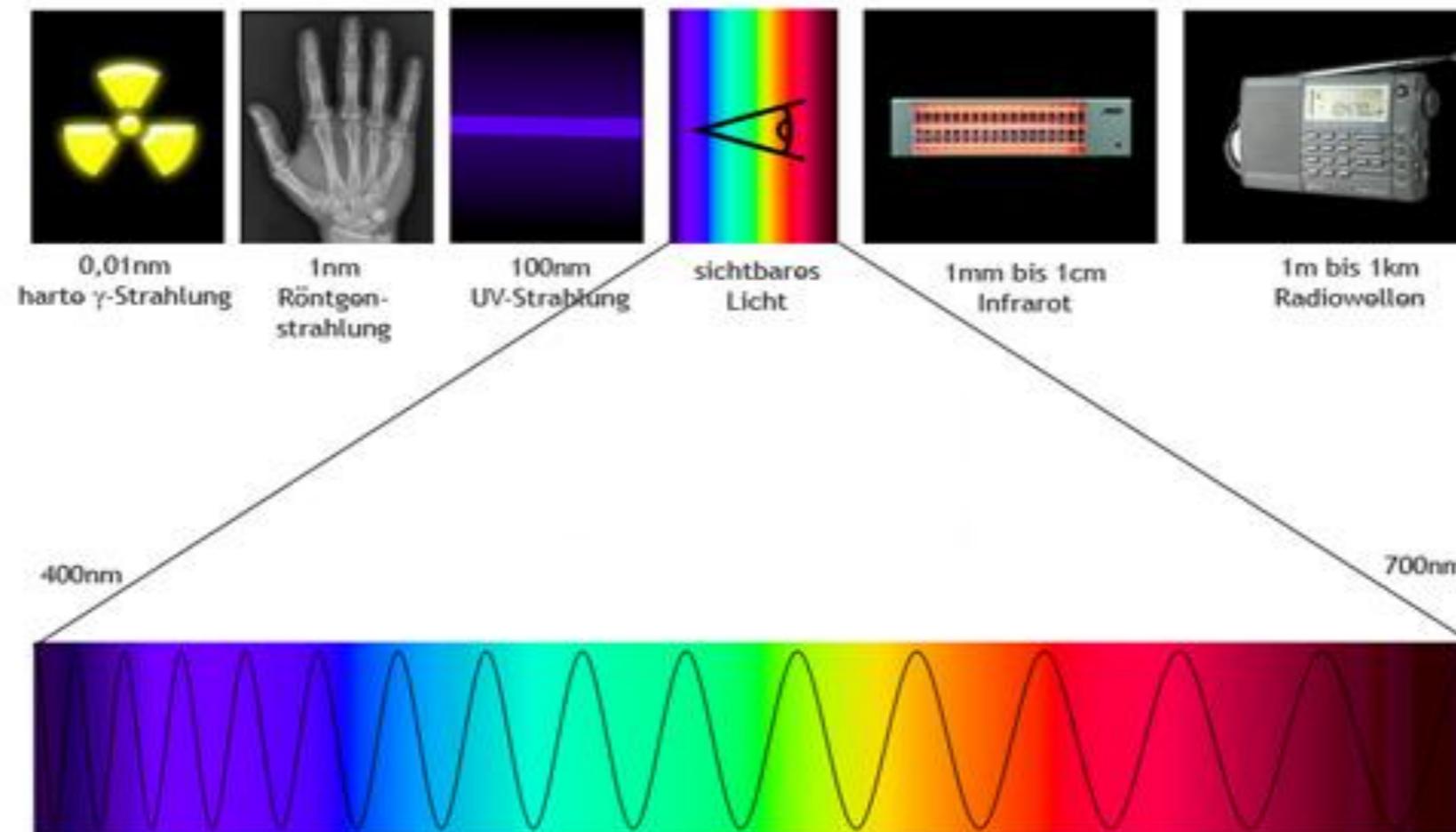
ibek GmbH, Bremen

Beleuchtungssysteme

Grundlagen



„Licht ist eine elektromagnetische Strahlung, die für Menschen sichtbar ist“



Quelle: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spectre.svg>

Beleuchtungssysteme

Grundlagen

Physikalische Größen:

Lichtstrom Φ (lumen, lm):

Lichtmenge einer Lampe in alle Richtungen

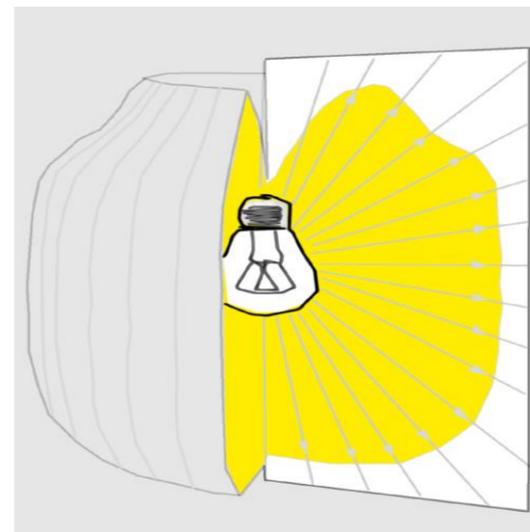


Abb: Quelle Bremer Energie-Konsens GmbH

Lichtstärke I (candela, cd):

gerichteter Lichtstrom

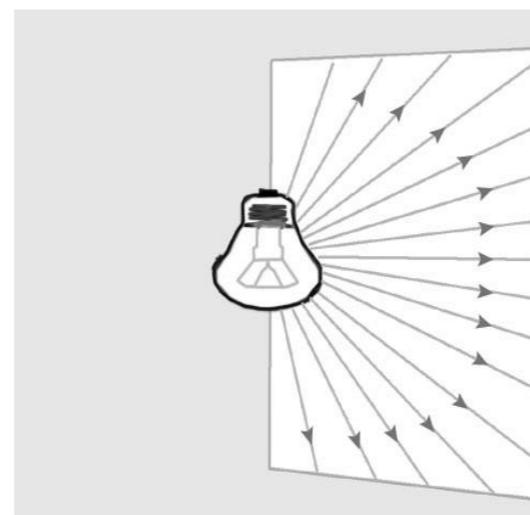


Abb: Quelle Bremer Energie-Konsens GmbH

Beleuchtungssysteme

Grundlagen



Beleuchtungsstärke E (lux, lx oder lm/m²):

Lichtstrom auf eine Fläche

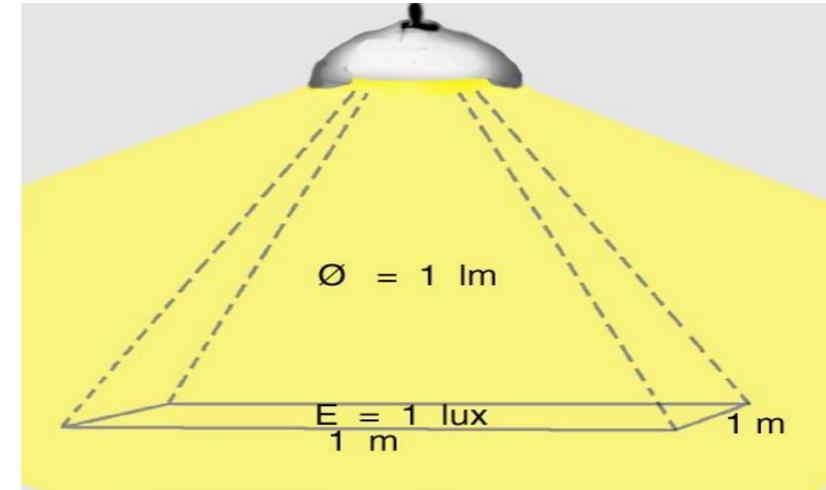


Abb: Quelle Bremer Energie-Konsens GmbH

Leuchtdichte L (candela/m²):

Spezifisches Maß für die Helligkeit einer selbstleuchtenden oder beleuchteten Fläche

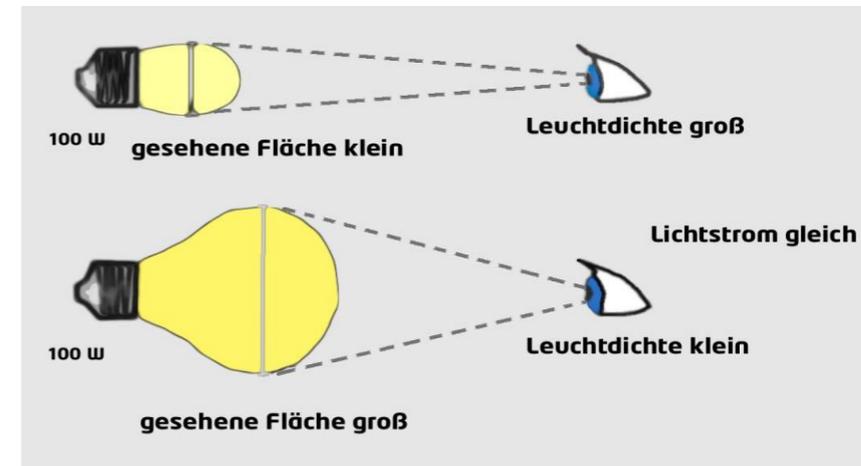


Abb: Quelle Bremer Energiekonsens GmbH

Lichtausbeute (lm/W)

Leuchten-Lichtausbeute (lm/W) bei LED

!! Lichtstrom nicht Lichtstärke !!

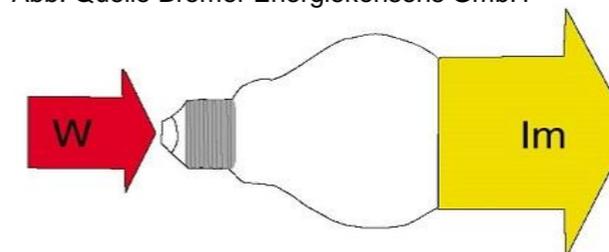


Abb: Quelle Bremer Energie-Konsens GmbH

Beleuchtungssysteme

Grundlagen



Leuchten – Lichtstrom (Helligkeit einer Leuchte)

Herkömmliche Leuchten:

Lichtstrom der Lampe x Leuchtenwirkungsgrad = Lichtstrom der Leuchte

LED – Leuchten

Angabe des Leuchtenlichtstromes

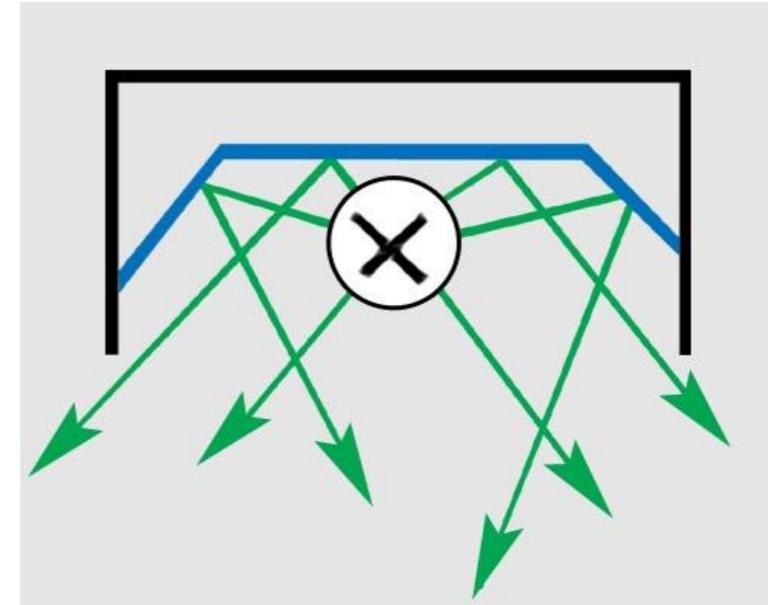


Abb: Quelle Bremer Energie-Konsens GmbH

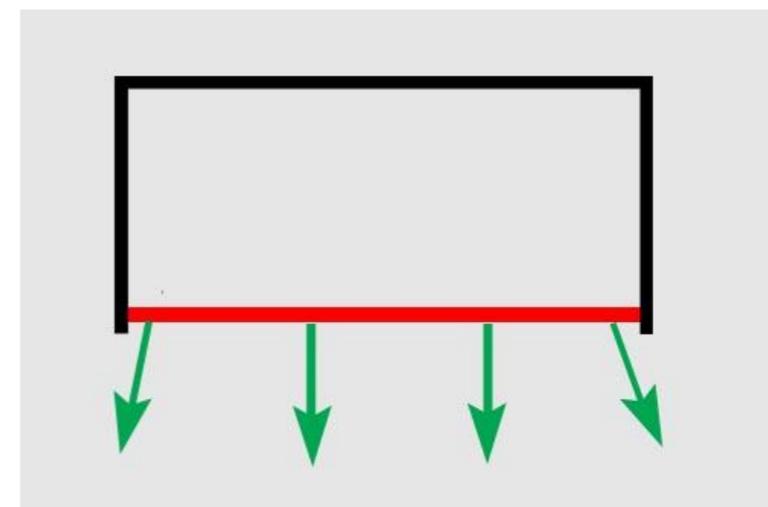


Abb: Quelle Bremer Energie-Konsens GmbH

Beleuchtungssysteme

Grundlagen



Foto ibek GmbH

Farbwiedergabe Ra

Der Farbwiedergabeindex (Ra o. CRI) bewertet, wie die Farben im Licht einer Lampe wiedergegeben werden.

Dabei kommt der höchste Wert Ra 100 dem Tageslicht in der Farbwiedergabe der beleuchteten Gegenstände am nächsten.

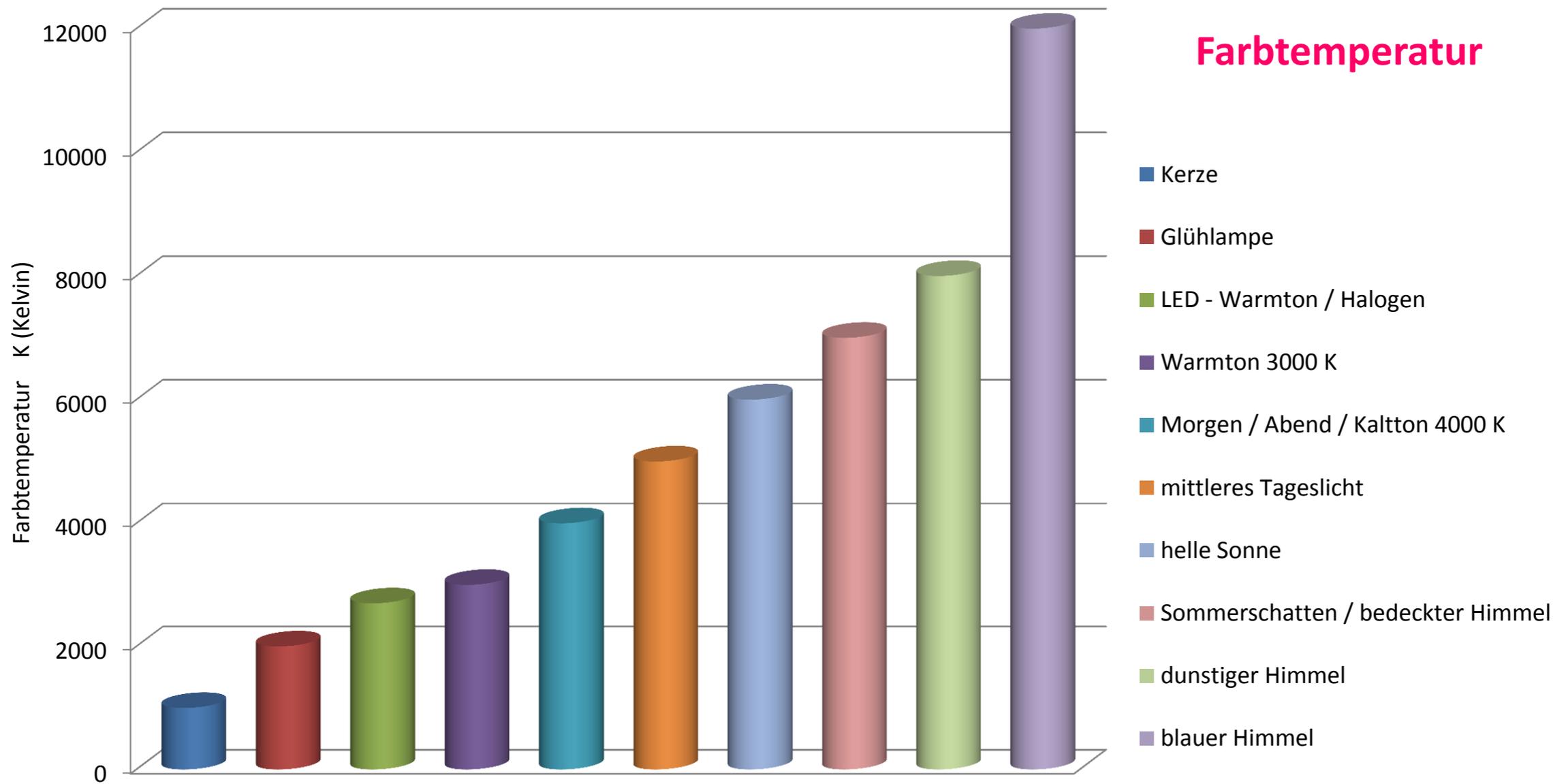
Der Farbwiedergabeindex ist abhängig von der spektralen Zusammensetzung des Lichts.



Foto ibek GmbH

Beleuchtungssysteme

Grundlagen



Beispiel einer Lampenbezeichnung: 830: Farbwiedergabe 8 , Lichtfarbe 3000 K

Beleuchtungssysteme

Grundlagen



Vorschaltgeräte

- Entladungslampen benötigen immer ein Vorschaltgerät (u.a. zur Zündung)
- 12 V – Halogenlampen benötigen einen Trafo
- LED-Lampen benötigen einen Treiber (Konstantstromquelle)

Vorschaltgeräte / Trafos haben Verluste !

Systemleistung Leuchte = Leistung Vorschaltgerät + Leistung Lampe

Beispiele:

Konventionelle Halogentrafos: 8 -10 %

Elektronische Halogentrafos: 3 - 5 %

Leuchtstofflampe 58 W am KVG (konventionelles Vorschaltgerät): 71 W (58+13W)

Leuchtstofflampe 58 W am VVG (verlustarmes Vorschaltgerät): 66 W (58+8 W)

Leuchtstofflampe 58 W am EVG (elektronisches Vorschaltgerät): 55 W (50+5 W)



Foto ibek GmbH

Beleuchtungssysteme

Grundlagen



Tageslichtquotient „D“ (Daylight-Factor)

Nutzung von Tageslicht für die künstliche Beleuchtung

$$D = \frac{E_p}{E_a}$$

Größenordnung D = 2 -10 %

- D Tageslichtquotient
- E_p Beleuchtungsstärke Innenraum (100 – 500 lx)
- E_a Außenbeleuchtungsstärke (bis zu 100.000 lx)

Der Tageslichtquotient wird i.d.R. messtechnisch ermittelt, bei bedecktem Himmel mit einer Beleuchtungsstärke von $E_a = 5000$ lx im Außenbereich.

Stromeinsparung: 30 % bis 70 % möglich
abhängig von dem Tageslichtfaktor und dem erforderlichen Beleuchtungsniveau

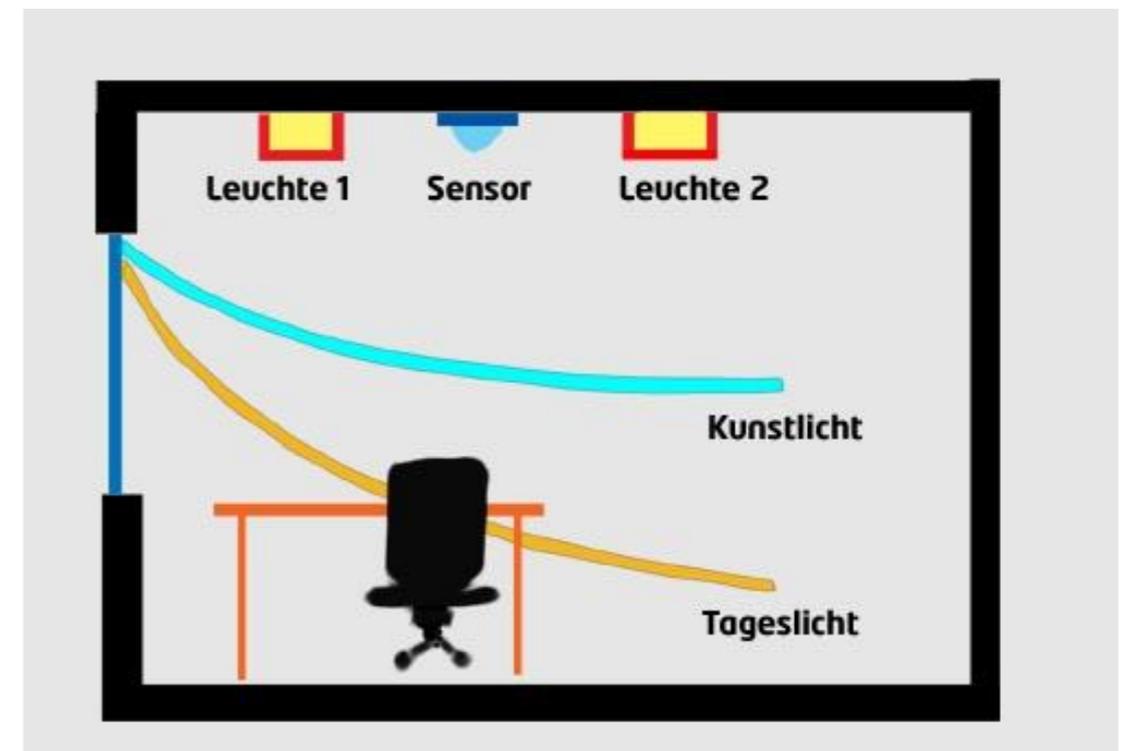


Abb: Quelle Bremer Energie-Konsens GmbH

Beleuchtungssysteme

Grundlagen



Normen

- Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen DIN EN 12464
- ASR A3.4 (Arbeitsstättenrichtlinie)
- Berufsgenossenschaft
- GUV (Gemeindeunfallkasse)
- Landkreise / Städte / Ämter
- Baugenehmigungen
- Energieeinsparverordnung und DIN 18599

Beleuchtungssysteme

Grundlagen



Wartungsfaktor (DIN EN 12464)

$$MF = LLMF \times LSF \times LMF \times RMF$$

$$MF = E_m (\text{Wartung}) / E_M (\text{Neuwert})$$

MF: Wartungsfaktor

LLMF: Lampenlichtstromwartungsfaktor

LSF: Lampenüberlebensfaktor

LMF: Leuchtenwartungsfaktor

RMF: Raumwartungsfaktor

E_M : Mittlere horiz. Beleuchtungsstär

Pauschale Klassifizierung:

0,80	Sehr sauberer Raum, geringe Nutzung
0,67	sauberer Raum, 3-jähriger Wartungszyklus
0,57	Außenanlage
0,50	Innen-/Außenanlage, starke Verschmutzung

Beleuchtungsanlagen im Neuzustand sind somit um den Wartungsfaktor MF überdimensioniert
(Einbau einer Konstantlichtregelung)

Beleuchtungssysteme

Grundlagen

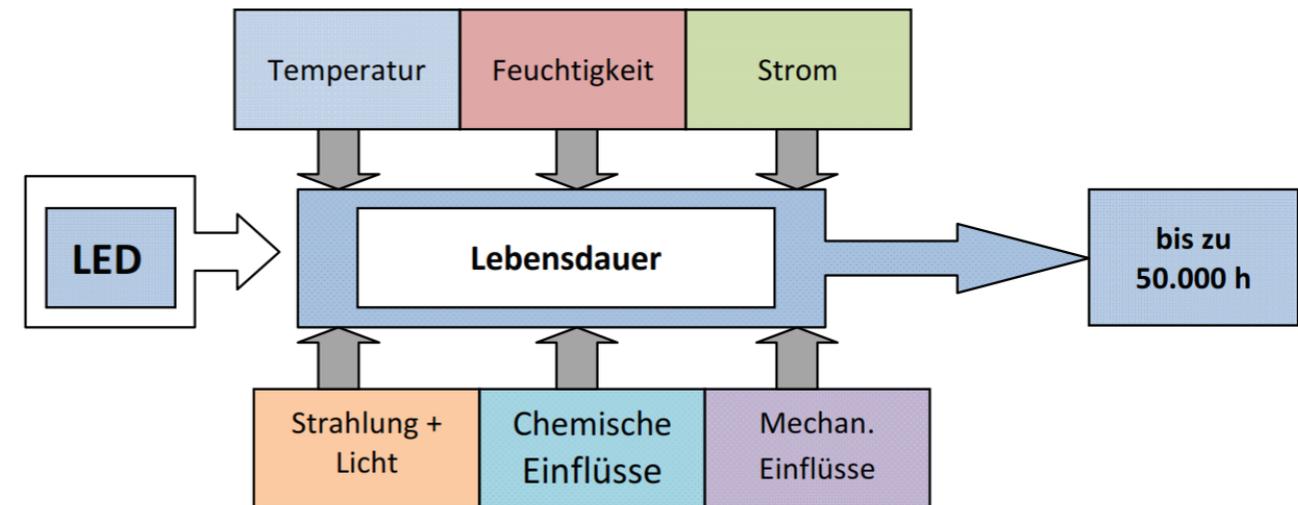


Lebensdauer 50.000 h !

Im Kleingedruckten: ...bei $L_{70} B_{50} C_3$ gemäß DIN IEC 62 717:

Übersetzung:

Nach 50.000 Betriebsstunden beträgt der Lichtstrom bei der Hälfte der Leuchten noch mindestens 70% des ursprünglichen Nennlichtstromes, 3 % sind ausgefallen oder 20 % können komplett ausgefallen sein und weitere 20 % glimmen vor sich hin. 3 % sind ausgefallen



Abb, ibek GmbH

Entwickler vom Hersteller Trilux:
 „ ... der Betrieb einer LED ist von rund 50 Einflussfaktoren abhängig.“

Lichtstrom-Degradation $L_x B_y$

L_x Bemessungslebensdauer (Nutzlebensdauer)

B_y Lichtstromrückgang (Anteil der Ausfälle durch allmählichen Lichtstromrückgang)

Totalausfall $L_0 C_z$

C_z Totalausfall

Beleuchtungssysteme

Grundlagen



Auszüge aus der ASR A3.4

Arbeitsräume, Arbeitsplatz, Tätigkeit		Mindestwert der Beleuchtungsstärke /lx	Mindestwert der Farbwiedergabe Index Ra
2.1	Versand, und Verpackungsbereich	300	60
2.3	Lagerräume mit Suchaufgabe bei nicht gleichartigen Lagergut	100	60
4.2	Büro - Schreiben, Lesen, Datenverarbeitung	500	80
11.2	Produktion - Schneiden, Sortieren, Waschen, Mahlen, Mischen und Abpacken	300	80
16.7	Grobe und mittlere Maschinenarbeiten: Toleranz > 0,1 mm	300	60

Beleuchtungssysteme

Grundlagen



Beispiele Leuchten-Lichtausbeute

Bezeichnung der Leuchte	Lampenleistung /W	Leuchtenleistung /W	Lampenlichtstrom /lm	Leuchtenbetriebswirkungsgrad /%	Leuchtenlichtstrom /lm	Spezifischer Leuchtenlichtstrom /lm/W
Hallenreflektorstrahler 1x400W Quecksilberdampf	400	445	22000	64%	14080	32
LED Highbay-Strahler	190	198		100%	20500	104
FR-Wannenleuchte 2x58 W, VVG	116	132	10400	63%	6552	50
LED-FR-Wannenleuchte 1x60W		60		100%	6000	100
Raster-Anbauleuchte 1x58W VVG	58	66	5200	78%	4056	61
LED - Panel 1x40 W		40		100%	4000	100

Beleuchtungssysteme

Grundlagen



Kennwerte bei Stand der Technik

- Bewertung von bestehenden Beleuchtungsanlagen
- „Erste“ Auslegung von Neuanlagen

Leuchtstofflampen:

Spezifische elektrische Leistung für Beleuchtung $< 2 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$

LED:

Spezifische elektrische Leistung für Beleuchtung $< 1 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$

Beispiel:

Büro 500 lx = $< 10 \text{ W/m}^2$ - Halle 300 lx = $< 6 \text{ W/m}^2$

Beleuchtungssysteme

Grundlagen



Informationen:



Leitfaden

Planungssicherheit in der LED-Beleuchtung

Begriffe, Definitionen und Messverfahren:
Grundlagen für Vergleichbarkeit

2. Ausgabe



Fachverband Licht

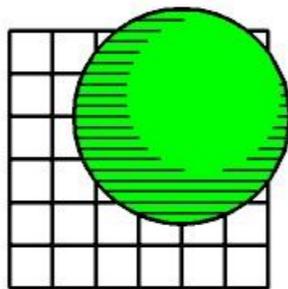
Vielen Dank!

Weitere Informationen unter:
www.energiekonsens.de



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Dipl. – Ing. Tobias Böttjer



ibek

Ingenieur- und Beratungsgesellschaft für
Organisation und Technik mbH
Schlachte 21
28195 Bremen
Telefon 0421 / 168088
E-Mail: info@ibek.de