

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

VORANSICHT

Mit Zeitungsartikel zum Thema „Blitzschlag“!

Der Beitrag im Überblick	
<p>Klasse: 8–10</p> <p>Dauer: 6 Einzelstunden</p> <p>Ihr Plus:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Excel-Tabellen • GTR Screenshots (TI 84) 	<p>Inhalt</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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	Wängt 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.

I/D

M 2 Was weißt du über Spannung und Stromstärke?

Spannung und Stromstärke spielen z. B. beim Handy, in Computern und Fernsehgeräten oder auch in Hochspannungsleitungen eine Rolle.

Aber was genau geben diese beiden Größen an?



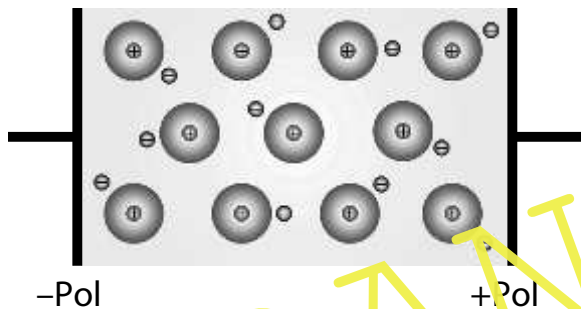
© Thinkstock/Stock

Smartphone

Aufgaben

1. Nenne je zwei Beispiele für Leiter und Isolatoren. Wovon hängt es allgemein ab, ob in einem Stoff Strom fließen kann oder nicht?
2. Begründe anhand des inneren Aufbaus von Metallen, dass diese stromleitend sind. Erläutere den Verlauf von Leitungsvorgängen in Metallen (Modell der Elektronenleitung). Fülle dazu folgenden Lückentext aus.

Zeichne die Bewegungsrichtung der Elektronen ein.



Voraussetzungen:

- frei bewegliche _____
(_____)
- _____ Feld (Spannungsquelle)

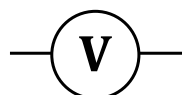
Verlauf:

- Die _____ werden bei Anlegen einer elektrischen Spannung / in einem vorhandenen elektrischen Feld zum Pluspol hin beschleunigt.
- Dabei stoßen sie mit den _____ zusammen.
- Elektrische Energie wird _____ und in _____ Energie umgewandelt.

3. Kennzeichne die physikalische Größe „Stromstärke“ (physikalische Bedeutung, Formelzeichen, Einheit, Messgerät).
4. Skizziere, wie ein Amperemeter in einen elektrischen Stromkreis eingebaut werden kann. Zeichne eine Schaltskizze zur Strommessung an einem Widerstand.
5. Kennzeichne die physikalische Größe Spannung (physikalische Bedeutung, Formelzeichen, Einheit, Messgerät).
6. Wie werden Spannungsmesser in eine Schaltung eingebaut? Zeichne eine Schaltskizze zur Spannungsmessung an einem Widerstand.

Tipp

Du benötigst folgendes Schaltsymbol:



M 4 Mit GTR und Excel erfährst du Genaueres!

Mithilfe des grafikfähigen Taschenrechners oder einer Tabellenkalkulation erhältst du noch weitere Auswertungsmöglichkeiten.

Aufgaben GTR

1. Gib die Werte für die Spannung in Liste L1 und für die Stromstärke in Liste L2 ein (STAT – 1: EDIT – Werte eingeben). Rechne dazu die Stromstärke in Ampere um.

Tipp Formatiere die Achsen wie in der Abbildung rechts gezeigt:

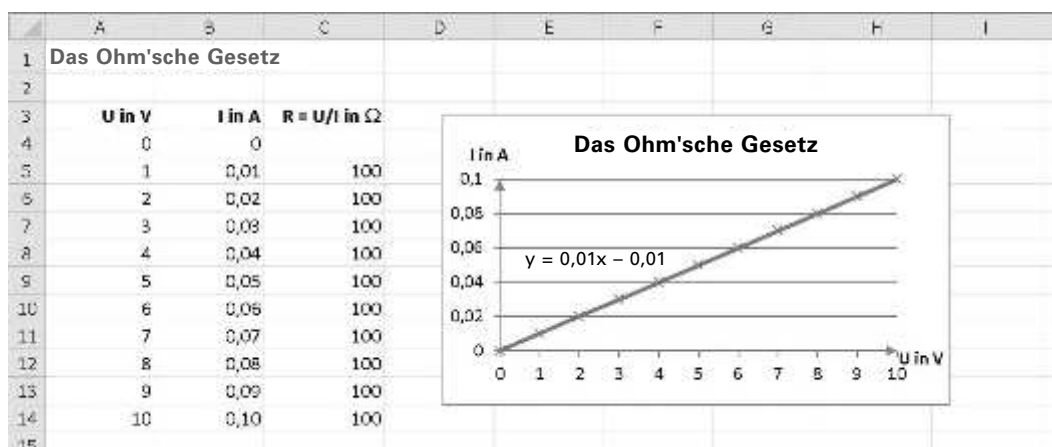
2. Lass dir die Werte in einem Diagramm anzeigen (STAT PLOT).
3. Führe eine lineare Regression durch und weise die Funktionsgleichung der Variablen Y1 zu. Wie lautet die Funktionsgleichung?
4. Lass dir den Graphen der Funktion anzeigen.
5. Berechne in L3 den Quotienten L1/L2. Lösche vorher das erste Wertepaar (0|0). Was gibt der Quotient an?
6. Welchen Zusammenhang zwischen dem berechneten Quotienten und dem Anstieg der Geraden gibt es? Wie kannst du erreichen, dass der Anstieg dem Quotienten entspricht?

```
WINDOW
Xmin=0
Xmax=10
Xscl=1
Ymin=0
Ymax=.1
Yscl=1
Xres=3
```

I/D

Aufgaben Excel

1. Gib die Werte für die Spannung U und die Stromstärke I in die ersten beiden Spalten ein. Rechne dazu die Stromstärke in Ampere um.
2. Lass dir die Werte in einem Punktediagramm anzeigen.
3. Führe eine lineare Regression durch (rechte Maustaste auf den Funktionsgraphen – Trendlinie hinzufügen – Formel im Diagramm darstellen).
4. Berechne den Quotienten U/I (ohne erstes Wertepaar). Was gibt der Quotient an?
5. Welchen Zusammenhang zwischen dem berechneten Quotienten und dem Anstieg der Geraden gibt es? Wie kannst du erreichen, dass der Anstieg dem Quotienten entspricht?



Für Experten

Ergänze die Werte für den 50- Ω -Widerstand sowohl in der Tabelle als auch im Diagramm. Vergleiche!

M 6 Hängt der elektrische Widerstand von der Temperatur ab?

Sicherlich hast du schon mal gemerkt, dass eine leuchtende Glühlampe mit der Zeit sehr heiß wird und man sich sogar daran verbrennen kann. Die Temperatur in der stromdurchflossenen Glühlampe ist also nicht konstant, wie es beim Ohm'schen Gesetz vorausgesetzt wurde. Ändert sich daher der Widerstand der Glühlampe mit der Temperatur? Warum muss eigentlich die Temperatur konstant sein, damit $R \sim U$ bzw. $R = U/I$ gilt? Im folgenden Experiment untersuchst du dies genauer.



© Thinkstock / iStock

Glühlampe

Aufgabe

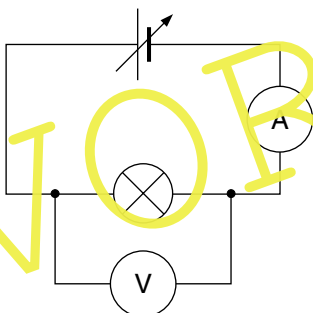
Untersuche den Zusammenhang zwischen Spannung und Stromstärke bei einer Glühlampe.

Schülerversuch ⌚ Vorbereitung: 15 min Durchführung: 30 min

Materialien

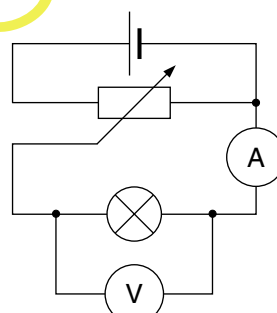
- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Gleichspannungsquelle (12 V) | <input type="checkbox"/> Voltmeter |
| – regelbar oder | <input type="checkbox"/> Amperemeter |
| – Potentiometer | <input type="checkbox"/> 5 (7) Kabel |
| | <input type="checkbox"/> Glühlampe 12 V |

Versuchsaufbau



Regelbare Spannungsquelle

oder



Potentiometerschaltung

Versuchsdurchführung

1. Baue die Schaltung entsprechend dem Schaltplan auf. Lass sie von deiner Lehrerin/ deinem Lehrer kontrollieren.
2. Verändere die Spannung U von 0 V bis 10 V in Schritten von 1 V und miss für jeden dieser Schritte die Stromstärke I in der Schaltung. Trage die Wertepaare übersichtlich in eine Tabelle ein. Notiere alle deine Beobachtungen (auch zur Temperatur-/ Lichtabstrahlung).

Auswertung

1. Stelle die Messwerte in einem U - I -Diagramm dar.
2. In welchem Bereich ist das Ohm'sche Gesetz anwendbar? Versuche, eine physikalische Erklärung zu finden.

I/D

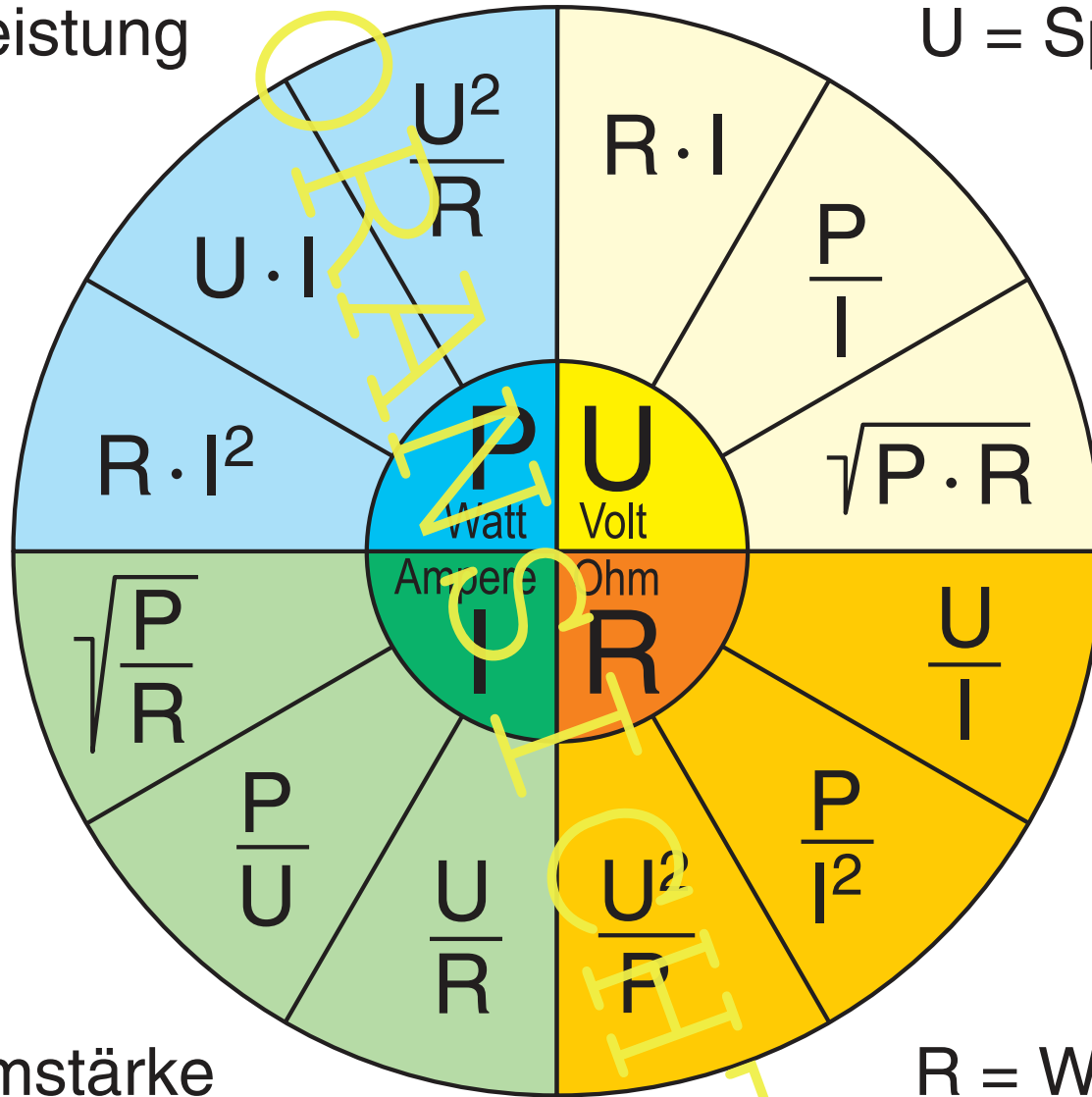
M 8 Das Formelrad

P = Leistung

U = Spannung

I = Stromstärke

R = Widerstand



Grafik: Eberhard Sengpiel, sengpielaudio.com

I/D

Erläuterungen und Lösungen

M 1 Vom Blitz getroffen: ein greller Schicksalsschlag

■ Der Zeitungsartikel ist ein Aprilscherz. Bereits eine Stromstärke von 30 mA kann lebensgefährlich sein. Verwenden Sie den Artikel als Einstieg. Diskutieren Sie mit Ihren Schülern.

M 2 Was weißt du über Spannung und Stromstärke?

■ Je nach Kenntnisstand der Schüler werden diese wahrscheinlich nicht die ganze Stunde benötigen, um dieses Material zu bewältigen. Nutzen Sie die verbleibende Zeit, um die Schüler auf das Experiment in **M 3** vorzubereiten.

Lösungen

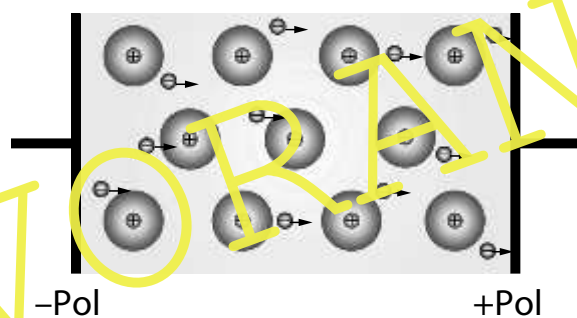
1. Leiter: Metalle, Säuren, salzhaltige Lösungen

Isolatoren: Porzellan, Glas, trockenes Holz, Plastik, Keramik

Damit ein elektrischer Strom fließen kann, müssen frei bewegliche Ladungsträger im Stoff vorhanden sein. Bei Isolatoren fehlen diese. Weitere Voraussetzung: ein elektrisches Feld bzw. eine anliegende Spannung.

2.

Zeichne die Bewegungsrichtung der Elektronen ein.



positive Metallionen



frei bewegliche Elektronen

Voraussetzungen:

- frei bewegliche Ladungsträger (Elektronen)
- elektrisches Feld (Spannungsquelle)

Verlauf:

- Die Elektronen werden bei Anlegen einer elektrischen Spannung / in einem vorhandenen elektrischen Feld zum Pluspol hin beschleunigt.
- Dabei stoßen sie mit den positiven Metallionen zusammen.
- Elektrische Energie wird in kinetische und in thermische Energie umgewandelt.

3. Physikalische Bedeutung: Die elektrische Stromstärke I gibt an, wie viele Ladungsträger ΔQ sich in einer bestimmten Zeit Δt durch den Leiterquerschnitt bewegen.

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}, I = \text{konstant}$$

Formelzeichen: I Einheit: A (Ampere)

Messgerät: Amperemeter