



Elektrotechnik für den Berufseinstieg

Lernsituationen, Informationen
und praktische Übungen

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsseldorf Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

EUROPA-Nr.: 32300

Autor:

Hertelendi, Bela

Verlagslektorat:

Barth, Alexander

Firmenverzeichnis:

Der Autor bedankt sich bei den nachfolgenden Firmen für die Unterstützung

- Miele & Cie. KG, 33332 Gütersloh
- TenneT TSO GmbH, 95448 Bayreuth
- Christian Winkler GmbH & Co. KG, D-70469 Stuttgart
- Fotolia.com, 10437 Berlin: 9/1 © psdesign1, 10/2 © Patryk Kosmider, 13/1 © BeTa-Artiworks, 24/1 © Kadmy, 24/2 © auremar, 24/3 © rawcaptured, 25/4 © artefacti, 31/1 © kalafoto, 33/1 © Arcady, 43/1 © Bacho Foto, 45/1 © HandmadePictures, 53/7 © mediagram, 61/2 © babimu, 73/1 © janaka Dharmasena, 78/1 © Igos, 78/2 © B. Wylezich, 78/6 © Teleline, 78/9 © Roman Sotola, 91/1 © womue, 125/5 © tazik, 131/1 © Thomas Madel, 143/1 © Ramona Heim, 156/1 © slavun
- dpa Picture Alliance, GmbH, 60327 Frankfurt: 11/6, 32/3

Comics:

Antonia Wichmann

1. Auflage 2015, korrigierter Nachdruck 2017

Druck 5 4 3 2

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da bis auf die Behebung von Druckfehlern untereinander unverändert.

ISBN 978-3-8085-3230-0

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2015 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten

Umschlaggestaltung: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald

Umschlagfotos: Glühbirne: © sk_com – Fotolia.com

Elektrische Widerstände: © Wolfgang Mücke – Fotolia.com

Weitere Fotos und Zeichnungen stammen vom Autor

Satz: Hertelendi; Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt

Druck: Konrad Triltsch Print und digitale Medien GmbH, 97199 Ochsenfurt-Hohestadt

Liebe Schüler,

wenn ihr euch auf einen Beruf vorbereitet, im Berufsgrundschuljahr, in der zweijährigen Berufsfachschule oder im Berufsvorbereitungsjahr oder in einer Eingliederungsmaßnahme, und Elektrotechnik gewählt habt, so seid ihr hier genau richtig. Aber auch im ersten Ausbildungsjahr eines elektrotechnischen Berufes findet ihr hier sicher die eine oder andere hilfreiche Erkenntnis, die euch das Leben als Elektrotechniker einfacher macht.

Das Buch kann im Unterricht benutzt werden (klar, sonst wäre es ja kein Schulbuch). Aber ihr könnt auch ganz eigenständig damit arbeiten. Und dabei ist es nützlich, wenn ihr versteht, wie das Buch aufgebaut ist. Zuerst einmal ist wichtig, dass es vier Arten von Seiten in diesem Buch gibt:



In den **Infoseiten** mit dem orangenen Rand oben findet ihr Informationen zu Themen der Elektrotechnik, wie z.B. dem Stromkreis oder dem ohmschen Gesetz. Die müsst ihr durchlesen, um die Aufgaben auf den Aufgabenseiten bearbeiten zu können. Es gibt insgesamt 15 Infoseiten-Abschnitte.

Liebe Lehrer,

Lernsituationen, Informationen und praktische Übungen sind hier in eine fachsystematische Struktur eingebettet, die die einzelnen elektrotechnischen Themen stark voneinander trennt und damit eine kleinschrittige Erarbeitung ermöglicht.

Der Schwerpunkt dieses Buches liegt in Situationen aus der betrieblichen Praxis, in Alltagssituationen, aber auch in rein thematisch orientierten Aufgaben. Sie wechseln sich in unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden ab und ermöglichen Schülern und Schülerinnen mit unterschiedlicher Vorbildung einen individuellen Lernfortschritt.

Auf mathematische und physikalische Vorbildungen wird hierbei weitestgehend verzichtet, um keine Barrieren aufzubauen und auch Schülern mit ehemals wenig Zugang zu solchen Inhalten einen Einstieg in die Elektrotechnik zu ermöglichen.

Aufgaben findet ihr in den **Aufgabenseiten** mit dem grünen Rand. Es lohnt sich, die Aufgaben zu bearbeiten, damit festigt ihr euer Wissen. Einige Aufgaben können nur gelöst werden, wenn ihr noch andere Informationsquellen benutzt, wie z.B. das Internet. Diese sind mit einem speziellen Symbol  gekennzeichnet. Das gilt auch für die Aufgaben, zu denen ihr ein Video anschauen müsst:  An manchen Stellen findet man QR-Codes. Damit könnt ihr euch mit eurem Smartphone Tipps zur Lösung anzeigen lassen.

Spannend sind die **praktischen Übungen**, die auf den Seiten mit dem blauen Rand oben zu finden sind. Hier wird euch euer Lehrer genau erklären, ob diese Übungen in euren Unterricht passen und ob oder wie ihr sie durchführen könnt. Auf den Seiten mit dem grauen Rand oben findet ihr am Anfang des Buches das **Inhaltsverzeichnis** und am Ende ein **Sachwortverzeichnis**. Es lohnt sich hin und wieder, dort mal nachzuschauen.

Und nun viel Spaß mit diesem Buch!

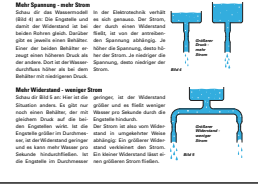
Der Autor

Das ohmsche Gesetz

Das Ohmsche Gesetz ist die Basis für das Verständnis des Zusammenhangs zwischen Strom, Spannung und Widerstand in einem Stromkreis und der wichtigsten Formel der Elektrotechnik.

Die elektrische Widerstand, Bedeutung 1
Der Widerstand ist die Fähigkeit eines Materials, den Stromfluss zu behindern. Er wird in Ohm (Ω) gemessen. Je höher der Widerstand, desto geringer der Stromfluss bei gleicher Spannung.

Die elektrische Widerstand, Bedeutung 2
Der Widerstand ist die Fähigkeit eines Materials, den Stromfluss zu behindern. Er wird in Ohm (Ω) gemessen. Je höher der Widerstand, desto geringer der Stromfluss bei gleicher Spannung.



Die Infoseiten mit Informationen

Kapitel 5: Das Ohmsche Gesetz und der Widerstand 115

Gesamtwiderstand parallel
Berechnen Sie den Gesamtwiderstand der folgenden Parallelschaltung von Widerständen. Die Widerstände sind in der Formel für die Parallelschaltung angegeben. Berechnen Sie den Gesamtwiderstand R_{Ges} der Parallelschaltung. Die Widerstände sind in der Formel angegeben: $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 20 \Omega$, $R_3 = 30 \Omega$.

Parallel circuit with switch
Calculate the current intensity I in the parallel circuit with switch. The circuit is shown in the diagram. The voltage source is $230V_{AC}$. The resistors are 400Ω and 500Ω .

Die Seiten mit Aufgaben und Lernsituationen

128 Kapitel 6: Das Ohmsche Gesetz und der Widerstand

Experiment: Untersuchung einer Leuchtdiode
In diesem Experiment soll die Funktionsweise der LED (Leuchtdiode) untersucht werden. Die LED ist ein Halbleiterbauelement, das Licht emittiert, wenn es mit Strom versorgt wird. Die LED ist in der Schaltung mit einem Widerstand in Reihe geschaltet. Die Spannung an der LED wird mit einem Voltmeter gemessen. Die Stromstärke wird mit einem Amperemeter gemessen.

Die Schaltung
Die Schaltung zeigt eine LED, die mit einem Widerstand in Reihe geschaltet ist. Die Spannung an der LED wird mit einem Voltmeter gemessen. Die Stromstärke wird mit einem Amperemeter gemessen.

Die Seiten mit den praktischen Übungen

Kapitel 1: Elektrotechnik

Die elektrische Spannung	1
Physikalische Bedeutung der Spannung	1
Einheit der Spannung	1
Spannungsteilung	1
Elektrischer Widerstand	2
Physikalische Bedeutung des Widerstands	2
Einheit des Widerstands	2
Widerstandsteilung	2
Elektrischer Strom	3
Physikalische Bedeutung des Stroms	3
Einheit des Stroms	3
Stromflussrichtung	3
Ohmsches Gesetz	4
Formel des Ohmschen Gesetzes	4
Einheit des Ohmschen Gesetzes	4
Leistung	5
Physikalische Bedeutung der Leistung	5
Einheit der Leistung	5
Leistungsformel	5
Wärme	6
Physikalische Bedeutung der Wärme	6
Einheit der Wärme	6
Wärmeformel	6
Elektrische Energie	7
Physikalische Bedeutung der elektrischen Energie	7
Einheit der elektrischen Energie	7
Elektrische Energieformel	7
Elektrische Leistung	8
Physikalische Bedeutung der elektrischen Leistung	8
Einheit der elektrischen Leistung	8
Elektrische Leistungsformel	8
Elektrischer Widerstand	9
Physikalische Bedeutung des Widerstands	9
Einheit des Widerstands	9
Widerstandsformel	9
Elektrischer Strom	10
Physikalische Bedeutung des Stroms	10
Einheit des Stroms	10
Stromflussrichtung	10
Ohmsches Gesetz	11
Formel des Ohmschen Gesetzes	11
Einheit des Ohmschen Gesetzes	11
Leistung	12
Physikalische Bedeutung der Leistung	12
Einheit der Leistung	12
Leistungsformel	12
Wärme	13
Physikalische Bedeutung der Wärme	13
Einheit der Wärme	13
Wärmeformel	13
Elektrische Energie	14
Physikalische Bedeutung der elektrischen Energie	14
Einheit der elektrischen Energie	14
Elektrische Energieformel	14
Elektrische Leistung	15
Physikalische Bedeutung der elektrischen Leistung	15
Einheit der elektrischen Leistung	15
Elektrische Leistungsformel	15

Die Seiten mit dem Inhalts- und Schlagwortverzeichnis

1 Die elektrische Spannung

Die elektrische Spannung	10
Erzeugung von Spannung	12
Ladungen und Kräfte	12
Einheit und Formelbuchstabe der Spannung	12
Haare zu Berge	13
Spannung	13
Größen und Einheiten	14
Physikalische Größen und Einheiten (1)	16
Physikalische Größen und Einheiten (2)	16
Größenvorsätze ineinander umwandeln	17
Größenvorsätze und ihre Multiplikatoren	17
Größenvorsätze und ihre Zehnerpotenzen	17
Schaltzeichen in der Elektrotechnik	18
Video: Die Volta'sche Säule.	18
Spannungswerte	19
Erzeugen von Spannungen	19
Spannung und Potenzial	20
Unbekanntes Teil	22
Berechnung der Spannung (1)	22
Berechnung der Spannung (2)	22
Spannungen am Netzgerät	23
English: Chassis ground in an automobile	23
Elektrotechnik allgemein	24
Begriffe der Elektrotechnik	26
Elektrotechnische Berufe	27
Die bedeutendste elektrotechnische Erfindung	27
Video: Elektriker Horst	28
Normen für Schutzmaßnahmen	28
Unfallverhütungsvorschriften	28
Die fünf Sicherheitsregeln	29
Die zweite Sicherheitsregel	29
Gleich- und Wechselspannungen	30
Die erste Sicherheitsregel	30
Symbole aus der Installationstechnik	30

2 Der elektrische Strom

Der elektrische Strom	32
Ladungsträger	34
Leiter und Isolatoren	34
Elektrische Leitungen	34
Gute und schlechte Leiter	35
Schaltsymbole für Leitungen	35
Elektronenmenge	36
Größe und Einheit	36
Geschwindigkeit des elektrischen Stromes	36
Leitungen in der Elektroinstallation	37
Kapazität von Akkus	37
Gefahren des elektrischen Stromes	37
Größeneinheiten umwandeln	38

Wirkungen des elektrischen Stromes	38
Richtung des Stromes	39
Leitfähigkeit	39
Sicherungen	39
Video: André Marie Ampère	40
Strom spüren?	40
English: The three effects of an electric current	41
Elektrische Wärme.	42
Licht aus Strom	42

3 Der Stromkreis

Der Stromkreis - Teil 1	44
Schaltplan eines Stromkreises	46
Video: Elektrische Schalter	46
Steckverbinder	46
Innenleben einer Taschenlampe	47
Masse und Erde	48
Schalterarten	48
Stromkreisarten	48
Rätselhafte Teile	49
Taschenlampe mit zwei Schaltern	50
Pkw-Innenraumbeleuchtung	50
Wann löst die Sicherung aus?	50
Ein Stromkreis mit einer LED.	51
Der Stromkreis - Teil 2	52
Stromkreis und Eisenbahn	54
Energie im Stromkreis	54
Kurzschlüsse.	54
Innenleben eines Stromkreises	55
Strom „in“ der Steckdose	56
Vögel unter Spannung	56
Ladevorgang bei einem Akku.	56
Eine Lampe, zwei Schalter	57
Knifflige Schalterkombinationen	58
Der Blutkreislauf als Stromkreis	58
Eine Wechselschaltung	59
Unerschöpfliche Energiequellen	60
Energie im Stromkreis	60
Schalter im Stromkreis	60
Steckverbinder	61
Video: Gleichstrom und Wechselstrom	62
Ein altes Wasserwerk	62
Ein heißer Kurzschluss	63
Die Parallelschaltung	64
Die Reihenschaltung	65
Eigenschaften der Parallel- und Reihenschaltung.	66
Schaltpläne für Parallel- und Reihenschaltungen	66
Knotenregel	67
Maschenregel	67
LEDs für Lkw-Cockpit aussuchen	67
Strom in Parallelschaltung ausrechnen	68

Spannung in Reihenschaltung ausrechnen	68
Leuchten in Wohnwagen	68
Rätselhafte Schaltung.	69
Richtig und falsch bei Parallel- u. Reihenschaltung	69
Zu starke Sicherungen?	70
Anwendung der Knotenregel.	70
Alles im Haushalt parallel.	70
Helle und dunkle Glühlampen	71
Parallel- u. Reihenschaltung vervollständigen	71
Anwendung der Maschenregel.	71
Schalter kombiniert	72
Schwierige Reihenschaltung	72

4 Messen von Strom und Spannung

Messen mit dem Multimeter	74
Messen physikalischer Größen	78
Anschlussbuchsen Multimeter	79
Anzeige im Display	79
Messung vorbereiten	79
Wahl AC/DC	80
Messung vorbereiten	80
Messungenauigkeiten.	80
Messen von Spannungen.	81
Messen von Strömen	81
Fehler beim Messen.	81
Spannungsmessung	82
Strommessung	82
Strom- und Spannungsmessung.	83
Strommessung	83
Analoge Messgeräte	84
Duspol	84
Die Apfelbatterie.	85
Analoge und digitale Messgeräte	86
Berechnung des Mittelwertes	86
Innenwiderstände.	86
Spannungsmessung in einem Gerät.	87
Fehler bei einer Strommessung	88
Wie funktioniert ein Drehspulmesswerk?	88
Reihenschaltung von Spannungsquellen	89
How to measure current	90
Zeigerinstrument	90

5 Das ohmsche Gesetz und der Widerstand

Das ohmsche Gesetz	92
Das ohmsche Gesetz im Wortlaut	94
Ermittlung eines Widerstandes.	94
Fremde Länder, andere Spannungen	94
Rechnen mit dem ohmschen Gesetz	95
Überprüfung von Widerständen	96
Leuchtdiode an Autobatterie	97

Widerstand Bügeleisen	97
Das ohmsche Gesetz im Dreieck	97
Ohmsches Gesetz durcheinander	98
Der Leitwert	98
Das ohmsche Gesetz als Funktion	99
Das ohmsche Gesetz - Funktionsverlauf zeichnen	99
Widerstände als Bauelemente.	100
Einteilung von Widerständen.	102
Farbcode bei Widerständen.	102
Toleranzen	103
E-Reihen	103
Video: Georg Simon Ohm	104
Leitungswiderstand berechnen	104
Widerstand vor oder hinter der Lampe?	104
Video: 3000 Ampere in Aktion	105
Wert, Toleranz und was noch?	105
Unbekannter Widerstand	105
E-Reihen	106
Ein Widerstandssortiment zusammenstellen	107
Kreuze die richtigen Kästchen an	108
Ohmsches Gesetz mit kleinen Werten	108
Ungenauigkeiten beim Messen	108
Messungen an einem Widerstand	109
Heizwiderstände wickeln	110
Tabelle mit Leitungswiderständen	110
Unbekannte Kabeltrommel.	111
Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen	112
Zwei Widerstände parallel	114
Zwei Widerstände in Reihe	114
Wie viele Teile für eine Parallelschaltung?	114
Gesamtwiderstand parallel.	115
Parallel circuit with switch	115
Gemischte Schaltung aus Widerständen	116
Schnelles Schätzen	116
Vorwiderstand schaltbar	116
Messbereichserweiterung	117
Ohmsches Gesetz überprüfen	118
Pkw-Fußraumbeleuchtung	120
LED mit Vorwiderstand in Betrieb nehmen	122
Potenzio meter und Spannungsteiler	124
Berechnung eines Spannungsteilers.	126
Bauarten von Potenziometern	126
Warum drei Anschlüsse?	126
Zwei Arten von Potenziometern	127
Unfertiges Potenziometer	127
Verzwicktes Potenziometer.	127
Untersuchung einer Leuchtdiode	128
Eine Füllstandsmessung	130
Potenziometer ersetzen.	130

6 Elektrische Leistung und Energie

Die elektrische Leistung	132
Die Rechenscheibe	134
Leistung berechnen	135
Leistungsmessung	135
Leistungsmesser	136
Kilowatt und PS	136
Starker Backofen	136
Fahrradbeleuchtung absichern	137
Leistungen von Geräten im Haushalt	138
Heizofen mit umschaltbarer Leistung	138
Lernsituation: Lichterkette an Autobatterie	139
Beleuchtung Firmengelände	140
Verluste in einer Leitung	140
Doppel = Doppelt ?	140
Lernsituation: USB-Kaffee-Wärmer	141
Glühlampentausch	142
Leistung als Funktion der Spannung	142
Lernsituation: Gefährliche Beleuchtung	143
Reihen- und Parallelschaltung	144
Elektrische Energie und Arbeit	146
Energie und Leistung	148
Energieformen	148
Energie - „Verbrauch“	149
Der Energieerhaltungssatz	149
Kosten der elektrischen Energie	149
Energiemenge in einer Batterie	150
Warmes Ferienhaus	150
Energiekosten für Internet	150
Video: Übertragung mit Hochspannung	151
Große Energiemengen	151
Elektrowärme	152
Einheiten der Energie	154
Temperaturen in Kelvin	154
Spezifische Wärmekapazität	154
Wasser erwärmen	155
Nudeln kochen	155
Ein Bad nehmen	155
Swimmingpool	156
Ein Kreuzworträtsel	158
Inhalte der QR-Codes	159
Sachwortverzeichnis	160

1 Die elektrische Spannung



Die elektrische Spannung ist die treibende Kraft in der Elektrotechnik. Sie ist der elektrische Druck, der als Spannung beschrieben wird. Spannungsphänomene sind schon lange in der Natur bekannt.

Elektrische Ladungen

Die unangenehme Erfahrung, einen elektrischen Schlag an einer Türklinke zu bekommen, kennst du sicher. Beim Reiben über den Teppich haben sich in dir **elektrische Ladungen** angesammelt, die sich beim Annähern an die Türklinke als Funke entladen haben.

Ein Gewitter funktioniert ähnlich: In der Gewitterwolke sammeln sich Ladungen an, die verschieden sind zu den Ladungen am Boden. Dadurch entsteht ein elektrischer Druck, den man **Spannung** nennt. Wird der Druck zu groß, müssen sich die elektrischen Ladungen ausgleichen und es entsteht ein Blitz.

Es gibt zwei verschiedene Arten von Ladungen, **positive** und

negative Ladungen. Werden diese Ladungen voneinander getrennt, d. h. in zwei entfernten Bereichen angesammelt, entsteht eine elektrische Spannung.

Positive Ladungen werden mit einem „+“ (**Plus**) gekennzeichnet. Negative Ladungen werden mit einem „-“ (**Minus**) gekennzeichnet.



Bild 1: Eine Entladung über einen Funken



Bild 2: Ladungen in einem Gewitter

Positive und negative Ladungen

Griechische Gelehrte entdeckten schon vor 2500 Jahren, dass Stoffe durch Reibung dazu gebracht werden können, sich gegenseitig anzuziehen. Besonders gut funktionierte dies mit Bernstein, den die Griechen Elektron nannten. So entstand der Begriff Elektrizität.

Im 17. und 18. Jh. entdeckte man, dass verschiedene Materialien durch Reibung so aufgeladen werden konnten, dass sie sich gegenseitig anziehen oder abstoßen. So entstanden zwei Gruppen von Materialien. Materialien aus der Gruppe A

(z.B. Glas) zogen Materialien aus der Gruppe B (z.B. Gummi) an und umgekehrt. Materialien innerhalb einer Gruppe (z.B. Glas - Glas) haben sich jedoch gegenseitig abgestoßen.

Man suchte nach Bezeichnungen, um die beiden Gruppen dieser Materialien zu benennen, wie z.B. Nord und Süd oder männlich und weiblich.

Benjamin Franklin entschied um 1740, die Materialien aus der einen Gruppe positiv und die Materialien aus der anderen Gruppe negativ zu

nennen. Die Einteilung der beiden verschiedenen Arten elektrischer Ladung ist bis heute beibehalten worden.

Ladungen üben Kräfte aufeinander aus. Ungleichartige Ladungen ziehen sich an, gleichartige Ladungen stoßen sich ab.

Die dabei entstehenden

Kräfte sind sehr gering. Deshalb haben sie wenig Bedeutung in der Technik. Die Kräfte, die von Magnetfeldern kommen, sind viel stärker, und werden z.B. in Elektromotoren ausgenutzt. Daher funktionieren alle großen elektrischen Maschinen elektromagnetisch.

