

# Bestimmung der Lichtstärke einer Lichtquelle bei konstanter elektrischer Leistung

## Versuchsprotokoll

---

Tobias Krähling  
eMail: <Tobias.Kraehling@SemiByte.de>  
Homepage: <www.SemiByte.de>

21.04.2007  
Version: 1.2

### Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung .....	2
2. Grundlagen .....	2
3. Arbeitsanweisung .....	2
4. Geräteliste .....	2
5. Arbeitsanweisung .....	2
5.1 Anmerkungen .....	3
6. Meßprotokoll .....	3
7. Kennlinie einer Lampe .....	3
8. Meßwertberechnung und Fehlerrechnung .....	4
8.1 Meßwertberechnung .....	4
8.2 Fehlerrechnung .....	5
9. Versuchsergebnis .....	5

## 1. Aufgabenstellung

Bestimmung der Lichtstärke einer Lichtquelle bei konstanter elektrischer Leistung.

## 2. Grundlagen

Bei senkrechtem Lichteinfall hängt die Beleuchtungsstärke einer Fläche von der Lichtstärke einer Lichtquelle und dem Quadrat der Entfernung ab.

$$E = \frac{I}{r^2}$$

Die Lichtstärke einer Lichtquelle ergibt sich dann zu:

$$I = Er^2$$

mit  $I$  als Lichtstärke in cd,  $E$  als Beleuchtungsstärke in lx und  $r$  als den Abstand der Lichtquelle zum Fotoelement in m.

## 3. Arbeitsanweisung

Das Photoelement wird mit einer Lichtquelle bestrahlt und die auf dem Photoelement erzielte Beleuchtungsstärke mit Hilfe eines Luxmeters gemessen. Dazu wird das Photoelement aus verschiedenen Abständen bestrahlt und die Lichtstärke der Lichtquelle ermittelt.

## 4. Geräteliste

- 1 optische Bank
- 1 Halogen-Richtleuchte 12 V / 100 W (Nr. 1)
- 1 Blende
- schwarze Tücher
- 1 Maßstab (0 – 2 m;  $\pm 1$  mm)
- 1 Photoelement (Gossen)
- 1 Luxmeter 0 – 300 lx,  $\Delta Lx = 1$  Skt., F.Nr. 2D71015

## 5. Arbeitsanweisung

1. Photoelement und Lampe auf der optischen Bank so aufstellen, daß sie eine gemeinsame optische Achse haben.

2. Die Richtleuchte 12 V / 100 W an eine 12 V-Stromversorgung anschließen. Tisch, helle Gegenstände, Metalle. . . mit schwarzen Tüchern abdecken (wegen Streulicht).
3. Das Photoelement auf der optischen Bank, in einer Entfernung von 1,80 m zwischen Photoelement und Lampenwendel der Lichtquelle, mit dem Luxmeter verbinden und die Beleuchtungsstärke messen.
4. Das Photoelement um je 10 cm näher an die Lichtquelle rücken bis zu einem Abstand  $r = 0,8$  m und die jeweiligen Beleuchtungsstärken messen.
5. Meßwerte in ein Protokoll eintragen.
6. Aus dem darzustellenden Diagramm  $E = f\left(\frac{1}{r^2}\right)$  wird aus der Steigung, der sich ergebenden Geraden, die Lichtstärke der Lichtquelle ermittelt.
7. Die Lichtstärke der Lampe wird als Ergebnis angegeben.
8. Ein Arbeitsbericht mit Fehlerrechnung erstellen.

## 5.1 Anmerkungen

- Die Lichtauffangfläche des Photoelementes darf weder beschattet, noch durch reflektiertes Licht aufgehellt werden. Der Mindestabstand zur Lichtquelle soll mindestens das Zehnfache des Durchmessers der Auffangfläche betragen. Das Photoelement darf nicht über 50 °C erwärmt werden.
- Vor Beginn der Messung muß die Skala des Maßstabs »geeicht« werden, in dem man einen 1-m-Stab zwischen Lampenwendel und Photoelement hält und die Länge auf dem Maßstab abliest. Die Differenz zwischen Meßstabswert und 1 m ist der Korrekturwert, der entweder von der Entfernung  $r$  abgezogen bzw. hinzuaddiert werden muß.

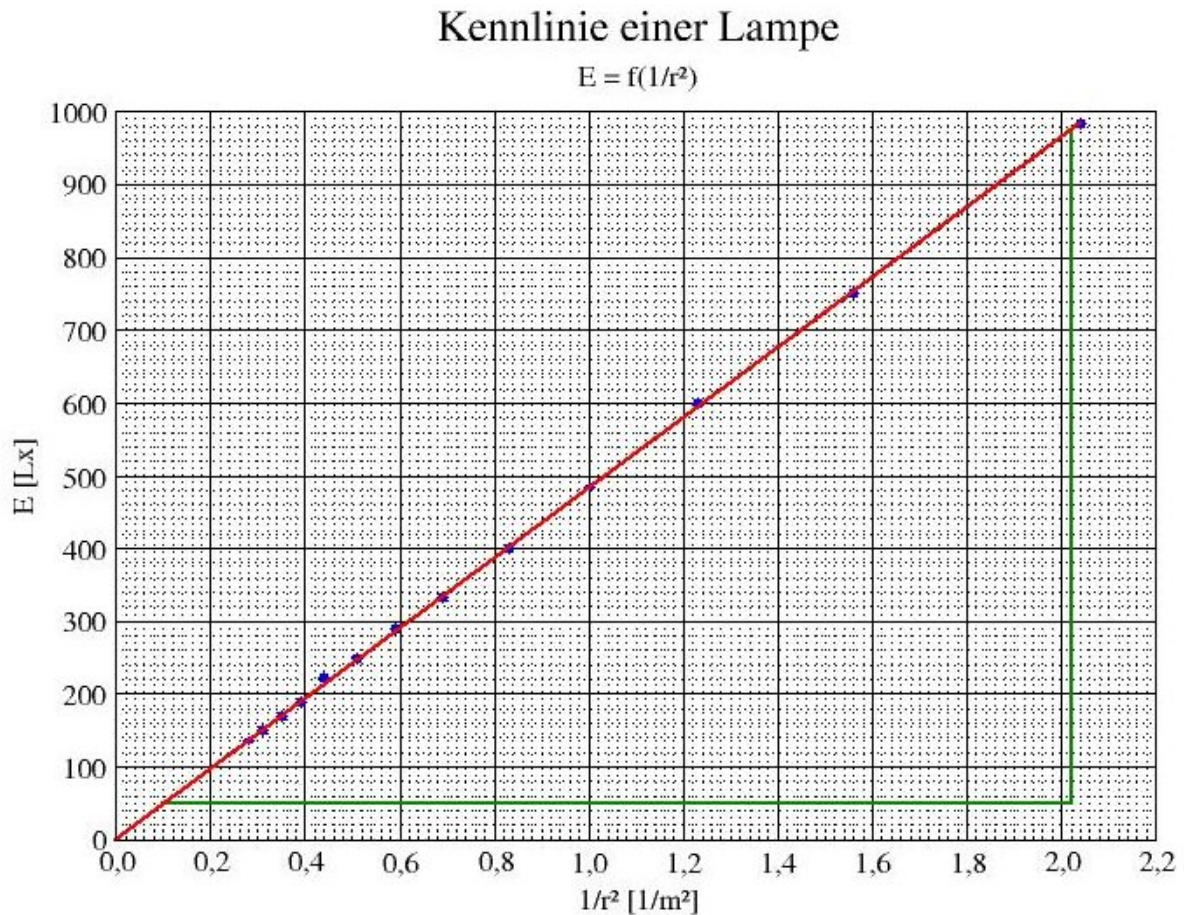
## 6. Meßprotokoll

$i$	$E$ [Lux]	$r_g$ [m]	$r$ [m]	$r^{-2}$ [m <sup>-2</sup> ]
1	483	1,022	1,00	1,00
2	400	1,122	1,10	0,83
3	333	1,222	1,20	0,69
4	290	1,322	1,30	0,59
5	250	1,422	1,40	0,51
6	220	1,522	1,50	0,44
7	190	1,622	1,60	0,39
8	170	1,722	1,70	0,35
9	150	1,822	1,80	0,31
10	135	1,922	1,90	0,28
11	600	0,922	0,90	1,23
12	750	0,822	0,80	1,56
13	983	0,722	0,70	2,04

### Legende

- $i$ : Meßnummer
- $E$ : Beleuchtungsstärke in Lux [Lux]
- $r_g$ : Abstand Lichtquelle zum Photoelement, Wert auf dem Maßstab in Meter [m]
- $r$ : Abstand Lichtquelle zum Photoelement, korrigierter Wert in Meter [m]

## 7. Kennlinie einer Lampe



## 8. Meßwertberechnung und Fehlerrechnung

### 8.1 Meßwertberechnung

Berechnung des Korrekturfaktors für den Abstand  $r$ :

$$r_i = r_{gi} - (r_{g1} - r_1)$$

Berechnung der Lichtstärke aus dem Diagramm:

$$\begin{aligned} \frac{1}{r_A^2} &= 0,1 \text{ m}^{-2} \\ \frac{1}{r_B^2} &= 2,02 \text{ m}^{-2} \\ E_A &= 50 \text{ Lx} \\ E_B &= 970 \text{ Lx} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta r^{-2} &= \frac{1}{r_B^2} - \frac{1}{r_A^2} \\ \Delta E &= E_B - E_A \\ I &= \frac{\Delta E}{\Delta r^{-2}} \\ I &= \frac{E_B - E_A}{r_B^{-2} - r_A^{-2}} \\ I &= \frac{970 \text{ Lx} - 50 \text{ Lx}}{2,02 \text{ m}^{-2} - 0,1 \text{ m}^{-2}} \\ I &= 479 \text{ cd}\end{aligned}$$

## 8.2 Fehlerrechnung

$$\begin{aligned}dE &\hat{=} 1 \text{ mm} = 10 \text{ Lx} \\ dr^{-2} &\hat{=} 1 \text{ mm} = 0,01 \text{ m}^{-2} \\ I_{max} &= \frac{(E_B - E_A) + 2dE}{(r_B^{-2} - r_A^{-2}) - 2dr^{-2}} \\ I_{min} &= \frac{(E_B - E_A) + 2dE}{(r_B^{-2} - r_A^{-2}) + 2dr^{-2}} \\ I_{max} &= \frac{(970 \text{ Lx} - 50 \text{ Lx}) + 2 \cdot 10 \text{ Lx}}{(2,02 \text{ m}^{-2} - 0,1 \text{ m}^{-2}) - 2 \cdot 0,01 \text{ m}^{-2}} \\ I_{min} &= \frac{(970 \text{ Lx} - 50 \text{ Lx}) - 2 \cdot 10 \text{ Lx}}{(2,02 \text{ m}^{-2} - 0,1 \text{ m}^{-2}) + 2 \cdot 0,01 \text{ m}^{-2}} \\ I_{max} &= 495 \text{ cd} \\ I_{min} &= 464 \text{ cd} \\ \Delta I &= \pm \frac{1}{2} (I_{max} - I_{min}) \\ \Delta I &= \pm \frac{1}{2} (495 \text{ cd} - 464 \text{ cd}) \\ \Delta I &= \pm 15,5 \text{ cd} \\ \frac{\Delta I}{I} &= \pm 3\%\end{aligned}$$

## 9. Versuchsergebnis

Die Lichtstärke  $I$  der Lichtquelle bei konstanter elektrischer Leistung beträgt  $479 \text{ cd}(1 \pm 3\%)$ .

**Liste der Versionen**

<b>Version</b>	<b>Datum</b>	<b>Bearbeiter</b>	<b>Bemerkung</b>
0.9	20.12.1995	Bri	Versuchsdurchführung
1.0	26.02.1996	Bri	Protokollerstellung
1.1	29.03.2006	Bri	Erster EDV-Satz des Protokolls
1.2	21.04.2007	Krä	Satz des Protokolls in $\text{\LaTeX}$