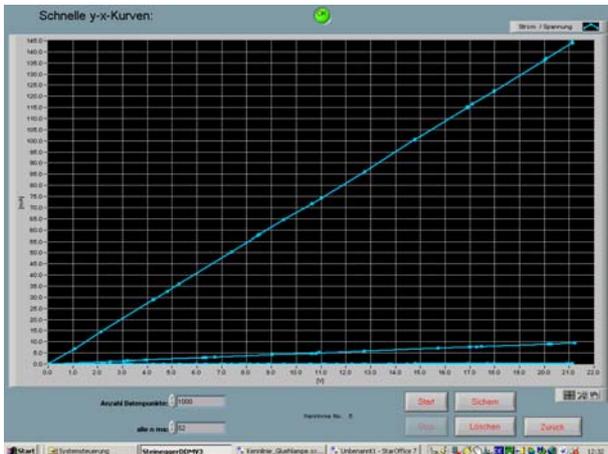


## Das Ohmsche Gesetz und die Glühbirne

Letztlich lässt sich der Widerstand einer Glühlampe ebenso über die Definition  $R = U/I$  (Widerstand = Spannung / Stromstärke; Einheit: 1 Volt/1Ampere = 1 Ohm) errechnen. Jedoch ist dieser Widerstand nicht im gesamten Spannungsbereich konstant.

Aber schauen wir uns erst einmal ein typisches Spannung-Stromstärke-Diagramm verschiedener Widerstände im Screenshot der LabView Messerfassungssoftware an: Oben 180  $\Omega$ , Mitte 2,2 k  $\Omega$ , Unten 100k  $\Omega$  (hier kaum zu erkennen, da fast parallel zur x-Achse)

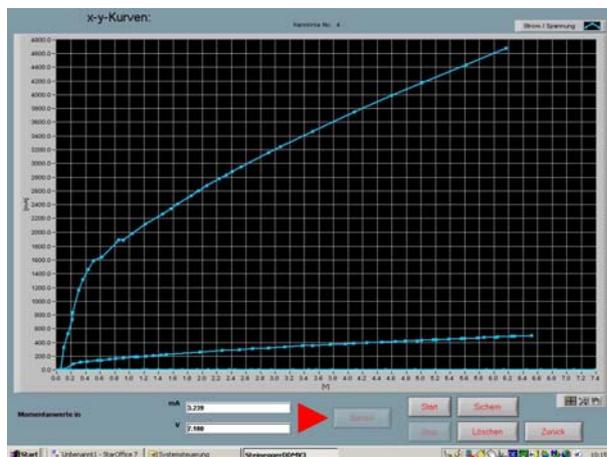


Die gerade Linie zeigt deutlich die lineare Abhängigkeit der Stromstärke von der Spannung. Dabei gilt: Je kleiner der Widerstand desto steiler der Graph.

**Steile Gerade = kleiner Widerstand**  
(wenig Ohm)

**flache Gerade = großer Widerstand**  
(viel Ohm)

### **Etwas anders ist der Kurvenverlauf bei einer Glühlampe:**



Die obere Kurve ist eine Glühlampe für 6 V mit 5 A, die untere eine ebenfalls für 6 V, aber 0,4 A ( Birne aus dem Frontscheinwerfer für Fahrräder).

Beide Kurven zeigen einen typischen Verlauf: Zunächst steigen sie steil an, um dann abzuflachen und annähernd in eine Gerade überzugehen.

Das bedeutet:

**Der Widerstand ist am Anfang geringer als später.**

Die Ursache dafür ist, dass der Widerstand auch von der Temperatur abhängig ist. Dabei gilt:

Je wärmer das Material, desto größer wird der Widerstand.

Wenn wir das Verhalten der Glühbirne in Betracht ziehen, stellen wir fest, dass am Anfang der Glühfaden überhaupt nicht leuchtete. Er hatte also Raumtemperatur. Erst als die Spannung und davon abhängig die Stromstärke groß genug war, begann der Glühdraht zu glühen, erst schwach, also mit geringer Temperatur über ein rötliches bis hin zum hell weißem Glühen.

Zusammengefasst:

Zu Beginn niedrige Temperatur = niedriger Widerstand = steile Kurve  
gegen Ende hohe Temperatur = hoher Widerstand = flache Kurve

## Warum brennen Glühlampen häufig unmittelbar beim Einschalten durch?

Wir haben gerade gesehen, dass die Glühlampe beim Einschalten einen niedrigeren Widerstand besitzt, da die Glühwendel noch kalt ist. Erst wenn sie Betriebstemperatur erreicht hat, ist auch der Nennwiderstand erreicht und der Nennstrom fließt. Da gilt  $I = U/R$  muss die Stromstärke höher sein, je kleiner  $R$  ist. Folglich müsste auch im Moment des Einschaltens ein größerer Strom fließen, als nachher im Betrieb.

Das muss doch zu überprüfen sein!

Mit der Messerfassungssoftware kann man die Daten in vorgebbaren Intervallen abfragen und abspeichern. Für dieses Experiment bot es sich an, die schnellste Abfragerate, nämlich 50 Millisekunden, zu wählen.

Geschaltet wurde die Glühlampe als einfacher Stromkreis mit einem Taster und dem Strommessgerät. Alle 50 ms wurde nun die Stromstärke auf den PC übertragen und als Diagramm dargestellt.

So sieht das aus: x-Achse die Zeit, y-Achse die Stromstärke



Tatsächlich: Am Anfang ist die Stromstärke mit fast 9,5 Ampere mehr als doppelt so hoch wie im normalen Betrieb!

Aber warum sind die Spitzen später nicht mehr so hoch? Schauen wir doch einfach auf die Zeit, wie lange die Birne ausgeschaltet war! Je länger die Pause, desto mehr konnte der Faden abkühlen, umso höher wiederum war der Einschaltstrom.

Oder anders gesagt: Je kürzer die Pause, desto höher die Temperatur der Wendel und desto höher deren Widerstand und damit desto geringer der Einschaltstrom.

Halten wir also fest:

Im Moment des Einschaltens fließt ein bedeutend höherer Strom.

Wenn jetzt also der Glühfaden an irgendeiner Stelle im Laufe der Zeit etwas dünner geworden ist, schließlich verdampft ja auch immer ein wenig des Metalls ( das verursacht übrigens die Schwärzung des Glaskolbens), bewirkt an dieser Stelle der hohe Einschaltstrom eine noch plötzlichere Erhitzung, die dazu führen kann, dass die Wendel schmilzt. In diesem Moment befindet sich aber auch gleichzeitig verdampftes Metall zwischen den freien Enden des Glühdrahtes, die aber noch unter Spannung stehen. Mit einem hellen Lichtbogen versucht sich die Spannung auszugleichen. Jetzt werden die Elektronen aber nicht mehr durch den Draht beschränkt, sondern es können viel mehr als sonst durch diesen Lichtbogen transportiert werden und damit kommt es zum Ansprechen der Sicherung.

Es war also kein technischer Defekt, der die Sicherung ausgelöst hat, sondern lediglich das Durchbrennen einer Glühlampe hat einen zu hohen Strom verursacht.

Glühlampe wechseln, Sicherung wieder einschalten, fertig: Das war's!