

Das OHMsche Gesetz

Ist der Widerstand eines elektrischen Bauteils immer gleich? Folgt deshalb aus einer verdoppelten Spannung immer eine verdoppelte Stromstärke? Oder wird es bei gleichmäßig anwachsender Spannung „schwerer“, die Stromstärke durch das Bauteil noch weiter zu erhöhen?

Material:

- Experimentierakku
- Schaltbrett mit drei Widerständen
- Amperemeter
- Voltmeter
- Spannungsregler (Kästchen mit Knopf)
- mehrere Kabel

Versuch (Teil 1):

- Schalte das kleine „Kästchen mit Knopf“, das Amperemeter und den Widerstand „100“ in Reihe, das Voltmeter parallel zum Widerstand (Bilder 1 und 2).

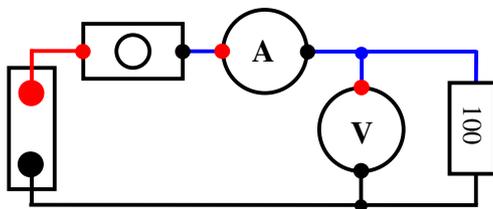


Bild 1

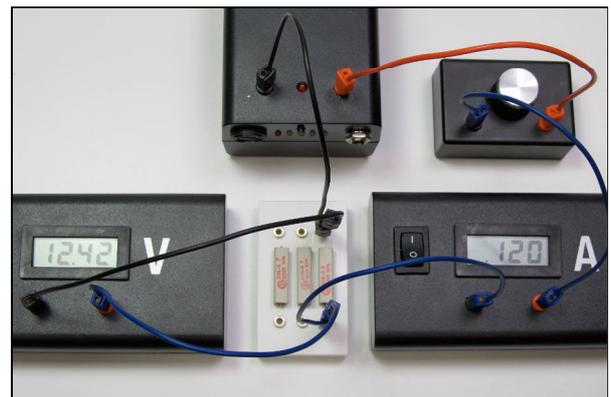


Bild 2

- Im Schaltbild ist dieser *Spannungsregler* durch ein kleines Rechteck mit einem Kreis bezeichnet. Er kann die vom Akku abgegebene Spannung U in mehreren Stufen verringern. Achte auf den richtigen Anschluss dieses Geräts, denn es funktioniert nur bei richtiger Polung. Verbinde deshalb die rote Buchse des Spannungsreglers direkt mit der roten Buchse des Akkus (rotes Kabel in Bild 2).
- Wenn der Drehknopf ganz nach links (gegen den Uhrzeiger) gedreht ist, hat der Regler keinen Einfluss auf die Spannung über dem Widerstand. Sie beträgt dann ca. 12,4 V.
- Drehe nun den Drehknopf (langsam!) im Uhrzeigersinn. Überzeuge dich davon, dass nach jedem „Klack“ die Spannung über dem Widerstand um jeweils ca. 0,7 V gesunken ist.

- Untersuche den Zusammenhang zwischen der Spannung U über dem Widerstand und der ihn durchfließenden Stromstärke I . Bereite hierzu eine Tabelle vor (Tabelle 1). Trage deine Messwerte dann dort ein.



Verwende für die Stromstärke die Maßeinheit „mA“ (Milliampere). Sie verhält sich zur Grundeinheit A wie der *Millimeter* zum *Meter*. Es gilt also: 1 A = 1000 mA.

OHMsches Gesetz

U in V												
I in mA												

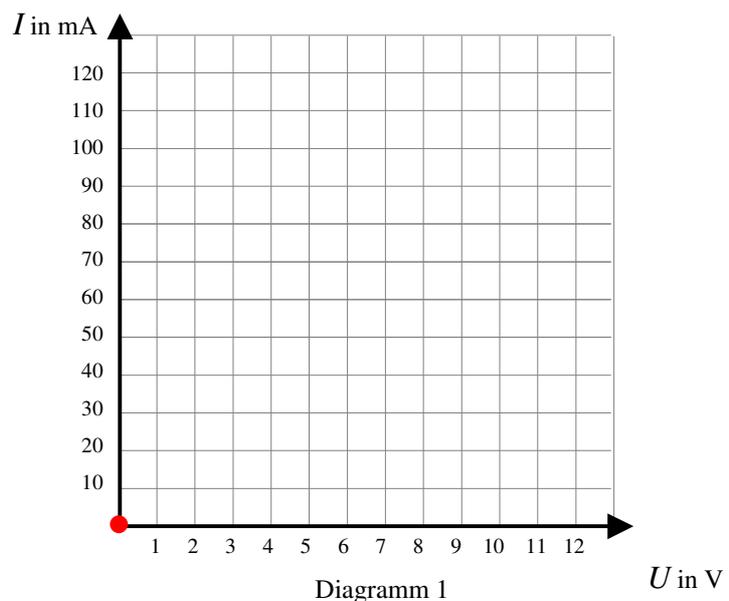
Tabelle 1

- Achte nach Abschluss deiner Versuchsreihe darauf, dass der Widerstand wärmer geworden ist. Berühre ihn deshalb besser nicht direkt ... aber richtig heiß ist er auch nicht ...!

Auswertung (Teil 1):

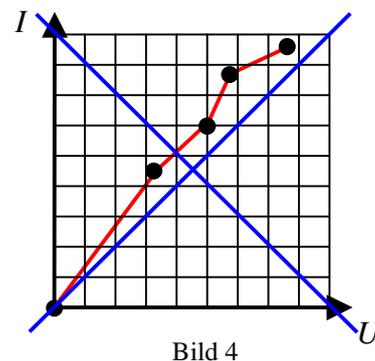
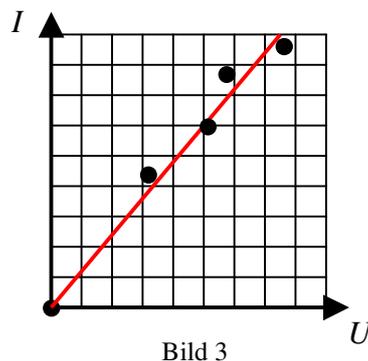
- Nun sollst du die Ausgangsfrage beantworten. Dazu musst du prüfen, ob sich aus diesen Wertepaaren immer der gleiche elektrische Widerstand ergibt. Hierzu könntest du jeden Spannungswert durch den zugehörigen Wert der Stromstärke dividieren. Die Ergebnisse würden sich wegen der *Messfehler* aber immer ein bisschen unterscheiden.
- Sinnvoller ist es, die Wertepaare in ein *Diagramm* zu übertragen. Bei dieser Methode kannst du dann sogar einen Messwert verwenden, den du gar nicht gemessen hast: Für $U = 0$ V gilt natürlich auch $I = 0$ A.

- Bitte zeichne nun ein Diagramm wie im nebenstehenden Bild (Diagramm 1):



- Die waagerechte Achse nennt die Spannungswerte. Dies sind die *Ausgangsgrößen*. Der größte Wert der Spannung U liegt zwischen 12 V und 13 V.
- Die senkrechte Achse gibt die entstehenden Stromstärken an. Auch sie ist so geteilt, dass der größte Messwert (ca. 130 mA) gerade noch passt.
- Der Messwert (0 | 0) ist schon eingetragen (roter Punkt)!

- Bitte übertrage nun die Wertepaare aus Tabelle 1 in das Diagramm! Du erhältst eine *gleichmäßig ansteigende* Punktereihe im Bereich zwischen ca. 5 V und ca. 12,4 V. Schon jetzt lässt sich vermuten, dass die Stromstärke *proportional* zur Spannung ist.
- Wahrscheinlich liegen deine Messpunkte nicht ganz genau auf einer geraden Linie. In solchen Fällen zeichnet man mit einem Geo-Dreieck oder einem Lineal eine *Ausgleichsgerade*. Sie sorgt dafür, dass die *Messfehler* des Experiments durch diese Form der Versuchsauswertung „ausgeglichen“ werden.
- Gehe dabei nach folgender Anleitung vor:
 - Zeichne die Gerade so, dass sie durch den Punkt (0 | 0) verläuft. Dieser Punkt steht für den einzigen Messwert, der *keinen* Messfehler aufweist: Wenn du keine Spannung anlegst, fließt *ganz sicher* auch kein Strom!
 - Die Ausgleichsgerade soll so verlaufen, dass möglichst gleich viele Punkte oberhalb und unterhalb von ihr liegen (Bild 3). Wenn ein Punkt ganz außerhalb liegt, überprüfe deine Messung. Wahrscheinlich handelt es sich dann um einen Ablesefehler.
 - Achte darauf, dass du die Messpunkte *nicht* mit einer stückweise geraden Linie verbindest (Bild 4).



- Durch diesen zeichnerischen Ausgleich der Messfehler kannst du nun *jeden* Punkt auf der Ausgleichsgeraden zur Berechnung des Widerstandswerts verwenden. Dividiere dazu seinen Wert auf der waagerechten Achse (U in der Maßeinheit „Volt“) durch den zugehörigen Wert auf der senkrechten Achse (I in der Maßeinheit „Ampere“).
- Auch dieses Ergebnis wird sich wahrscheinlich von dem auf dem „grauen Kästchen“ aufgedruckten Wert unterscheiden, denn diese Widerstände (jetzt ist das *Bauteil* gemeint!) werden mit einer *Toleranz* von $\pm 10\%$ hergestellt. Das ist auch auf dem Klötzchen aufgedruckt. Dadurch kann der tatsächliche Widerstandswert bei einer Angabe von „100 Ω “ zwischen 90 Ω und 110 Ω liegen. Meistens wird der Widerstandswert aber genauer eingehalten.
- Abgesehen von kleinen Messfehlern liegen die Messpunkte im Diagramm auf einer Linie. Dieses Ergebnis erhältst du aber nur, weil sich die *Temperatur* des Widerstands bei stei-

gender Stromstärke nicht wesentlich erhöht. Ganz anders ist das z.B. bei einer Glühlampe. Hier wird der Draht so heiß, dass er glüht. Die Auswirkungen der Temperatur auf den elektrischen Widerstand wirst du in einem der folgenden Versuche noch genauer untersuchen.

Versuch (Teil 2):

- Bitte wiederhole deine Messungen mit den Widerständen „150 Ω “ und „220 Ω “. Sammle die Messwerte zunächst wieder in einer Tabelle (wie Tabelle 1) und übertrage sie dann ebenfalls in Diagramm 1. Dadurch kannst du die Werte *aller* Messungen in *einem* Diagramm beurteilen und vergleichen.

Auswertung (Teil 2):

- Zeichne auch für diese Messungen eine Ausgleichsgerade. Wähle eine andere Farbe und denke daran, dass sie in jedem Fall durch den Punkt (0 | 0) verlaufen muss.
- Die *Steigung* dieser Geraden ist umso geringer, je höher die aufgedruckte Zahl ist. Aus dem Verlauf der Geraden kannst du also den „Widerstand des Widerstands“ ablesen. Diese Aussage macht noch einmal deutlich, dass dieser Begriff sowohl eine *Eigenschaft* als auch ein *Bauteil* benennt.
- Dies ist der Grund, warum du die aus einer Messung entstehende Punktereihe *nicht* stückweise gerade (so wie in Bild 4 falsch gezeigt) verbinden darfst. Daraus würde die Aussage folgen, dass sich der Widerstandswert zwischen den Messungen *verändert*: Verläuft die Linie flacher, wäre er dort größer als in den steileren Stücken.

Ergebnis:

(I) Bei gleichbleibender Temperatur eines elektrischen Leiters gilt:

Die durch den Leiter fließende Stromstärke I ist proportional zur anliegenden Spannung U .

(II) Diesen Zusammenhang bezeichnet man als das OHMsche Gesetz.