

An Herrn
Marco Didone
Kantonsschule Rämibühl
Natw. Inst./Physik
Rämistrasse 54
8001 Zürich

Kennlinie des Glühlämpchens

Sebastian Bensland und Max Mathys

{benslans,mathysm}@mng.ch

Auswertung

Fehlerschranken

Widerstand: Wir haben drei Messung an drei Lampen durchgeführt:

Lampe 1	Lampe 2	Lampe 3
17.8 Ω	17.5 Ω	20.2 Ω

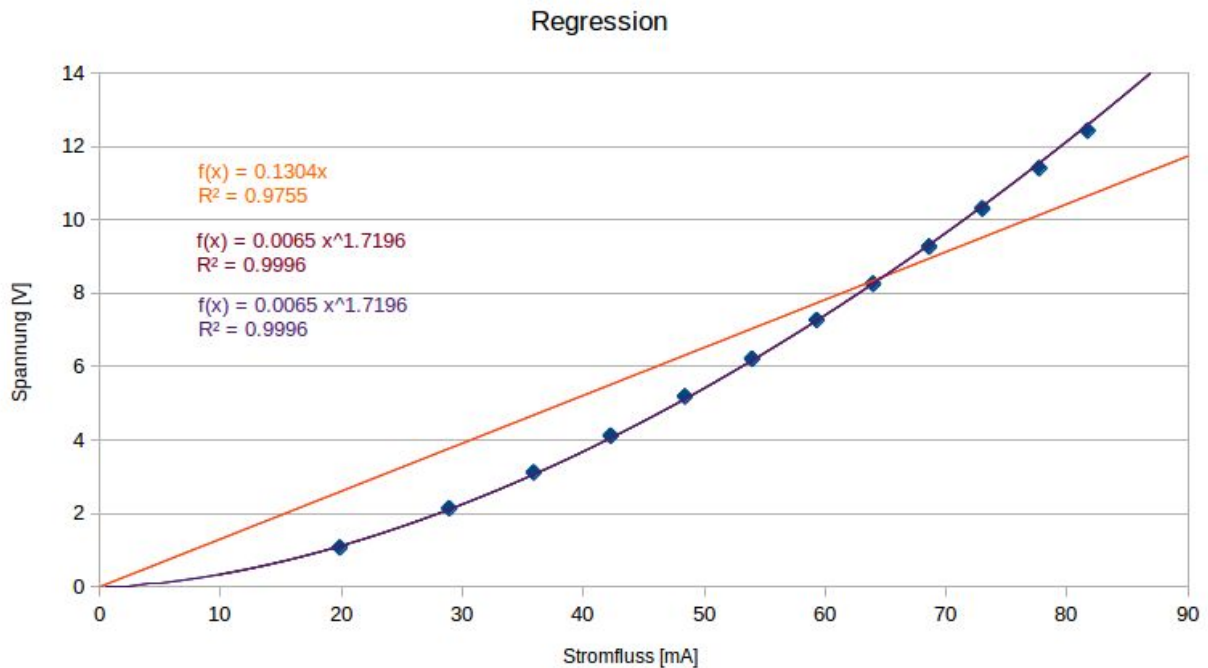
Die höchste Abweichung ist 2.7 Ω , also ist die Fehlerschranke **1.4 Ω** .

Spannung: Der systematische Fehler beträgt etwa 0.1 V, die Auflösung schätzungsweise 0.1V. Die Fehlerschranke ist **0.1 V**.

Stromstärke: Die Auflösung des Messgerätes ist **1 mA**.

Durch Regression eine Funktion $I(U)$ finden, welche die Messwerte gut annähert.

Als X-Werte haben wir hier den Stromfluss I , als Y-Werte die Spannung.



Graph zur Tabelle, mit Fehlerbalken

- Lineare Regressionsfunktion
 - Exponentielle Regressionsfunktion
 - Potenzielle Regressionsfunktion
- } Nur schlecht unterscheidbar auf dem Graph

Die exponentielle und potenzielle Regressionsfunktionen sind identisch, sie sind die beste Annäherung. Sie liegen auch im Gegensatz zur Geraden innerhalb den Fehlerschranken.

$$f(x) = 6.5 \cdot 10^{-3} x^{1.72}$$

Die klassische Formel, um die Spannung auszurechnen lautet $U = R \cdot I$.

Der konstante Wert in der Regressionsfunktion ($6.5 \cdot 10^{-3}$) entspricht dem Widerstand (Ω).
 $x^{1.72}$ entspricht dem Stromfluss (A).

Unerklärlich ist, weshalb der Stromfluss einen Exponent hat: Wahrscheinlich hat dieser etwas mit der Anomalität des Verhältnisses zu tun, sobald man mehr Spannung auf die Birne gibt.

Die Veränderung des Widerstands mit der Glühtemperatur

Da wir den Widerstand nicht gemessen haben, müssen wir ihn ausrechnen und in einer Widerstands-Strom-Kennlinie darstellen.

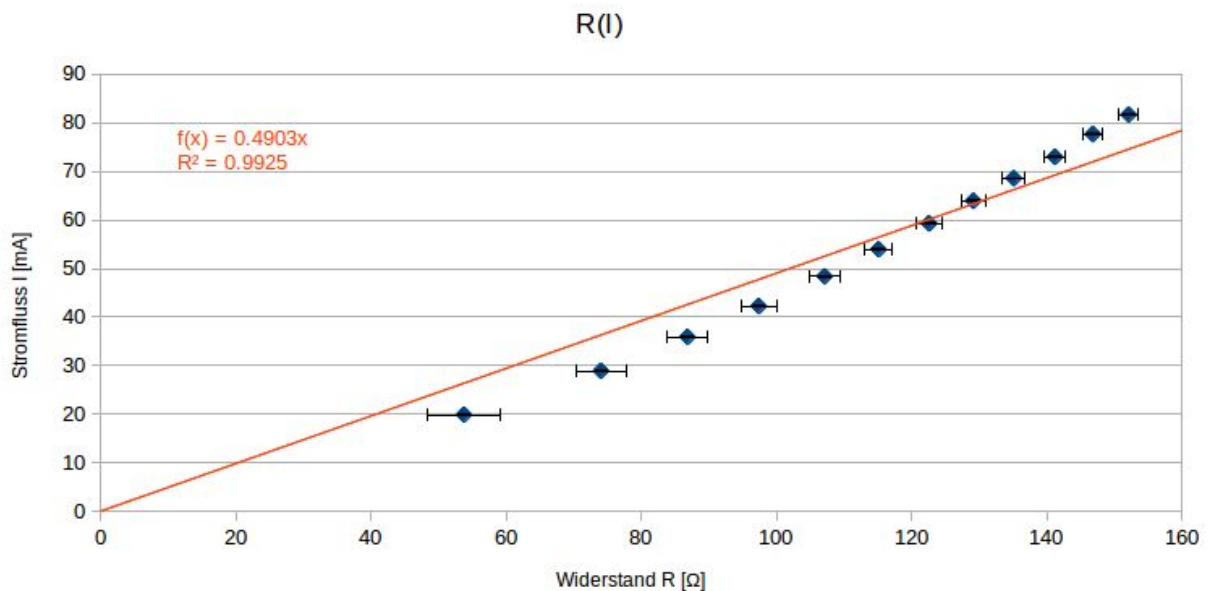
X-Fehlerbalken:

$$R_{max} = \frac{U_{max}}{I_{min}} = \frac{U+0.1V}{I-0.1} \quad \Delta R = R_{max} - R$$

Die Fehlerbalken werden für jeden Wert neu berechnet.

Y-Fehlerbalken:

Ist gleich dem Fehler von I (1 mA). Man sieht den Fehlerbalken praktisch nicht.



Widerstands-Strom-Kennlinie: Hat eine Funktion von etwa ■ $f(x) = 0.4903x$.

Die Kennlinie ist eine Ursprungsgerade, denn wir haben keine Potenzen in der Formel.

Wir haben die Temperatur nicht gemessen in unseren Experiment. Auch diese müssen wir ausrechnen. Und zwar lösen wir sie aus dem Widerstand ab.

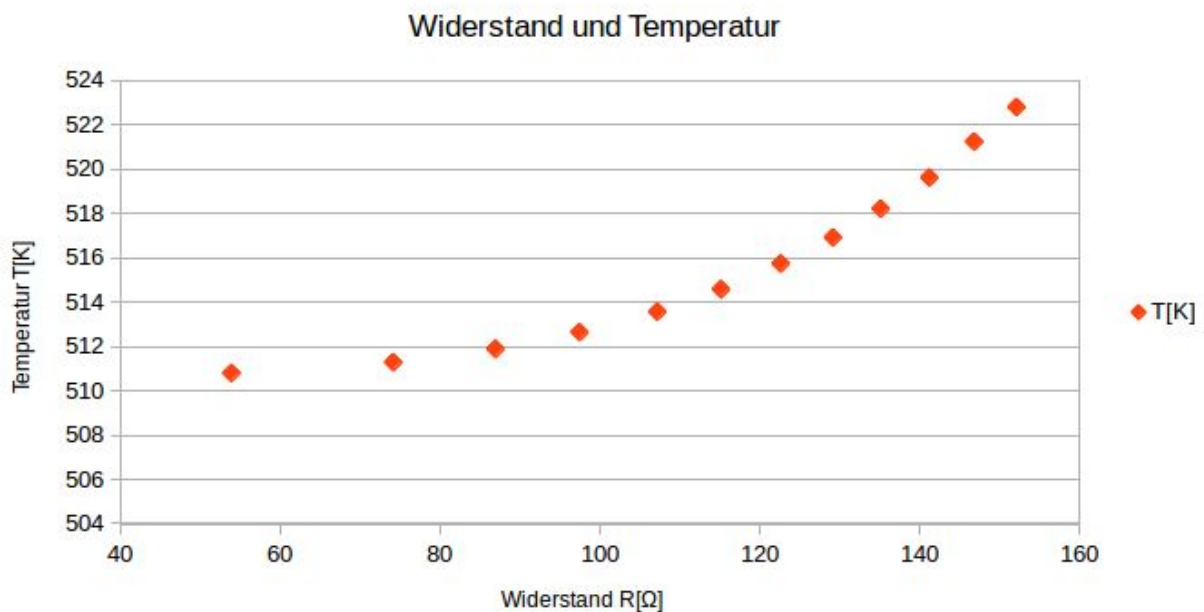
$$R = R_{20}(1 + \alpha_{20} \cdot \Delta T) = \frac{U_{24V}}{I}$$

$$\Delta T = \frac{R_{20} + I \cdot U}{\alpha_{20} \cdot R_{20}}$$

$$T = T_{20} + \Delta T$$

statische Variablen: ($T_{20} = 293.15 \text{ K}$; $R_{20} = 18 \text{ } \Omega$; $\alpha_{20} = 4.6 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$; $U_{24V} = 24 \text{ V}$)

veränderbare Variablen: $I \ U$



¹ Man sieht, dass die Temperatur mit dem Widerstand steigt, was zu erwarten war.

Denn wenn der Widerstand steigt, steigt auch U und I, und somit auch ΔT .

Unter Vollast ist gemeint, dass die Spannung 24V beträgt.

¹ Anmerkung: Sehen Sie diesen Graph als Skizze. Es wird anhand der Fragestellung kein Graph erwartet, darum hat es keine Fehlerbalken und Annäherungsfunktion.

Stromfluss berechnen:

Man nimmt die oben berechnete Formel, um den Stromfluss zu berechnen. Jedoch ist diese für mA, wir brauchen aber A. Deshalb multiplizieren wir den Faktor um 10^3

$$f(x) = U = 6.5x^{1.72}$$

$$I^{1.72} = \frac{24V}{6.5}$$

$$I = \sqrt[1.72]{\frac{24V}{6.5}} = 2.1371A$$

Anschliessend Temperatur berechnen:

$$T = T_{20} + \frac{R_{20} \cdot I \cdot U}{\alpha_{20} \cdot R_{20}} = 1129.96 K = 856 ^\circ C$$

Diese Ergebnis ist wirklich nur näherungsweise bestimmt. Es gibt starke Wärmeabgaben bei der Birne, nur der Draht ist wirklich in diesem Temperaturbereich. Ansonsten hätte man die Birne nicht anfassen können.

Stromstärke mittels Kennlinie berechnen

Funktion der Kennlinie:

$$f(x) = 0.4903x$$

Stromstärke bei Serienschaltung

$$U = 5V$$

$$R = 18\ \Omega$$

$$I = \frac{U}{R} = 277mA$$

Stromstärke bei Parallelschaltung

$$U = 5V$$

$$R = \left(\frac{1}{18\Omega} + \frac{1}{18\Omega}\right)^{-1} = 9\Omega$$

$$I = \frac{U}{R} = 556mA$$

Die Ungenauigkeiten der Berechnung können verschiedene Ursachen haben:

- Der Widerstand der Lampen ist höher/tiefer als der angegebene Wert $18\ \Omega$
- Energie geht auf dem Weg zum Verbraucher, Voltmeter oder im Amperemeter verloren
- Kontakte und Kabel haben Widerstand, den man nicht berücksichtigt
- Auflösungsfehler beim Voltmeter und Amperemeter (minimal)

Wenn man den Stromfluss mit der obigen Formel $R(I)$ ausrechnen möchte, bekommt man Resultate, die etwa 100-fach falsch liegen.

$$I_{Fkt} = f(18\Omega) = 8.8254mA$$

$$I_{Fkt} = f(9\Omega) = 4.4127mA$$

Das könnte damit zusammenhängen, dass man bei der dritten Messung immer wieder andere Spannungen verwendet hat, und nicht wie hier nur 5V. Zudem haben wir in den anderen Experimenten höhere Spannungen verwendet, für die eventuell andere Verhältnisse gelten.

Auch könnte es sein, dass die hohen Spannungen oder die verschiedenen Umstände die Formel verzerrt hat. Möglich wäre aber auch, dass man einen Berechnungs-Folgefehler gemacht hat und sich das auf fatale Weise auf das Ergebnis auswirkt.