

# 11 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 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 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 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 vier 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-Metalldampflampe* erkennen.
- Ich kann vier Eigenschaften der *Halogen-Metalldampflampe* aufzählen.
- Ich kann drei Anwendungsbeispiele der *Halogen-Metalldampflampe* 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.

## 11.1 Lernkontrolle: Lichttechnik

---

**11.1 Aufgabe ✓**

2 Pkt.

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

---

**11.2 Aufgabe ✓**

1 Pkt.

Mit welchem Messgerät wird die Beleuchtungsstärke gemessen?

---

**11.3 Aufgabe ✓**

2 Pkt.

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

---

**11.4 Aufgabe ✓**

2 Pkt.

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

---

**11.5 Aufgabe**

2 Pkt.

Eine Natriumdampfampe 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?

---

**11.6 Aufgabe ✓**

4 Pkt.

Nennen Sie die 4 Schraubsockelarten für Glühlampen inklusive deren Bezeichnungen!

---

**11.7 Aufgabe ✓**

2 Pkt.

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

---

**11.8 Aufgabe ✓**

2 Pkt.

Welche Vorteile haben Leuchtstofflampen gegenüber Halogen-Glühlampen? (2 Stück)

---

**11.9 Aufgabe ✓**

2 Pkt.

Wo werden Induktionslampen eingesetzt? Nennen Sie zwei Beispiele.

---

**11.10 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  $9.2 \text{ m}^2$ . Berechnen Sie:

- den Nutzlichtstrom  $\Phi_N$ , wenn der Beleuchtungswirkungsgrad 50% beträgt
- die Beleuchtungsstärke  $E$ .

---

**11.11 Aufgabe ✓**

2 Pkt.

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

**11.12 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.
- Die Abkürzung LED bedeutet: Lumen erzeugende Dosierung.
- 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.

**11.13 Aufgabe** ✓

1 Pkt.

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

**11.14 Aufgabe** ✓

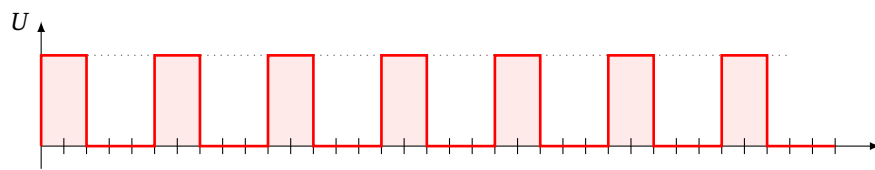
2 Pkt.

Nennen Sie zwei unterschiedliche Dimmverfahren.

**11.15 Aufgabe** ✓

2 Pkt.

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



Richtzeit: 30 min

maximale Punktzahl: 33 Pkt.

33 – 29 Pkt: sehr gut

28.5 – 23 Pkt: gut

22.5 – 17 Pkt: genügend

&lt; 17 Pkt: ungenügend

## 11.2 Lernkontrolle Lösungen: Lichttechnik

---

### 11.1 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.)

---

### 11.2 Lösung

mit einem Luxmeter (1 Pkt.)

---

### 11.3 Lösung

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

---

### 11.4 Lösung

a) circa 160 lx (1 Pkt.)      b) circa 500 lx (1 Pkt.)

---

### 11.5 Lösung

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


---

### 11.6 Lösung

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

---

### 11.7 Lösung

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

---

### 11.8 Lösung

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

---

### 11.9 Lösung

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

---

### 11.10 Lösung

$$\text{a) } \Phi_N = \Phi \cdot \eta_B = 3900 \text{ lm} \cdot 0.50 = \underline{\underline{1950 \text{ lm}}} \quad (2 \text{ Pkt.})$$

$$\text{b) } E = \frac{\Phi_N}{A} = \frac{1950 \text{ lm}}{9.2 \text{ m}^2} = \underline{\underline{212 \frac{\text{lm}}{\text{m}^2}}} = \underline{\underline{212 \text{ lx}}} \quad (2 \text{ Pkt.})$$

---

**11.11 Lösung**

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

---

**11.12 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.)
- 

**11.13 Lösung**

Retrofit-LED (1 Pkt.)

---

**11.14 Lösung**

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

---

**11.15 Lösung**

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