



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für elektrotechnische Berufe

Arbeitsbuch Elektrotechnik

Lernfelder 1 bis 4

9. überarbeitete und erweiterte Auflage

Bearbeitet von Lehrern an beruflichen Schulen und von Ingenieuren (siehe Rückseite)

Lektorat: Werner Klee

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

Europa-Nr.: 37469

Autoren des Arbeitsbuches Elektrotechnik:

Burgmaier, Monika	Durbach
Duhr, Christian	Schwabach
Eichler, Walter	Kaiserslautern
Feustel, Bernd	Kirchheim-Teck
Käppel, Thomas	Münchberg
Klee, Werner	Mehlingen
Kober, Karsten	Kaiserslautern
Schwarz, Jürgen	Tettnang
Tkotz, Klaus	Kronach

Lektorat und Leitung des Arbeitskreises:

Werner Klee

Bildentwürfe:

Die Autoren

Fotos:

Autoren und Firmen (Bildquellen- und Firmenverzeichnis Seite 200)

- Windows ist ein eingetragenes Warenzeichen der Microsoft Corporation
- INTEL ist ein eingetragenes Warenzeichen der INTEL Corporation
- Linux ist ein eingetragenes Warenzeichen von Linus Torvalds
- Nachdruck der Box Shots von Microsoft-Produkten mit freundlicher Erlaubnis der Microsoft Corporation
- Alle anderen Produkte, Warenzeichen, Schriftarten, Firmennamen und Logos sind Eigentum oder eingetragene Warenzeichen ihrer jeweiligen Eigentümer

In diesem Buch finden sich Verweise/Links auf Internetseiten. Für die Inhalte auf diesen Seiten sind ausschließlich die Betreiber verantwortlich, weshalb eine Haftung ausgeschlossen wird. Für den Fall, dass Sie auf den angegebenen Internetseiten auf illegale oder anstößige Inhalte treffen, bitten wir Sie, uns unter info@europa-lehrmittel.de davon in Kenntnis zu setzen, damit wir beim Nachdruck dieses Buches den entsprechenden Link entfernen können.

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, 73760 Ostfildern
Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpar

9. Auflage 2024

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

ISBN 978-3-7585-3279-5

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

© 2024 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Satz: Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpar

Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald

Umschlagbilder: Icons: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt; Multimeter: ZF Friedrichshafen AG, Kabel:
©happyvector071 - stock.adobe.com

Druck: Himmer GmbH, 86167 Augsburg

Liebe Leserin, lieber Leser,

die heutige Arbeitswelt erfordert, besonders in den Elektroberufen, Mitarbeiter mit hoher Fachkompetenz. Technologischer Fortschritt und Lernen gehören eng zusammen. Ein guter Lernerfolg erfordert eine systematische Vorgehensweise. Unser Buch soll Ihnen helfen, bei Ihrer Ausbildung und später im Berufsleben erfolgreich zu sein.

Warum gibt es Lernfelder?

In den Elektroberufen haben sich viele Techniken und Arbeitsabläufe wesentlich verändert. Deshalb sind neue Organisationsformen, Prozesse und Lerntechniken erforderlich. Hohe Flexibilität verbunden mit eigenverantwortlichem Arbeiten sowie bestimmte Qualitätsforderungen stehen im Mittelpunkt. Lernfelder erleichtern es, neue fachliche Inhalte mit vorhandenem Wissen zu verknüpfen, durch zusammenhängende Aufgabenstellungen anzuwenden und Kompetenzen für die berufliche Tätigkeit zu erwerben.

Wie werden Lernfelder umgesetzt?

Für ein Lernfeld, z. B. Elektrische Systeme planen und installieren, werden Situationen aus der betrieblichen Praxis, z. B. Elektroinstallation einer Fertiggarage (Seite 66), beschrieben. Durch Bearbeiten solcher Lernsituationen können Sie fachtheoretische Zusammenhänge besser verstehen. Sie lernen, selbstständig Lösungen für Aufgaben aus der betrieblichen Praxis zu finden. Die Lernsituationen in diesem Arbeitsbuch decken die in den einschlägigen, aktuellen Rahmenlehrplänen genannten Kompetenzen der Lernfelder 1 bis 4 umfänglich ab.

Neue Lernsituationen in dieser Auflage:

- Reihenschaltung von Batterien und Widerständen untersuchen
- Überprüfung einer LED-Lichterkette
- Analyse der Begriffe Steuerung und Regelung

Haben Sie Fragen zu Ihrer Abschlussprüfung?

Informationen hierzu finden Sie ab der Seite 195 und auf der hinteren Umschlaginnenseite.

Wie sollen Sie mit diesem Buch arbeiten?

- ✓ Lesen Sie die Aufgabenstellungen sorgfältig durch.
- ✓ Achten Sie auf mögliche Lernhilfen.
- ✓ Machen Sie sich Notizen auf einem separaten Blatt oder auf den Notizseiten im Anhang.
- ✓ Die Lernsituationen können in Einzel-, Partner- oder Teamarbeit bearbeitet werden.
- ✓ Schwierige Aufgaben sollten Sie in Partner- oder in Teamarbeit lösen.
- ✓ Tragen Sie Ihre Lösung an der entsprechenden Stelle im Arbeitsbuch mit Bleistift ein. Achten Sie auf den zur Verfügung stehenden Platz.
- ✓ Kontrollieren Sie Ihre Lösung, indem Sie die Lösungsschritte nochmals gedanklich durcharbeiten.
- ✓ Nachdem Sie die Lernsituation bearbeitet haben, beantworten Sie die Seiten „Testen Sie Ihre Fachkompetenz“ am Kapitelende.
- ✓ Zur Hilfestellung, zur Stoffaufbereitung und Stoffvertiefung können Sie z. B. das Fachbuch „Fachkunde Elektrotechnik“ verwenden.

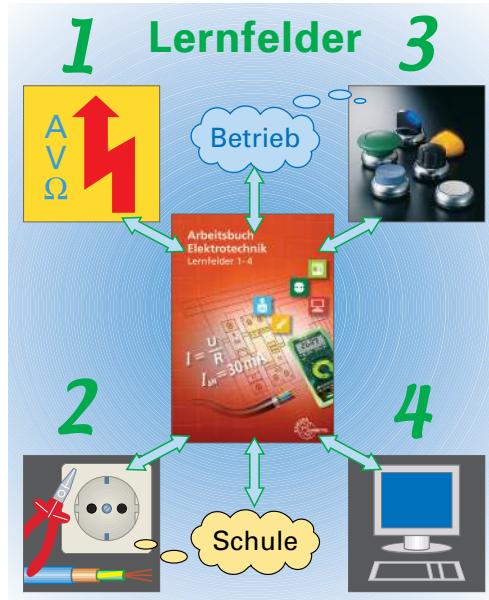
Wir wünschen Ihnen ein gutes Gelingen beim Arbeiten mit diesem Buch. Der Erfolg stellt sich dann sicher von selbst ein.

Gerne freuen wir uns auf einen Dialog mit Ihnen. Schreiben Sie uns unter: lektorat@europa-lehrmittel.de

Die Autoren und der Verlag Europa-Lehrmittel
Sommer 2024

Für wen ist das Buch geeignet?

- Alle Auszubildenden, die einen Elektroberuf in der Industrie oder im Handwerk erlernen
- Schüler und Studierende von Fachschulen, Meisterschulen, Berufskollegs und Berufsfachschulen
- Überbetriebliche Ausbildungsstätten



SimElektro
Grundstufe 1.2



SimElektro
Fachstufe 2.0

Simulationen zu ausgewählten Themen, z. B. Gleichstromkreis, die käuflich erworbene werden können. Mit SimElektro können Sie grundlegende Schaltungen der Elektrotechnik am Computer darstellen, verändern und Messwerte dazu anzeigen lassen. Alle Seiten im Buch, bei denen SimElektro eingesetzt werden kann, sind mit dem SimElektro-Symbol (oben) gekennzeichnet. Eine Mustersimulation sowie weitere Informationen finden Sie unter:

www.europa-lehrmittel.de/simelektro

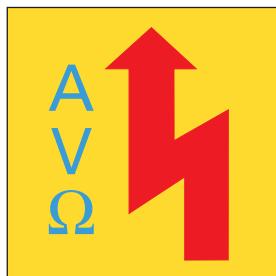
Wenn Sie Hilfe benötigen:



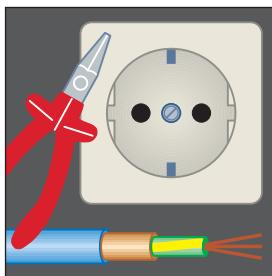
Informieren Sie sich im Buch „**Fachkunde Elektrotechnik**“.



Bearbeiten Sie die Lernsituationen mit den optional erhältlichen **interaktiven Arbeitsblättern**, die einblendbare Musterlösungen enthalten.



LF 1, Seite 5



LF 2, Seite 65



LF 3, Seite 94



LF 4, Seite 133

• Elektrotechnische Systeme analysieren, Funktionen prüfen und Fehler beheben

• Übersicht der Lernsituationen	5
• Lernsituation: Gefahren des elektrischen Stromes, Sicherheitsregeln und Arbeitsschutz kennen	7
• Lernsituation: Elektrische Grundgrößen an einer Stehleuchte analysieren und beschreiben	14
• Lernsituation: Reihenschaltung von Batterien und Widerständen untersuchen	30
• Lernsituation: Analysieren einer Halogenbeleuchtung	35
• Lernsituation: Funktion der Heizwiderstände eines Durchlauferhitzers überprüfen	44
• Lernsituation: Temperatur mit temperaturabhängigem Widerstand in einer Brückenschaltung erfassen	48
• Lernsituation: Überprüfung einer LED-Lichterkette	52
• Lernsituation: Eine Kabeltrommel fachgerecht in Betrieb nehmen	57
• Lernsituation: Abhängigkeit der Kapazität von der Plattenfläche und dem Plattenabstand bei einem Kondensator	60

• Elektrische Systeme planen und installieren

• Übersicht der Lernsituationen	65
• Lernsituation: Elektroinstallation einer Fertiggarage	66
• Lernsituation: Elektroinstallation eines Hauswirtschaftsraumes	72
• Lernsituation: Elektroinstallation eines Badezimmers	84
• Lernsituation: Hausrufanlage und Türöffneranlage planen	91

• Steuerungen und Regelungen analysieren und realisieren

• Übersicht der Lernsituationen	94
• Lernsituation: Analyse der Begriffe Steuerung und Regelung	95
• Lernsituation: Analyse und Steuerung einer Palettenförderbandanlage	100
• Lernsituation: Entwerfen von Schützschaltungen	106
• Lernsituation: Steuerung einer Rolltoranlage einrichten	119

• Informationstechnische Systeme bereitstellen

• Übersicht der Lernsituationen	133
• Lernsituation: Analysieren eines Personal Computers	134
• Lernsituation: Planen und Bereitstellen eines Personal Computers nach Auftrag	152
• Lernsituation: Auswählen, Installieren, Einrichten und Einsetzen von Software	166
• Lernsituation: Integrieren eines Computers in ein vorhandenes Netzwerk	170
• Lernsituation: Gewährleisten von Datensicherheit, Datenschutz und Urheberrechten	178

• Infoteil

• PC Hard- und Software – Auszug aus Großhändlerkatalog (alle Preise ohne MwSt.)	183
• Strombelastbarkeit von Kabeln und isolierten Leitungen	185
• Umrechnungsfaktoren, PVC-Rohre, Mantelleitungen, Installationskanäle, Typenschilder	186
• Auslösekennlinien von Überstrom-Schutzeinrichtungen	187
• Preisliste Elektroinstallationsmaterial – Auszug aus dem Großhändlerkatalog	188
• Motorschutz, thermisches Überlastrelais, Leistungsschütze	189
• Gebrauchskategorien für Schütze	190
• Lichtschranke, Sicherheitsdruckleiste	191
• Rollormotor, LOGO!-Handbuch (Auszug)	192
• Binäre Sensoren	194

• Allgemeines

• PC Hard- und Software – Informationen für Auszubildende und für Betriebe	195
• Informationen zur Abschlussprüfung in den Elektroberufen in Handwerk und Industrie	199
• Bildquellen- und Firmenverzeichnis	200
• Internetsuche	vordere Umschlaginnenseite
• Abschlussprüfung – Fachgespräch	hintere Umschlaginnenseite

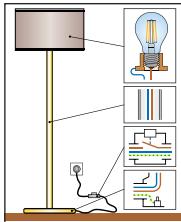
Elektrotechnische Systeme analysieren, Funktionen prüfen und Fehler beheben

Gefahren des elektrischen Stromes, Sicherheitsregeln und Arbeitsschutz kennen



- | | |
|--|----|
| Gefahren des elektrischen Stromes kennen | 7 |
| Die 5 Sicherheitsregeln erklären, beschreiben und anwenden | 9 |
| Erste Hilfe leisten | 10 |
| Mit einem zweipoligen Spannungsprüfer (DUSPOL) umgehen | 11 |
| Testen Sie Ihre Fachkompetenz | 13 |

Elektrische Grundgrößen an einer Stehleuchte analysieren und beschreiben



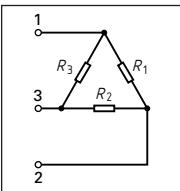
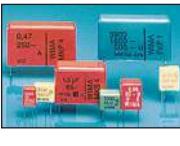
- | | |
|--|----|
| Untersuchen der Stehleuchte auf mögliche Fehler | 14 |
| Schaltzeichen ermitteln und Stromlaufplan für die Stehleuchte zeichnen | 14 |
| Kenntnisse zur elektrischen Spannung aneignen | 15 |
| Kenntnisse zum elektrischen Strom aneignen | 17 |
| Kenntnisse des elektrischen Widerstandes und des Leitwertes aneignen | 19 |
| Schaltungen aufbauen und Messungen durchführen | 20 |
| Messergebnisse grafisch darstellen und Kennlinien zeichnen | 22 |
| Ermittlung der Leistung und Belastbarkeit von Widerständen | 23 |
| Überprüfung der Verlustleistungen an den Widerständen | 25 |
| Widerstandswerte mit dem Farocode ermitteln | 27 |
| Testen Sie Ihre Fachkompetenz | 28 |

Reihenschaltung von Batterien und Widerständen untersuchen



- | | |
|--|----|
| Lernen der Fachbezeichnungen und Handhabung eines Vielfachmessgerätes und Messen an einer Gerätebatterie | 30 |
| Ersatzschaltbild einer Spannungsquelle beschreiben und Kennwerte berechnen | 31 |
| Reihenschaltungen untersuchen | 32 |
| LED-Lichterkette berechnen | 33 |
| Testen Sie Ihre Fachkompetenz | 34 |



Analysieren einer Halogenbeleuchtung	35
	
Elektrische Beleuchtungsanlage beschreiben	35
Stromkreis mit Schaltzeichen, Spannungen und Strömen beschreiben	36
Spannungsquelle auswählen	37
Stromkreise analysieren	38
Leiterwiderstand bestimmen	39
Spannungsfall berücksichtigen	40
Sicherheitsaspekte der Beleuchtungsanlage analysieren	42
Testen Sie Ihre Fachkompetenz	43
Funktion der Heizwiderstände eines Durchlauferhitzers überprüfen	44
	
Überprüfung der Heizwiderstände planen	44
Messung der Heizwiderstände durchführen	45
Messergebnisse bewerten und Fehlerursache benennen	45
Ersatzwiderstand einer gemischten Schaltung schrittweise ermitteln	46
Testen Sie Ihre Fachkompetenz	47
Temperatur mit temperaturabhängigem Widerstand in einer Brückenschaltung erfassen	48
	
Funktionsweise der Temperaturerfassung in der Brückenschaltung beschreiben	48
Kennlinien von temperaturabhängigen Widerständen auswerten	49
Widerstände, Ströme und Spannungen in der Brückenschaltung berechnen	49
Testen Sie Ihre Fachkompetenz	51
Überprüfung einer LED-Lichterkette	52
	
Fehlerquellen eingrenzen	52
Schaltungsart der Lichterkette analysieren	52
Messtechnische Untersuchung der Lichterkette	55
Testen Sie Ihre Fachkompetenz	56
Eine Kabeltrommel fachgerecht in Betrieb nehmen	57
	
Bedienungsanleitung analysieren	57
Technische Daten rechnerisch überprüfen	58
Testen Sie Ihre Fachkompetenz	59
Abhängigkeit der Kapazität von der Plattenfläche und dem Plattenabstand bei einem Kondensator	60
	
Versuch zur Ermittlung der Abhängigkeiten	60
Auswertung des Versuchs	61
Testen Sie Ihre Fachkompetenz	63

Lernsituation: Gefahren des elektrischen Stromes, Sicherheitsregeln und Arbeitsschutz kennen

Elektrischer Strom ist unentbehrlich und der Umgang mit elektrischer Energie ist selbstverständlich geworden. Bei nicht sachgemäßem Umgang ergeben sich aber Gefahren (**Bild 1**). Bearbeiten Sie folgende Arbeitsaufträge mithilfe der in den Lernhilfen angegebenen Bücher und Hinweise.



Elektrische Grundgrößen: ab Seite 14

Arbeitsauftrag 1: Gefahren des elektrischen Stromes kennen

- Bei dem Stromunfall nach **Bild 1** führte das Gehäuse des Elektroherdes (**Bild 2**) versehentlich Spannung. Dadurch kann bei Berührung ein elektrischer Strom durch den Körper fließen.
a) Mit welchem spannungsführenden elektrischen Leiter L1, L2 oder L3 ist das Gehäuse des Elektroherdes (**Bild 2**) indirekt versehentlich verbunden?

b) Wie hoch ist die Spannung U zwischen zwei Außenleitern, z. B. zwischen L1 und L2, im üblichen Niederspannungsnetz?

c) Wie hoch ist die Spannung U_0 zwischen einem Außenleiter und Erde?

d) Wie hoch ist die Spannung U_B zwischen der berührenden Hand und dem Standort (Übergangswiderstände werden vernachlässigt)?

e) Welche Bedeutung hat die Strichlinie vom Standort zu R_B ?

f) Zeichnen Sie den geschlossenen Stromweg über den Transfator und den menschlichen Körper im **Bild 2** mit einem roten Farbstift ein.

- Der elektrische Strom kann, z. B. bei einem Stromunfall, durch einen menschlichen Körper fließen. Welche Folgen kann dieser Stromfluss haben?

•

•

•

•

- Welche Faktoren beeinflussen die Wirkungen des elektrischen Stromes, der durch einen menschlichen Körper fließt?

•

•

•

•

•

•



Lernhilfen

- Buch „Fachkunde Elektrotechnik“ die Kapitel:
 - Arten von Stromkreisen
 - Gefahren im Umgang mit dem elektrischen Strom
 - Arbeits- und Unfallschutz
 - Praxistipp: Farbkennzeichnung von Leitern
- Buch „Rechenbuch Elektrotechnik“ die Kapitel
 - Ohmsches Gesetz
 - Schutzmaßnahmen
- DIN VDE 0105
- Internetadresse: www.bgetem.de

Aus dem Tagesanzeiger vom 2.7.2016

Von der Küche in die Intensivstation

Ein 27-Jähriger greift an den Elektroherd, wird dann von einem Sturmschlag getroffen und kommt auf die Intensivstation. Jetzt hat er den Elektriker angezeigt. „Ich hatte den Tod vor Augen, war hilflos, bekam keine Luft mehr, habe gezittert“ ...

Bild 1: Bericht aus dem Tagesanzeiger

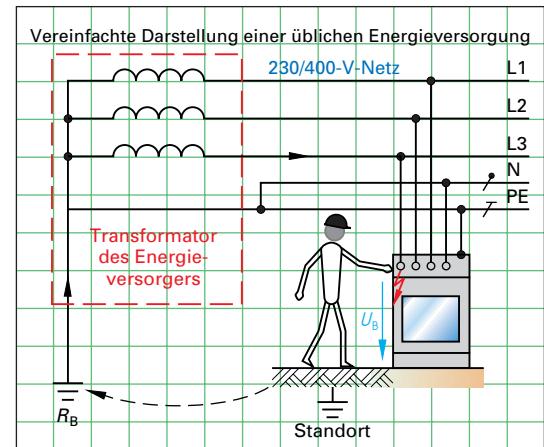


Bild 2: Energieversorgung

Physiologische Wirkung

(bei Wechselstrom 50 bis 60 Hz)

- Wahrnehmung**
 - mit der Zunge ab 4,0 5,0 μ A
 - mit dem Finger ab 1,0 1,5 mA
- Loslassgrenze** bei Frauen ab 6 mA
bei Männern ab 9 mA
- Verkrampfung der Muskulatur** ab 20 mA
- Herzkammerflimmern** ab 50 mA
- Ab 500 mA: Stromwirkung häufig tödlich!**

Bild 3: Stromwahrnehmung

4. Durch Untersuchungen physiologischer Vorgänge, z. B. Muskelkrämpfe, hat man Wahrnehmungen des elektrischen Stromes festgestellt. Beantworten Sie die folgenden Fragen mithilfe von **Bild 3, Seite 7**.

- Ab welcher Stromstärke ist elektrischer Strom wahrnehmbar?
- Ab welcher Stromstärke führt ein Wechselstrom durch den Körper meist zu Herzkammerflimmern?
- Ab welcher Stromstärke ist elektrischer Strom häufig tödlich?

a)

b)

c)

5. Die Grenze der dauernd zulässigen maximalen Berührungsspannung U_L für Menschen hat man international vereinbart. Geben Sie die maximalen Werte an. Hinweis: Beachten Sie die Spannungsarten AC und DC.



- Der menschliche Körper hat im ungünstigen Fall, z. B. feuchte Haut, einen Widerstand R_K von etwa $1 \text{ k}\Omega$.
- Fließt ein Strom I_B , so fällt am Körper eine Spannung ab. Diese Spannung nennt man Berührungsspannung U_B .
- Die Grenze der dauernd zulässigen Berührungsspannung nennt man U_L .

6. Geben Sie die Formel an, mit der man die Berührungsspannung U_B am Körper von Menschen und Nutztieren berechnet.

U_B Berührungsspannung; I_B Berührungsstrom (Körperstrom); R_K Körperwiderstand

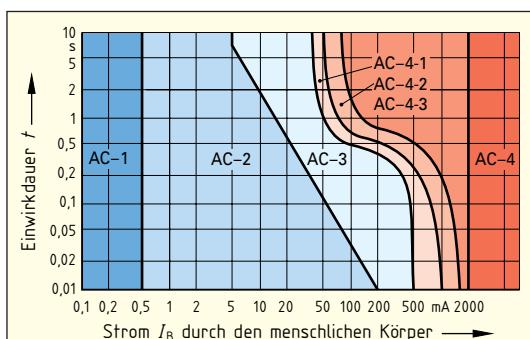
7. Untersuchungen für 50-Hz-Wechselstrom haben nach der Norm DIN VDE V 0140 vier Wirkungsbereiche AC1 bis AC4 (**Bild 1**) ergeben. Ergänzen Sie mithilfe der Angaben in **Bild 1** die Tabelle.

8. Man unterscheidet in der Elektrotechnik zwischen direktem und indirektem Berühren. Tragen Sie beide Berührungsarten in **Bild 2** ein.

9. Arbeiten an elektrischen Anlagen werden durch Elektrofachkräfte ausgeführt.

a) Was versteht man unter einer Elektrofachkraft?

b) Welche Aufgaben haben Elektrofachkräfte?



Bereich	Körperreaktionen
AC-1	Wahrnehmung möglich, meist keine Schreckreaktion
AC-2	Wahrnehmung und unwillkürliche Muskelkontraktion wahrscheinlich, meist keine schädlichen Wirkungen
AC-3	Atemschwierigkeiten; Muskelverkrampfungen; starke unwillkürliche Muskelkontraktion; reversible (umkehrbare) Störungen der Herzfunktionen möglich; meist kein organischer Schaden
AC-4-1 bis AC-4-3	Wahrscheinlichkeit von Herzkammerflimmern ansteigend (bis etwa 5 % bei AC-4-1, bis etwa 50 % bei AC-4-2, über 50 % bei AC-4-3)
AC-4	Herzstillstand, Atemstillstand oder andere Zellschäden

Bild 1: Wirkungsbereiche bei Wechselstrom 50 Hz auf erwachsene Personen nach DIN VDE V 0140

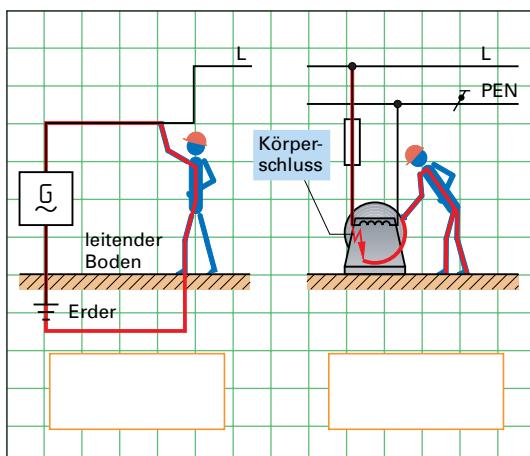


Bild 2: Berührungsarten



Fachkunde Elektrotechnik, Kapitel:
Qualifikationen für Arbeiten in der
Elektrotechnik, Elektrofachkraft



Noch heute verunglücken Elektrofachkräfte durch Leichtsinn und mangelndes Fachwissen!

Tabelle: Körperreaktionen

Berührungsstrom I_B	2 mA	0,2 mA	200 mA	0,75 A
Einwirkdauer t	200 ms	10 sec	50 ms	20 ms
Wirkungsbereich				
Körperreaktion (Beispiele)				

Arbeitsauftrag 2: Die 5 Sicherheitsregeln erklären, beschreiben und anwenden

1. Ein Auszubildender hat von seinem Meister den Auftrag erhalten, eine beschädigte noch spannungsführende Schutzkontaktsteckdose auszutauschen. In welcher festgelegten Reihenfolge muss man vor dem Austausch vorgehen und welche Tätigkeiten sind dabei auszuführen?

-
-
-
-
-

2. Bei richtiger Lösung von Aufgabe 1 haben Sie die ersten 3 Sicherheitsregeln beachtet. In DIN VDE 0105 hat man aber 5 Sicherheitsregeln festgelegt, die ein gefahrloses Arbeiten an elektrischen Anlagen ermöglichen.

a) Nennen Sie die 5 Sicherheitsregeln in der üblichen Kurzfassung. Beachten Sie die vorgeschriebene Reihenfolge.

Regel 1:

Regel 2:

Regel 3:

Regel 4:

Regel 5:

b) Muss die Regel 4 immer angewandt werden?

3. Erklären Sie und beschreiben Sie die Bilder in der **Tabelle**. Durchkreuzen Sie die Tätigkeit bzw. Beschreibung, die unsicher ist. Geben Sie die entsprechende Nummer der Sicherheitsregeln 1 bis 5 an.

Tabelle: Arbeiten an einer elektrischen Anlage			
Bild			
Tätigkeit, Beschreibung			
Sicherheitsregel:		Sicherheitsregel:	
			Sicherheitsregel:

Arbeitsauftrag 3: Erste Hilfe leisten

Bei Unfällen durch den elektrischen Strom (**Seite 7**) muss jede Elektrofachkraft die wichtigsten Regeln und Informationen für die Erste Hilfe kennen.

- a) Welche einheitliche Rufnummer haben die Feuerwehr und die Polizei?

Feuerwehr/Rettungsleitstelle: _____ Polizei: _____

- b) Welche Sicherheitszeichen zeigt das Bild?

- c) Bei Unfällen durch den elektrischen Strom muss zuerst der über den Menschen fließende Strom unterbrochen werden. Dabei unterscheidet man Maßnahmen in Niederspannungsanlagen (< 1000 V), Hochspannungsanlagen (> 1000 V) und Anlagen mit unbekannter Spannung. Nennen Sie Möglichkeiten zur Spannungsunterbrechung und ergänzen Sie die rechte Spalte der Tabelle.



Bild: Sicherheitszeichen

Tabelle: Maßnahmen bei Unfällen durch den elektrischen Strom

Anlage	Maßnahmen zur Spannungsunterbrechung, weitere Veranlassung, Hinweise (Beispiele)
Niederspannungsanlage	<ul style="list-style-type: none"> • _____ • _____ • _____ • _____
Hochspannungsanlage	<ul style="list-style-type: none"> • _____ • _____ • _____ • _____
unbekannte Spannung	_____

- d) Welche Sofortmaßnahmen sind bei einem Unfall zu leisten? Geben Sie je ein Beispiel an.

- _____
- _____
- _____
- _____

- e) Bei einem Unfall muss man der Rettungsleitstelle wichtige Informationen über den Unfall mitteilen. Nennen Sie die 5 wichtigsten Informationen (W-Fragen).

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____



Aus dem Strafgesetzbuch (StGB):

Hilfeleistung ist die gesetzliche Pflicht zur Hilfe bei Unglücksfällen, gemeiner Gefahr oder Not. Wer ihr nicht nachkommt, obwohl Hilfe erforderlich und dem Einzelnen zumutbar ist, wird mit Freiheits- oder Geldstrafe bestraft (§323c StGB). Die Pflicht zur Hilfeleistung entfällt, wenn auf andere Weise Hilfe geleistet wird.

Arbeitsauftrag 4: Mit einem zweipoligen Spannungsprüfer (DUSPOL) umgehen

Beantworten Sie mithilfe der Bedienungsanleitung ([Seite 12](#)) die folgenden Aufgaben zum zweipoligen Spannungsprüfer.

1. Benennen Sie die Teile 1 bis 7 (**Bild**) an.

1:

2:

3:

4:

5:

6:

7:

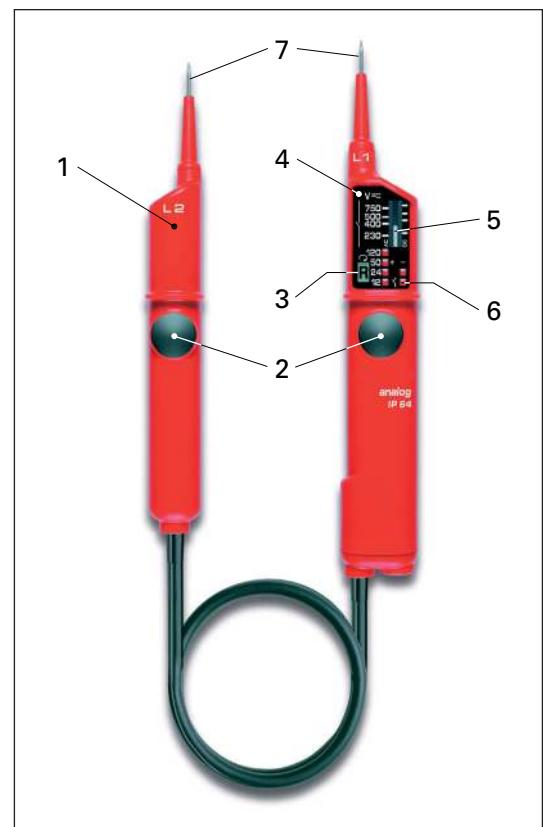


Bild: Spannungsprüfer (DUSPOL)

2. Beschreiben Sie die grundsätzliche Handhabung.

3. Geben Sie den Spannungsbereich des Spannungsprüfers an.

4. Welche IP-Schutzart hat der DUSPOL?

5. Wie lange darf der DUSPOL maximal an Spannung betrieben werden?

6. Wie prüft man Wechselspannungen?

7. Beschreiben Sie die Prüfung eines Außenleiters. Geben Sie eventuell Sicherheitshinweise an.

8. Wie prüft man Gleichspannungen?

9. Wie prüft man die Polarität bei Gleichspannungen?

10. Kann man die Spannung einer 9-V-Blockbatterie (Gleichspannung) messen?

11. Wie hoch ist die Stromaufnahme I bei Betätigung der beiden Drucktaster bei einer Prüfspannung von 500 V?



Bedienungsanleitung des zweipoligen Spannungsmessers (DUSPOL)

Bevor Sie den Spannungsprüfer DUSPOL® analog benutzen: Lesen Sie bitte die Bedienungsanleitung und beachten Sie unbedingt die Sicherheitshinweise!

Inhaltsverzeichnis:

1. Sicherheitshinweise
2. Funktionsbeschreibung des Spannungsprüfers
3. Funktionsprüfung des Spannungsprüfers
4. So prüfen Sie Wechselspannungen
 - 4.1 So prüfen Sie die Phase bei Wechselspannung
 5. So prüfen Sie Gleichspannungen
 - 5.1 So prüfen Sie die Polarität bei Gleichspannung
 6. So prüfen Sie die Drehfeldrichtung eines Drehstromnetzes
 7. Allgemeine Wartung
 8. Technische Daten

1. Sicherheitshinweise:

- Gerät beim Prüfen nur an den isolierten Handhaben/Griffen anfassen und die Kontaktelektroden (Prüfspitzen) nicht berühren!
- Unmittelbar vor dem Benutzen: Spannungsprüfer auf Funktion prüfen! (siehe Abschnitt 3). Der Spannungsprüfer darf nicht benutzt werden, wenn die Funktion einer oder mehrerer Anzeigen ausfällt oder keine Funktionsbereitschaft zu erkennen ist (IEC 61243-3)!
- Der Spannungsprüfer (Spannungsklasse A) darf nur im Nennspannungsbereich von 12 V bis 500 V AC/DC benutzt werden!
- Der Spannungsprüfer entspricht der Schutzart IP 64 und kann deshalb auch unter feuchten Bedingungen verwendet werden (Bauform für den Außenraum).
- Beim Prüfen den Spannungsprüfer an den Handhaben/Griffen vollflächig umfassen.
- Spannungsprüfer nie länger als 30 s an Spannung anlegen (maximal zulässige Einschaltzeit ED = 30 s)!
- Der Spannungsprüfer arbeitet nur einwandfrei im Temperaturbereich von -10 °C bis +55 °C bei einer Luftfeuchte von 20 % bis 96 %.
- Der Spannungsprüfer darf nicht zerlegt werden!
- Der Spannungsprüfer ist vor Verunreinigungen und Beschädigungen der Gehäuseoberfläche zu schützen.
- Der Spannungsprüfer ist trocken zu lagern.
- Als Schutz vor Verletzungen sind nach Gebrauch des Spannungsprüfers die Kontaktelektroden (Prüfspitzen) mit der beiliegenden Abdeckung zu versehen!

Achtung: Nach höchster Belastung, (d. h. nach einer Messung von 30 Sekunden an 500 V muss eine Pause von 240 Sekunden eingehalten werden! Auf dem Gerät sind internationale elektrische Symbole und Symbole zur Anzeige und Bedienung mit folgender Bedeutung abgebildet:

Symbol	Bedeutung
	Drehfeldrichtungsanzeige; die Drehfeldrichtung kann nur bei 50 bzw. 60 Hz und in einem geerdeten Netz angezeigt werden

2. Funktionsbeschreibung

Der DUSPOL® analog ist ein zweipoliger Spannungsprüfer nach IEC 61243-3 mit optischer Anzeige ohne eigene Energiequelle. Das Gerät ist für Gleich- und Wechselspannungsprüfungen im Spannungsbereich von 12 V bis 500 V AC/DC ausgelegt. Es lassen sich mit diesem Gerät bei Gleichspannung Polaritätsprüfungen und bei Wechselspannung auch Phasenprüfungen vornehmen. Es zeigt die Drehfeldrichtung eines Drehstromnetzes an, sofern der Sternpunkt geerdet ist. Der Spannungsprüfer besteht aus den Prüftastern L1 und L2 und einem Verbindungskabel. Der Prüftaster L1 hat ein Anzeigefeld. Beide Prüftaster sind mit Drucktastern versehen. Ohne Betätigung beider Drucktaster lassen sich folgende Spannungsstufen (AC oder DC) anzeigen:

24 V+, 24 V-, 50 V; 120 V. Bei Betätigung beider Drucktaster wird auf einen geringeren Innenwiderstand geschaltet (Unterdrückung von induktiven und kapazitiven Spannungen). Hierbei wird nun auch eine Anzeige von 12 V+ und 12 V- aktiviert. Ferner werden hierbei anliegende Spannungen zwischen 230 V und 500 V AC/DC durch ein Tauchspulsystem angezeigt. Die Dauer der Prüfung mit geringerem Geräteinnenwiderstand (Lastprüfung) ist abhängig von der Höhe der zu messenden Spannung.

Das Anzeigesystem

Das Anzeigesystem besteht aus kontrastreichen Leuchtdioden (LED), die Gleich- und Wechselspannung in Stufen von 12; 24; 50 und 120 V anzeigen (permanentes Anzeigesystem). Eine Tauchspulanzelge, zeigt die Spannungswerte zwischen 230 V und 500 V AC/DC gemäß der Skalen für Gleich- und Wechselspannung an. Die Wechselspannungsskala befindet sich links neben dem Anzeigepiegel, die Gleichspannungsskala rechts. Bei den angegebenen Spannungen handelt es sich um Nennspannungen. Bei Gleichspannung zeigen die LED für 12 V und 24 V auch die Polarität an (siehe Abschnitt 5).

Eine Aktivierung der 12 V LED und der Tauchspulanzelge ist nur möglich, wenn beide Drucktaster betätigt werden.

LCD-Anzeige

Die LCD-Anzeige dient zur Phasenprüfung bei Wechselstrom und zeigt auch die Drehfeldrichtung eines Drehstromnetzes an.

3. Funktionsprüfung

- Der Spannungsprüfer darf nur im Nennspannungsbereich von 12 V bis 500 V AC/DC benutzt werden!
- Spannungsprüfer nie länger als 30 s an Spannung anlegen (maximal zu lassige Einschaltzeit ED = 30 s)!
- Unmittelbar vor dem Benutzen den Spannungsprüfer auf Funktion prüfen!
- Testen Sie alle Funktionen an bekannten Spannungsquellen.
- Verwenden Sie für die Gleichspannungsprüfung z. B. eine Autobatterie.
- Verwenden Sie für die Wechselspannungsprüfung z. B. eine 230 V-Steckdose.
- Verwenden Sie den Spannungsprüfer nicht, wenn nicht alle Funktionen einwandfrei funktionieren!
- Überprüfen Sie die Funktion der LCD-Anzeige durch einpoliges Anlegen des Prüftasters L1 an einen Außenleiter (Phase).
- So prüfen Sie Wechselspannungen
 - Spannungsprüfer nur im Nennspannungsbereich von 12 V bis AC 500 V benutzen!
 - Spannungsprüfer nie länger als 30 s an Spannungen bis 500 V anlegen (maximal zulässige Einschaltzeit ED = 30 s)!
- Rechtsdrehsinn
- Symbol für Phasen- und Drehfeldrichtungsanzeige (Rechtsdrehfeld)

- Umfassen Sie vollflächig die isolierten Handhaben/Griffe der Prüftaster L1 und L2.

- Legen Sie die Kontaktelektroden der Prüftaster an die zu prüfenden Anlagenteile.
- Bei Wechselspannung ab 24 V, bei Betätigung beider Drucktaster (Lastprüfung) ab 12 V, leuchten die Plus- und Minus-LED auf. Darüber hinaus werden Spannungen zwischen 230 V und AC 500 V durch das Tauchspulmesswerk stufenlos angezeigt, wenn beide Drucktaster betätigt werden.

Achten Sie unbedingt darauf, dass Sie den Spannungsprüfer nur an den isolierten Handhaben der Prüftaster L1 und L2 anfassen, die Anzeigestelle nicht verdecken und die Kontaktelektroden nicht berühren!

4.1 So prüfen Sie die Phase bei Wechselspannung

- Spannungsprüfer nur im Nennspannungsbereich 12 V bis AC 500 V benutzen!
- Die Phasenprüfung ist im geerdeten Netz ab 230 V möglich!
- Umfassen Sie vollflächig die Handhabe/Griff des Prüftasters L1.
- Legen Sie die Kontaktelektrode des Prüftasters L1 an den zu prüfenden Anlagenteil.
- Spannungsprüfer nie länger als 30 s an Spannungen bis 500 V anlegen (maximal zulässige Einschaltzeit ED = 30 s)!
- Wenn auf dem Display der LCD-Anzeige ein „R“-Symbol erscheint, liegt an diesem Anlagenteil die Phase einer Wechselspannung.

Achten Sie unbedingt darauf, dass bei der einpoligen Prüfung (Phasenprüfung) die Kontaktelektrode vom Prüftaster L2 nicht berührt wird!

Hinweis: Die Anzeige auf dem LCD-Display kann durch ungünstige Lichtverhältnisse, Schutzkleidung und isolierende Standortgegebenheiten beeinträchtigt werden.

5 So prüfen Sie Gleichspannung

- Der Spannungsprüfer darf nur im Nennspannungsbereich von 12 V bis DC 500 V benutzt werden!
- Spannungsprüfer nie länger als 30 s an Spannung anlegen (maximal zu lassige Einschaltzeit ED = 30 s)!
- Umfassen Sie vollflächig die isolierten Handhaben/Griffe der Prüftaster L1 und L2.
- Legen Sie die Kontaktelektroden der Prüftaster an die zu prüfenden Anlagenteile.
- Bei Gleichspannung ab 24 V, bei Betätigung beider Drucktaster (Lastprüfung) ab 12 V, leuchtet die Plus- oder Minus-LED auf. Darüber hinaus werden Spannungen zwischen 230 V und DC 500 V durch das Tauchspulmesswerk stufenlos angezeigt, wenn beide Drucktaster betätigt werden.

Achten Sie unbedingt darauf, dass Sie den Spannungsprüfer nur an den isolierten Handhaben der Prüftaster L1 und L2 anfassen, die Anzeigestelle nicht verdecken und die Kontaktelektroden nicht berühren!

5.1 So prüfen Sie die Polarität bei Gleichspannung

- Der Spannungsprüfer darf nur im Nennspannungsbereich von 12 V bis DC 500 V benutzt werden!
- Spannungsprüfer nie länger als 30 s an Spannung anlegen (maximal zu lassige Einschaltzeit ED = 30 s)!
- Umfassen Sie vollflächig die isolierten Handhaben/Griffe der Prüftaster L1 und L2.
- Legen Sie die Kontaktelektroden der Prüftaster an die zu prüfenden Anlagenteile.
- Leuchtet die +LED auf, liegt am Prüftaster der „Pluspol“ des zu prüfenden Anlagenteiles. Leuchtet die -LED auf, liegt am Prüftaster der „Minuspol“ des zu prüfenden Anlagenteiles. Achten Sie unbedingt darauf, dass Sie den Spannungsprüfer nur an den isolierten Handhaben der Prüftaster L1 und L2 anfassen, die Anzeigestelle nicht verdecken und die Kontaktelektroden nicht berühren!

Bei Spannungen über 500 V bis max. 750 V im zulässigen Temperaturbereich max. ED = 10 s.

6. So prüfen Sie die Drehfeldrichtung eines Drehstromnetzes

- Spannungsprüfer nur im Nennspannungsbereich 12 V bis AC 500 V benutzen!
- Die Prüfung der Drehfeldrichtung ist ab 230 V Wechselspannung (Phase gegen Phase) im geerdeten Drehstromnetz möglich.
- Umfassen Sie vollflächig die Handhabe/Griffe der Prüftaster L1 und L2.
- Legen Sie die Kontaktelektroden der Prüftaster L1 und L2 an die zu prüfenden Anlagenteile.
- Die LED bzw. das Tauchspulmesswerk müssen die Außenleiterspannung anzeigen.
- Spannungsprüfer nie länger als 30 s an Spannungen bis 500 V anlegen (maximal zulässige Einschaltzeit ED = 30 s)!

Bei Kontaktierung der beiden Kontaktelektroden an zwei in Rechtsdrehfolge angeschlossenen Phasen eines Drehstromnetzes zeigt das LCD-Display ein „R“-Symbol an. Ist bei zwei Phasen die Rechtsdrehfolge nicht gegeben, erfolgt keine Anzeige. Die Prüfung der Drehfeldrichtung erfordert stets eine Gegenkontrolle! Zeigt das LCD-Display die Rechtsdrehfolge bei zwei Phasen eines Drehstromnetzes an, sind bei der Gegenkontrolle die beiden Phasen mit vertauschten Kontaktelektroden nochmals zu kontaktieren. Bei der Gegenkontrolle muss die Anzeige im LCD-Display erloschen bleiben. Zeigt in beiden Fällen das LCD-Display ein „R“-Symbol an, liegt eine schwache Erdung vor.

Hinweis: Die Anzeige auf dem LCD-Display kann durch ungünstige Lichtverhältnisse, Schutzkleidung und isolierende Standortgegebenheiten beeinträchtigt werden.

7. Allgemeine Wartung

Reinigen Sie das Gehäuse äußerlich mit einem sauberen trockenen Tuch (Ausnahme spezielle Reinigungstücher). Verwenden Sie keine Lösungs- und/oder Scheuermittel, um den Spannungsprüfer zu reinigen.

8. Technische Daten

- Vorschrift, zweipoliger Spannungsprüfer: IEC 61243-3
- Schutzart: IP 64, IEC 60529 (DIN 40050), auch bei Niederschlägen verwendbar!
- Nennspannungsbereich (Spannungsklasse A): 12 V bis 500 V AC/DC
- Innenwiderstand, Messkreis: 180 kΩ
- Innenwiderstand, Lastkreis – beide Drucktaster betätigt: ca. 24 kΩ
- Stromaufnahme, Messkreis: max. I_n , 3,2 mA (500 V)
- Stromaufnahme, Lastkreis – beide Drucktaster betätigt: I_s , 0,032 A (500 V)
- Polaritätsanzeige: LED +; LED - (Anzeigegriff = Pluspolarität)
- Anzeigestufen LED: 12 V+, 12 V-, 24 V+, 24 V-, 50 V, 120 V (*: nur bei Betätigung beider Drucktaster).
- stufenlose Anzeige durch Anzeigepiegel: 230 V – 500 V AC/DC
- max. Anzeigefehler: $U_n \pm 15\%$, ELV $U_n - 15\%$
- Nennfrequenzbereich f : 0 bis 60 Hz, Phasen- und Drehfeldrichtungsanzeige 50/60 Hz
- Phasen- und Drehfeldrichtungsanzeige: $\geq U_n$ 230 V
- max. zulässige Einschaltzeit: ED = 30 s (max. 500 V), 240 s Pause
- Gewicht ca. 180 g
- Verbindungsleitungslänge: ca. 900 mm
- Betriebs- und Lagertemperaturbereich: -10 °C bis +55 °C (Klimakategorie N)
- Relative Luftfeuchte: 20 % bis 96 % (Klimakategorie N)

Testen Sie Ihre Fachkompetenz

1. Geben Sie in der **Tabelle** die Sicherheitszeichen und deren Bedeutung an.

Tabelle: Zeichen und Sicherheitszeichen aus der Elektrotechnik (Auswahl)		
Bild	Zeichen, Zusätze	Bedeutung

2. Ein Durchlauferhitzer in einem Badezimmer muss repariert werden. Müssen alle 5 Sicherheitsregeln angewandt werden?
-
3. In welcher Reihenfolge müssen die 5 Sicherheitsregeln aufgehoben werden, wenn eine Anlage, an der gearbeitet wurde, wieder eingeschaltet werden muss?
-
-

4. Bei einem Elektounfall auf einer Baustelle wurde festgestellt:

- Die Person, mit einem Körperwiderstand $R_K = 1 \text{ k}\Omega$, stand auf dem Erdreich und berührte eine Spannung $U = 230 \text{ V}$.
- Die Einwirkdauer betrug mehrere Sekunden.
- Der Widerstand im Unfallstromkreis (Fehlerstromkreis) betrug $R = 1,2 \text{ k}\Omega$.

Berechnen Sie (Übergangswiderstände werden vernachlässigt) **a)** den Berührungsstrom I_B und **b)** die Berührungsspannung U_B . **c)** Welche Körperreaktion kann nach DIN IEC (Bild 1, Seite 8) eintreten?

- a)** _____
- b)** _____
- c)** _____

5. Auf einem elektrischen Gerät sind Symbole (**Bild**) vorhanden. **a)** Erklären Sie die Symbole. **b)** Können diese Symbole auch auf dem Elektroherd nach **Bild 2, Seite 7** vorhanden sein?

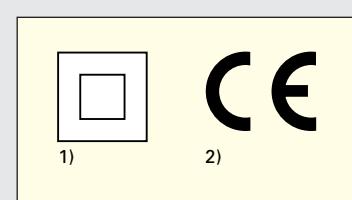


Bild: Symbole



Lernsituation: Elektrische Grundgrößen an einer Stehleuchte analysieren und beschreiben

Arbeitsauftrag 1: Untersuchen der Stehleuchte auf mögliche Fehler

Elektrischer Stromkreis.

In einer Elektrowerkstatt ist eine Stehleuchte zur Reparatur abgegeben worden. Die Stehleuchte (**Bild 1**) mit eingeschraubter Lampe leuchtet nicht mehr und soll auf mögliche Fehlerquellen untersucht werden.

1. Diskutieren Sie mit Ihrem Tischnachbarn über mögliche Fehlerursachen und listen Sie eventuelle Ursachen für das Nichtleuchten der Stehleuchte (**Bild 1**) auf.

-
-
-
-
-
-

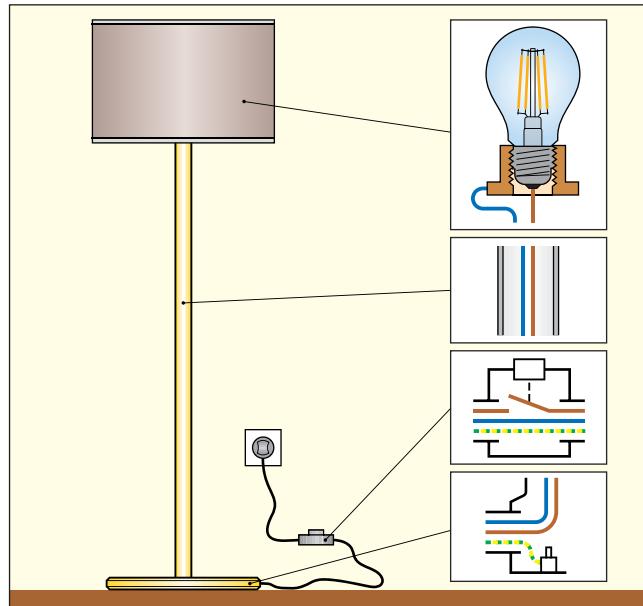


Bild 1: Fehlersuche an einer defekten Stehleuchte

Arbeitsauftrag 2: Schaltzeichen ermitteln und Stromlaufplan für die Stehleuchte zeichnen

Die abgebildete Stehleuchte ist ein elektrisches Gerät (Betriebsmittel), das aus einzelnen Betriebsmitteln, z. B. Lampe, besteht. Zur Optimierung der Fehlersuche bzw. zur Fehlereingrenzung und auch zur besseren Übersicht ist es sinnvoll, einen Stromlaufplan (Schaltplan) für die Stehleuchte zu erstellen. Zur Darstellung von Stromlaufplänen werden genormte Schaltzeichen für die einzelnen Betriebsmittel verwendet.

1. Ermitteln Sie mithilfe Ihrer Unterlagen, z. B. **Fachkundebuch**, die benötigten genormten Schaltzeichen und tragen Sie diese in die Tabelle ein. Geben Sie auch die zugehörigen Bezeichnungen in englischer Sprache an.



Fachkunde Elektrotechnik, Kapitel: Elektrotechnische Grundlagen und Infoteil

Tabelle: Benennung, Schaltzeichen und englische Fachbegriffe				
Benennung	Spannungsquelle (Wechselspannung)	Leitung	Ausschalter	Leuchte (Lampe)
Schaltzeichen				
Englischer Fachbegriff				

2. Ergänzen Sie in **Bild 2** den Stromlaufplan (Schaltplan) für die Stehleuchte.

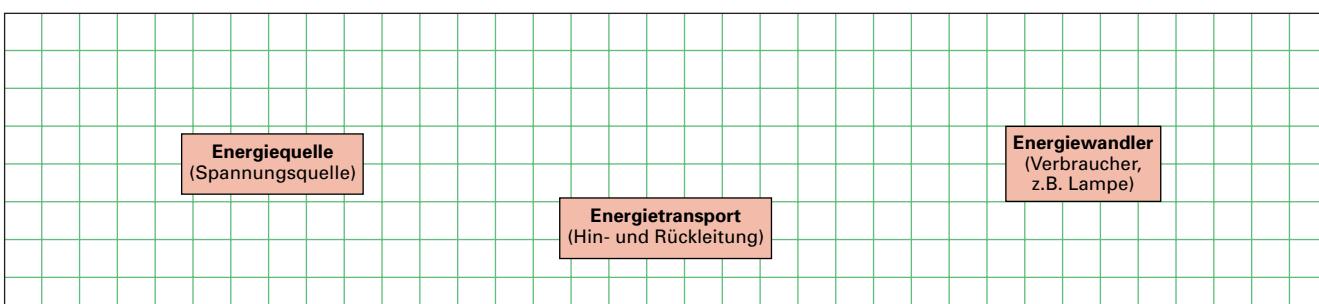


Bild 2: Schaltplan des Stromkreises für die Stehleuchte

Arbeitsauftrag 3: Kenntnisse zur elektrischen Spannung aneignen

Die elektrische Spannung.

Die Stehlampe von **Bild 1, Seite 14**, kann nur einwandfrei funktionieren, wenn bestimmte Voraussetzungen gegeben sind (**siehe Bild 1**):

- Vorhandensein einer Spannungsquelle,
- geschlossener Stromkreis, d. h. der Schalter ist geschlossen und ein Strom kann durch die Leitungen und durch die Lampe fließen,
- intakte Lampe (Verbraucher),
- korrekt angeschlossene Hinleitung und Rückleitung zur Stromführung.

Für die elektrische Spannung gilt: Eine elektrische Spannung entsteht, wenn Ladungen getrennt oder verschoben werden. Die Spannung ist hierbei die aufgewendete Arbeit (Energie) pro Ladungsmenge. Die erforderliche Spannung, z. B. für die Stehlampe kann dabei auf unterschiedliche Arten erzeugt werden.

In elektrischen Schaltungen ist es oft zweckmäßig, die Spannung zwischen einem bestimmten Messpunkt und einem festgelegten neutralen Bezugspunkt (Masse, 0 V) zu messen bzw. anzugeben. Diese Spannung wird auch Potenzial genannt.

1. Zeichnen Sie das Schaltzeichen eines Spannungsmessers (**Bild 2b**).
2. Ergänzen Sie die **Tabelle 1**.

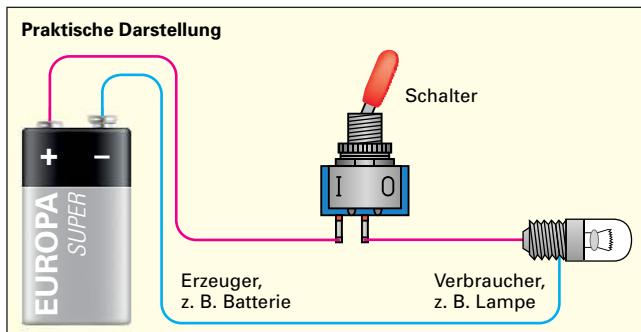


Bild 1: Schaltplan des Stromkreises der Stehlampe (vereinfachte Darstellung mit Batterie)

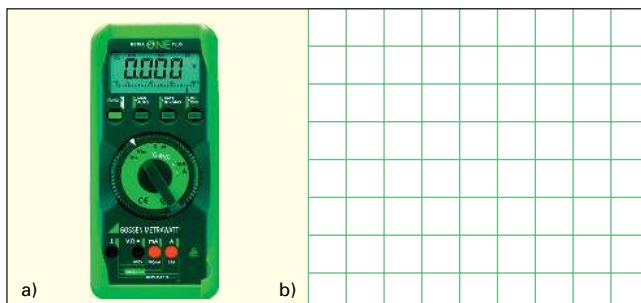


Bild 2: a) Vielfachmessgerät, b) Spannungsmesser

Tabelle 1: Grundlagen der elektrischen Spannung

	Rechnen Sie um:		
Formelzeichen:	20 mV =	V	500 µV =
Einheit:	0,8 V =	mV	0,05 mV =
Einheitenzeichen:	6000 V =	kV	380 kV =

3. Beschreiben Sie in **Tabelle 2** drei von den fünf möglichen Arten der elektrischen Spannungserzeugung mit jeweils einem Anwendungsbeispiel und zugehöriger Erklärung.

Tabelle 2: Arten der Spannungserzeugung

Spannungserzeugung durch:	Erklärung mit Anwendungsbeispiel

4. Beim Messen einer elektrischen Spannung ist eine bestimmte Vorgehensweise zu beachten. Äußern Sie sich zu folgenden Punkten in **Tabelle 1** durch Ankreuzen in der Spalte „Richtig“ oder „Falsch“.

Tabelle 1: Vorgehensweise beim Messen einer Gleichspannung, Handhabung von Spannungsmessern

Handlung	Beschreibung	Richtig	Falsch
Vorgehensweise beim Messen:	Messbereich ausreichend hoch einstellen.		
	Bei unbekannter Spannung auf den mittleren Messbereich einstellen.		
Anschluss eines Spannungsmessers:	Der Spannungsmesser wird immer parallel zum Erzeuger oder Verbraucher angeschlossen.		
Innenwiderstand des Spannungsmessers:	Der Innenwiderstand soll möglichst hoch sein.		
Höheres Potenzial:	Der Plusanschluss des Spannungsmessers wird an den Anschlusspunkt gelegt, der das höhere Potenzial hat (im Bild 1 an +).		
Niedrigeres Potenzial:	Der Minusanschluss des Spannungsmessers wird an den Anschlusspunkt gelegt, der das niedrigere Potenzial hat (im Bild 1 an -).		
Bezugspfeil und Spannung:	Die Richtung der Spannung wird durch einen Bezugspfeil dargestellt. Die Spannung ist vom niedrigeren zum höheren Potenzial gerichtet.		

5. An der Spannungsquelle und an den Lampen E1 und E2 sollen jeweils die Spannungen gemessen werden (**Bild 1**).

Vervollständigen Sie die Schaltung in **Bild 1** mit drei Spannungsmessern, Spannungspfeilen und den zugehörigen Spannungsbezeichnungen U , U_1 und U_2 . Kennzeichnen Sie die Spannungsmesser mit Plus- und Minuspotenzial.

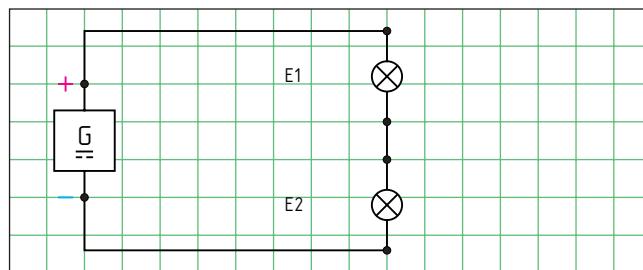


Bild 1: Gleichspannungsmessung

6. Geben Sie in **Tabelle 2** die Schaltzeichen für elektrische Bezugspunkte an.

7. Geben Sie für die angegebenen Messstellen in **Bild 2** in der **Tabelle 3** die Messwerte an. Unterscheiden Sie jeweils durch Ankreuzen, ob es sich um ein Potenzial oder eine Spannung handelt.

Tabelle 2: Kennzeichnung elektrischer Bezugspunkte							
Erde				Masse			

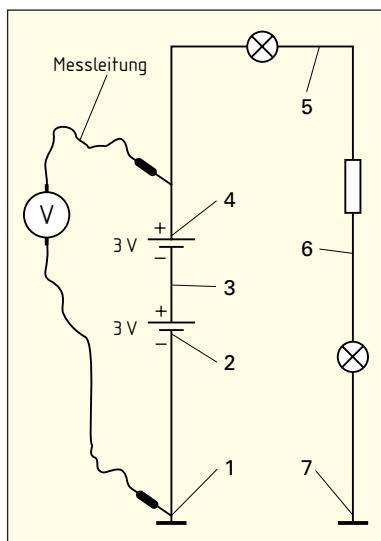


Tabelle 3: Potenziale und Spannungen

Mess-stelle	Mess-wert	Poten-zial	Span-nung	Mess-stelle	Mess-wert	Poten-zial	Span-nung
1 – 1				5 – 6	1 V		
2 – 1				4 – 6			
3 – 1				6 – 7			
4 – 1				6 – 1			
5 – 1	+ 4 V			1 – 7			
4 – 5				3 – 6			

Bild 2: Potenziale und Spannungen

Arbeitsauftrag 4: Kenntnisse zum elektrischen Strom aneignen

Der elektrische Strom.

Ein elektrischer Strom kann in der Stehlampe von **Bild 1, Seite 14** fließen, wenn eine Spannung vorhanden ist und der Stromkreis geschlossen ist. Durch die Leitung und die Lampe werden dabei Elektronen bewegt, die eine Lichtwirkung in der Lampe verursachen.

- Vervollständigen Sie die fehlenden Angaben A bis D in dem **Bild 1**.
- Zeichnen Sie in **Bild 2b** das Schaltzeichen des Strommessers.

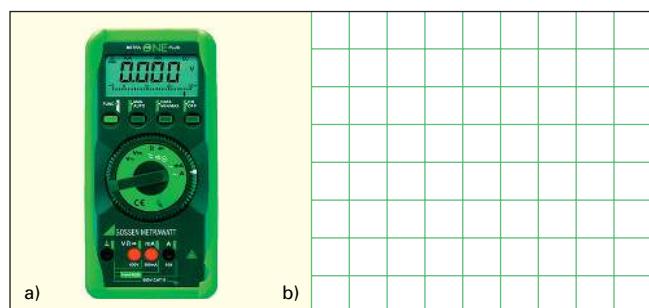


Bild 2: a) Vielfachmessgerät, b) Strommesser

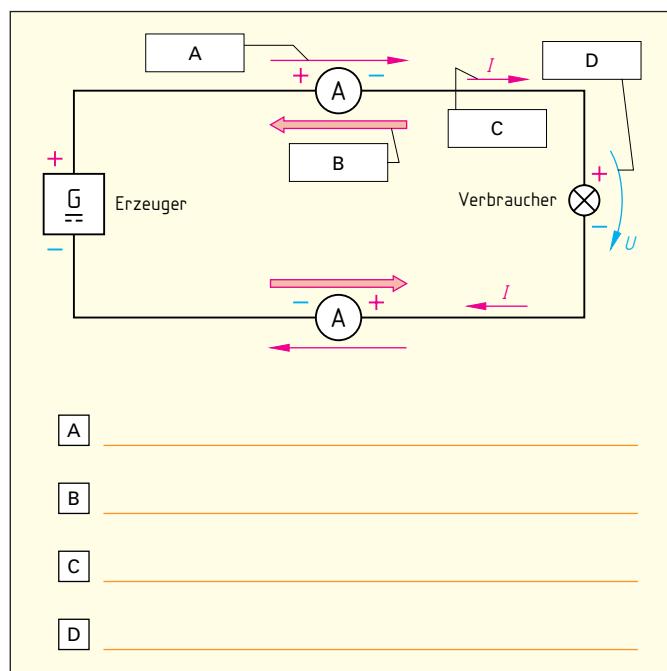


Bild 1: Stromrichtung und Elektronenbewegung

- Ergänzen Sie die **Tabelle 1**.

Tabelle 1: Grundlagen des elektrischen Stromes

Rechnen Sie um:			
Formelzeichen:	50 mA =	A	300 µA =
Einheit:	0,4 A =	mA	750 A =
Einheitenzeichen:	0,04 A =	µA	20 kA =
			A

- Beschreiben Sie in **Tabelle 2** drei von fünf möglichen Wirkungen des elektrischen Stromes mit jeweils 2 Anwendungsbeispielen.

Tabelle 2: Wirkungen des elektrischen Stromes

Wirkung des Stromes	Beschreibung und Anwendungsbeispiele

5. Beim Messen eines elektrischen Stromes ist eine bestimmte Vorgehensweise zu beachten. Äußern Sie sich zu folgenden Punkten in **Tabelle 1** durch Ankreuzen in der Spalte „Richtig“ oder „Falsch“.

Tabelle 1: Vorgehensweise beim Messen eines Gleichstromes, Handhabung von Strommessern

Handlung	Beschreibung	Richtig	Falsch
Vorgehensweise beim Messen:	Beim Messgeräteanschluss muss die Schaltung spannungsfrei sein.		
	Bei unbekanntem Strom auf den größten Messbereich einstellen.		
Anschluss eines Strommessers:	Der Strommesser wird immer parallel zum Erzeuger oder Verbraucher angeschlossen.		
	Die Leitung des Stromkreises muss aufgetrennt werden, damit der Strom durch das Messgerät fließen kann.		
Richtung des Bezugspfeils:	Die Richtung des Bezugspfeils weist vom Pluspol zum Minuspol (technische Stromrichtung).		
Innenwiderstand des Strommessers:	Der Innenwiderstand soll möglichst hochohmig sein.		
	Der Innenwiderstand soll möglichst niederohmig sein, um den Stromkreis nicht zu beeinflussen.		
Stromart:	Bei Gleichstrom ist auf die Polarität zu achten.		

6. Die Stromstärke kann vor und nach dem Verbraucher gemessen werden (**Bild 1**). Vergleichen Sie die beiden Stromstärken I_1 und I_2 und begründen Sie die Antwort.

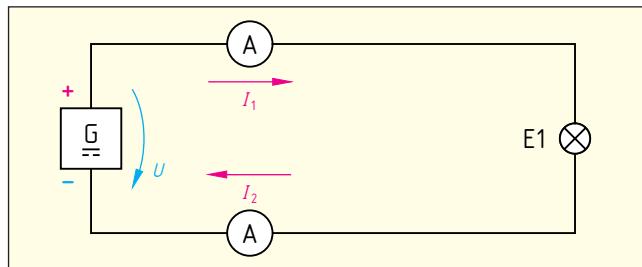


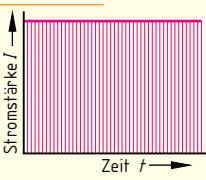
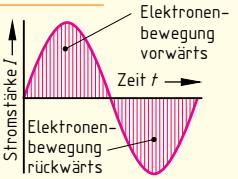
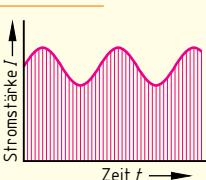
Bild 1: Strommessung

Stromarten.

Ströme können als **Gleichstrom, Wechselstrom oder Mischstrom** auftreten.

7. a) Ordnen Sie die Stromarten den **Bildern a bis c** in der **Tabelle 2** zu. b) Erklären Sie die jeweilige Stromart (mit Abkürzung) und geben Sie jeweils zwei Beispiele an.

Tabelle 2: Stromarten

Stromarten	Erklärung	Beispiele
a)		
b)		
c)		

S4

Stromdichte.

Bei den früher üblichen Glühlampen (**Bild 1a**) fließt der elektrische Strom durch einen dünnen Glühfaden (Glühwendel) und bringt dadurch die Lampe zum Leuchten. Der gleiche Strom fließt auch in der Zuleitung (**Bild 1b**). Bearbeiten Sie die Punkte 8 und 9, falls in der Stehleuchte eine Glühlampe eingesetzt wird.

8. Warum leuchtet die Glühwendel und warum erwärmt sich die Zuleitung nur unwesentlich?

9. Ermitteln Sie die Stromdichte J_1 in der Anschlussleitung ($A = 0,75 \text{ mm}^2$) der Stehlampe und J_2 in der Lampenwendel ($d = 0,04 \text{ mm}$), wenn ein elektrischer Strom von $I = 0,26 \text{ A}$ fließt.

10. Welche wesentliche Bedeutung hat die Stromdichte
a) bei der Schmelzsicherung, b) bei Motoren bzw.
Spulen und c) bei der Auswahl von Leiterquerschnitten
bzw. beim Leitungsschutz?

a)

b)

c)

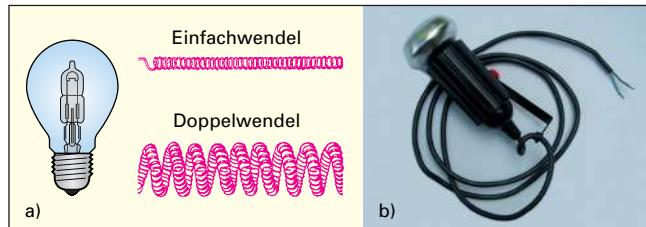


Bild 1: Lampe und Zuleitung

Lösung zur Aufgabe 9:

Arbeitsauftrag 5: Kenntnisse des elektrischen Widerstandes und des Leitwertes aneignen

Der elektrische Widerstand.

Wenn ein Strom, z. B. durch eine Zuleitung oder Lampe, fließt, bewegen sich Elektronen durch den Leiter (**Bild 2**). Jeder Leiter bzw. Verbraucher setzt aber dem elektrischen Strom einen Widerstand entgegen.

1. Warum kommen die Elektronen nicht ungehindert durch den Leiter bzw. durch den Verbraucher?

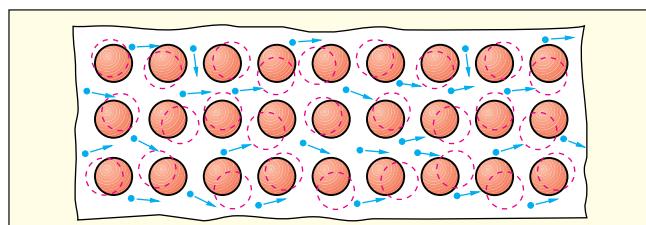


Bild 2: Elektronenbewegung im Leiter

2. Ergänzen Sie die **Tabelle** und lösen Sie die Aufgabe.

Tabelle: Grundlagen des elektrischen Widerstandes		
Widerstand	Leitwert	Rechnen Sie um:
Formelzeichen: _____	Formelzeichen: _____	50 mΩ = _____ Ω 0,5 S = _____ mS
Einheit: _____	Einheit: _____	10 kΩ = _____ Ω
Einheiten- zeichen: _____	Einheiten- zeichen: _____	300 μS = _____ mS 750 Ω = _____ kΩ

Aufgabe:

Geg.: $R_1 = 0,5 \Omega$, $R_2 = 50 \Omega$,

Ges.: G_1, G_2

Lös..

Arbeitsauftrag 6: Schaltungen aufbauen und Messungen durchführen

Zusammenhang zwischen Spannung, Strom und Widerstand.

Damit die Stehlampe von **Bild 1, Seite 14** korrekt leuchtet, muss eine Spannung U anliegen und ein Strom I durch die Lampe fließen. Der Zusammenhang zwischen Spannung, Strom und Widerstand soll mittels eines Versuchsaufbaus ermittelt werden (**Bild**).

Dazu ist eine fachgerechte Handhabung von Messgeräten notwendig. Die elektrischen Größen sollen messtechnisch und rechnerisch ermittelt werden, die Messwerte protokolliert und grafisch ausgewertet werden.

Der Versuch wird jedoch nicht mit AC 230 V, sondern aus Sicherheitsgründen mit einer Kleinspannung bis zu DC 12 V und mit Widerständen durchgeführt (**Bild** und **Tabelle 1**).

Im Versuch 1 wird der Widerstand $R = 100 \Omega$ konstant gehalten und die Spannung verändert.

1. Bauen Sie die Schaltung mit Ihrem Partner nach Stromlaufplan (**Bild**) mit einem Widerstand $R = 100 \Omega$ auf.
2. Vor dem Einschalten der Spannung und vor Messbeginn lassen Sie bitte Ihre Schaltung durch den Lehrer oder Ausbilder prüfen.
3. Stellen Sie die Spannungen gemäß **Tabelle 2** ein, messen und protokollieren Sie die dazugehörigen Ströme.
4. Diskutieren Sie mit Ihrem Partner das Ergebnis und formulieren Sie schriftlich die Auswertung. Halten Sie eventuelle Proportionalitäten (Verhältnismäßigkeiten) fest.

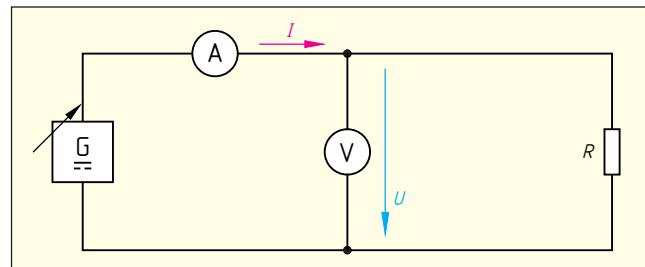


Bild: Versuchsaufbau: Regelbare Spannungsquelle mit Lastwiderstand

Tabelle 1: Geräteliste

- Einstellbare Spannungsquelle: DC 0 bis 12 V
- 2 Vielfachmessinstrumente
- Widerstände:
 39 Ω , 68 Ω , (2 W);
 100 Ω , 200 Ω , (1 W);
 330 Ω und 510 Ω (0,5 W)

Tabelle 2: Versuch 1 mit dem Widerstand $R = 100 \Omega$

U in V	2	4	6	8	10	12
I in mA	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Auswertung und Teilergebnis 1: Zusammenhang zwischen Strom und Spannung

Im Versuch 2 wird die Spannung auf $U = 10 \text{ V}$ konstant gehalten und die Widerstände ausgetauscht.

5. Bauen Sie die Schaltung wie in Versuch 1 mit den Widerständen R_1 bis R_6 (**Tabelle 3**) auf. Schließen Sie die Widerstände R_1 bis R_6 nacheinander an und stellen Sie die Spannung $U = 10 \text{ V}$ ein.
6. Messen und protokollieren Sie die dazugehörigen Ströme und halten Sie Ihr Ergebnis in der **Tabelle 3** und in der Auswertung fest.

Tabelle 3: Versuch 2 mit den Widerständen R_1 bis R_6 bei $U = 10 \text{ V}$ (konstant)

R in Ω	39	68	100	200	330	510
I in mA	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Auswertung und Teilergebnis 2: Zusammenhang zwischen Strom und Widerstand