

# FWU - Schule und Unterricht/Arbeitsvideo

VHS 42 10518 / DVD 46 10518 14 min, Farbe



## **Strom, Spannung, Widerstand** Arbeitsvideo / 3 Kurzfilme

FWU –  
das Medieninstitut  
der Länder



## Lernziele

Die Schüler lernen die physikalischen Begriffe Strom, Spannung und Widerstand kennen. Sie begreifen den elektrischen Strom als Fluss von Elektronen und die elektrische Spannung als Energie dieser Elektronen. Die Schüler erfahren von der Abhängigkeit der beiden Messgrößen und vom Ohm'schen Gesetz. Sie lernen, dass es in Stromkreisen unterschiedliche Möglichkeiten der Verschaltung von Verbrauchern geben kann, nämlich Reihen- und Parallelschaltung.

## Vorkenntnisse

Besondere Vorkenntnisse sind nicht erforderlich.

## Zum Inhalt

1 Strom und Spannung	4:55 min
2 Ohm'sches Gesetz	3:40 min
3 Eigenschaften des Widerstands	4:15 min

### 1 Strom und Spannung

Elektrischer Strom ist die Bezeichnung für eine gerichtete Bewegung von Ladungsträgern (vor allem Elektronen, aber auch Ionen). Ein elektrischer Strom entsteht, wenn sich frei bewegliche Ladungsträger in einem elektrischen Feld befinden.

In Metallen bewegen sich in der Regel Elektronen, also negative Ladungsträger, die vom Minuspol zum Pluspol fließen, denn am Minuspol herrscht ein Überschuss an Elektronen, am Pluspol ein Mangel. Früher nahm man an, dass in Metallen positive Ladungsträger für den Stromfluss verantwortlich seien. Demnach sollte der Strom vom positiven Pol zum negativen Pol fließen. Obwohl die damalige Annahme widerlegt wurde, hat man die ursprüngliche (historische) Stromrichtung aus praktischen Gründen beibehalten: Deshalb wird die Stromrichtung innerhalb einer Schaltung auch heute noch von Plus nach Minus definiert.

Am Beispiel einer elektrischen Batterie lässt sich das Prinzip des Stromflusses veranschaulichen. Elektrochemische Prozesse in der Batterie bewirken eine Ladungstrennung; die Elektronen werden auf einer Seite gesammelt (Minuspol), auf der anderen Seite herrscht Elektronenarmut (Pluspol). Hierdurch entsteht eine Potenzialdifferenz, eine elektrische Spannung. Ladungsträger, die einer Spannungsdifferenz ausgesetzt sind, erfahren dadurch eine Beschleunigung. Wenn man die beiden Pole der Batterie durch einen elektrischen Leiter mit einem gegebenen elektrischen Widerstand verbindet, bewegen sich die Elektronen vom Minuspol zum Pluspol: Ein elektrischer Strom fließt. Die Energie, die zur Trennung der Ladungen in der Batterie investiert werden musste, wird wieder frei.

Verbraucher können in einem Stromkreis unterschiedlich verschaltet sein. So gibt es zum Beispiel die Reihenschaltung. Bei einer Reihenschaltung liegen die Verbraucher aufgereiht in einem einzigen unverzweigten Stromkreis. Ein Beispiel ist die Anreihung von Glühlampen in einer Lichterkette. Eine Unterbrechung des Stromkreises an einer Stelle (z. B. Durchbrennen einer Lampe) bringt die gesamte Kette zum Ausfall. Bei einer Parallelschaltung wird ein Stromkreis so verzweigt, dass an jedem Stromzweig dieselbe Spannung anliegt. Jedem Verbraucher steht in diesem Fall die Betriebsspannung in voller Höhe zur Verfügung. Bei Bedarf kann man durch eigene Schalter einzelne Verbraucher unabhängig von den anderen ein oder ausschalten. Ein Beispiel ist die übliche Schaltung einer Wohnungsbeleuchtung.

### 2 Ohm'sches Gesetz

In einem Stromkreis bestimmen die aufgebaute Spannung  $U$  und die Größe des elektrischen Widerstands  $R$  die Stromstärke  $I$ .

Der Zusammenhang zwischen Strom, Spannung und Widerstand kann durch das Ohm'sche Gesetz ausgedrückt werden:

$$R = U/I.$$

Sind zwei der Messgrößen bekannt, kann man also die dritte berechnen.

Der Widerstand R wird in Ohm gemessen. Er ist ein Maß für die Schwierigkeit der Elektronen, durch ein Material zu fließen - und daher abhängig vom Material, durch das der Strom fließt. Der Spezifische Widerstand charakterisiert diesen materialabhängigen Widerstand:

Material	Spezifischer Widerstand/( $\Omega\text{m}$ )
Silber	$1,59 \cdot 10^{-8}$
Kupfer	$1,7 \cdot 10^{-8}$
Gold	$2,44 \cdot 10^{-8}$
Aluminium	$2,82 \cdot 10^{-8}$
Wolfram	$5,6 \cdot 10^{-8}$
Kohlenstoff	$3,5 \cdot 10^{-5}$
Silizium	640
Glas	$10^{10}$ bis $10^{14}$
Hartgummi	ca. $10^{13}$
Schwefel	$10^{15}$
Quarz (geschmolzen)	$75 \cdot 10^{16}$

Aus der Tabelle wird ersichtlich, dass vor allem Metalle gute Leiter sind. Auch Kohlenstoff - in Form von Grafit - leitet den Strom gut. Silizium besitzt einen sehr hohen Widerstand, ist aber kein Isolator. Man spricht dann von einem Halbleiter. Materialien wie Glas oder Hartgummi leiten den Strom praktisch gar nicht. Man nennt sie Isolatoren.

### 3 Eigenschaften des Widerstands

Nicht alle Verbraucher folgen dem Ohm'schen Gesetz. Der Widerstand einer Glühbirne etwa nimmt mit steigender Temperatur zu. Das bedeutet, dass der Strom mit zunehmender Spannung weniger stark zunimmt. Die Glühbirne ist daher ein

so genannter nichtohmscher Widerstand. Der Widerstand ist ein Maß für die Schwierigkeit der Elektronen, durch ein Material zu fließen. Er hängt daher von der Beschaffenheit des Materials ab, durch das er fließt. Je nach Art des Leiters stehen unterschiedlich viele bewegliche Ladungsträger zur Verfügung. Dies können locker gebundene Elektronen (z. B. in Metallen), aber auch organische Moleküle mit delokalisierten Elektronen oder Ionen sein. Wässrige Lösungen zeichnen sich durch einen hohen Widerstand aus. Der Widerstand sinkt, wenn dem Wasser Ionen, also Salze, Säuren oder Basen hinzugefügt werden. Dementsprechend hat Meerwasser einen geringeren Widerstand und eine höhere elektrische Leitfähigkeit als Süßwasser. In Halbleitern nutzt man gezielte Verunreinigungen, um den Widerstand zu beeinflussen.

Auch Metalle, aus denen vor allem die Stromzuführungen bestehen (z. B. Kupfer), haben unterschiedliche Widerstände. Der Grund: ein Metall besteht aus einem Gitternetz vibrierender positiver Ionen, umgeben von Elektronen. Legt man eine Spannung an, bewegen sich einige dieser Elektronen. Können sich in einem Metall viele Elektronen bewegen, dann ist der Widerstand niedriger und dadurch die Stromstärke höher. In einem anderen Metall gibt es weniger bewegliche Elektronen, der Widerstand ist höher - und die Stromstärke niedriger. Diese Regeln gelten allerdings nicht für alle Leiter. Supraleiter sind Materialien, die beim Unterschreiten einer bestimmten Temperatur fast sprunghaft ihren elektrischen Widerstand verlieren.

## Hintergrundinformationen

Schon in der Antike war den alten Griechen die elektrostatische Aufladung des Bernstein bekannt, der von ihnen als „*elektron*“ bezeichnet wurde. Diese Erkenntnis wird Thales von Milet zugeschrieben.

Richtig erforscht wurde die Elektrizität aber eigentlich erst seit Luigi Galvani. Ein Zufall führte ihn im Jahr 1780 zur Entdeckung des nach ihm benannten Galvanismus. Galvani entdeckte durch Experimente mit Froschschenkeln die Kontraktion von Muskeln unter dem Einfluss statischer Elektrizität und legte die Grundlage für die Entdeckung elektrochemischer Zellen (Galvanische Elemente) durch Volta.

Alessandro Volta baute um 1800 die so genannte Volta'sche Säule, eine erste funktionierende Batterie, die am 7. November 1801 der Öffentlichkeit vorgestellt wurde. Die Volta'sche Säule ist eine Batterie, die aus wechselweise übereinander geschichteten Kupfer- und Zinkplatten besteht. Die Platten wurden durch Tuchfetzen, die in Säure eingetaucht wurden, voneinander getrennt. Die Volta'sche Säule wurde zu der brauchbarsten Elektrizitätsquelle, da stetig Strom floss. Zu Voltas Ehren wurde 70 Jahre nach seinem Tod die Maßeinheit für die elektrische Spannung, das Volt, nach ihm benannt. Volta ist aber nicht der einzige Erforscher der Elektrizität, dessen Name für eine Maßeinheit steht.

Im Frühherbst 1820 wurde André-Marie Ampère auf die Versuche Hans Christian Ørstedts zur Ablenkung einer Magnetnadel durch elektrischen Strom aufmerksam. Ampère erkannte, dass Elektrizität die eigentliche Ursache des Magnetismus ist. Vom 18. September bis zum 2. November 1820 konnte er in aufeinander folgenden Versuchen nachweisen, dass zwei strom-

durchflossene Leiter eine Anziehungskraft aufeinander ausüben, wenn in beiden Leitern die Stromrichtung gleich ist, und dass sie eine Abstoßungskraft aufeinander ausüben, wenn die Stromrichtung entgegengesetzt ist. Ampère erklärte den Begriff der elektrischen Spannung und des elektrischen Stroms und setzte die Stromrichtung fest. Zu seinen Ehren wurde die Einheit der Stromstärke Ampere genannt. Den elektrischen Widerstand als physikalisches Phänomen erfasste zuerst ein Deutscher, Georg Simon Ohm. 1826 erschien sein Buch über den quantitativen Zusammenhang zwischen verschiedenen Größen einer galvanischen Kette, das wir als Ohm'sches Gesetz kennen. Im Prinzip entdeckte er den Zusammenhang zwischen der Stromstärke  $I$  und der Spannung  $U$ . Erstmals wurde es dank Ohm möglich, die kaum erforschte Elektrizitätslehre mathematisch zu behandeln. Zu seinen Ehren wurde die Einheit des elektrischen Widerstands Ohm genannt.

## Verwendung im Unterricht

Anhand des Arbeitsvideos können im Unterricht vertiefend folgende Fragen behandelt werden:

1. Was ist elektrischer Strom, was ist elektrische Spannung?
2. Was ist der Unterschied zwischen einer Reihen- und einer Parallelschaltung?
3. Wie lautet das Ohm'sche Gesetz?
4. Unter welchen Bedingungen gilt das Ohm'sche Gesetz?
5. Warum ist eine Glühbirne ein nicht-ohmscher Verbraucher?
6. Was ist ein spezifischer Widerstand?
7. Wie könnten Widerstand und spezifischer Widerstand zusammenhängen?

8. Wie könnte man aus den Messwerten für Strom und Spannung eine elektrische Leistung berechnen?
9. Wie ließe sich aus einer gegebenen Leistung die in einem Stromkreis verbrauchte elektrische Energie ermitteln?

## **Bearbeitete Fassung und Herausgabe**

FWU Institut für Film und Bild, 2005

## **Produktion**

European Broadcasting Union  
Yorkshire Television

## **Regie**

Sally Beeston  
Rosemary Cleary  
Nick Salmon

## **Kamera**

Geoff Perry

## **Schnitt**

Steve Fairholme

## **Grafik**

Jackie Hilton Bean  
Mark Tingle

## **Bildnachweis**

IFA-Bilderteam

## **Bearbeitung und Begleitheft**

Christian Friedl

## **Pädagogischer Referent im FWU**

Michael Süß

**Verleih** durch Landes-, Kreis- und Stadtbildstellen,  
Medienzentren

**Verkauf** durch FWU Institut für Film und Bild,  
Grünwald

Nur Bildstellen/Medienzentren: öV zulässig

© 2005

FWU Institut für Film und Bild  
in Wissenschaft und Unterricht  
gemeinnützige GmbH  
Geiseltasteig  
Bavariafilmplatz 3  
D-82031 Grünwald  
Telefon (0 89) 64 97-1  
Telefax (0 89) 64 97-240  
E-Mail info@fwu.de  
vertrieb@fwu.de  
Internet <http://www.fwu.de>



FWU Institut für Film und Bild  
in Wissenschaft und Unterricht  
gemeinnützige GmbH  
Geiseltalsteig  
Bavariafilmplatz 3  
D-82031 Grünwald  
Telefon (0 89) 64 97-1  
Telefax (0 89) 64 97-300  
E-Mail [info@fwu.de](mailto:info@fwu.de)  
Internet <http://www.fwu.de>

**zentrale Sammelnummern für  
unseren Vertrieb:**

**Telefon (0 89) 64 97-4 44**  
**Telefax (0 89) 64 97-2 40**  
**E-Mail [vertrieb@fwu.de](mailto:vertrieb@fwu.de)**

Laufzeit: 14 min  
3 Kurzfilme  
Sprache: deutsch

**Systemvoraussetzungen  
bei Nutzung am PC**  
DVD-Laufwerk und  
DVD-Player-Software,  
empfohlen ab WIN 98

Alle Urheber- und  
Leistungsschutzrechte  
vorbehalten.  
Nicht erlaubte/genehmigte  
Nutzungen werden zivil- und/oder  
strafrechtlich verfolgt

**LEHR  
Programm  
gemäß  
§ 14 JuSchG**

## **FWU - Schule und Unterricht**

- VHS 42 10518
- DVD-VIDEO 46 10518
- ■ Paket 50 10518 (VHS 42 10518 + DVD 46 10518)

14 min, Farbe

### **Strom, Spannung, Widerstand**

Elektrogeräte sind ein wichtiger Bestandteil unseres Alltags. Ob Waschmaschine, Herd oder Computer - unsere Welt ist elektrifiziert. Das Arbeitsvideo zeigt in drei Kurzfilmen anschaulich und kompakt die wichtigsten Aspekte der Elektrizität. Kurzfilm 1 erklärt die physikalischen Begriffe Strom und Spannung. Kurzfilm 2 behandelt das Ohm'sche Gesetz. Kurzfilm 3 erläutert die physikalischen Phänomene, die in elektrischen Leitern zu einem Widerstand führen und zeigt, dass das Ohm'sche Gesetz nicht immer gelten muss.

### **Schlagwörter**

Strom, Ampere, Spannung, Volt, Widerstand, Ohm, Stromkreis, Reihenschaltung, Parallelschaltung, Verbraucher, Supraleiter

### **Physik**

Elektrik

Allgemeinbildende Schule (7-13)  
Erwachsenenbildung

### **Weitere Medien**

46 02312 Mission X: Der Stromkrieg. Didaktische FWU-DVD  
42/46 10441 Elektrizität und Magnetismus. VHS- / DVD-Video  
42 02816 Elektrochemie: Halbzellen und Galvanische Elemente.  
VHS-Video