



Elektrotechnische Systeme analysieren, Funktionen prüfen und Fehler beheben

Gefahren des elektrischen Stromes, Sicherheitsregeln und Arbeitsschutz kennen **7**



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 **14**



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

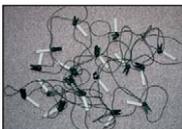
Ermittlung der Leistung und Belastbarkeit von Widerständen 23

Überprüfung der Verlustleistungen an den Widerständen 25

Widerstandswerte mit dem Farbcode ermitteln 27

Testen Sie Ihre Fachkompetenz 28

Überprüfen einer Lichterkette **30**



Untersuchen der Lichterkette auf mögliche Fehler 30

Feststellen der Schaltungsart der Lichterkette 31

Lernen der Fachbezeichnungen und Handhabung eines Vielfachmessgerätes 31

Auswählen geeigneter Betriebsmittel 32

Testen Sie Ihre Fachkompetenz 34

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages.
Copyright 2021 by Europa-Lehrmittel



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

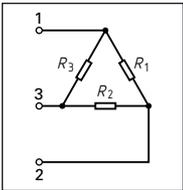
42

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

Eine Kabeltrommel fachgerecht in Betrieb nehmen

52



Bedienungsanleitung analysieren

52

Technische Daten rechnerisch überprüfen

53

Testen Sie Ihre Fachkompetenz

54

Abhängigkeit der Kapazität von der Plattenfläche und dem Plattenabstand bei einem Kondensator

55



Versuch zur Ermittlung der Abhängigkeiten

55

Auswertung des Versuchs

56

Testen Sie Ihre Fachkompetenz

58

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

1. 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 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 Transformator und den menschlichen Körper im **Bild 2** mit einem Farbstift ein.

2. Der elektrische Strom kann durch einen menschlichen Körper fließen. Welche Folgen kann dieser Stromfluss haben?

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

3. 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 Stromschlag 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

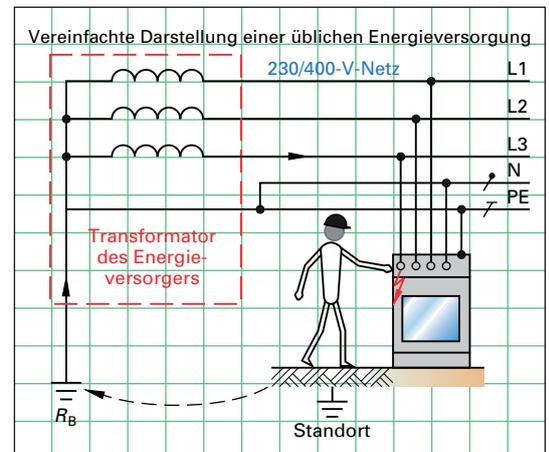


Bild 2: Energieversorgung

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.

i • 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 die Berührungsarten in **Bild 2** ein.
9. Arbeiten an elektrischen Anlagen werden durch Elektrofachkräfte ausgeführt.
- Was versteht man unter einer Elektrofachkraft?

- Welche Aufgaben haben Elektrofachkräfte?
- _____
- _____
- _____

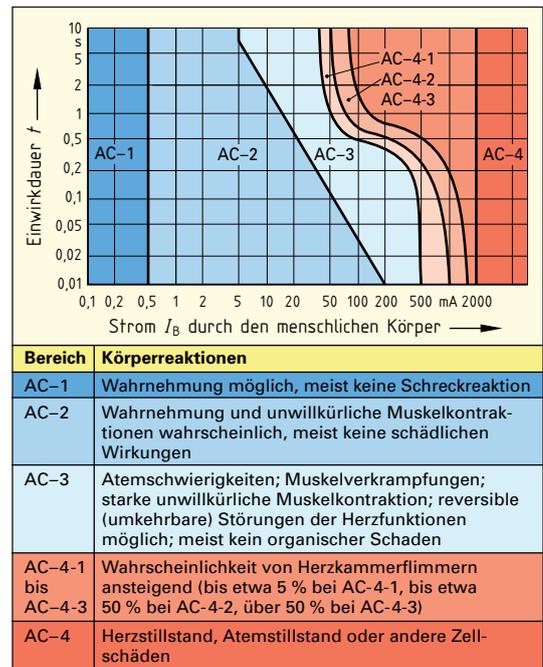


Bild 1: Wirkungsbereiche bei Wechselstrom 50 Hz auf erwachsene Personen nach DIN VDE V 0140

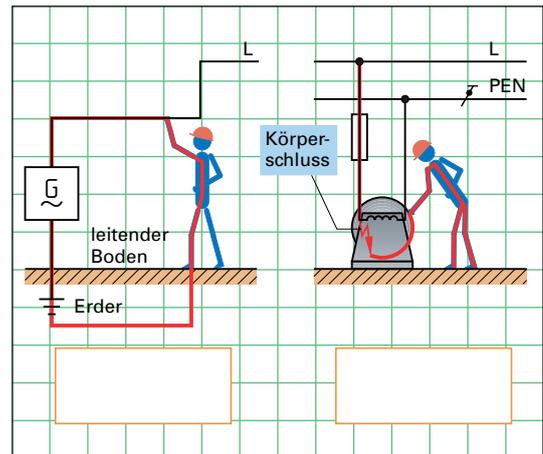


Bild 2: Berührungsarten

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

i **Noch heute verunglücken Elektrofachkräfte durch Leichtsinns 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)	_____	_____	_____	_____

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. Copyright 2021 by Europa-Lehrmittel

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	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
	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**.

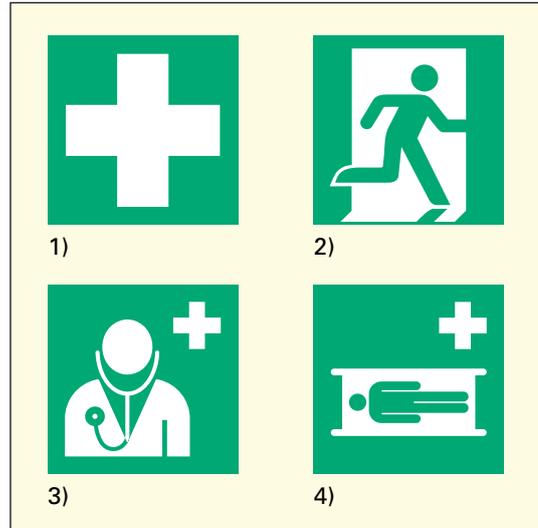


Bild: Sicherheitszeichen

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. _____

i 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:

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?

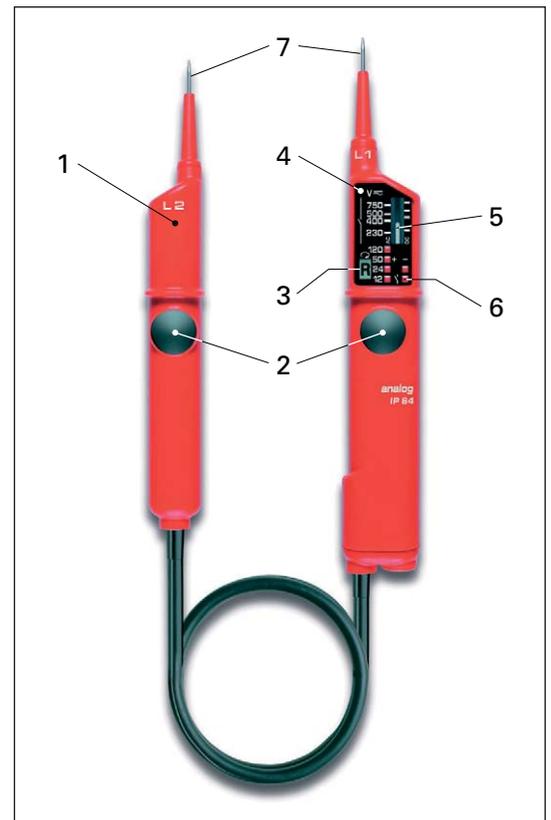


Bild: Spannungsprüfer (DUSPOL)



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 Einschaltdauer 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 ein gehalten werden! Auf dem Gerät sind internationale elektrische Symbole und Symbole zur Anzeige und Bedienung mit folgender Bedeutung abgebildet:

Symbol	Bedeutung
	Gerät oder Ausrüstung zum Arbeiten unter Spannung
	Drucktaster
	Wechselstrom, Wechselspannung
	Gleichstrom, Gleichspannung
	Gleich- und Wechselstrom
	Drucktaster (handbetätigt); weist darauf hin, dass entsprechende Anzeigen nur bei Betätigung beider Drucktaster erfolgen
	Rechtsdreh Sinn
	Symbol für Phasen- und Drehfeldrichtungsanzeige (Rechtsdrehfeld)

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 Prüftaster 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 Spannungstufen (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 Tauchspulanzeige, 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 Tauchspulanzeige 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 zulässige Einschaltdauer 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).

4. 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 Einschaltdauer 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 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 Handhaben/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 Einschaltdauer 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 zulässige Einschaltdauer 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 zulässige Einschaltdauer 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 Anlage teiles. 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!

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 Handhaben/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 Einschaltdauer 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 zu 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: I₀ 0,032 A (500 V)
- Polaritätsanzeige: LED+; LED- (isolierten Spannungsprüfer = Pluspolarität)
- Anzeigestufen LED: 12 V+*, 12 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 ± 15 %, ELV U_n - 15 %
- Nennfrequenzbereich f: 0 bis 60 Hz, Phasen- und Drehfeldrichtungsanzeige 50/60 Hz
- Phasen- und Drehfeldrichtungsanzeige: ≥ U_n 230 V
- max. zulässige Einschaltdauer: ED = 30 s (max. 500 V), 240 s Pause
- Gewicht: ca. 180 g
- Verbindungsleitungs-länge: ca. 900 mm
- Betriebs- und Lagertemperaturbereich: -10 °C bis +55 °C (Klimakategorie N)
- Relative Luftfeuchte: 20 % bis 96 % (Klimakategorie N)

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

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 Elektrounfall 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?

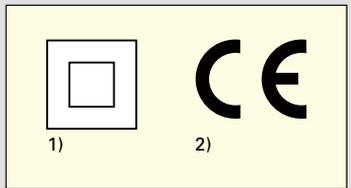


Bild: Symbole

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. Copyright 2021 by Europa-Lehrmittel



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.

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

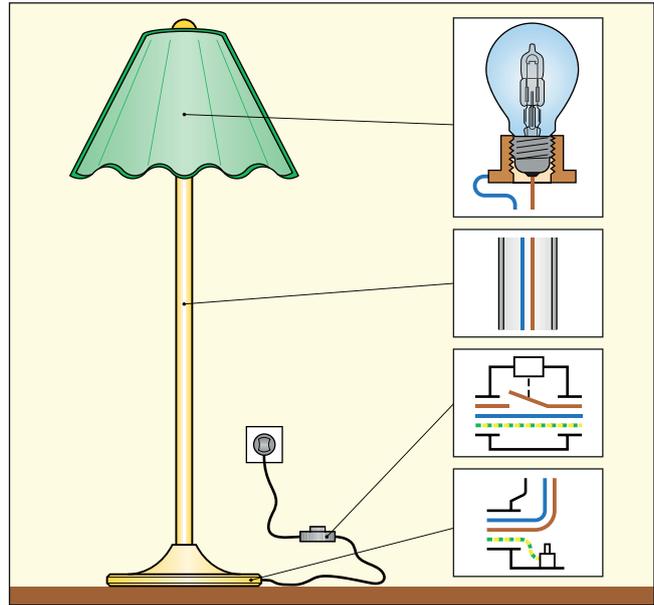


Bild 1: Fehlersuche an einer defekten Stehleuchte

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 Stehleuchte 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**.

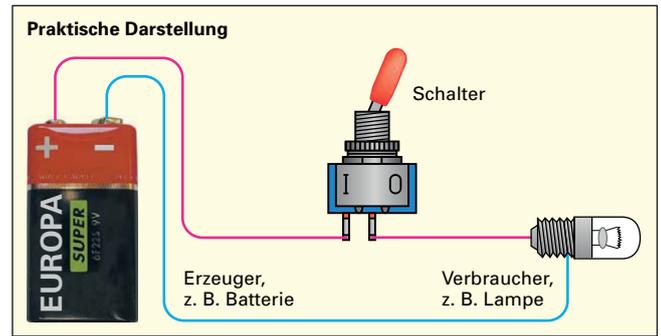


Bild 1: Schaltplan des Stromkreises der Stehleuchte (vereinfachte Darstellung mit Batterie)

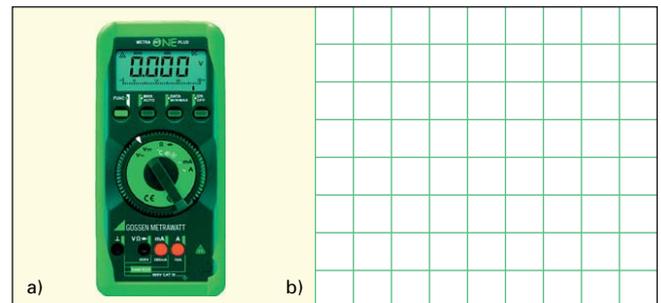


Bild 2: a) Vielfachmessgerät, b) Spannungsmesser

Tabelle 1: Grundlagen der elektrischen Spannung			
	Rechnen Sie um:		
Formelzeichen: _____	20 mV = _____ V	500 µV = _____ mV	
Einheit: _____	0,8 V = _____ mV	0,05 mV = _____ µV	
Einheitenzeichen: _____	6000 V = _____ kV	380 kV = _____ V	

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

Arbeitsauftrag 4: Kenntnisse zum elektrischen Strom aneignen

Der elektrische Strom.

Ein elektrischer Strom kann in der Stehleuchte 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.

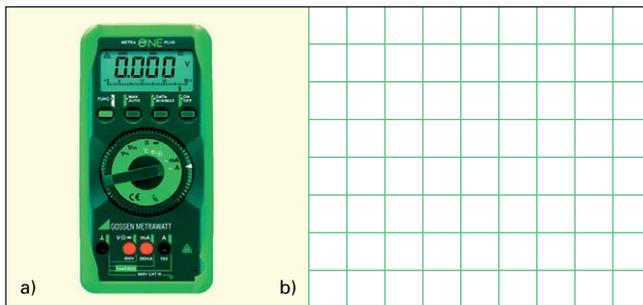


Bild 2: a) Vielfachmessgerät, b) Strommesser

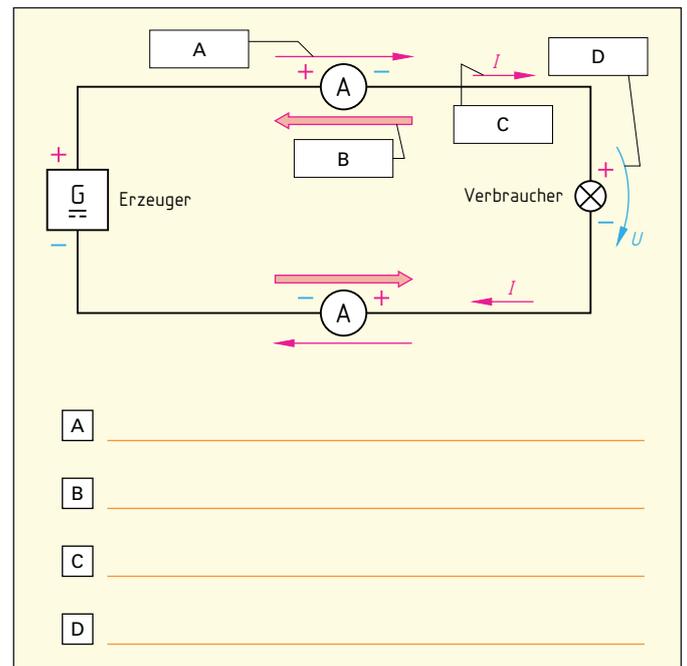


Bild 1: Stromrichtung und Elektronenbewegung

- Ergänzen Sie die **Tabelle 1**.

Tabelle 1: Grundlagen des elektrischen Stromes		
	Rechnen Sie um:	
Formelzeichen: _____	50 mA = _____ A	300 µA = _____ mA
Einheit: _____	0,4 A = _____ mA	750 A = _____ kA
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.

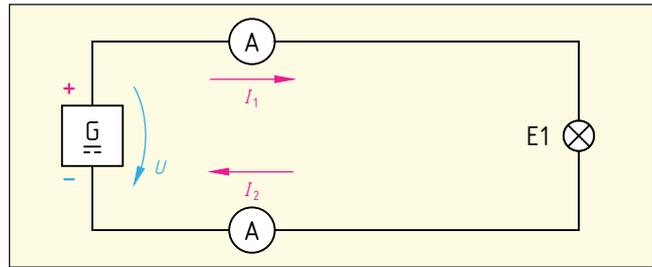


Bild 1: Strommessung

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
<p>a)</p>	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>b)</p>	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>c)</p>	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages. Copyright 2021 by Europa-Verlag

