

Auswertung von Experimenten mit GTR und Excel

Das Ohm'sche Gesetz

Doris Walkowiak, Görlitz

Was muss man beachten, wenn man mit elektrischem Strom arbeitet? Warum ist es so gefährlich, elektrische Geräte zu manipulieren, und was passiert bei einem Kurzschluss?

Solche und ähnliche Fragen führen auf den Zusammenhang zwischen **Spannung** und **Stromstärke**. Diesen wollen wir näher untersuchen. Neben der klassischen Methode der Versuchsauswertung werden Ihre Schüler an die Nutzung des GTR zur Eingabe und Auswertung von Messwerten herangeführt. Dabei lernen sie die Arbeit mit **Listen** und die **lineare Regression** kennen. Darüber hinaus zeigen wir Möglichkeiten auf, diese Auswertung auch mit der Tabellenkalkulation **Excel** vorzunehmen.



Hochspannungsmast

© Thinkstock / iStock

I/D

Mit Zeitungsartikel
zum Thema „Blitzschlag“!

Der Beitrag im Überblick

Klasse: 8–10

Dauer: 6 Einzelstunden

Ihr Plus:

- Excel-Tabellen
- GTR Screenshots (TI 84)

Inhalt

- Direkte Proportionalität zwischen Spannung und Stromstärke: $I \sim U$
- Einführung des elektrischen Widerstands als Proportionalitätsfaktor: $U/I = \text{konstant} =: R$
- Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstands

Fachliche und didaktisch-methodische Hinweise

Fachliche Hintergrundinformation

Spannung und Stromstärke sind physikalische Größen, mit denen unsere Schüler tagtäglich zu tun haben. Insbesondere bei der Verwendung von Halogen- und LED-Lampen kommen sie mit der Problematik, wie man z. B. eine 12-V-Lampe an 230 V betreibt, in Berührung.

Darüber hinaus lässt sich die Frage aufwerfen, warum diese Lampenarten der herkömmlichen Glühlampe vorzuziehen sind. Welche Vorteile haben Energiesparlampen gegenüber Glühlampen? Mit dieser Frage erkennen Ihre Schüler schnell die Bedeutung der Temperatur bei Leitungsvorgängen: In Metallen nimmt der elektrische Widerstand mit steigender Temperatur zu, da sich die Metallionen dann mehr bewegen und die Elektronen auf ihrem Weg stärker behindern. Diese Tatsache kann erwünscht sein, z. B. bei Temperaturfühlern, aber auch unerwünscht, wie bei der Glühlampe, wo ein großer Teil der elektrischen Energie in thermische Energie umgewandelt wird.

Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts

Vorwissen

Ihre Schüler kennen bereits die physikalischen Größen „elektrische Spannung“ und „elektrische Stromstärke“. Dieses Wissen wird im Material **M 2** zunächst einmal wiederholt, damit Ihre Schüler alle das gleiche Ausgangsniveau haben.

Im Experiment untersuchen die Schüler den Zusammenhang zwischen Spannung und Stromstärke an einem Ohm'schen Widerstand. Die Auswertung der Versuchsergebnisse erfolgt zunächst auf konventionelle Weise. Erst danach setzen Ihre Schüler den grafischen Taschenrechner (hier: TI 84) oder eine Tabellenkalkulation (z. B. Excel) zur Auswertung ein. Dadurch bekommen Ihre Schüler die Möglichkeit, eine Regressionsgerade zu bestimmen und mithilfe des Anstiegs (oder besser gesagt des Reziprokwertes des Anstiegs) den elektrischen Widerstand zu definieren.

Bezug zu den Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz

Allg. physikalische Kompetenz	Inhaltsbezogene Kompetenzen Die Schüler ...	Anforderungsbereich
F 1, F 2, K 1, K 2	... kennen und messen die physikalischen Größen – Spannung, – Stromstärke und – elektrischer Widerstand in einem einfachen Stromkreis,	I
E 7, E 9, E 10	... experimentieren planvoll und deuten ihre Versuchsergebnisse,	II
F 3, E 3	... gewinnen Einblick in die Nutzung von GTR und Tabellenkalkulation zur Versuchsauswertung und Interpretation der Ergebnisse.	II, III

Für welche Kompetenzen und Anforderungsbereiche die Abkürzungen stehen, finden Sie auf der beiliegenden CD-ROM 39.

Einstieg (M 1: [Vom Blitz getroffen: ein] greller Schicksalsschlag)

Beim Blitzschlag handelt es sich um ein Phänomen, das mit dem Thema „Ladung“ zu tun hat. Zu verstehen, was Ladung ist, ist Voraussetzung für die Themen „Spannung“, „Stromstärke“ und für die Herleitung des **Ohm'schen Gesetzes**.

Materialübersicht

⌚ V = Vorbereitungszeit SV = Schülerversuch Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt

⌚ D = Durchführungszeit LV = Lehrerversuch Fo = Folie

Wh = Wiederholungsblatt

M 1	Ab	[Vom Blitz getroffen: ein] greller Schicksalsschlag
M 2	Wh	Was weißt du über Spannung und Stromstärke?
M 3	SV	Wie hängen Spannung und Stromstärke zusammen?
	⌚ V: 15 min	<input type="checkbox"/> Gleichspannungsquelle (12 V)
	⌚ D: 30 min	– regelbar oder
		– Potentiometer
		<input type="checkbox"/> Voltmeter
		<input type="checkbox"/> Amperemeter
		<input type="checkbox"/> 5 (7) Kabel
		<input type="checkbox"/> Widerstände 50 Ω , 100 Ω (Ω = Ohm)
M 4	Ab	Mit GTR und Excel erfährst du Genaueres!
M 5	Ab	Der elektrische Widerstand bringt beide Größen zusammen
M 6	SV	Hängt der elektrische Widerstand von der Temperatur ab?
	⌚ V: 15 min	<input type="checkbox"/> Gleichspannungsquelle (12 V)
	⌚ D: 30 min	– regelbar oder
		– Potentiometer
		<input type="checkbox"/> Voltmeter
		<input type="checkbox"/> Amperemeter
		<input type="checkbox"/> 5 (7) Kabel
		<input type="checkbox"/> Glühlampe 12 V
M 7	LEK	Hier festigst du dein Wissen!

Die Erläuterungen und Lösungen zu den Materialien finden Sie ab Seite 12.

Minimalplan

Machen Sie nur die Versuche (**M 3** und **M 6**). Den Zusammenhang zwischen Spannung und Stromstärke führen Sie im Frontalunterricht ein. Auf die Arbeit mit GTR und Excel verzichten Sie.

M 5 Der elektrische Widerstand bringt beide Größen zusammen

Im Experiment hast du den Zusammenhang zwischen Spannung und Stromstärke bei einem Ohm'schen Widerstand untersucht.

Zu welchem Ergebnis bist du gekommen?

Ohm'sches Gesetz:

Für einen metallischen Leiter ist bei konstanter Temperatur die Stromstärke I des durch den Leiter fließenden Stroms direkt proportional zur angelegten Spannung U .

Es gilt: $I \sim U$ ($\vartheta = \text{konstant}$).



Georg Simon Ohm
(16.03.1789 – 06.07.1854)

© Bernd Gehrmann, Wikimedia Commons, CreativeCommons-Lizenz by-sa-2.0-de

Aufgaben

1. Die Messung von Spannung und Stromstärke an einem Ohm'schen Widerstand ergab folgende Werte:

U in V	2,0	2,5	4,0	5,0	8,0	10	12	15	20
I in A	0,100	0,125	0,200	0,250	0,400	0,500	0,600	0,750	1,000
$\frac{U}{I}$									

- Zeichne das U-I-Diagramm.
- Erläutere, welchen Zusammenhang du im U-I-Diagramm ablesen kannst, und vergleiche mit dem Ohm'schen Gesetz.
- Berechne den Quotienten U/I für jedes Wertepaar aus der vorgegebenen Tabelle und trage die Werte in die Tabelle ein.
- Was stellst du fest? Begründe.

Bestimme die Größe des Widerstands R aus Aufgabe 1 mit der Gleichung $R = \frac{U}{I}$.

Für Experten: Werte die Daten mit dem GTR oder Excel aus.

Wie du aus der Mathematik weißt, gilt für zwei zueinander direkt proportionale Größen, dass der Quotient aus den beiden Größen stets gleich ist.

$$\text{Für } I \sim U \text{ gilt: } \frac{U}{I} = \text{konstant.}$$

Dieser konstante Quotient wird als elektrischer Widerstand $R := \frac{U}{I}$ definiert.

Die Einheit des elektrischen Widerstands ist Volt pro Ampere – zu Ehren von Sir Ohm wird dies abkürzend mit Ohm bezeichnet.



6. Fülle mithilfe des Tafelwerks oder des Lehrbuches folgenden Lückentext aus:

Physikalische Bedeutung:

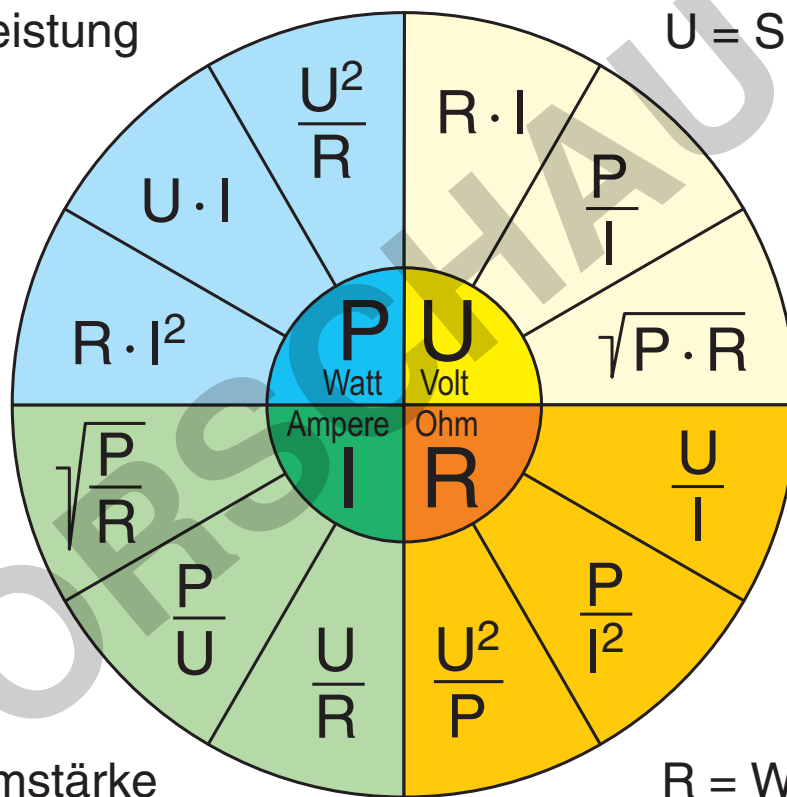
Der elektrische Widerstand gibt an, _____

Gleichung: _____ (_____) Formelzeichen: _____ Einheit: _____

M 8 Das Formelrad

P = Leistung

U = Spannung



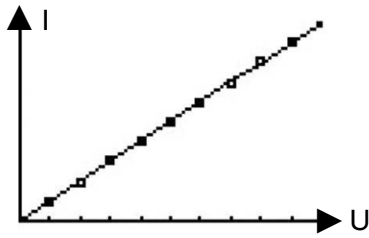
I = Stromstärke

R = Widerstand

Grafik: Eberhard Sengpiel, sengpielaudio.com

I/D

4.



5. STAT – 1:EDIT – in beiden Listen den ersten Wert (0) löschen – auf L3 (im Tabellenkopf) gehen – L1/L2 eingeben

L1	L2	3
1	.01	---
1	.02	
1	.03	
1	.04	
1	.05	
1	.06	
1	.07	

L3 = L1 / L2

L1	L2	L3	3
1	.01	100	
1	.02	100	
1	.03	100	
1	.04	100	
1	.05	100	
1	.06	100	
1	.07	100	

L3(1) = 100

Der Quotient gibt den elektrischen Widerstand des Bauelements an (100 Ω).

6. Der Quotient ist das Reziproke des Anstiegs.

Man erhält als Anstieg den Widerstand R, wenn man die Listen vertauscht oder, indem man für die Regression Folgendes eingibt:

STAT – CALC – 4:LinReg(ax+b) L2, L1,Y1 → $y = 100 x + 0$

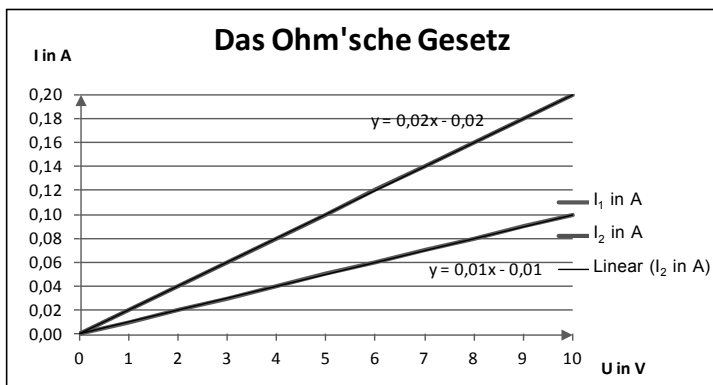
Excel:

Nutzen Sie zum Vergleichen die Excel-Datei „Ohm1.xls“.

7. Der Anstieg im U-I-Diagramm entspricht dem Leitwert, d. h. dem Reziproken des Widerstands. Um bei der Trendlinie den Widerstand als Anstieg der Geraden zu bekommen, müsste man den Anstieg der Geraden nehmen und davon das Reziproke bilden.

Hinweis: Da es sich beim Berechnen der Gleichung für die Trendlinie um Näherungsverfahren handelt, kann es zu **Abweichungen** kommen. Hier ergibt sich zum Beispiel die Gleichung $y = 0,01x - 0,01$ ($I(U) = (0,01 \frac{A}{V}) \cdot U - 0,01 A$).

Für Experten: Nutzen Sie zum Vergleichen die Excel-Datei „Ohm2.xls“.



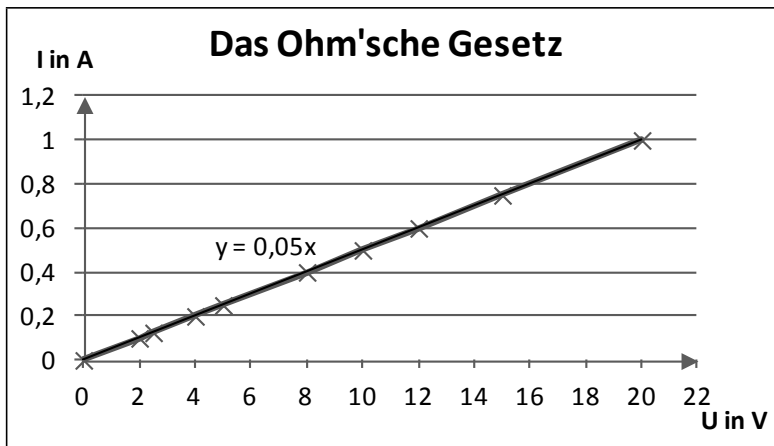
Der Anstieg der Geraden ist höher (doppelt so groß). Dies bedeutet, dass bei derselben Spannung ein doppelt so hoher Strom fließen kann.

I/D



M 5 Der elektrische Widerstand bringt beide Größen zusammen

2. Siehe Datei „M05_Ohm3.xls“



3. Spannung und Stromstärke sind zueinander direkt proportional.

Begründung: Verdoppelt, verdreifacht ... sich die Spannung, so verdoppelt, verdreifacht ... sich auch die Stromstärke. Liegt keine Spannung an, so fließt auch kein Strom.

4.

U in V	2	2,5	4	5	8	10	12	15	20
I in A	0,10	0,125	0,20	0,25	0,40	0,50	0,60	0,75	1,00
R in Ω	20	20	20	20	20	20	20	20	20

5. Der Widerstand ist konstant (Quotientengleichheit). Es gilt das Ohm'sche Gesetz.

Für Experten: STAT – 1:EDIT – Werte eingeben

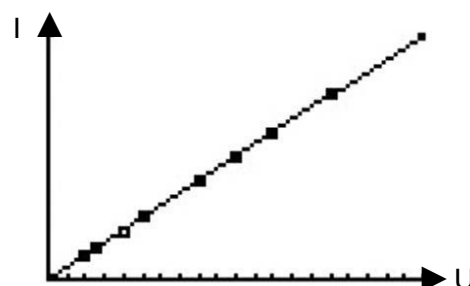
GTR:

L1	L2	L3	3
2	.1	20	
2,5	.125	20	
4	.2	20	
5	.25	20	
8	.4	20	
10	.5	20	
12	.6	20	

L3(1)=20

```
WINDOW
Xmin=0
Xmax=20
Xscl=1
Ymin=0
Ymax=1
Yscl=1
Xres=3
```

```
LinReg
y=ax+b
a=.05
b=0
```



```
STAT – CALC –
4: LinReg (ax + b) Y1
→ y = 0,05x + 0
```

I/D