

6 Lichttechnik

Detaillierte Lernziele:



6.1 Grundlagen

- Ich kann den Begriff *Licht* erklären.
- Ich weiss, wie gross die *Lichtgeschwindigkeit* im Vakuum ist.
- Ich kann den Begriff *Farbtemperatur* erklären.
- Ich weiss, welche Masseinheit für die *Farbtemperatur* verwendet wird.
- Ich kann warmweiss, neutralweiss und tageslichtweiss die entsprechende *Farbtemperatur* in Kelvin zuordnen.
- Ich kann die beiden Begriffe *Farbwiedergabe* und *Farbwiedergabeindex* erläutern.
- Ich weiss, was beispielsweise ein R_a -Wert von 98 bedeutet.
- Ich kann die Angabe auf einer *FL-Röhre* (z.B. 36 W/840) richtig interpretieren.

6.2 Lichttechnische Grössen

- Ich kann den Begriff *Gesamtlichtstrom* erklären.
- Ich kenne das Formelzeichen und die Masseinheit des *Gesamtlichtstromes*.
- Ich kann den Begriff *Lichtausbeute* erklären.
- Ich kenne das Formelzeichen und die Masseinheit der *Lichtausbeute*.
- Ich kann je zwei Lichtquellen mit guter bzw. schlechter *Lichtausbeute* nennen.
- Ich kann Merkmale aufzählen, welche den *Beleuchtungswirkungsgrad* beeinflussen.
- Ich kann die beiden Begriffe *Planungs- und Wartungsfaktor* erklären.
- Ich kann den Begriff *Nutzlichtstrom* erklären.
- Ich kenne das Formelzeichen und die Masseinheit des *Nutzlichtstromes*.
- Ich kann den Begriff *Beleuchtungsstärke* erklären.
- Ich kenne das Formelzeichen und die Masseinheiten der *Beleuchtungsstärke*.
- Ich weiss, mit welchem Messgerät die *Beleuchtungsstärke* gemessen werden kann.
- Ich kenne die empfohlenen *Beleuchtungsstärken* z.B. in Küche, Büro usw..
- Ich kenne das *Abstandsgesetz* bei punkt- und flächenhaften Lichtquellen.
- Ich kann die Begriffe *Lichtstärke* und *Lichtstärkeverteilungskurve* erläutern.
- Ich kenne das Formelzeichen und die Masseinheit der *Lichtstärke*.



Detaillierte Lernziele:

- Ich kann die *Lichtstärkeverteilungskurve* richtig interpretieren.
- Ich kann den Begriff *Leuchtdichte* erklären.
- Ich kenne das Formelzeichen und die Masseinheit der *Leuchtdichte*.
- Ich kann zwei Massnahmen aufzählen, welche die *Leuchtdichte* reduzieren.
- Ich kann Berechnungen zu *lichttechnischen Grössen* fehlerfrei durchführen.
(\Rightarrow Lernkontrolle)

6.3 Temperaturstrahler

- Ich kenne den ungefähren Wirkungsgrad von *Temperaturstrahlern*.
- Ich kann den Aufbau einer *Glühlampe* skizzieren und mittels Legende beschriften.
- Ich kenne mindestens fünf Eigenschaften der *Glühlampe*.
- Ich kann alle sieben *Sockelarten* (Bezeichnung) mit je einer Anwendung nennen.
- Ich weiss, was die Halogenfüllung bei *Halogen-Glühlampen* bewirkt.
- Ich weiss, worauf beim Einbau von *Halogen-Glühlampen* besonders zu achten ist.
- Ich weiss, was die Abkürzung *IRC* auf Deutsch und auf Englisch bedeutet und was für Vorteile diese Technologie bringt.
- Ich kann den Unterschied zwischen einem *Kaltlicht- und Alurefektor* erklären.
- Ich kenne mindestens fünf Eigenschaften der *Halogen-Glühlampe*.
- Ich kenne zwei unterschiedliche Transformatortypen (inkl. Vorteile, Nachteile), die den Betrieb von *Niedervolt-Halogenglühlampen* ermöglichen.
- Ich kann die Daten einer *Energie-Etikette* für Lampen richtig interpretieren.

6.4 Gasentladungslampen

- Ich kenne die beiden Hauptaufgaben eines *Vorschaltgerätes*.
- Ich kann den Aufbau einer *Leuchtstoffröhre* erklären.
- Ich kann (grob) die Lichterzeugung in einer *FL-Röhre* erläutern.
- Ich kann eine *FL-Armatur* bestehend aus Vorschaltgerät, FL-Röhre, Bimetallstarter und Störschutzkondensator aufzeichnen.
- Ich kann den Aufbau eines *Bimetallstarters* erklären.
- Ich kann den Einschaltvorgang einer *FL-Leuchte mit KVG* erklären.
- Ich kann fünf Eigenschaften von *Leuchtstofflampen* aufzählen.



Detaillierte Lernziele:

- Ich weiss, mit welcher Frequenz *elektronische Vorschaltgeräte (EVG)* arbeiten.
- Ich kenne die vier Baugruppen innerhalb eines *elektronischen Vorschaltgerätes*.
- Ich kenne sechs Vorteile, welche *EVG* gegenüber *KVG* aufweisen.
- Ich weiss, welche Vorteile *Kompaktleuchtstofflampen* gegenüber Glühlampen haben.
- Ich kann vier Eigenschaften von *Kompaktleuchtstofflampen* nennen.
- Ich kann eine *Halogen-Metall dampflampe* erkennen.
- Ich kann vier Eigenschaften der *Halogen-Metall dampflampe* aufzählen.
- Ich kann drei Anwendungsbeispiele der *Halogen-Metall dampflampe* aufzählen.
- Ich kann eine *Natriumdampf-Niederdrucklampe* erkennen.
- Ich kann vier Eigenschaften der *Natriumdampf-Niederdrucklampe* aufzählen.
- Ich kann drei Anwendungsbeispiele der *Natriumdampf-Niederdrucklampe*
- Ich kann eine *Natriumdampf-Hochdrucklampe* erkennen.
- Ich kann vier Eigenschaften der *Natriumdampf-Hochdrucklampe* aufzählen.
- Ich kann drei Anwendungsbeispiele der *Natriumdampf-Hochdrucklampe*
- Ich kann eine *Induktionslampe* erkennen.
- Ich kann vier Eigenschaften der *Induktionslampe* aufzählen.
- Ich kann drei Anwendungsbeispiele der *Induktionslampe* aufzählen.
- Ich kann die verschiedenen *Lampensysteme* bezüglich Lichtausbeute, Lebensdauer und Farbwiedergabe bewerten.
- Ich weiss, welche *Lampensysteme* ein Vorschaltgerät benötigen.
- Ich weiss, welche *Lampensysteme* sich gut dimmen lassen.

6.5 LED-Licht

- Ich weiss, wie gross die Lichtausbeute (in Lumen pro Watt) einer *LED* etwa ist.
- Ich weiss, wie gross die Lebensdauer (in Stunden) einer *LED* etwa ist.
- Ich kann fünf verschiedene *LED-Bauformen* aufzählen.
- Ich kann erklären, was eine *OLED* ist und wo diese aktuell verwendet werden.
- Ich kann zwei Möglichkeiten zur Erzeugung von *weissem LED-Licht* beschreiben.
- Ich weiss, in welchem Bereich der Farbwiedergabeindex von *LED's* liegt.

**Detaillierte Lernziele:**

- Ich kann sechs Vorteile bzw. Eigenschaften von *LED-Lampen* nennen.
- Ich weiss, auf welche *Basisgrösse* heute für die Helligkeit von Leuchtmitteln geachtet werden muss.
- Ich kann erklären, was mit der Aussage '*Lumen statt Watt*' gemeint ist.
- Ich kann vier Kriterien aufzählen, auf die beim Umbau auf *LED-Licht* unbedingt geachtet werden muss.
- Ich kann das Umrüsten einer Leuchtstofflampe mit KVG auf *LED-Röhren* beschreiben und weiss, welche Personen diese Arbeit ausführen dürfen.
- Ich kann das Umrüsten einer Leuchtstofflampe mit EVG auf *LED-Röhren* beschreiben und weiss, welche Personen diese Arbeit ausführen dürfen.

6.6 Dimmer

- Ich kann die drei verschiedenen Steuerungsarten von *Dimmern* aufzählen.
- Ich kann den Spannungsverlauf einer *Phasenanschnittsteuerung* bei verschiedenen Helligkeiten aufzeichnen.
- Ich kann den Spannungsverlauf einer *Phasenabschnittsteuerung* bei verschiedenen Helligkeiten aufzeichnen.
- Ich kann den Spannungsverlauf einer *Pulsweitenmodulation* bei verschiedenen Helligkeiten aufzeichnen.
- Ich weiss, mit welchem Dimmverfahren eigens für *LED* entwickelte Dimmer arbeiten.
- Ich weiss, welche *Dimmerart* für welches Leuchtmittel geeignet ist.
- Ich weiss, was die Symbole mit Buchstaben auf einem *Dimmer* bedeuten.
- Ich weiss, worauf beim *Dimmen von LED-Leuchtmittel* geachtet werden muss.

6.1 Lernkontrolle: Lichttechnik

6.1 Aufgabe ✓

2 Pkt.

Was versteht man unter der Farbtemperatur? In welcher Einheit wird sie angegeben?

6.2 Aufgabe ✓

1 Pkt.

Mit welchem Messgerät wird die Beleuchtungsstärke gemessen?

6.3 Aufgabe ✓

2 Pkt.

Was versteht man unter der Lichtausbeute einer Lichtquelle? Erklären Sie in Worten.

6.4 Aufgabe ✓

2 Pkt.

Welche Beleuchtungsstärke wird a) für Wohnräume und b) für Büros empfohlen?

6.5 Aufgabe ✓

1 Pkt.

Mit welcher Formel wird die Leuchtdichte L berechnet?

$L = \frac{\Phi_N}{A}$

$L = \frac{\Phi}{P}$

$L = E \cdot \eta_B$

$L = \frac{I}{A}$

6.6 Aufgabe ✓

1 Pkt.

Auf welche Art verändert sich die Beleuchtungsstärke E , wenn die Distanz zwischen flächenhafter Lichtquelle (z.B. LED-Röhre) und der zu beleuchtenden Fläche verändert wird?

- Mit doppeltem Abstand wird die Beleuchtungsstärke zweimal kleiner.
- Mit doppeltem Abstand wird die Beleuchtungsstärke dreimal kleiner.
- Mit doppeltem Abstand wird die Beleuchtungsstärke viermal kleiner.
- Mit doppeltem Abstand wird die Beleuchtungsstärke zweimal grösser.
- Mit doppeltem Abstand wird die Beleuchtungsstärke dreimal grösser.

6.7 Aufgabe

2 Pkt.

Eine Natriumdampf Lampe mit $\eta_L = 68 \text{ lm/W}$ soll einen Gesamtlichtstrom von $\Phi = 12\,000 \text{ lm}$ erzeugen. Wie gross ist die Lampenleistung P zu wählen?

6.8 Aufgabe

4 Pkt.

Der Gesamtlichtstrom einer 24 W-LED-Röhre beträgt laut Datenblatt 3900 lm. Durch einen Reflektor beleuchtet die LED-Röhre eine Fläche von 9.2 m^2 .

Berechnen Sie die Beleuchtungsstärke E bei einem Beleuchtungswirkungsgrad von 52 %.

6.9 Aufgabe

5 Pkt.

Ein Planungsbüro der Grösse $8.5 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ soll mit 24 W-LED-Röhren mit je $\Phi_L = 3800 \text{ lm}$ beleuchtet werden. Der Wirkungsgrad der Beleuchtung wird mit 55 % angenommen.

Wie viele LED-Röhren werden für eine Beleuchtungsstärke von mindestens $E = 800 \text{ lx}$ benötigt, wenn ein Planungsfaktor $p = 1.5$ einzurechnen ist?

6.10 Aufgabe ✓

4 Pkt.

Nennen Sie die 4 Schraubsockelarten für Glühlampen inklusive deren Bezeichnungen!

6.11 Aufgabe ✓

2 Pkt.

Welchen Zweck hat das dem Füllgas beigegebene Brom oder Jod bei Halogen-Glühlampen?

6.12 Aufgabe ✓

4 Pkt.

Welche Vorteile haben Leuchtstofflampen gegenüber Halogen-Glühlampen? (4 Stück)

6.13 Aufgabe ✓

2 Pkt.

Wo werden Induktionslampen eingesetzt? Nennen Sie zwei Beispiele.

6.14 Aufgabe ✓

2 Pkt.

Welche beleuchtungstechnische Grösse (inkl. Masseinheit) muss heute verwendet werden, um unterschiedliche Leuchtmittel bezüglich ihrer Helligkeit zu vergleichen?

6.15 Aufgabe ✓

3 Pkt.

Kreuzen Sie die drei *falschen* Aussagen bezüglich Leuchtdioden (LED) an.

- Alle heute auf dem Markt erhältlichen LEDs sind dimmbar.
- Leuchtdioden können mittels Vorwiderstand an Gleichspannung betrieben werden.
- Leuchtdioden funktionieren auch bei kalten Temperaturen problemlos.
- Leuchtdioden geben keine Wärme ab.
- LEDs sind bezüglich Lichtausbeute und Lebensdauer (fast) unschlagbar.
- Bei Leuchtdioden ist sofortiges Wiedereinschalten nicht möglich.
- Leuchtdioden sind unempfindlich auf Stösse und Vibration.

6.16 Aufgabe ✓

1 Pkt.

Wie werden LED-Produkte bezeichnet, die konventionelle Leuchtmittel ersetzen können, ohne dass die Leuchte ausgetauscht werden muss?

6.17 Aufgabe ✓

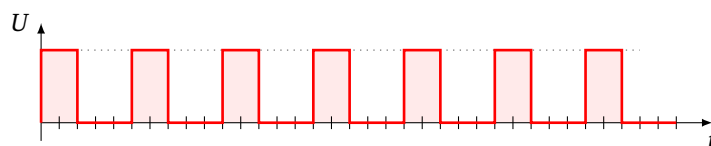
3 Pkt.

Nennen Sie drei unterschiedliche Dimmverfahren.

6.18 Aufgabe ✓

2 Pkt.

Welches Dimmverfahren ist unten dargestellt? Auf welche Helligkeit wird dabei gedimmt?



Richtzeit: 25 min

maximale Punktzahl: 43 Pkt.

43 – 39 Pkt: sehr gut

38.5 – 33 Pkt: gut

32.5 – 26 Pkt: genügend

< 26 Pkt: ungenügend

6.2 Lernkontrolle Lösungen: Lichttechnik

6.1 Lösung

Um eine Farbe zu kennzeichnen, gibt man die absolute Temperatur eines schwarzen Körpers (z.B. Titan) an, bei der er Licht von dieser Farbe aussenden würde. (1 Pkt.)

Masseinheit: Kelvin (K) (1 Pkt.)

6.2 Lösung

mit einem Luxmeter (1 Pkt.)

6.3 Lösung

Das Verhältnis von abgegebenem Lichtstrom zur zugeführten elektrischen Leistung. Diese Größe stellt quasi den Wirkungsgrad einer Lichtquelle dar. (2 Pkt.)

6.4 Lösung

a) circa 160 lx (1 Pkt.) b) circa 700 lx (1 Pkt.)

6.5 Lösung

$$\square L = \frac{\Phi_N}{A} \quad \square L = \frac{\Phi}{P} \quad \square L = E \cdot \eta_B \quad \boxtimes L = \frac{I}{A} \quad (1 \text{ Pkt.})$$

6.6 Lösung

Mit doppeltem Abstand wird die Beleuchtungsstärke zweimal kleiner. (1 Pkt.)

6.7 Lösung

$$P = \frac{\Phi}{\eta_L} = \frac{12000 \text{ lm}}{68 \frac{\text{lm}}{\text{W}}} = \frac{12000 \cancel{\text{lm}} \cdot \text{W}}{68 \cancel{\text{lm}}} = \underline{\underline{176.5 \text{ W}}} \quad (2 \text{ Pkt.})$$

6.8 Lösung

$$\Phi_N = \Phi \cdot \eta_B = 3900 \text{ lm} \cdot 0.52 = \underline{\underline{2028 \text{ lm}}} \quad (2 \text{ Pkt.})$$

$$E = \frac{\Phi_N}{A} = \frac{2028 \text{ lm}}{9.2 \text{ m}^2} = \underline{\underline{220.4 \frac{\text{lm}}{\text{m}^2}}} = \underline{\underline{220.4 \text{ lx}}} \quad (2 \text{ Pkt.})$$

6.9 Lösung

$$A = l \cdot b = 8.5 \text{ m} \cdot 4 \text{ m} = \underline{\underline{34 \text{ m}^2}} \quad \Phi_N = E \cdot A = 800 \frac{\text{lm}}{\text{m}^2} \cdot 34 \text{ m}^2 = \underline{\underline{27200 \text{ lm}}}$$

$$\Phi = \frac{\Phi_N}{\eta_B} = \frac{27200 \text{ lm}}{0.55} = \underline{\underline{49455 \text{ lm}}}$$

$$\text{Anzahl Lampen ohne Planungsfaktor: } N_1 = \frac{\Phi}{\Phi_L} = \frac{49455 \text{ lm}}{3800 \text{ lm}} = \underline{\underline{13.01 \text{ Stück}}}$$

$$\text{Anzahl Lampen mit Planungsfaktor: } N_2 = p \cdot N_1 = 1.5 \cdot 13.01 = \underline{\underline{19.5 \text{ Stück}}} \rightarrow \underline{\underline{20 \text{ Stück}}}$$

(pro korrekter Rechenschritt 1 Pkt.)

6.10 Lösung

E10 Zwerg; E14 Mignon E27 Normal, Edison E40 Goliath (je 1 Pkt.)

6.11 Lösung

Es verhindert die Schwärzung des Lampenkolbens. (2 Pkt.)

6.12 Lösung

grössere Lebensdauer, grössere Lichtausbeute, geringere Leuchtdichte (keine Blendung), grössere Auswahl an Lichtfarben, bessere Wirtschaftlichkeit, unempfindlicher gegen Spannungsschwankungen (je 1 Pkt.)

6.13 Lösung

hohen Industriehallen, Lichtmasten, Tunnel, Brücken, Untertagebau (je 1 Pkt.)
Allgemein dort, wo ein Lampenwechsel schwierig ist (z.B. in grossen Höhen).

6.14 Lösung

Lichtstrom (1 Pkt.) Masseinheit: Lumen (1 Pkt.)

6.15 Lösung

Folgende Aussagen sind falsch:

- Alle heute auf dem Markt erhältlichen LEDs sind dimmbar. (1 Pkt.)
 - Leuchtdioden geben keine Wärme ab. (1 Pkt.)
 - Bei Leuchtdioden ist sofortiges Wiedereinschalten nicht möglich. (1 Pkt.)
-

6.16 Lösung

Retrofit-LED (1 Pkt.)

6.17 Lösung

Phasenanschnitt, Phasenabschnitt und Pulsweiten-Modulation (je 1 Pkt.)

6.18 Lösung

a) Pulsweitenmodulation (1 Pkt.) b) auf 40 % Helligkeit (1 Pkt.)