

Leuchtdioden*

Aufgabennummer: A_305

Technologieeinsatz:

möglich

erforderlich

Leuchtdioden (LEDs) werden häufig als Beleuchtungsmittel verwendet.

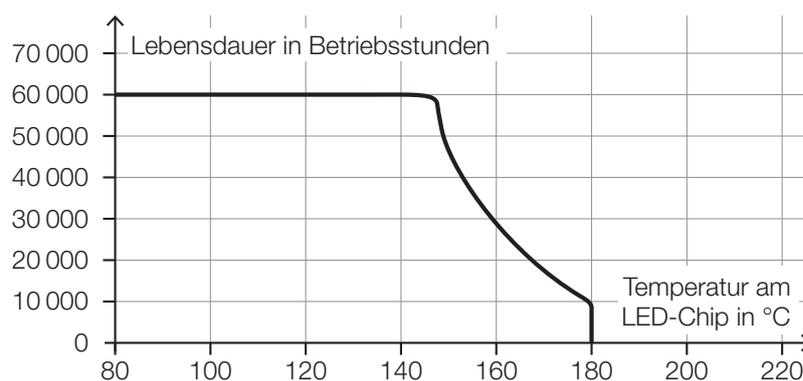
- a) LEDs haben einen begrenzten Öffnungswinkel. Für eine sogenannte *Rundum-Beleuchtung* werden daher mehrere LEDs benötigt. Die Anzahl der LEDs gleicher Bauart, die für eine Rundum-Beleuchtung benötigt werden, kann gemäß der nachstehenden Vorschrift berechnet werden.

Dividiere 1 durch den Sinus von einem Viertel des Öffnungswinkels.

Quadriere die erhaltene Zahl.

Ist das nun erhaltene Ergebnis nicht ganzzahlig, dann runde es auf die nächstgrößere ganze Zahl auf.

- 1) Berechnen Sie die Anzahl der LEDs mit einem Öffnungswinkel von 40° , die man gemäß der obigen Vorschrift für eine Rundum-Beleuchtung benötigt.
- b) Die Lebensdauer von LEDs ist abhängig von der Temperatur am LED-Chip. Auf einer Website ist dieser Zusammenhang grafisch dargestellt (siehe nachstehende Abbildung).



Quelle: <https://www.led-studien.de/wp-content/uploads/2015/10/Lebensdauer-nach-LED-Temperatur.png> [16.08.2019] (adaptiert).

- 1) Ermitteln Sie die mittlere Änderungsrate der Lebensdauer bei Erhöhung der Temperatur von 140°C auf 160°C .
- 2) Begründen Sie, warum es sich bei der in der obigen Abbildung dargestellten Kurve nicht um den Graphen einer Funktion handeln kann.

c) Ein Maß für die Helligkeit einer Lichtquelle ist der sogenannte *Lichtstrom*. Dieser wird in der Einheit Lumen angegeben.

Man geht davon aus, dass der maximale Lichtstrom von LEDs durch technische Weiterentwicklung exponentiell ansteigen wird.

Dabei gilt: Alle 10 Jahre steigt der maximale Lichtstrom von LEDs auf das 20-Fache.

Diese Entwicklung kann durch eine Exponentialfunktion L modelliert werden.

$$L(t) = L_0 \cdot a^t$$

t ... Zeit in Jahren

$L(t)$... maximaler Lichtstrom zur Zeit t in Lumen

L_0 ... maximaler Lichtstrom zur Zeit $t = 0$ in Lumen

a ... positiver Parameter

1) Berechnen Sie den Parameter a .

2) Interpretieren Sie den Wert des Parameters a im gegebenen Sachzusammenhang.

Möglicher Lösungsweg

$$\text{a1)} \left(\frac{1}{\sin\left(\frac{40^\circ}{4}\right)} \right)^2 = 33,1\dots$$

Für eine Rundum-Beleuchtung benötigt man 34 LEDs.

$$\text{b1)} \frac{29\,000 - 60\,000}{160 - 140} = -1\,550$$

Toleranzbereich: [-1 600; -1 500]

b2) Bei der dargestellten Kurve handelt es sich nicht um den Graphen einer Funktion, da nicht jedem Argument genau ein Funktionswert zugeordnet wird. (Hier sind der Temperatur 180 °C mehrere Lebensdauer-Werte zugeordnet.)

$$\text{c1)} 20 = a^{10} \Rightarrow a = \sqrt[10]{20} = 1,349\dots$$

c2) Der maximale Lichtstrom von LEDs nimmt laut diesem Modell pro Jahr um rund 35 % (bezogen auf den Wert des jeweiligen Vorjahrs) zu.

Lösungsschlüssel

- a1) Ein Punkt für das richtige Berechnen der Anzahl.
- b1) Ein Punkt für das richtige Ermitteln der mittleren Änderungsrate.
- b2) Ein Punkt für das richtige Begründen.
- c1) Ein Punkt für das richtige Berechnen des Parameters a .
- c2) Ein Punkt für das richtige Interpretieren im gegebenen Sachzusammenhang.