# Helligkeit einer Lichtquelle in Abhängigkeit zur Entfernung

Protokoll

Ort

BBS Papenburg,
Raum B007a

Zeitraum

03.09.2020
13:45 - 15:15


Protokollanten

Connor Kröger,
Mathis Mensing

# Inhaltsverzeichnis

# 1 Ziel des Experiments

Das Ziel des Experiments ist die Analyse der wahrgenommenen Intensität des Lichts einer Lichtquelle in Abhängigkeit der Distanz zu dieser.

# 2 Versuchsaufbau

## 2.1 Materialien

- geradlinige Schiene
- 2 Stativhalterungen, passend zur Schiene
- Gleichspannungsnetzteil zum Betreiben der Lichtquelle
- Voltmeter

1. polychromatische (natürliche) Lichtquelle in Form einer Halogenbirne (12V, max. 10W)
2. Solarzelle

## 2.2 Aufbau

Auf der Schiene werden zunächst beide Stativhalterungen montiert. Hierbei enthält die hintere Stativhalterung die Solarzelle, die vordere beinhaltet die Lichtquelle. Wichtig ist hierbei, dass die Front der Stativhalterung der Lichtquelle mit der Spitze der Lichtquelle übereinstimmt. Die Stativhalterungen werden nun auf einen minimalen Abstand bewegt.

Das Netzteil wird an die Halogenbirne angeschlossen; das Voltmeter an die Solarzelle.

## 2.3 Durchführung

Der Raum wird verdunkelt. Das Netzteil wird auf eine Spannung von 10V eingestellt, sodass die Halogenbirne zu leuchten beginnt.

Nun werden die Distanz der Lichtquelle zur Solarzelle und die resultierende, anliegende Spannung an der Solarzelle gemessen und notiert. Der Abstand zwischen Lichtquelle und Solarzelle wird nun vergrößert. Dieser Schritt wird für die gesamte gewünschte Messreihe durchgeführt.

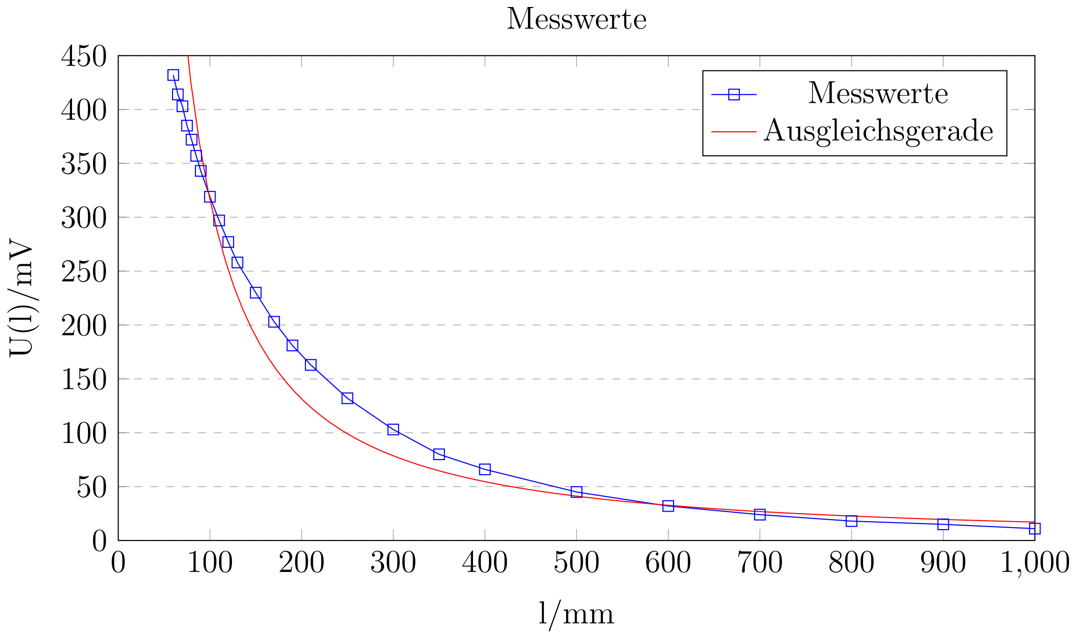
Die Spannung an der Solarzelle ist in diesem Fall proportional zur Lichtintensität.

# 3 Auswertung

## 3.1 Messwerte

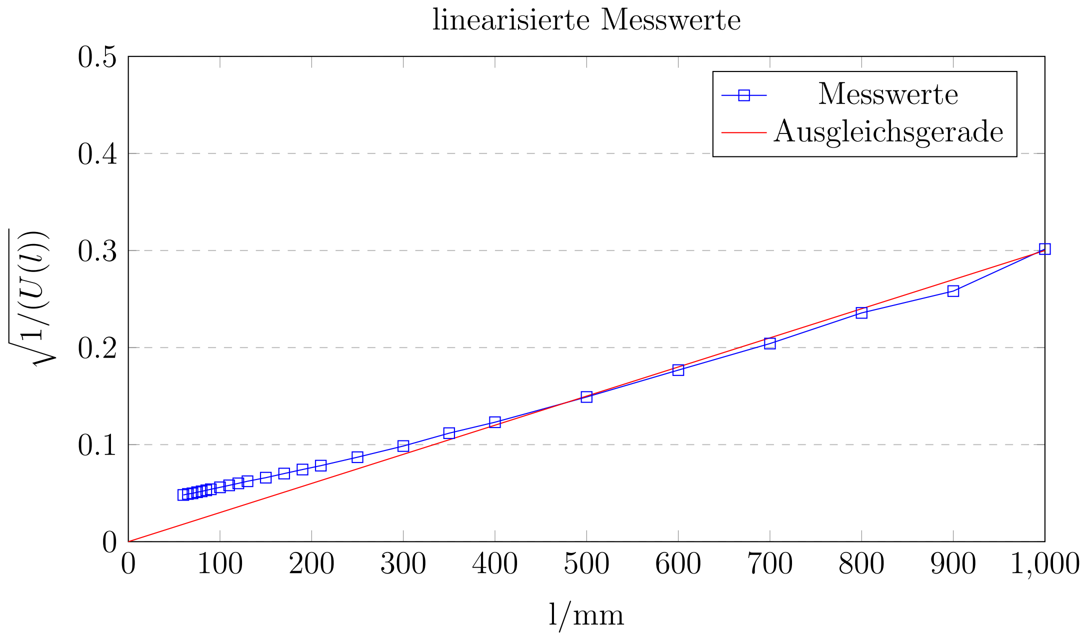
| l/mm | U(l)/mV |
|---|---|
| 60 | 432 |
| 65 | 414 |
| 70 | 403 |
| 75 | 385 |
| 80 | 372 |
| 85 | 357 |
| 90 | 343 |
| 100 | 319 |
| 110 | 297 |
| 120 | 277 |
| 130 | 258 |
| 150 | 230 |
| 170 | 203 |
| 190 | 181 |
| 210 | 163 |
| 250 | 132 |
| 300 | 103 |
| 350 | 80 |
| 400 | 66 |
| 500 | 45 |
| 600 | 32 |
| 700 | 24 |
| 800 | 18 |
| 900 | 15 |
| 1000 | 11 |

## 3.2 Visualisierung




**Ausgleichsgerade:** $y = 108171x^{-1{,}267}$

## 3.3 Statistik




**Linearisierung:** $y = \sqrt{1/(U(l))}$

$\bar{y} = \frac{\sum y}{N} = 0.10511175$

$\bar{x} = \frac{\sum x}{N} = 300.2$

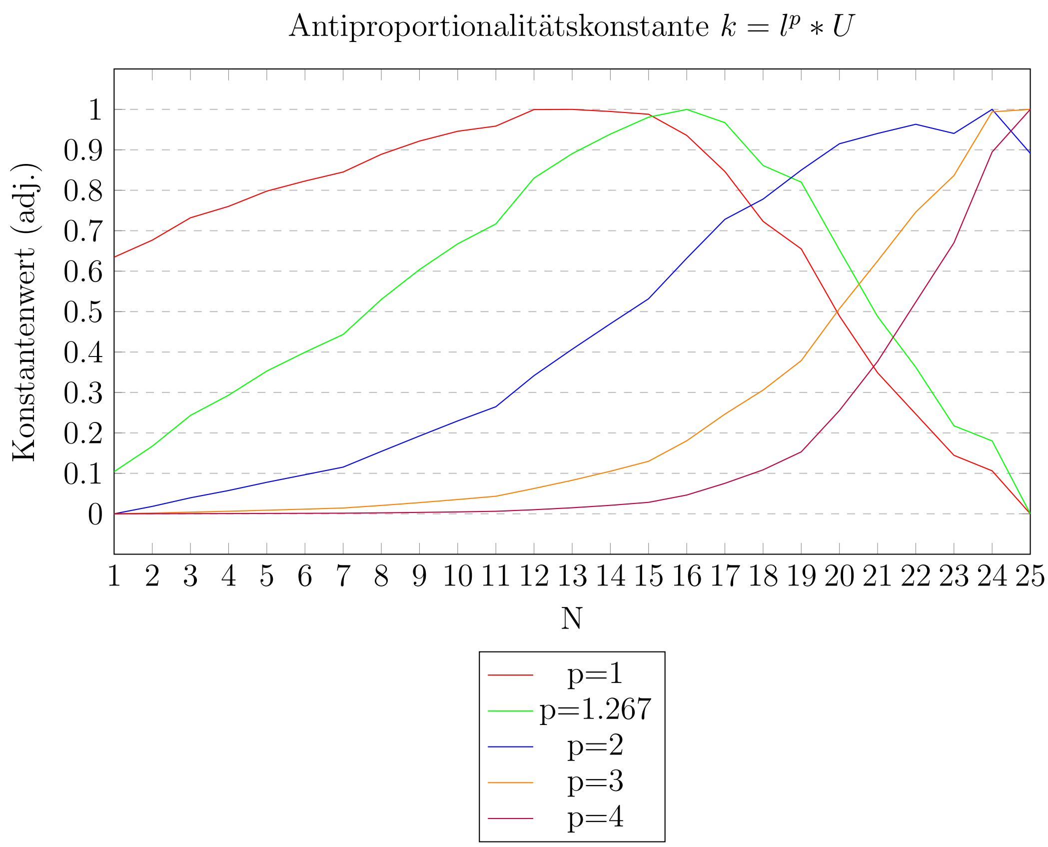
$b = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{(x_i - \bar{x})^2}$

$\sigma y = \frac{\sum (y - \bar{y})^2}{N} = 0.073634702$

$m = \bar{y} - b * x = 0.003$

**Ausgleichsgerade:** $y = 0.003x$
**Rücktransformation:** $y = 1/(0.003x)^2 = 111111/x^2$

Wie im Graphen und an der Ausgleichsgerade zu sehen verlaufen die Messwerte antiproportional. Um die Genauigkeit der Gerade zu analysieren berechnen wir eine Antiproportionalitätskonstante:



Deutlich zu sehen ist hier, dass keiner der Graphen, welche bei einer antiproportionalen Funktion eigentlich konstant sein sollte, konstant ist. Die Messung ist also durch externe Faktoren erheblich gestört worden.

## 3.4 Theorie

### 3.4.1 Das $1/x^2$ Abstandsgesetz

Bei einem punktförmigen Strahler (etwa der Halogenbirne, welche in diesem Experiment verwendet wurde) gilt das $1/r^2$-Abstandsgesetz. Dieses sagt aus, dass sich die wahrgenommene Intensität beim Erhöhen des Abstands zum Strahler antiproportional zum Quadrat des Abstandes verändert.

Das Gesetz lässt sich einfach anhand des Strahlensatzes erklären:

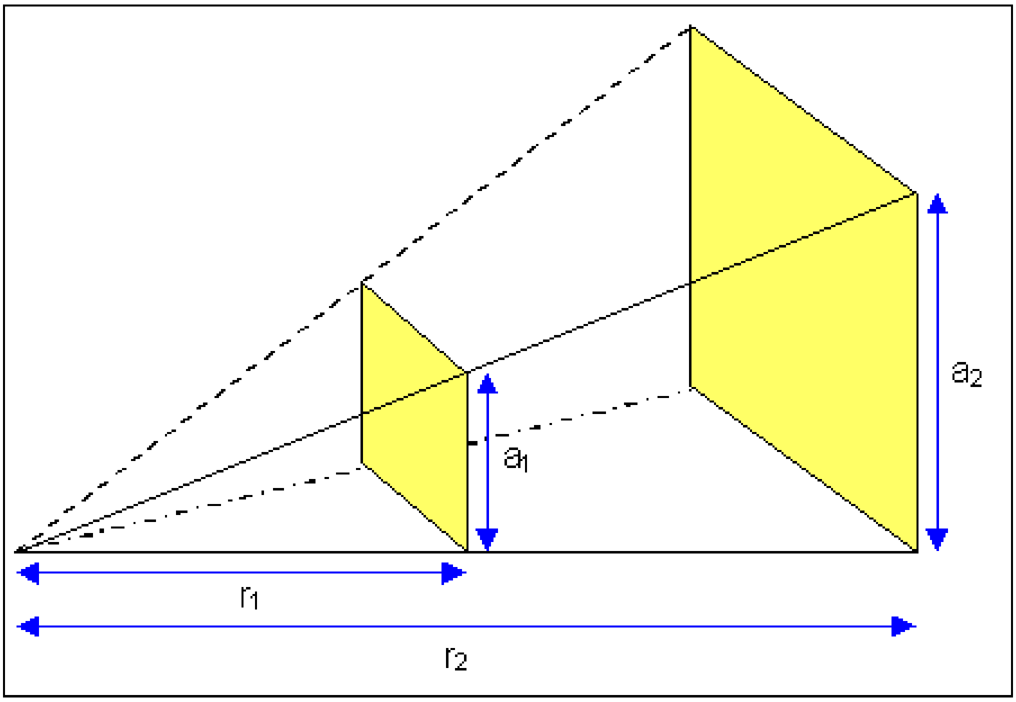



Abb. 1: Strahlensatz

Die punktförmige Quelle scheint auf zwei Ebenen. Für die Größe der Ebenen gilt:

$$r_2 = 2 * r_1$$

$$a_1/r_1 = a_2/r_2$$

$$a_1/r_1 * r_2 = a_2$$

$$a_1/r_1 * (2 * r_1) = a_2$$

$$a_1 * r_1 = a_2$$

$$A_2 = a_2^2$$

Beim verdoppeln des Abstandes vervierfacht sich also die Fläche der Ebene (die Intensität pro Flächeneinheit viertelt sich):

$$a_2^2 = 2^2 * a_1^2 = 4 * a_1^2$$

Das Licht, welches vorher auf die kleinere Fläche geschienen hat, muss jetzt die gesamte, größere Fläche ausfüllen. Hierdurch verändert sich die Intensität pro Flächeneinheit also um $1/x^2$.

Durch die punktförmige, isotrope Ausgangsform des Lichtes lässt sich diese Annehmung vereinfachen: Das Licht muss durch die kugelförmige Ausbreitung immer die Oberfläche der gesamten Kugel füllen. Da für die Kugeloberfläche $A = 4 * \pi * r^2$ gilt, sieht man hier, dass die Bestrahlungsstärke hier ebenfalls quadratisch antiproportional abnimmt:

$$1/A = 1/(4 * \pi * r^2)\ 1/r^2$$

## 3.5 Fazit / Reflexion

Auch wenn unsere Messergebnisse befehlert sind, lässt sich aus dem Graphen in 3.2 deutlich erkennen, dass die Messwerte der in 3.4.1 genannten Theorie entsprechen. Mit einem Maßkorrelationskoeffizienten von $r = 0.9974$ bei der Annahme von $y = 1/x^2$ scheinen die Ergebnisse auch nicht zu fern von dieser Theorie.