

Stromleitung und Ohmsches Gesetz

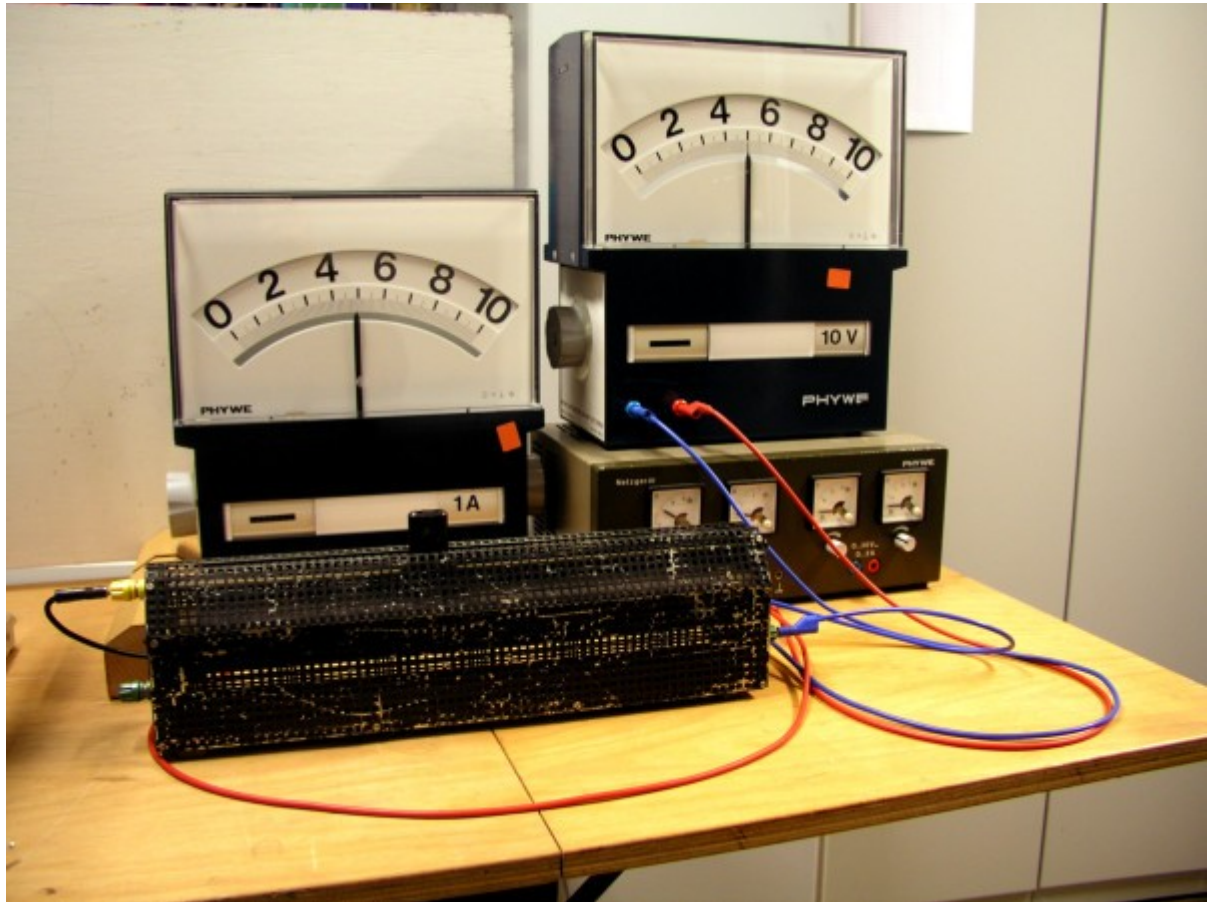


Abb. 1: Strom und Spannung an einem 10Ω -Widerstand

Geräteliste:

Netzteil, Bananenstecker, gut sichtbare Messgeräte, Drahtpotentiometer, Drahtkette (Cu-Fe-Cu-Fe), Glasstab $d = 5\text{ mm}$, Cu Draht – blank, Bunsenbrenner, 1000 W Lampe, Stivaufbau, Widerstandsdraht mit mm-Skala, Glühlampe

Versuchsbeschreibung:

Ein Glasstab wird so präpariert, dass ca. 1 cm Abstand zwischen zwei kleinen straffen Kupferwicklungen gelassen wird. Diese Distanz wird in Reihe zu einem 1000 W Strahler an das 240 V Netz geschaltet.

Der Glasstab zwischen den Drähten wird erhitzt bis er von selber glüht, ein Strom fließt und der Strahler leuchtet ebenfalls. Je nach Zeitpunkt und geschicklichkeit wird der Stromfluss einige Sekunden aufrecht erhalten bis das (zähflüssige) Glas heruntertropft und den Stromkreis unterbricht.

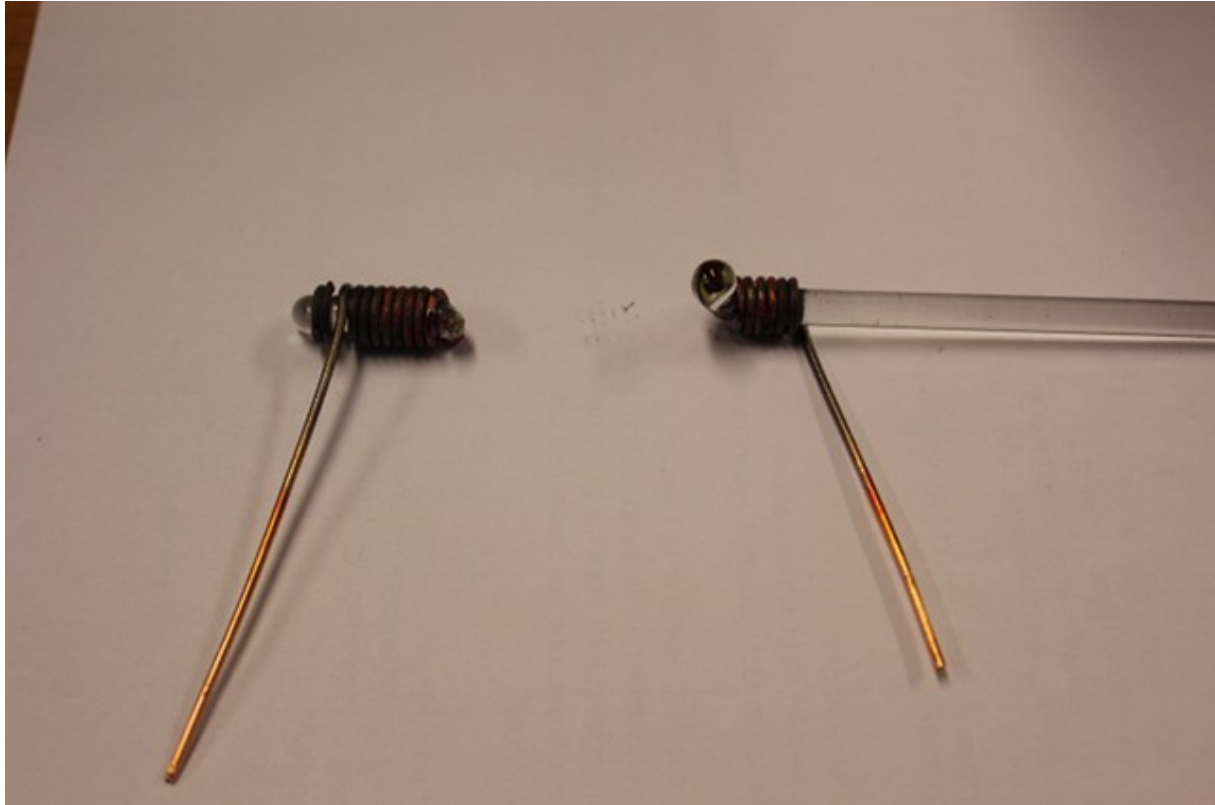


Abb. 2: Geschmolzener Glasstab mit Anschlusselektroden.

Glas als klassischer Isolator kann unter anderen Bedingungen – in diesem Fall im zähflüssigen Zustand – zu einem Leiter werden. Allerdings eignet sich nicht jedes Glas, es müssen schon andere Stoffe als SiO_2 enthalten sein, damit Ionen als Ladungsträger zur Verfügung stehen.

Die Strom- und Spannungsänderung an einem ohmschen Widerstand wird gezeigt, die beiden Größen verhalten sich proportional zueinander.

Die Drahtkette wird als Reihenschaltung mit unterschiedlichen Spannungen an den Drahtabschnitten betrachtet.

Bemerkungen:

Die elektrische Leitfähigkeit in Metallen hängt von vielen Faktoren ab. Der Ladungstransport findet mittels Elektronen statt, die sich entlang der Feldlinien im Leiter bewegen und dabei mit den Metallatomen stoßen. Der Weg den die Elektronen zurücklegen ist vorstellbar als Zick-Zack-Bewegung die durch die so genannte Driftgeschwindigkeit v_D überlagert wird. Darstellbar wird dies durch eine statistische

Betrachtung, wonach $\vec{v}_D = \langle \Delta \vec{v} \rangle = \frac{\vec{F}}{m_e} \cdot \tau_s$ dem Mittelwert über die

Geschwindigkeitsänderungen entspricht. Diese kann mit der Kraft auf eine Elementarladung $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$ geschrieben werden als

$$\vec{v}_D = \frac{q \vec{E}}{m_e} \cdot \tau_s$$

Beschleunigung multipliziert mit der mittleren Stoßzeit τ_s wobei q die Elementarladung, m_e die Masse des Elektrons und \vec{E} das angelegte elektrische Feld bezeichnen.

Die Stromdichte $\vec{j} = n \cdot q \cdot \vec{v}_D$ setzt sich zusammen aus der Zahl der Ladungsträger n , der Ladung und der Driftgeschwindigkeit. Demnach folgt mit v_D eingesetzt

$$\vec{j} = \frac{n q^2 \tau_s}{m} \cdot \vec{E}$$

oder

$$\vec{j} = \sigma_{el} \cdot \vec{E}$$

das Ohmsche Gesetz.

Die Stromdichte ist proportional zum angelegten Feld und der Proportionalitätsfaktor wird in der elektrischen Leitfähigkeit σ_{el} zusammengefasst.

Zusatz:

Die Lineare Kennlinie lässt sich auch mit dem Oszilloskop zeigen.

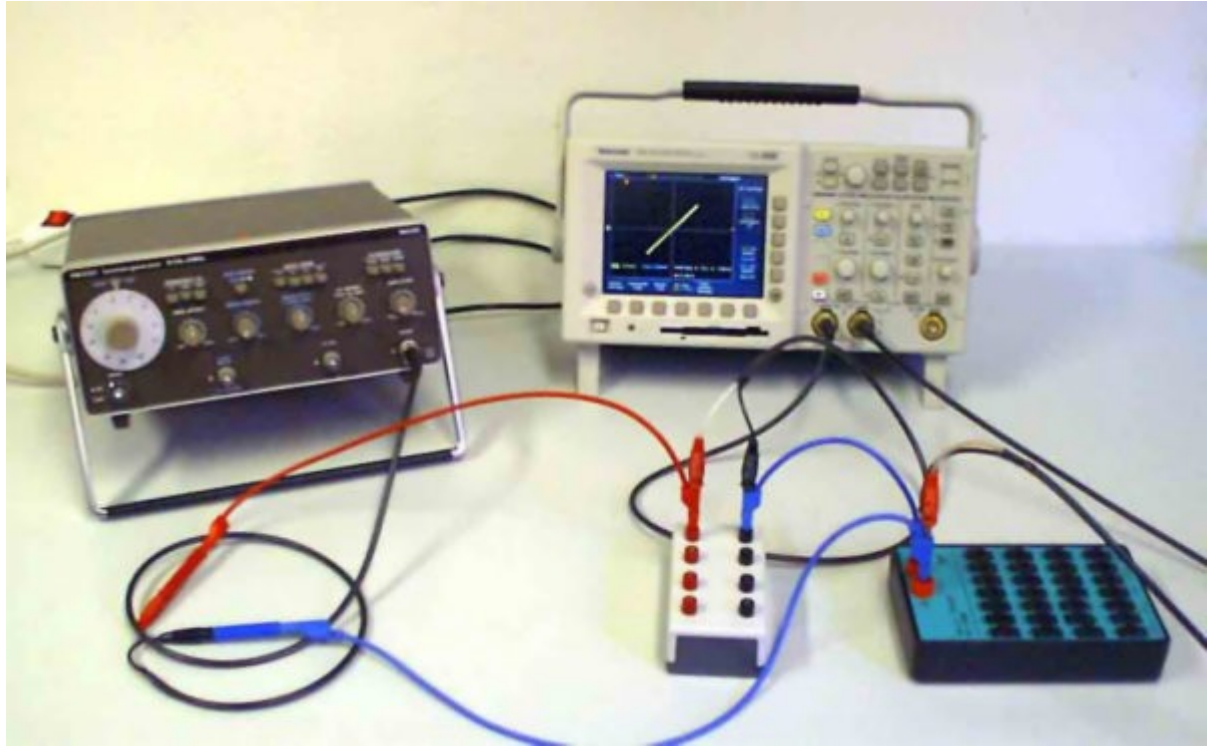


Abb. 2: Aufbau mit Oszilloskop