



**MEHR
ERFAHREN**

TRAINING

Gymnasium

Physik – Mittelstufe 1



STARK

Inhalt

Vorwort

1	Wiederholung physikalischer Grundlagen	1
1.1	Optik	1
	Lichtausbreitung, Reflexion und Brechung	1
	Auge und optische Geräte	15
	Farben und Dispersion	24
1.2	Elektrizitätslehre	29
	Ursache und Wirkung des elektrischen Stromes	29
	Stromkreis und Schaltsymbole	30
	Einfache elektrische Schaltungen	31
1.3	Kräfte	35
	Bewegungen	35
	Wichtige Kräfte in der Natur	37
	Betrag und Richtung von Kräfte	39
2	Physikalische Arbeit	43
2.1	Kraftwandler	43
2.2	Arbeit, Energie und Leistung	52
3	Aufbau der Materie und Wärmelehre	61
3.1	Temperaturänderung und Aggregatzustand	61
3.2	Wärmeausdehnung von Gasen	70
3.3	Wärmeausdehnung bei flüssigen und festen Körpern	72
3.4	Wärmestrahlung	75
4	Elektrik	79
4.1	Grundlegende Größen der Elektrik	79
	Das Wasserstromkreis-Modell für den elektrischen Stromkreis	80
	Serien- und Parallelschaltung von Widerständen	83
4.2	Spezifischer Widerstand	94
4.3	Energie und Leistung elektrischer Ströme	97

Fortsetzung siehe nächste Seite

4.4	Elektrisches und magnetisches Feld	103
	Elektrisches Feld	103
	Magnetisches Feld	107
	Magnetisches Feld um Strom durchflossene Leiter und Lorentzkraft ...	108
4.5	Elektromagnetische Induktion	115
4.6	Energietechnik	132
	Energieverluste beim Stromtransport	132
	Transformation der elektrischen Spannung	132
	Elementare Stromquellen	134
	Lösungen	137

Autor: Florian Borges

Vorwort

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

vielleicht hast du dir ja schon einmal die Frage gestellt, wieso sich Nüsse mit einem Nussknacker leichter knacken lassen als mit der bloßen Hand. Oder du hast dich gefragt, wie ein Fahrraddynamo eigentlich Licht erzeugt. Oder vielleicht hast du eine Brille und wolltest schon immer einmal wissen, wie eine Brille es schafft, dass du wieder besser siehst.

Mit solchen und noch viel mehr Fragen beschäftigt sich das Fach Physik. Die beiden Bücher „Training Physik Mittelstufe“ helfen dir, physikalische Zusammenhänge zu verstehen und das Rechnen von Physikaufgaben zu trainieren. Der Physikstoff der Klassen 8 bis 10 wird in beiden Bänden ausführlich dargestellt.

Im vorliegenden Band 1 findest du zunächst eine Zusammenstellung der **physikalischen Grundlagen** aus der Optik, der Elektrizitätslehre und der Mechanik. Du hast einige dieser Stoffgebiete in den vorangegangenen Schuljahren bereits kennen gelernt und hast hier die Möglichkeit, grundlegende Begriffe und Zusammenhänge zu wiederholen. Die folgenden Abschnitte behandeln die wichtigen Themengebiete **Physikalische Arbeit, Aufbau der Materie und Wärmelehre** und **Elektrik** (einschließlich elektromagnetischer Induktion).

Jedes Buchkapitel ist einheitlich gegliedert:

- Zunächst wird der Unterrichtsstoff besprochen, **Fachausdrücke** erklärt und **Formeln** erläutert. Dabei sind die wichtigsten **Regeln** immer in Kästen zusammengefasst und hervorgehoben, sodass sie auch beim Durchblättern leicht auffindbar sind.
- Zu jedem Stoffgebiet lernst du anhand von **Beispielaufgaben** die typischen Fragestellungen zu diesem Thema kennen. Ausführliche Lösungen zeigen dir unmittelbar anschließend, wie man derartige Aufgaben am besten angeht.
- Ganz wichtig sind die zahlreichen **Aufgaben**, die nach jedem neuen Sinnabschnitt folgen. Dadurch, dass du diese Aufgaben **selbstständig** löst, lernst du den Stoff und das Lösen von Physikaufgaben am besten. Orientiere dich dabei an den Beispielaufgaben. Zur **Kontrolle** des Lösungsweges und deiner Ergebnisse findest du die **ausführlichen Lösungen** zu jeder Aufgabe im Lösungsteil am Ende des Buches.

Die mit einem Stern (*) gekennzeichneten Aufgaben sind etwas anspruchsvoller und regen in besonderer Weise zum Nachdenken an; du kannst sie beim ersten Durcharbeiten auch überspringen.

Ich wünsche dir viel Erfolg bei deinem Physiktraining mit diesem Buch!



4 Elektrik

4.1 Grundlegende Größen der Elektrik

Ausgangspunkt für sämtliche Vorgänge, die in diesem Abschnitt besprochen werden, ist der Begriff der **elektrischen Ladung**.

Regel

Alle elektrischen Wirkungen und Vorgänge sind auf die Eigenschaften und das Verhalten von **elektrischen Ladungen** zurückzuführen. Es gibt positive (+) und negative (–) elektrische Ladungen, die aufeinander wechselseitig unterschiedliche Kräfte ausüben: Gleichnamige Ladungen (+|+ oder –|–) stoßen einander ab, ungleichnamige Ladungen (+|– oder –|+) ziehen sich an.

Elektrische Ladungen treten stets in (immer gleich) winzig kleinen Portionen auf, den so genannten **Elementarladungen**. Auf einem neutralen Körper sitzen ebenso viele negative wie positive Ladungen und diese heben sich paarweise in ihrer Wirkung jeweils auf. Ein negativ geladener Körper trägt einen Überschuss an negativen Ladungen, diese stoßen sich gegenseitig ab und versuchen größtmöglichen Abstand voneinander einzunehmen. Verbindet man diesen Körper leitend mit einer neutralen Metallkugel, dann werden die Ladungen sich auch gleichmäßig über die Kugel verteilen. Es entsteht ein **elektrischer Strom**, der von dem negativ geladenen Körper zur Kugel fließt. Wir halten fest:

Regel

Elektrischer Strom entsteht durch die Bewegung elektrischer Ladungen in einem Stromkreis. Die Bewegung dient dem Ladungsausgleich zwischen leitend verbundenen, elektrisch geladenen Körpern.

Für die Erarbeitung der Grundgesetze im Stromkreis hat sich ein anschauliches Modell bewährt, das wir im Folgenden genauer untersuchen wollen.

Das Wasserstromkreis-Modell für den elektrischen Stromkreis

Eine Schwierigkeit beim Verständnis der Elektrizitätslehre liegt darin, dass wir für diesen Bereich der Physik keine geeigneten Sinnesorgane besitzen, denn elektrischer Strom selbst ist unsichtbar, riecht und knistert nicht. Zwar leuchten Strom durchflossene Lampen, es riechen verschmorte Leitungen und unter einem Hochspannungsmasten hört man schon mal ein sonderbares Knistern, das wohl mit der Elektrizität zusammenhängt – aber dies sind eben alles nur einige **Wirkungen des elektrischen Stromes** (und nicht er selbst), die wir wahrnehmen können.

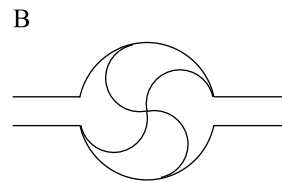
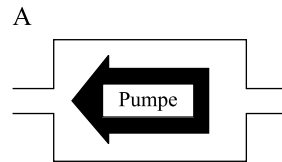
Um dem entgegenzuwirken und den elektrischen Stromkreis sowie die Abläufe darin besser zu verstehen, ist das Wasserstrommodell sehr hilfreich. Es wird zunächst vorgestellt, später wird dann an geeigneter Stelle immer wieder darauf Bezug genommen. Für jeden Vorgang und auch für jeden Bestandteil im elektrischen Stromkreis gibt es einen entsprechenden im Wasserstromkreis.

Als erstes und wichtigstes Bauteil ist hier die **Pumpe** zu nennen, die das Wasser zunächst zum Fließen bringt und anschließend in Bewegung hält. Wie sie genau funktioniert, überlegen wir uns später.

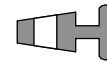
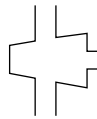
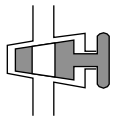
Als „Schaltsymbol“ wählen wir das in Bild A gezeigte Zeichen.

Als Gerät, welches wir mit dem Wasserstrom betreiben wollen, verwenden wir hier ein Schaufelrad (Bild B).

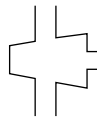
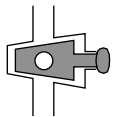
Der **Wasserhahn** dient als „Schalter“; wir stellen uns einen Glaskörper mit einer Querbohrung (Bild C rechts) vor, der passgenau in einem anderen Glasteil (Bild C Mitte) steckt und je nach Drehstellung das Wasser durchfließen lässt (oben) oder nicht (unten).



C

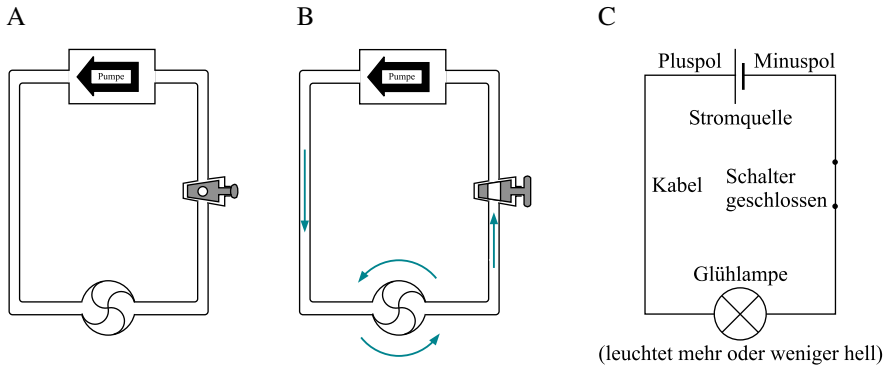


Hahn in Durchlass-Stellung (Schalter geöffnet)



Hahn in Absperr-Stellung (Schalter geschlossen)

Das Wasser wird in **Rohrleitungen** geführt, der Wasserstromkreis hat dann das in der Abbildung gezeigte Aussehen. Ist der Hahn geschlossen (A), kann das Wasser (trotz des von der Pumpe aufgebauten Wasserdruckes) nicht durch den Wasserstromkreis fließen. Nach Öffnen des Hahnes durch Drehen um 90 Grad (B) beginnt es sich zu bewegen, das Schaufelrad als „Stromstärke-Anzeiger“ beginnt sich entsprechend schnell zu drehen (vgl. auch Zapfsäule an der Tankstelle!).



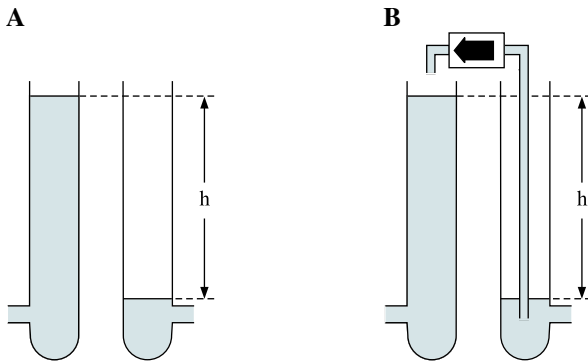
Im **elektrischen Stromkreis** entspricht nun der Pumpe die **Stromquelle**, dem Schaufelrad ein **Verbraucher**, z. B. eine Glühlampe, und dem Absperrhahn ein **Schalter**; verbunden sind diese Teile mit **Kabeln** (statt Rohren); der entsprechende elektrische Schaltplan ist in (C) dargestellt. Dem Wasser entspricht die **elektrische Ladung**, die durch den Stromkreis fließt.

Regel

Die Ladungsmenge, die pro Sekunde durch einen elektrischen Stromkreis fließt, heißt **elektrische Stromstärke I**.
Die Einheit der elektrischen Stromstärke ist 1 Ampere: $[I] = 1 \text{ A}$

Den Druckunterschied, den die Pumpe erzeugt, erklärt ein Blick auf das „Innenleben“ der Pumpe, das in der folgenden Abbildung skizziert ist: Zwei unterschiedlich hoch mit Wasser gefüllte Behälter werden durch Rohrleitungen (unten) miteinander verbunden, wegen des Druckunterschiedes beginnt das Wasser aus dem linken in den rechten Behälter zu fließen, bis beide Wasserstände gleich hoch sind („kommunizierende Röhre“, Bild A).

Dieser Stromfluss ist jedoch nur von kurzer Dauer: Der Höhenunterschied kann nicht gehalten werden, er bricht umgehend zusammen. In unserem Modell können wir uns mit einer weiteren Pumpe behelfen, die (je nach Leistungsfähigkeit) den Höhenunterschied in den Behältern aufrecht erhält (Bild B).



Im elektrischen Stromkreis löst den Stromfluss die **elektrische Spannung U** aus.

Regel

Die **elektrische Spannung U** zwischen zwei Raumpunkten ist ein Maß für das Bestreben der elektrischen Ladungen zum Stromfluss zwischen diesen Punkten. Die Einheit der elektrischen Spannung ist 1 Volt: $[U] = 1 \text{ V}$

Als **technische Stromrichtung** in einem Stromkreis ist die Richtung vom Plus- zum Minuspol einer Spannungsquelle festgelegt. Diese Festlegung ist historisch bedingt. Demgegenüber berücksichtigt die **physikalische Stromrichtung** die tatsächliche Fließrichtung der Ladungsträger. In einem gewöhnlichen Stromkreis sind das Elektronen, die vom Minus- zum Pluspol und somit entgegengesetzt zur technischen Stromrichtung fließen.

Grundsätzlich ist jede Stromquelle auch eine Spannungsquelle und umgekehrt. Als typische Stromquelle bezeichnet man aber meist eine solche, bei der das Zulassen einer großen Stromstärke die Spannung nur geringfügig absinken lässt.

- Eine **typische Stromquelle** ist ein großes Kraftwerk: Auch wenn viele Geräte angeschlossen werden und insgesamt eine hohe Stromstärke zu messen ist, muss doch die Netzspannung von etwa 230 Volt gewährleistet bleiben.
- Dagegen ist der Bandgenerator eine **typische Spannungsquelle**, weil er zwar eine hohe Spannung erzeugen kann, diese aber bei geringstem Stromfluss bereits wieder „verliert“.

Die Begriffe Stromstärke und Spannung sind grundlegend für das Verständnis aller weiteren Größen und Gesetzmäßigkeiten der Elektrizitätslehre, denen wir uns nun zuwenden wollen.

Der **elektrische Widerstand R** ist ein Maß für die Fähigkeit von Leitern, den Strom durch sich fließen zu lassen. Man könnte genauso gut die Leitfähigkeit als („optimistisches“) Maß verwenden mit größeren Werten bei besseren Leitern, stattdessen hat sich der Widerstand als deren Kehrbrech durchgesetzt.

Regel

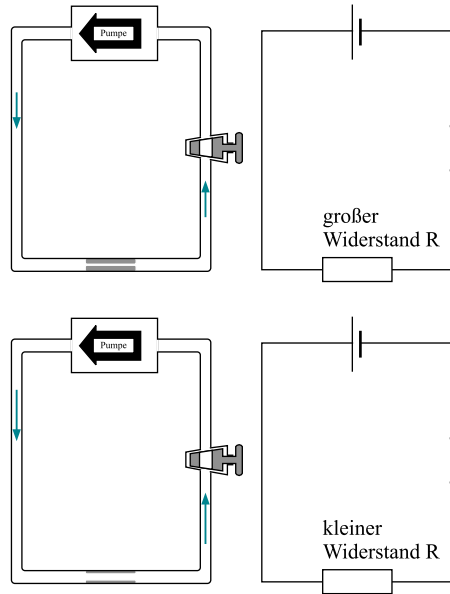
Der **elektrische Widerstand R** ist definiert als Quotient aus elektrischer Spannung U und elektrischer Stromstärke I:

$$R = \frac{U}{I}$$

Die Einheit des Widerstands ist 1 Ohm: $[R] = 1 \Omega$

Der Widerstand gibt also anschaulich an, wie viel Volt Spannung angelegt werden müssen, um 1 A durch den Leiter zu „pressen“. Ein guter Leiter benötigt dazu nur eine geringe Spannung, ein schlechter dagegen eine hohe. Man bezeichnet diesen wichtigen Zusammenhang als **Ohm'sches Gesetz**; es drückt den – in der Praxis nur annähernd erfüllten – Idealfall einer perfekten Proportionalität zwischen Strom und Spannung in einem Stromkreis aus.

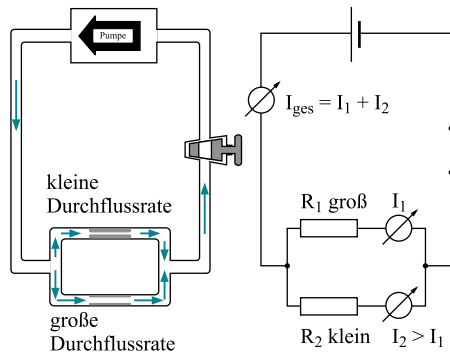
Im Wasserstrom-Modell verwendet man für einen großen bzw. kleinen Widerstand eine mehr bzw. weniger starke Verengung im Rohr, an der das Wasser beim Fließen unterschiedlich stark behindert wird.



Serien- und Parallelschaltung von Widerständen

Bei der Parallelschaltung liegt die volle Spannung an allen Zweigen an (vergleiche Wasserhähne auf einem Stockwerk eines Hauses), die Stromstärke teilt sich auf die verschiedenen Zweige auf.

In dem Ast mit dem kleineren Widerstand fließt dabei mehr Strom als in dem anderen, insgesamt fließt aber mehr als durch den kleinsten Widerstand.



Bei zwei Widerständen R_1 und R_2 gilt für den Gesamtwiderstand R_{ges} :

$$\left. \begin{array}{l} R_{\text{ges}} = \frac{U_{\text{ges}}}{I_{\text{ges}}} \\ I_{\text{ges}} = I_1 + I_2 \\ U_{\text{ges}} = U_1 = U_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{1}{R_{\text{ges}}} = \frac{I_{\text{ges}}}{U_{\text{ges}}} = \frac{I_1 + I_2}{U_{\text{ges}}} = \frac{I_1}{U_1} + \frac{I_2}{U_1} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

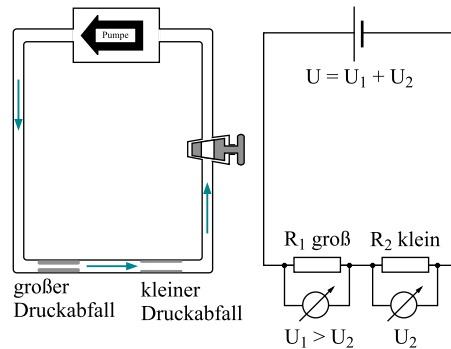
Diese Beziehung lässt sich auf beliebig viele parallel geschaltete Widerstände verallgemeinern:

Regel

Der **Gesamtwiderstand in einer Parallelschaltung** ist stets kleiner als der kleinste der Einzelwiderstände. Liegen n Einzelwiderstände R_1, R_2, \dots, R_n vor, so gilt:

$$\frac{1}{R_{\text{ges}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Bei der **Serien-** oder **Reihenschaltung** muss die volle Stromstärke durch alle Serienwiderstände fließen, die Spannung fällt dabei portionsweise ab.



Für den Gesamtwiderstand gilt:

$$\left. \begin{array}{l} R_{\text{ges}} = \frac{U_{\text{ges}}}{I_{\text{ges}}} \\ I_{\text{ges}} = I_1 = I_2 \\ U_{\text{ges}} = U_1 + U_2 \end{array} \right\} \Rightarrow R_{\text{ges}} = \frac{U_1 + U_2}{I_{\text{ges}}} = \frac{U_1}{I_1} + \frac{U_2}{I_2} = R_1 + R_2$$

Dieser Zusammenhang lässt sich wiederum auf beliebig viele in Reihe geschaltete Widerstände verallgemeinern:

Regel

Der **Gesamtwiderstand in einer Serienschaltung** ist stets größer als der größte der Einzelwiderstände. Liegen n Einzelwiderstände R_1, R_2, \dots, R_n vor, so gilt:

$$R_{\text{ges}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

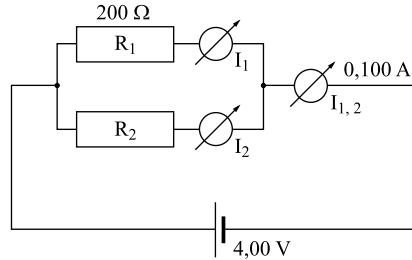
Beispiele

1. In einer Parallelschaltung zweier Widerstände R_1 und R_2 ist $R_1 = 200 \Omega$, die gesamte Schaltung lässt bei einer anliegenden Spannung von $U = 4,0 \text{ V}$ eine Stromstärke von $I = 0,100 \text{ A}$ zu.

- a) Berechne R_2 !

Lösung:

Wir zeichnen zunächst einen Schaltplan. Aus der Gesamtstromstärke von $I = 0,100 \text{ A}$ und der anliegenden Spannung von $U = 4,00 \text{ V}$ kann man sofort den Gesamtwiderstand der Parallelschaltung berechnen:



$$R_{1,2} = \frac{U}{I_{\text{ges}}} = \frac{4,00 \text{ V}}{0,100 \text{ A}} = 40,0 \Omega$$

Bei der Parallelschaltung addieren sich die Kehrwerte der Einzelwiderstände zum Kehrwert des Gesamtwiderstandes, also gilt:

$$\frac{1}{R_{1,2}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{40 \Omega} = \frac{1}{200 \Omega} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{5}{200 \Omega} = \frac{1}{200 \Omega} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{4}{200 \Omega} = \frac{1}{R_2}$$

$$R_2 = 50 \Omega$$

- b) Berechne die Teilströme I_1 und I_2 !

Lösung:

Bei der Parallelschaltung liegt an beiden Zweigen die Spannung $U = 4,00 \text{ V}$ an, insbesondere auch am oberen Zweig mit $R_1 = 200 \Omega$.

Wegen $R_1 = \frac{U}{I_1}$ ist auch

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{4,00 \text{ V}}{200 \Omega} = \frac{1}{50} \text{ A} = 0,0200 \text{ A}.$$

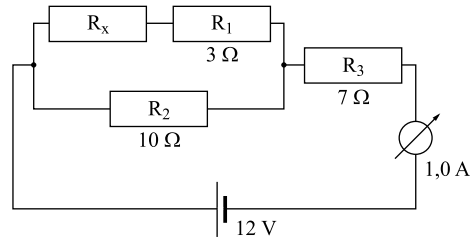
Bei einer Gesamtstromstärke von $0,100 \text{ A}$ bleiben dann für den unteren Zweig die restlichen

$$I_2 = I_{\text{gesamt}} - I_1 = 0,100 \text{ A} - 0,0200 \text{ A} = 0,0800 \text{ A}.$$

Die Teilströme haben also $I_1 = 0,0200 \text{ A}$ und $I_2 = 0,0800 \text{ A}$.

2. Berechne in folgender Schaltung

- den Widerstand R_x ,
- die Stromstärke I_2 durch R_2 sowie
- die Spannung U_1 an R_1 !

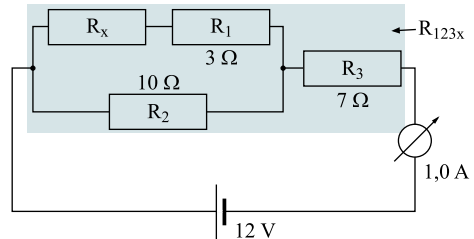


Lösung:

Bei verschachtelten Kombinationen aus Serien- und Parallelschaltungen gibt es prinzipiell zwei Arten von Aufgaben: Bei dem einen Aufgabentyp muss man sich „von außen nach innen“ vorkämpfen in der Schaltung, um das Ziel zu erreichen, bei dem anderen Typ führt der Weg von innen nach außen. Hier liegt eine Aufgabe vom ersten Typ vor.

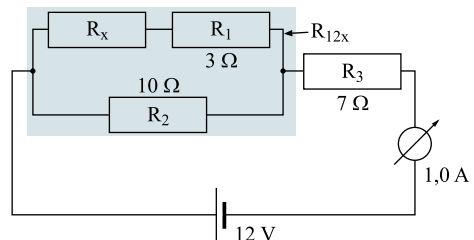
- Zunächst kann man aus der Gesamtspannung von $U = 12\text{ V}$ und der Gesamtstromstärke von $I = 1,0\text{ A}$ sofort den Gesamtwiderstand der Schaltung berechnen, nennen wir ihn R_{123x} (als Ersatzwiderstand für R_1 , R_2 , R_3 und R_x ; er ersetzt den hellgrün markierten Bereich der Schaltung). Er hat den Wert:

$$R_{123x} = \frac{12\text{ V}}{1,0\text{ A}} = 12\ \Omega$$



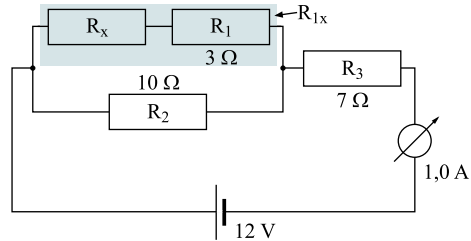
Dieser Gesamtwiderstand $R_{123x} = 12\ \Omega$ resultiert wiederum aus einer Serienschaltung aus dem Ersatzwiderstand R_{12x} und $R_3 = 7\ \Omega$, folglich gilt:

$$R_{12x} = 12\ \Omega - 7\ \Omega = 5\ \Omega$$



Bei $R_{12x} = 5 \Omega$ handelt es sich wiederum um eine Parallelschaltung aus R_{1x} (oberer Zweig) und $R_2 = 10 \Omega$ (unterer Zweig), für R_{1x} ergibt sich:

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_{1x}} + \frac{1}{10 \Omega} &= \frac{1}{5 \Omega} \\ \frac{1}{R_{1x}} &= \frac{1}{5 \Omega} - \frac{1}{10 \Omega} \\ &= \frac{1}{10 \Omega} \\ R_{1x} &= 10 \Omega \end{aligned}$$



$R_{1x} = 10 \Omega$ ist wiederum eine Serienschaltung aus dem gesuchten R_x und $R_1 = 3 \Omega$, also ist schließlich $R_x = 7 \Omega$.

- b) Um die Stromstärke I_2 durch $R_2 = 10 \Omega$ berechnen zu können, benötigt man die anliegende Spannung U_2 . Sie ist (wegen der Parallelschaltung zu R_{1x}) ebenso groß wie U_{1x} , die Spannung am oberen Zweig; es ist also $U_2 = U_{1x} = U_{12x}$.

Weil die Teilschaltung $R_{12x} = 5 \Omega$ in Reihe geschaltet ist zu $R_3 = 7 \Omega$, fällt die Gesamtspannung von $U = 12 \text{ V}$ anteilig ab, also gilt:

$$\left. \begin{aligned} \frac{U_{12x}}{U_3} &= \frac{R_{12x}}{R_3} = \frac{5}{7} \\ U_{12x} + U_3 &= 12 \text{ V} \end{aligned} \right\} \Rightarrow U_{12x} = 5 \text{ V}$$

Es ist also auch $U_2 = 5 \text{ V}$, sodass der Strom durch R_2 die Stärke

$$I_2 = \frac{5 \text{ V}}{10 \Omega} = 0,5 \text{ A}$$

besitzt.

- c) Wenn wir die Spannung U_1 an $R_1 = 3 \Omega$ berechnen wollen, müssen wir die Stromstärke I_1 kennen, die diesen Widerstand durchfließt. Weil wir aus den Teilaufgaben a und b wissen, dass die beiden Parallelzweige mit jeweils $R_{1x} = R_2 = 10 \Omega$ bei gleichem Widerstand auch gleiche Stromstärken durchlassen werden, die zusammen laut Angabe 1 A ausmachen, muss diese Stromstärke gerade $I_1 = 0,5 \text{ A}$ sein.

Zusammenfassung

- In einem elektrischen Stromkreis fließt **elektrische Ladung**. Die in jeder Sekunde fließende Ladungsmenge an einer Kontrollstelle bildet die elektrische **Stromstärke**. Das Bestreben der Ladungsträger an den beiden Polen der Stromquelle, zum jeweils anderen Pol zu fließen, ist mit einem Druckunterschied in der Mechanik vergleichbar und heißt **elektrische Spannung**.
- Die Stromstärke beschreibt einen physikalischen **Vorgang**, nämlich die Durchflussmenge pro Zeit. Es kann kein Strom fließen, wenn kein Bestreben der Ladungsträger zum Stromfluss vorhanden ist, also keine Spannung anliegt. Die Spannung beschreibt einen physikalischen **Zustand**, d. h. eine Spannung kann anliegen, auch wenn kein Strom fließt, also keine Vorgänge ablaufen.
- Das **Ohm'sche Gesetz** besagt, dass im elektrischen Stromkreis Spannung und Stromstärke zueinander direkt proportional sind. Die Proportionalitätskonstante heißt **elektrischer Widerstand** und ist ein Maß für die Güte eines Leiters.
- Schaltet man mehrere Widerstände **parallel**, so ist der Gesamtwiderstand der Kehrwert der Kehrwertsumme der Einzelwiderstände; schaltet man die Widerstände **in Serie**, so ist der Gesamtwiderstand die Summe der Einzelwiderstände.

- Aufgaben**
- 116.** In München wird ein Elektroherd eingeschaltet. Wie ändert sich dadurch der Gesamtwiderstand des Münchener Stromnetzes? (Begründung!)
- 117.** Wie sind die einzelnen Steckdosen einer Dreifachsteckdose geschaltet? (Begründung!)
- 118.** Für eine elektrische Christbaumbeleuchtung werden 23 baugleiche Glühlämpchen in Reihe geschaltet.
- a) Welche Betriebsspannung haben die Lämpchen, wenn die ganze Lichterkette an 230 V Netzspannung angeschlossen wird?
 - b) Was geschieht, wenn bei einem Lämpchen der Glühdraht reißt und der Stromkreis in diesem Lämpchen dadurch unterbrochen wird?
- 119.** An einen Widerstand von $5,0 \Omega$ wird eine Spannung von 2,0 V angelegt. Welche Stromstärke wird erreicht?
- 120.** Welchen Widerstand hat ein Gerät, das bei einer anliegenden Spannung von 12,0 V eine Stromstärke von 6,0 A zulässt?

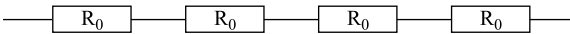
114. In den Rohren wird Warmwasser transportiert, Wärme also durch Konvektion vom Keller zu den Heizkörpern übertragen. Die Heizkörper werden durch das Warmwasser mittels Wärmeleitung (gegenseitige Berührung) erwärmt. Auf die gleiche Weise erwärmt der Heizkörper anschließend die umgebende Raumluft (Wärmeleitung). In der Nähe des Heizkörpers spürt man aber auch ohne Berührung die angenehme Wärme; diese wird durch Wärmestrahlung übertragen.
115. Beim Heizlüfter wird die Luft erhitzt und durch einen Ventilator in den Raum geblasen. Hier handelt es sich vorwiegend um Wärmekonvektion, weil die warme Luft selbst transportiert wird.
Beim Heizstrahler findet man nur Wärmestrahlung.
116. Zunächst muss man wissen: Alle Steckdosen sind **parallel** geschaltet, ebenso alle üblichen Geräte mit 230-Volt-Spannungsversorgung; nur so ist es möglich, dass ein einzelnes Gerät ausgeschaltet werden kann, ohne weitere Geräte ungewollt mit auszuschalten, wie es bei einer Serienschaltung der Fall wäre. Außerdem liegt nur bei einer Parallelschaltung an allen Zweigen die volle Spannung an; bei Serienschaltung würde die Spannung je nach Widerstand der einzelnen Geräte portionsweise abfallen und keines der Geräte hätte volle Betriebsspannung.
Wenn also im Münchener Stromnetz ein Herd zugeschaltet wird, dann wird ein weiterer Parallelast zugeschaltet und dieser bietet (neben allen vorher schon vorhandenen Parallelzweigen) den Ladungen eine zusätzliche Alternative zum Fließen. Die Gesamtstromstärke wird also größer, der Gesamtwiderstand folglich **kleiner**!
117. Die Einzelsteckdosen müssen parallel geschaltet sein, weil sonst nur Strom fließen könnte, wenn alle drei Dosen „besetzt“ sind. Außerdem würde dann ein größerer Widerstand (etwa Radiowecker) den Stromfluss in einem kleineren Widerstand (etwa Heizlüfter) an der anderen Einzeldose begrenzen, sodass dieses Gerät nicht zu betreiben wäre.
118. a) Die Spannung fällt an den in Reihe geschalteten Lämpchen in 23 gleichen Portionen nach und nach ab, folglich besitzt ein Einzellämpchen die Betriebsspannung 10 V.
b) Bei dieser Reihenschaltung erlischt dann die ganze Lichterkette und die volle Netzspannung von 230 V liegt an der defekten Birne an.

119. Wegen $R = \frac{U}{I}$ ist $I = \frac{U}{R} = \frac{2,0 \text{ V}}{5,0 \Omega} = 0,40 \text{ A}$.

120. Es gilt: $R = \frac{U}{I} = \frac{12,0 \text{ V}}{6,0 \text{ A}} = 2,0 \Omega$

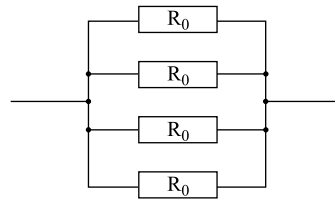
121. Wegen $R = \frac{U}{I}$ ist $U = R \cdot I = 100 \Omega \cdot 2,0 \text{ A} = 200 \text{ V}$.

122. a) Den größtmöglichen Widerstand erhält man durch eine reine Serienschaltung der Einzelwiderstände R_0 .

$$R_S = 4 \cdot R_0$$


- b) Den kleinstmöglichen Widerstand erhält man durch eine reine Parallelschaltung der Einzelwiderstände R_0 .

$$\frac{1}{R_P} = \frac{4}{R_0} \Rightarrow R_P = \frac{1}{4} \cdot R_0$$



123. Systematische Kombination der drei Einzelwiderstände $R_0 = 8 \Omega$ führt zu folgenden vier Schaltmöglichkeiten.

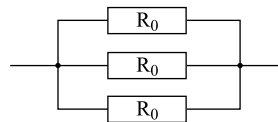
- Reine Serienschaltung:

$$R_1 = 3 \cdot R_0 = 3 \cdot 8 \Omega = 24 \Omega$$


- Reine Parallelschaltung:

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_0} + \frac{1}{R_0} + \frac{1}{R_0} = \frac{3}{R_0}$$

$$\Leftrightarrow R_2 = \frac{R_0}{3} = \frac{8}{3} \Omega$$



- Serienschaltung von R_0 mit einer Parallelschaltung:

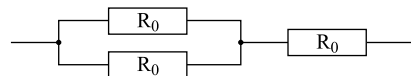
$$\frac{1}{R_{\text{links}}} = \frac{1}{R_0} + \frac{1}{R_0} = \frac{2}{R_0}$$

$$\Leftrightarrow R_{\text{links}} = \frac{R_0}{2}$$

$$R_3 = R_{\text{links}} + R_0$$

$$= \frac{R_0}{2} + R_0 = 1,5 \cdot R_0$$

$$= 1,5 \cdot 8 \Omega = 12 \Omega$$





© **STARK Verlag**

www.stark-verlag.de

info@stark-verlag.de

Der Datenbestand der STARK Verlag GmbH ist urheberrechtlich international geschützt. Kein Teil dieser Daten darf ohne Zustimmung des Rechteinhabers in irgendeiner Form verwertet werden.

STARK