



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für elektrotechnische Berufe

SimElektro

Fachstufe 2.0

Leitfaden und Arbeitsheft

1. Auflage

Bearbeitet von Lehrern an beruflichen Schulen
Lektorat: Thomas Käppel

Verlag Europa-Lehrmittel · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr. 32764

Autoren des Leitfadens und Arbeitsheftes zu SimElektro Fachstufe 2.0

Reichmann, Olaf Altlandsberg
Käppel, Thomas Münchberg

Lektorat und Leitung des Arbeitskreises:

Thomas Käppel

Bildquellen-/Firmenverzeichnis und Warenzeichen:

Die Autoren und der Verlag bedanken sich bei den nachfolgenden Firmen und den Bildautoren für die Unterstützung

ABB STOTZ-Kontakt GmbH

69123 Heidelberg 44-1

GMC-I Gossen-Metrawatt GmbH

90471 Nürnberg 6-13

Hager Vertriebsgesellschaft GmbH & Co. KG

66440 Blieskastel 43

Siemens AG*

81371 München 52, 88, 90

* © Siemens AG 2020. Alle Rechte vorbehalten für Bilder aus der Siemens-Datenbank.

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel GmbH & Co. KG, Ostfildern

1. 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 978-3-7585-3276-4

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

Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald

Umschlagfotos: Weltkugel: © erdquadrat – Fotolia.com; Icon: braunwerbeagentur, Multimeter: Gossen-Metrawatt

Satz: Punkt für Punkt GmbH · Mediendesign, 40549 Düsseldorf

Druck: Plump Druck & Medien GmbH, 53619 Rheinbreitbach

Liebe Leserin, lieber Leser,

es freut uns sehr, dass Sie sich für das Buch „SimElektro Fachstufe 2.0 Leitfaden und Arbeitsheft“ entschieden haben. Im Buch werden die Möglichkeiten von allen 25 Simulationen in SimElektro Fachstufe erklärt und Aufgaben zu den Simulationsthemen gestellt. Diese können mithilfe der Simulationen bearbeitet werden. Zusammen mit dem Buch „Fachkunde Elektrotechnik“ ist ein selbstständiges Erarbeiten der in den Simulationen behandelten Themen möglich. Die vorliegende Auflage enthält einen Freischaltcode im hinteren Teil des Buches. Dessen Einlösung ermöglicht die Nutzung sämtlicher Simulationen von SimElektro Fachstufe 2.0 für die Dauer eines Jahres gratis (ohne automatische Verlängerung).



Hinweise zum Arbeiten mit dem Buch

Das Buch orientiert sich an den Simulationen von SimElektro Fachstufe 2.0. Zu jeder Simulation finden Sie eine Beschreibung und mehrere Aufgaben. Zu jedem Simulationsthema ist das zugehörige Kapitel im Buch „Fachkunde Elektrotechnik“ angegeben. Daraus ergibt sich eine optimale Verknüpfung zum selbstständigen Arbeiten.

SimElektro Fachstufe 2.0 Leitfaden und Arbeitsheft

Beschreibung der Simulation

Aufgaben zum Thema der Simulation

SimElektro Fachstufe 2.0 Simulationen

Fachkunde Elektrotechnik

Jede Simulation wird in einem eigenen Kapitel behandelt, in dem sich eine Beschreibung der Simulation und Aufgaben zum Thema befinden. Bevor Sie mit der Bearbeitung der Aufgabenseiten beginnen, sollten Sie sich mit der Handhabung der Simulation vertraut machen. Dazu beginnt jedes Kapitel mit einer „Beschreibung der Simulation“. Darin wird mithilfe eines Screenshots der Benutzeroberfläche jede Funktion der Simulation erklärt. Außerdem wird eine Hilfe für den ersten Einstieg in die Simulation gegeben. Die anschließenden Aufgaben zum Thema der Simulation sollten der Reihe nach bearbeitet werden, weil sie schrittweise in das Thema einführen und aufeinander aufbauen.

Hinweise zum Bearbeiten der Arbeitsblätter

- Die jeweiligen Kapitel zu den Simulationen sind in sich abgeschlossen. Somit kann die Reihenfolge der Bearbeitung der Simulationen frei gewählt und an die im Unterricht behandelten Themen angepasst werden.
- Neben der Beantwortung von Fragen werden z. B. auch Berechnungen oder die Vervollständigung von Zeichnungen oder Texten gefordert. Zum besseren Erkennen der Platzierung von Lösungen sind diese mit orangefarbenen Linien versehen. Der vorgesehene Platz für Berechnungen wird meist durch ein hellgrünes Karo unterlegt.
- Im Inhaltsverzeichnis befindet sich zu jeder Seite ein Kontrollkästchen, das Sie ankreuzen sollen, wenn Sie eine Seite bearbeitet haben. Dadurch erhalten Sie eine einfache Übersicht zu den bereits bearbeiteten Themen.
- Alle Themen sind an die Inhalte des Buches Fachkunde Elektrotechnik angepasst. Hinweise zu den betreffenden Kapiteln finden Sie immer auf der Seite mit der Beschreibung der Simulation.
- Sämtliche Simulationen sind, neben der Themabezeichnung, auch an einer Kurzbezeichnung, z. B. S56, zu erkennen.
- Zur einfacheren Überprüfung der erarbeiteten Lösungen gibt es ein ausführliches Lösungsbuch.

Ihre Meinung zu diesem Buch ist uns wichtig. Gerne nehmen wir Ihre Feedbacks entgegen. Schreiben Sie uns einfach unter: lektorat@europa-lehrmittel.de

Viel Erfolg und gute Unterstützung mit diesem Buch wünschen Ihnen die Autoren und der Verlag Europa-Lehrmittel.

Frühjahr 2024

Simulation	Kontrolle*	Blatt-Nr.	Seite	Thema
S49 – Praktisches Messen – Spannung und Strom	<input type="checkbox"/>	1.1	6	Beschreibung der Simulation
	<input type="checkbox"/>	1.2	7	Beschreibung des Aufgabengenerators
	<input type="checkbox"/>	1.3	8	Grundlagen zur Spannungs- und Strommessung
	<input type="checkbox"/>	1.4	9	Spannungs- und Strommessung in Reihen- und Parallelschaltung
S50 – Praktisches Messen – Widerstand	<input type="checkbox"/>	2.1	10	Beschreibung der Simulation
	<input type="checkbox"/>	2.2	11	Beschreibung des Aufgabengenerators
	<input type="checkbox"/>	2.3	12	Widerstandsmessungen Teil 1
	<input type="checkbox"/>	2.4	13	Widerstandsmessungen Teil 2
S52 – Gleichrichterschaltung E1U	<input type="checkbox"/>	3.1	14	Beschreibung der Simulation
	<input type="checkbox"/>	3.2	15	Analysieren der Funktionsweise
	<input type="checkbox"/>	3.3	16	Untersuchen der Ausgangsgrößen
	<input type="checkbox"/>	3.4	17	Berechnungen zur Gleichrichterschaltung
S53 – Gleichrichterschaltung B2U	<input type="checkbox"/>	4.1	18	Beschreibung der Simulation
	<input type="checkbox"/>	4.2	19	Analysieren der Funktionsweise
	<input type="checkbox"/>	4.3	20	Untersuchen der Ausgangsgrößen
S54 – Gleichrichterschaltung B6U	<input type="checkbox"/>	5.1	21	Beschreibung der Simulation – Zeitdiagramme
	<input type="checkbox"/>	5.2	22	Beschreibung der Simulation – Ein- und Ausgangswerte
	<input type="checkbox"/>	5.3	23	Analysieren der Funktionsweise
	<input type="checkbox"/>	5.4	24	Untersuchen der Ausgangsgrößen
S56 – Transistor als Schalter	<input type="checkbox"/>	6.1	25	Beschreibung der Simulation
	<input type="checkbox"/>	6.2	26	Grundlegende Funktionsweise
	<input type="checkbox"/>	6.3	27	Untersuchen der Schaltzustände
	<input type="checkbox"/>	6.4	28	Verlustleistung
	<input type="checkbox"/>	6.5	29	Betrieb mit Rechtecksignal
S51 – Hallgenerator	<input type="checkbox"/>	7.1	30	Beschreibung der Simulation
	<input type="checkbox"/>	7.2	31	Beschreibung der Anwendung als Hall-Impulsgeber
	<input type="checkbox"/>	7.3	32	Aufbau, Funktionsweise und Anwendung
	<input type="checkbox"/>	7.4	33	Analysieren einer Anwendung mit Hall-Impulsgeber
S57 – Digitaltechnik – Grundverknüpfungen	<input type="checkbox"/>	8.1	34	Beschreibung der Simulation
	<input type="checkbox"/>	8.2	35	Untersuchen der UND-Verknüpfung
	<input type="checkbox"/>	8.3	36	Untersuchen der ODER-Verknüpfung
	<input type="checkbox"/>	8.4	37	Untersuchen der NICHT-Verknüpfung
S58 – Digitaltechnik – Grundverknüpfungen mit Negation	<input type="checkbox"/>	9.1	38	Beschreibung der Simulation
	<input type="checkbox"/>	9.2	39	NAND- und NOR-Verknüpfung
	<input type="checkbox"/>	9.3	40	Inhibition- und Implikation-Verknüpfung
	<input type="checkbox"/>	9.4	41	Antivalenz (XOR)- und Äquivalenz (XNOR)-Verknüpfung
S59 – Digitaltechnik – Pyramidenspiel zu Grundverknüpfungen	<input type="checkbox"/>	10.1	42	Beschreibung des Spiels
S46 – Leitungsschutzschalter	<input type="checkbox"/>	11.1	43	Beschreibung der Simulation
	<input type="checkbox"/>	11.2	44	Anwendung, Bestandteile und Kennwerte
	<input type="checkbox"/>	11.3	45	Aufgaben zur Anwendung
S45 – Spannungsfall an Leitungen	<input type="checkbox"/>	12.1	46	Beschreibung der Simulation
	<input type="checkbox"/>	12.2	47	Grundlagen zum Spannungsfall
	<input type="checkbox"/>	12.3	48	Spannungsfall in einer Elektroanlage
S48 – Gefahren im Umgang mit dem elektrischen Strom	<input type="checkbox"/>	13.1	49	Beschreibung der Simulation
	<input type="checkbox"/>	13.2	50	Wichtige Einflussgrößen
	<input type="checkbox"/>	13.3	51	Gefährdungsbereiche und Körperreaktionen
S47 – Fehlerstrom-Schutzeinrichtung	<input type="checkbox"/>	14.1	52	Beschreibung der Simulation
	<input type="checkbox"/>	14.2	53	Grundlegende Funktionsweise
	<input type="checkbox"/>	14.3	54	Anwendung der RCD

* Abhaken, nur wenn das Thema bearbeitet und kontrolliert ist.

Simulation	Kontrolle*	Blatt-Nr.	Seite	Thema	
S38 – Fehlerschutz nach DIN VDE 0100-410 bei einem Körperschluss durch automatische Abschaltung im TN-C-S-System	<input type="checkbox"/>		15.1	55	Beschreibung der Simulation
	<input type="checkbox"/>		15.2	56	Analysieren der Elektroanlage
	<input type="checkbox"/>		15.3	57	Untersuchen eines Körperschlusses
	<input type="checkbox"/>		15.4	58	Bestimmen der Fehlerschleifenimpedanz
S39 – Fehlerschutz nach DIN VDE 0100-410 bei indirektem Berühren durch automatische Abschaltung im TN-C-S-System	<input type="checkbox"/>		16.1	59	Beschreibung der Simulation
	<input type="checkbox"/>		16.2	60	Schutz mit Leitungsschutz-Schalter
	<input type="checkbox"/>		16.3	61	Zusätzlicher Schutz mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)
S40 – Zusätzlicher Schutz nach DIN VDE 0100-410 beim Berühren aktiver Teile durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) im TN-C-S-System	<input type="checkbox"/>		17.1	62	Beschreibung der Simulation
	<input type="checkbox"/>		17.2	63	Schutzwirkung der RCD
	<input type="checkbox"/>		17.3	64	Unterschiedliche Bedingungen in Elektroanlagen
S35 – Schutz gegen elektrischen Schlag nach DIN VDE 0100-410 durch automatische Abschaltung im TN-Netz (Zusammenfassung aus S38, S39 und S40)	<input type="checkbox"/>		18.1	65	Beschreibung der Simulation
	<input type="checkbox"/>		18.2	66	Analysieren von Fehlersituationen 1
	<input type="checkbox"/>		18.3	67	Analysieren von Fehlersituationen 2
	<input type="checkbox"/>		18.4	68	Analysieren von Fehlersituationen 3
	<input type="checkbox"/>		18.5	69	Analysieren von Fehlersituationen 4
S41 – Prüfung elektrischer Anlagen nach DIN VDE 0100-600 – Messen der Durchgängigkeit	<input type="checkbox"/>		19.1	70	Beschreibung der Simulation
	<input type="checkbox"/>		19.2	71	Messen der Durchgängigkeit von Schutzleiter und Schutzpotenzialausgleichsleiter
S42 – Prüfung elektrischer Anlagen nach DIN VDE 0100-600 – Messen des Isolationswiderstands	<input type="checkbox"/>		20.1	72	Beschreibung der Simulation
	<input type="checkbox"/>		20.2	73	Grundlagen zur Messung des Isolationswiderstands
	<input type="checkbox"/>		20.3	74	Messaufgaben zum Isolationswiderstand 1
	<input type="checkbox"/>		20.4	75	Messaufgaben zum Isolationswiderstand 2
S43 – Prüfung elektrischer Anlagen nach DIN VDE 0100-600 – Messen der Fehlerschleifenimpedanz	<input type="checkbox"/>		21.1	76	Beschreibung der Simulation
	<input type="checkbox"/>		21.2	77	Grundlagen zur Messung der Fehlerschleifenimpedanz
	<input type="checkbox"/>		21.3	78	Messaufgaben zur Fehlerschleifenimpedanz
S44 – Prüfung elektrischer Anlagen nach DIN VDE 0100-600 – RCD-Prüfung	<input type="checkbox"/>		22.1	79	Beschreibung der Simulation – Messen des Auslösestroms und der Fehlerspannung
	<input type="checkbox"/>		22.2	80	Beschreibung der Simulation – Messen der Abschaltzeit
	<input type="checkbox"/>		22.3	81	Grundlagen zur Prüfung einer RCD
	<input type="checkbox"/>		22.4	82	Fehleranalyse
S37 – Transformator	<input type="checkbox"/>		23.1	83	Beschreibung der Simulation
	<input type="checkbox"/>		23.2	84	Aufbau und Leistungsschild
	<input type="checkbox"/>		23.3	85	Spannungsübersetzung beim idealen Transformator
	<input type="checkbox"/>		23.4	86	Stromübersetzung beim idealen Transformator
	<input type="checkbox"/>		23.5	87	Leistungen und Wirkungsgrad beim belasteten Transformator
S36 – Drehstromasynchronmotor – Entstehung des Drehfeldes	<input type="checkbox"/>		24.1	88	Beschreibung der Simulation
	<input type="checkbox"/>		24.2	89	Grundlagen zur Drehfelderzeugung und Anschluss eines Drehstrommotors
S55 – Gleichstrommotor	<input type="checkbox"/>		25.1	90	Beschreibung der Simulation
	<input type="checkbox"/>		25.2	91	Aufbau und Grundlagen
	<input type="checkbox"/>		25.3	92	Funktion der Stromwendung und Entstehung des Drehmoments
Hinweise zu SimElektro			93	Hinweise zum Arbeiten mit SimElektro	

* Abhaken, nur wenn das Thema bearbeitet und kontrolliert ist.

Die Spannungs- und Strommessung wird in der Praxis, z. B. zur Fehlersuche in Elektrogeräten oder zur Prüfung von elektrischen Anlagen, benötigt. Als Messgerät wird meistens ein Messgerät für mehrere Messgrößen, z. B. Spannung, Strom und Widerstand, auch Vielfachmessgerät oder Multimeter genannt, verwendet. Je nach Art der Messung, z. B. Spannungsmessung, muss das Messgerät mit dem Messobjekt, z. B. einer elektronischen Schaltung, verbunden werden.

i **Fachkunde Elektrotechnik,**
Messtechnik (Kapitel 8),
Praktisches Messen

- ① **Digitalmultimeter** für die Messgrößen Spannung, Strom und Widerstand.
- ② **LC-Display** zur digitalen Anzeige des Messwertes.
- ③ **Messfunktionsschalter** zur Umschaltung der Messgrößen, z. B. Spannung, Strom oder Widerstand. Die Umschaltung des Messbereichs, z. B. 30 V oder 300 V, erfolgt automatisch.
- ④ **Funktionstaster** zur Umschaltung zwischen den Messfunktionen, die auf dem Messfunktionsschalter entweder mit schwarzen oder mit weißen Symbolen dargestellt sind, z. B. Wechselstrom mit weißem Wellenlinien-Symbol.
- ⑤ **Ein-/Austaster** zum Ein- und Ausschalten des Messgerätes.
- ⑥ **Anschlussbuchsen für Anschlussleitungen.** Für die Strommessung werden andere Buchsen verwendet, als bei den Messgrößen Spannung und Widerstand.
- ⑦a ⑦b **Messspitzen mit Anschlussleitungen** zum Anschluss an das Messobjekt. Die Farben Schwarz und Rot sind bei Messungen zu beachten, bei denen die Polarität berücksichtigt werden muss, z. B. bei der Gleichspannungsmessung.
- ⑧ **Messobjekt**, z. B. Reihenschaltung von Widerständen, zur Erzeugung unterschiedlicher Spannungen und Ströme. Die Widerstandswerte können per Direkteingabe in den Eingabefeldern ⑧a festgelegt werden. Die Brücke ⑧b ermöglicht mit dem zugehörigen Auswahlfeld das Öffnen und Schließen des Stromkreises.
- ⑨ **Netzgerät, zum Erzeugen von Gleich- und Wechselspannungen.** Die Größe der Spannung wird mit dem Steller ⑨a oder per Direkteingabe ⑨b bestimmt. Die Spannungsart kann mit dem Auswahlfeld ⑨c festgelegt werden.
- ⑩ **Resettaster**, zum Zurücksetzen der Messschaltung auf die Werte beim ersten Start der Simulation.
- ⑪ ⑫ **Auswahl der Messobjekte** Reihen- oder Parallelschaltung.
- ⑬ **Aktivierung des Fensters „Messaufgaben“** ⑬a (Blatt 1.2), zur Bearbeitung und Bewertung von Messaufgaben.
- ⑭ **Aktivierung des Fensters „Messgerätebeschreibung“**, zur Hilfe bei der Bedienung des Messgerätes.

Erste Schritte mit der Simulation

1. Messobjekt Reihenschaltung ⑪ aktivieren und Netzgerät ⑨ in Feld ⑨b auf 12 V und Gleichspg. ⑨c einstellen.
2. Messfunktionsschalter ③ auf Messgröße Gleichspannung „V=“ stellen. Rote Messspitze ⑦a an Messpunkt „A“ und schwarze Messspitze ⑦b an Messpunkt „D“ anschließen. Messgerät einschalten ⑤.
3. Netzgerätspannung mit Steller ⑨a verändern und mit Wert auf LC-Display ② vergleichen.

Aufgaben • Grundlagen zur Spannungs- und Strommessung (Blatt 1.3)

- Spannungs- und Strommessung in Reihen- und Parallelschaltung (Blatt 1.4)

Der Aufgabengenerator ermöglicht das selbstständige Üben beim praktischen Messen und gibt eine Rückmeldung, ob das Messergebnis richtig oder falsch ist.

Reset

Reihenschaltung

Parallelschaltung

Messaufgaben

Messgerätsbeschreibung

Einstellung Netzgerät

Gleichspg. ▾

142

↕

Hinweis

Nicht anklickbare Brücken (ausgegraut) sind Bestandteil der Messaufgabe und können nicht verändert werden. ①

Messaufgaben

Nr 3: UA-D ①a ▾

Messe die Spannung zwischen den Messpunkten A und D.

Werte der Digitalanzeige ablesen und eingeben:

Polarität	Messwert	Einheit
② + ▾	③ 142	④ V ▾

Messspitzen richtig gesetzt

Brücke(n) richtig eingestellt

⑤ Bewerten ✓

Vorherige Aufgabe

⑥

Nächste Aufgabe

Vorgehensweise zur Bearbeitung der Messaufgaben ①

Messaufgabe auswählen und durchführen

1. Messaufgabe mit Auswahlfeld ①a bestimmen.
2. Messgeräteinstellungen (**Blatt 1.1**) durchführen.
3. Messspitzen an die betreffenden Messpunkte, z.B. A und D, anschließen. Bei falsch eingestelltem Messfunktionsschalter erscheint der Hinweis ⑦ „Messgerät falsch eingestellt“.
4. Messung durchführen und Anzeigewert auf LC-Display ablesen.

Messergebnis bewerten

5. Polarität des Messwertes, z.B. „+“, in Auswahlfeld ② selektieren.
6. Messwert, der im Display angezeigt wird, in Eingabefeld ③ eintragen.
7. Einheit des Messwertes, z.B. „V“, mit Auswahlfeld ④ wählen.
8. Button „Bewerten“ ⑤ betätigen.

- Ist das Messergebnis richtig, erscheint ein grüner Haken ✓.
- Ist das Messergebnis falsch, erscheint ein rotes Kreuz ✗.

Bei einem unkorrekten Messergebnis, wird das fehlerhafte Eingabefeld rot umrahmt ⑧ angezeigt.

Hinweis: Bei der Angabe des Messwertes und der dazugehörigen Einheit, z.B. V, kann die Einheit auch z.B. mit mV angegeben werden, wenn der Messwert entsprechend angepasst wird. **Beispiel:** 142 V = 142000 mV.

Mit den Buttons „Vorherige Aufgabe“ und „Nächste Aufgabe“ ⑥ oder dem Auswahlfeld „Messaufgaben“ ①a können weitere Aufgaben für Messungen ausgewählt werden.

①a **Messaufgaben**

- Nr 7: U an R₂, B1 zu
- Nr 8: UA-D ✓
- Nr 9: U an R₂, B1 auf
- Nr 10: I R₂
- Nr 11: I R₁
- Nr 12: UB-A
- Nr 13: UA-B
- Nr 14: U an R₂
- Nr 15: UA-C

⑦ Messgerät falsch eingestellt

Polarität	Messwert	Einheit
⑧ - ▾	142	V ▾

Messspitzen richtig gesetzt

Brücke(n) richtig eingestellt

Bewerten ✗

1. Ergänzen Sie die fehlenden Bezeichnungen für das Vielfachmessgerät (**Bild 1**).

- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____
- 4 _____
- 5 _____
- 6 _____

2. Bereiten Sie die Simulation für eine Gleichspannungsmessung, wie im **Bild 2**, vor.

a) Messen Sie den Spannungsfall an R_1 und R_2 .

$U_{R1} =$ $U_{R2} =$

b) Wiederholen Sie die Messung von **Aufgabe a)** und vertauschen Sie dabei die rote und schwarze Messspitze. Welche Änderung im Messergebnis ergibt sich dadurch?

c) Welchen Innenwiderstand R_i muss das Messgerät in Stellung Spannungsmessung im Idealfall haben, damit es die Messschaltung nicht belastet, also kein Strom über das Messgerät fließt?

$R_{i_ideal} =$

d) Warum muss bei dem Messgerät (**Bild 2**) kein Messbereich, z. B. 30 V oder 300 V, eingestellt werden?

3. a) Welche Vorbereitung muss an der Reihenschaltung (**Bild 2**) vorgenommen werden, damit eine Strommessung durchgeführt werden kann?

b) Ergänzen Sie im **Bild 3** den Anschluss für eine Strommessung in der Reihenschaltung. Geben Sie beim Anschluss an den beiden Messpunkten jeweils die Farbe der Messspitze an, damit die Polarität des Messwertes richtig angezeigt wird.

c) Bestimmen Sie den Strom durch die Reihenschaltung von R_1 und R_2 .

$I =$

d) Welchen Innenwiderstand R_i muss das Messgerät in Stellung Strommessung im Idealfall haben, damit das Messergebnis nicht verfälscht wird?

$R_{i_ideal} =$

4. Für welchen Strombereich wird a) die Anschlussbuchse „mA“ und b) die Anschlussbuchse „A“ verwendet?

a) b)

5. Welche der beiden Anschlussbuchsen „mA und A“ muss bei einer Strommessung, bei der ein Strom zwischen 100 mA und 8 A fließen könnte, zuerst verwendet werden? Begründen Sie Ihre Antwort.

6. Welche schädlichen Folgen sind für das Messgerät möglich, wenn bei einer Spannungsmessung zwischen den Messpunkten A und D, das Messgerät versehentlich wie ein Strommesser eingestellt und angeschlossen wird?



Bild 1: Vielfachmessgerät (Multimeter)

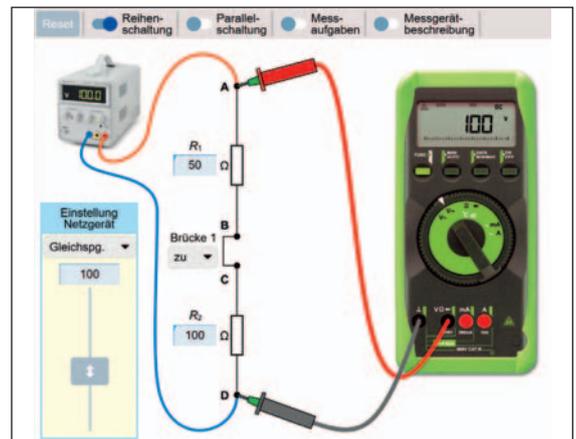


Bild 2: Gleichspannungsmessung in Reihenschaltung

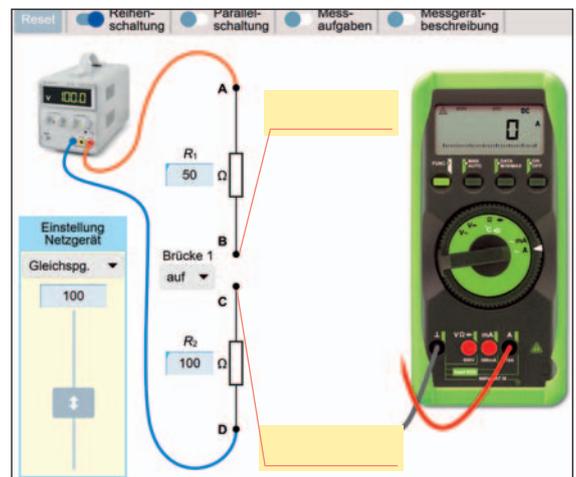
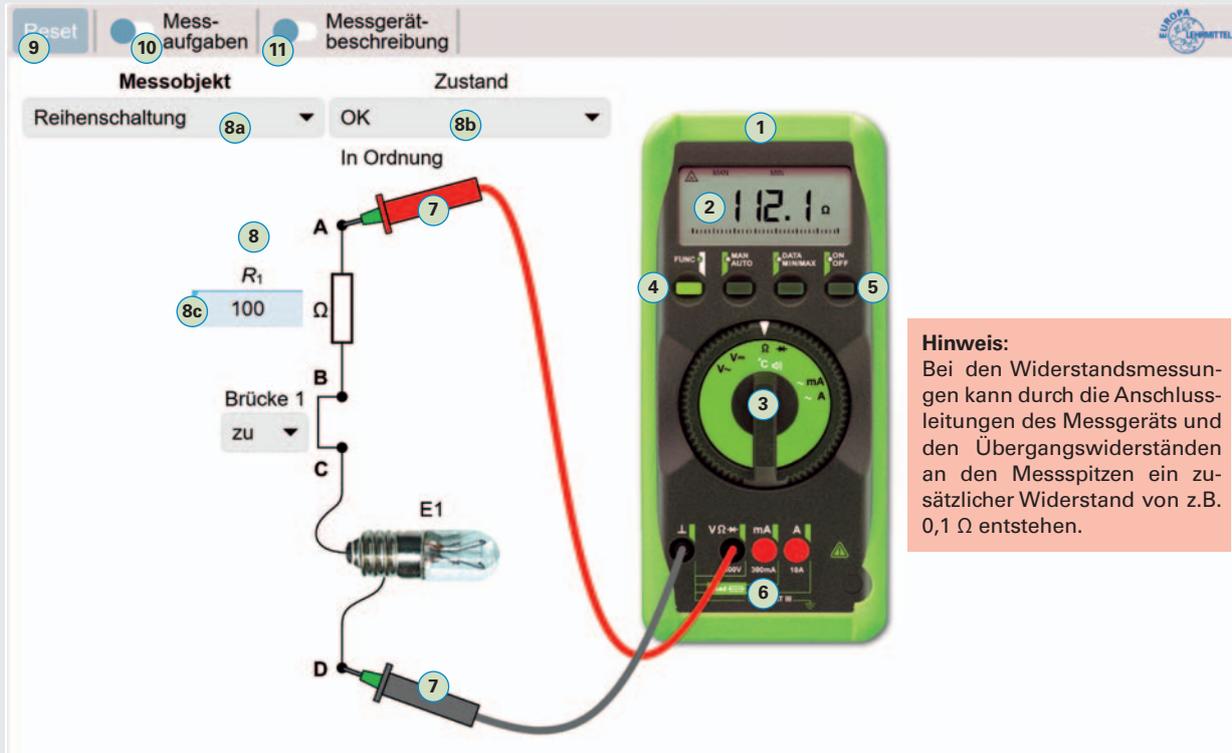


Bild 3: Gleichstrommessung in Reihenschaltung

Die Widerstandsmessung wird in der Praxis meist zur Prüfung von Bauteilen, z. B. Sicherungen, Lampen, Dioden, Motorwicklungen oder Anschlusskabeln, eingesetzt. Als Messgerät wird oft ein Vielfachmessgerät (Multimeter) verwendet, mit dem auch andere Messgrößen, z. B. Spannung und Strom, gemessen werden können. Zur Prüfung des Widerstandes eines Bauteiles muss man den Widerstand im intakten Zustand kennen, um festzustellen, ob das Bauteil fehlerhaft oder in Ordnung ist.

i **Fachkunde Elektrotechnik,**
Messtechnik (Kapitel 8),
Praktisches Messen



Hinweis:
Bei den Widerstandsmessungen kann durch die Anschlussleitungen des Messgeräts und den Übergangswiderständen an den Messspitzen ein zusätzlicher Widerstand von z.B. 0,1 Ω entstehen.

- 1 **Digitalmultimeter** für die Messgrößen Spannung, Strom und Widerstand.
- 2 **LC-Display** zur digitalen Anzeige des Messwertes. Bei einer Widerstandsmessung ohne angeschlossenes Messobjekt ist der Widerstand zwischen den Messspitzen nahezu unendlich (∞) groß. Es erscheint die Anzeige „O.L.“ (Out of Limit = Außerhalb der Grenze) für Messbereichsüberschreitung.
- 3 **Messfunktionsschalter** zur Umschaltung der Messgrößen. Bei Widerstandsmessung auf Stellung „Ω“ schalten.
- 4 **Funktionstaster** zur Umschaltung zwischen den Messfunktionen, die auf dem Messfunktionsschalter entweder mit schwarzen oder mit weißen Symbolen dargestellt sind. Bei der Widerstandsmessung muss auf das schwarze Ω-Symbol geschaltet werden.
- 5 **Ein-/Austaster** zum Ein- und Ausschalten des Messgerätes.
- 6 **Anschlussbuchsen für Anschlussleitungen.** Für die Widerstandsmessung werden die Buchsen mit den Beschriftungen „Masse“ \perp und $V\Omega\leftrightarrow$ benötigt.
- 7 **Messspitzen** mit Anschlussleitungen zum Anschluss an das Messobjekt. Die Farben Schwarz und Rot sind bei Messungen zu beachten, bei denen die Polarität berücksichtigt werden muss, z. B. bei der Messung von Dioden.
- 8 **Messobjekt**, z. B. eine Reihenschaltung oder ein Transistor, zur Erzeugung unterschiedlicher Widerstände. Die Messobjekte können mit dem Auswahlfeld 8a festgelegt werden. Ein weiteres Auswahlfeld 8b ermöglicht die Einstellung von Zuständen für das ausgewählte Messobjekt, z. B. „OK“ oder „Fehler 1“.
- 9 **Resettaster**, zum Zurücksetzen der Messschaltung auf die Anfangswerte beim ersten Start der Simulation.
- 10 **Aktivierung des Fensters „Messaufgaben“ (Blatt 2.2)**, zur Bearbeitung und Bewertung von Messaufgaben.
- 11 **Aktivierung des Fensters „Messgerätebeschreibung“**, zur Hilfe bei der Bedienung des Messgerätes.

Erste Schritte mit der Simulation

1. Messobjekt Reihenschaltung 8a aktivieren und mit Auswahlfeld 8b den Zustand „OK“ einstellen.
2. Messfunktionsschalter 3 auf Messgröße „Widerstand Ω“ stellen. Rote Messspitze 7 an Messpunkt „A“ und schwarze Messspitze 7 an Messpunkt „B“ anschließen. Messgerät einschalten 5.
3. Widerstandswert R_1 in Eingabefeld 8c verändern und mit Wert auf LC-Display 2 vergleichen.

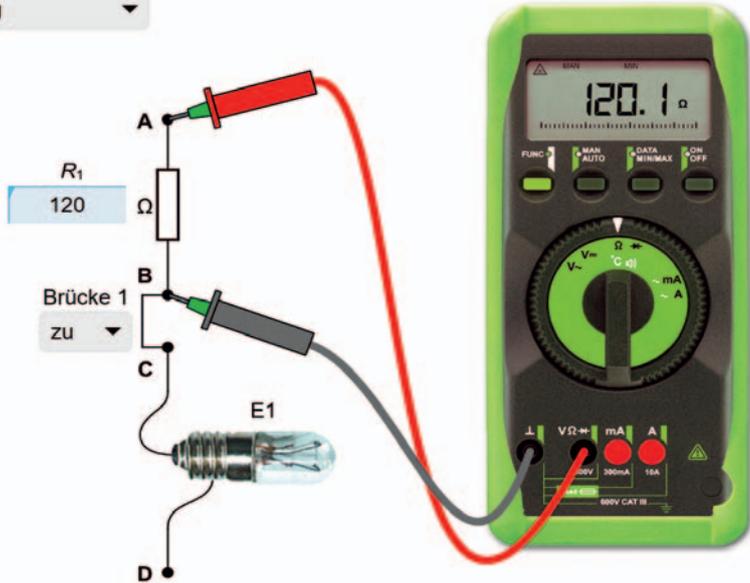
Aufgaben • Widerstandsmessungen Teil 1 (Blatt 2.3) und Widerstandsmessungen Teil 2 (Blatt 2.4)

Der Aufgabengenerator ermöglicht das selbstständige Üben beim praktischen Messen und gibt eine Rückmeldung, ob das Messergebnis richtig oder falsch ist.

Reset
 Messaufgaben
 Messgerätbeschreibung

1 Messobjekt

Reihenschaltung



2 Messaufgaben

Nr 1: R_1 **2a**

Bestimme den Widerstand R_1 .

Werte der Digitalanzeige ablesen und eingeben:

Messwert	Einheit
3 120,1	Ω 4

Messspitzen richtig gesetzt

Brücke(n) richtig eingestellt

5 Bewerten

Vorherige Aufgabe **6** Nächste Aufgabe

Vorgehensweise zur Bearbeitung der Messaufgaben 2 zu einem ausgewählten Messobjekt 1

Messaufgabe auswählen und durchführen

1. Messobjekt mit Auswahlfeld **1** bestimmen.
2. Messaufgabe für das Messobjekt mit Auswahlfeld **2a** festlegen.
3. Messgeräteinstellungen (**Blatt 2.1**) durchführen.
4. Messspitzen an die betreffenden Messpunkte, z.B. A und B, anschließen. Bei falsch eingestellten Messfunktionsschalter erscheint der Hinweis „Messgerät falsch eingestellt“.
5. Messung durchführen und Anzeigewert auf LC-Display ablesen.

Messergebnis bewerten

6. Messwert, der im Display angezeigt wird, in Eingabefeld **3** eintragen.
7. Einheit des Messwertes, z.B. „ Ω “ mit Auswahlfeld **4** wählen.
8. Button „Bewerten“ **5** betätigen.

- Ist das Messergebnis richtig, erscheint ein grüner Haken .
- Ist das Messergebnis falsch, erscheint ein rotes Kreuz .

Bei einem unkorrekten Messergebnis wird das fehlerhafte Eingabefeld rot umrahmt **7** angezeigt.

Hinweis: Bei der Angabe des Messwertes und der dazugehörigen Einheit, z.B. Ω , kann die Einheit auch z.B. mit $k\Omega$ angegeben werden, wenn der Messwert entsprechend angepasst wird. **Beispiel:** $390 \Omega = 0,39 k\Omega$

Mit den Buttons „Vorherige Aufgabe“ und „Nächste Aufgabe“ **6** oder dem Auswahlfeld „Messaufgaben“ **2a** können weitere Aufgaben für Messungen ausgewählt werden.

Messobjekt

1

- Reihenschaltung
- Glühlampe
- Geräteschutzsicherung
- Diode
- Transistor (NPN)
- Anschlussleitung
- Motorwicklung

Messaufgaben

2a

- Nr 1: R_1
- Nr 2: R_{La} (Lampe)
- Nr 3: Gesamtwiderstand

Messwert	Einheit
7 120,1	$k\Omega$ <input type="checkbox"/>

Messspitzen richtig gesetzt

Brücke(n) richtig eingestellt

Bewerten

Vorherige Aufgabe Nächste Aufgabe

1. a) Beschreiben Sie die notwendigen Arbeitsschritte (Bild 1) zur Messung des Widerstandes der Lampe.

- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____
- 4 _____
- 5 _____

b) In welchem Bereich liegt der Widerstand der Lampe im Zustand „OK“?

- 0,1 Ω–0,5 Ω 10 Ω–15 Ω 100 Ω–150 Ω

c) Erklären Sie die Anzeige „O.L.“ im Display des Messgeräts bei der Messung der Lampe im defekten Zustand.

d) Wie kann der Zustand der defekten Lampe beschrieben werden?

$$R_{\text{Lampe}} = \text{_____} \quad (\infty = \text{Zeichen für unendlich})$$

2. Bestimmen Sie den Lampenwiderstand R_{E1} und den Gesamtwiderstand R_g der Reihenschaltung in Bild 2.

$$R_{E1} = \text{_____} \quad R_{E2} = \text{_____}$$

3. a) Messen Sie die Widerstände R_1 und R_{E1} (Bild 2) im Zustand „Fehler 2“. Beschreiben Sie den Fehler.

$$R_1 = \text{_____} \quad R_{E1} = \text{_____}$$

b) Ermitteln Sie den Fehler in der Reihenschaltung (Bild 2) im Zustand „Fehler 1“.

4. Bestimmen Sie den Widerstand der Geräteschutzsicherung (Bild 3) im intakten und fehlerhaften Zustand.

Zustand „In Ordnung“: $R_{\text{Sicherung}} = \text{_____}$

Zustand „Defekt“: $R_{\text{Sicherung}} = \text{_____}$

5. Zum Prüfen einer Diode (Bild 4) muss der Messfunktionsschalter in die Position gestellt werden. Das Messgerät erzeugt in dieser Funktion eine Spannung, um die Durchlass- und Sperrrichtung der Diode zu ermitteln.

a) Prüfen Sie die Durchlass- und Sperrrichtung einer intakten Diode und geben Sie am Messpunkt Katode (K) oder Anode (A) jeweils die Farbe der Messspitze und den gemessenen Wert an.

Durchlassrichtung

Farbe der Messspitze an K: _____

Farbe der Messspitze an A: _____

Gemessener Wert: _____

Sperrrichtung

Farbe der Messspitze an K: _____

Farbe der Messspitze an A: _____

Gemessener Wert: _____

b) Begründen Sie die Anzeige bei der Messung in Sperrrichtung.

c) Warum wird der Messwert in Volt angezeigt?

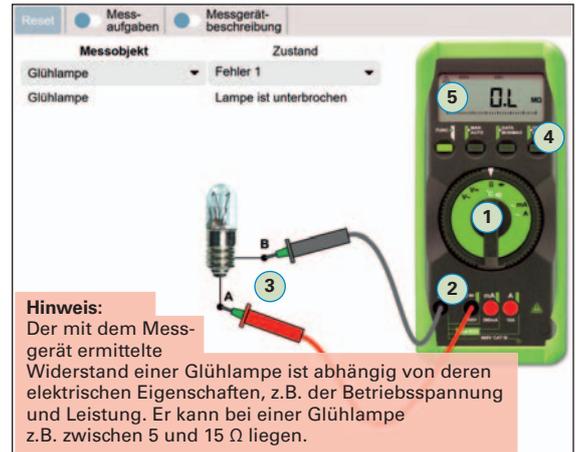


Bild 1: Widerstandsmessung bei einer Glühlampe

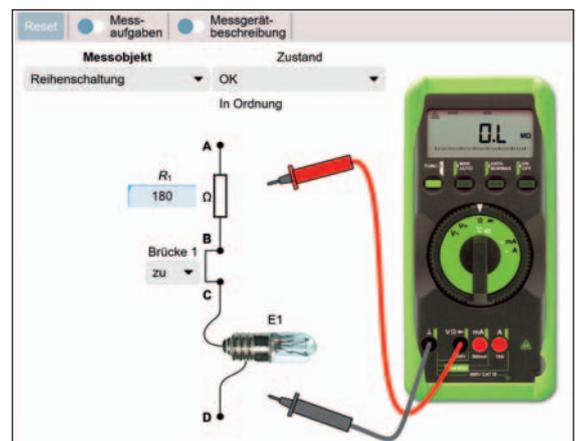


Bild 2: Widerstandmessung in einer Reihenschaltung



Bild 3: Widerstandsmessung einer Geräteschutzsicherung



Bild 4: Prüfen einer Diode

1. Bei einem Transistor gibt es mehrere Strecken, z. B. die Basis-Emitter-Strecke zwischen den Anschlüssen Basis (B) und Emitter (E), die auf Unterbrechung oder Kurzschluss geprüft werden müssen. Bereiten Sie das Messgerät zur Prüfung eines Transistors wie im **Bild 1** vor.

a) Welche drei Strecken des Transistors müssen gemessen werden?

b) Zwischen welchen Anschlüssen verhält sich ein intakter Transistor bei der Prüfung wie eine Diode (**Bild 2**)?

c) An welcher Strecke ist kein Durchgang?

d) Welcher Unterschied zu einem Silizium NPN-Transistor (**Bild 2a**) ergibt sich bei der Messung eines Silizium-PNP-Transistors (**Bild 2b**)?

2. Bereiten Sie das Messgerät zur Prüfung einer Netz-Anschlussleitung, wie im **Bild 3**, vor.

a) Nennen Sie vier verschiedenen Fehlerarten, die bei einer Anschlussleitung auftreten können.

-
-
-
-

b) Zwischen welchen Anschlüssen (Buchstaben angeben) muss ein Durchgang (Widerstand $\approx 0 \Omega$) gemessen werden? Testen Sie Ihr Ergebnis mit der Simulation.

c) Zwischen welchen Anschlüssen (Buchstaben angeben) darf kein Durchgang (Widerstand $\approx \infty \Omega$) gemessen werden? Testen Sie Ihr Ergebnis mit der Simulation

d) Warum sollte die Leitung bei der Messung auch bewegt werden?

3. Bereiten Sie das Messgerät zur Prüfung einer Motorwicklung wie im **Bild 4** vor.

a) Messen Sie den Widerstand der drei Wicklungen im intakten Zustand.

$R_{AD} =$ $R_{BD} =$ $R_{CD} =$

b) Wodurch kann eine Wicklung bei der Messung einen kleineren Durchgangswiderstand haben?

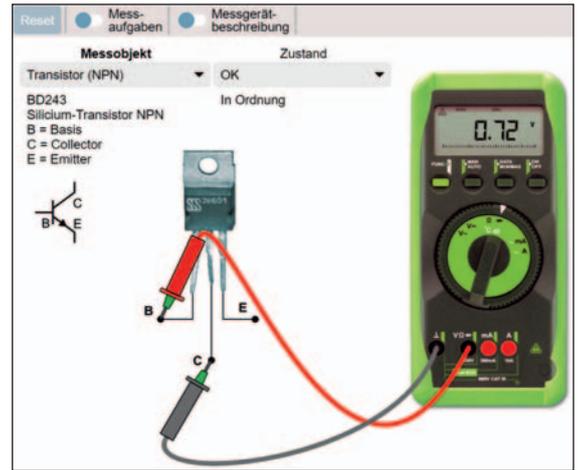


Bild 1: Prüfen eines Transistors

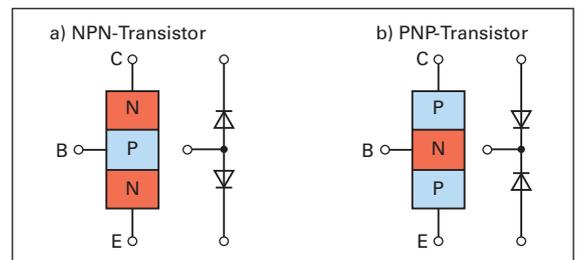


Bild 2: Diodenstrecken eines Transistors



Bild 3: Prüfen einer Netzanschlussleitung

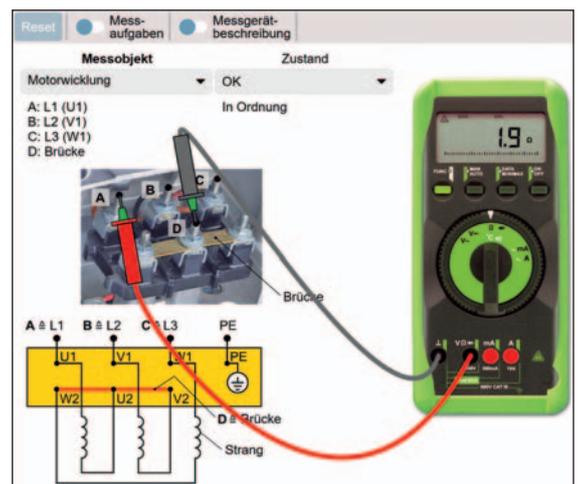
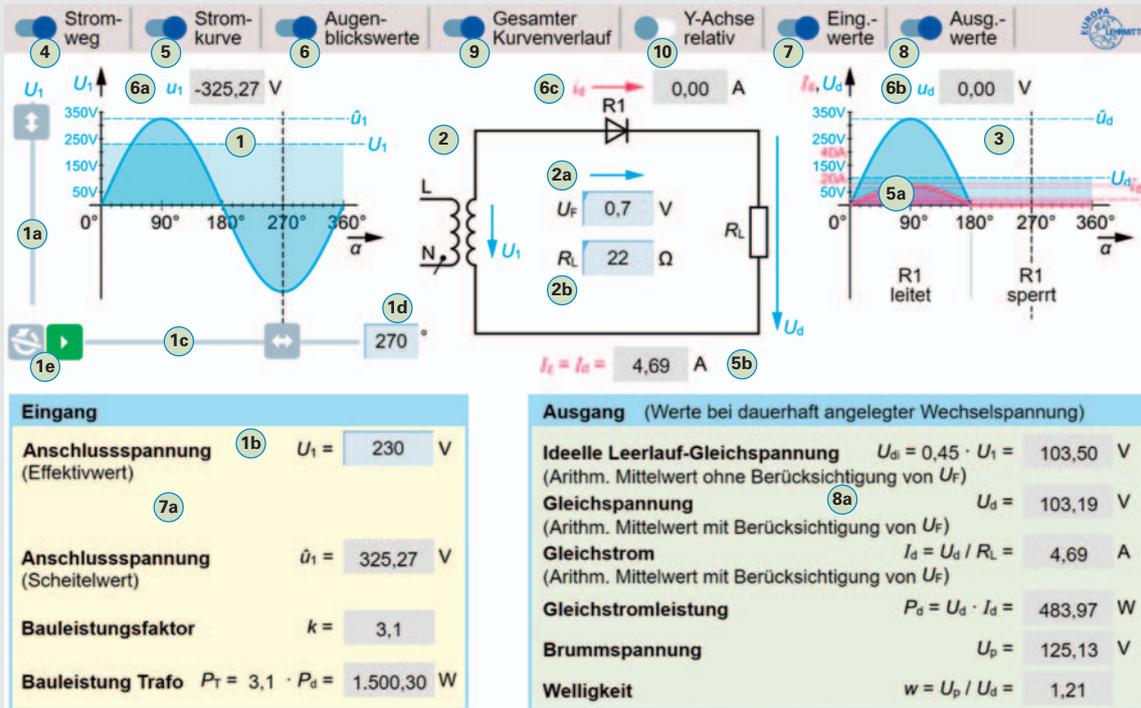


Bild 4: Prüfen einer Motorwicklung

Gleichrichterschaltungen werden benötigt, um aus einer Wechselspannung eine Gleichspannung zu erzeugen. Dadurch kann z. B. aus der Netzwechselspannung an einer Steckdose eine Gleichspannung für ein elektronisches Gerät erzeugt werden. Die einfachste Art der Gleichrichterschaltung ist die Einpuls-Einwegschaltung E1U. Sie nutzt bei der Gleichrichtung nur eine Halbwelle (einen Puls) der Wechselspannung. Zur Nutzung der am Ausgang entstehenden pulsierenden Gleichspannung für ein elektronisches Gerät, muss diese noch geglättet, gesiebt und stabilisiert werden.

i **Fachkunde Elektrotechnik,**
Elektronik (Kapitel 9),
Gleichrichterschaltungen



- Wechselspannung am Eingang** der Gleichrichterschaltung. Die **Größe der Wechselspannung** kann mit dem Schieber (1a) oder per Direkteingabe (1b) bestimmt werden.
- Manuelle Einstellung des **zeitlichen Verlaufs der Wechselspannung** im Bereich von 0 bis 360°. Der Winkel kann auch direkt im Feld (1d) eingegeben werden.
- Der Button (1e) ermöglicht den automatischen Ablauf der Darstellung des **zeitlichen Verlaufs der Wechselspannung** im Bereich von 0 bis 360°. Mit dem Button (1f) wird die automatische Darstellung ständig wiederholt.
- Gleichrichterschaltung E1U** mit Eingabefeld (2a) für den **Spannungsfall U_F** an der Diode R1 und Eingabefeld (2b) für den Wert des **Lastwiderstands R_L** .
- Gleichspannung U_d** und **Gleichstrom I_d** am Ausgang der Gleichrichterschaltung.
- Anzeige des **Stromweges** durch die Gleichrichterschaltung als gestrichelte rote Linie.
- Anzeige des **Gleichstroms I_d am Ausgang** mit zeitlichem Verlauf (5a) und als arithmetischer Mittelwert (5b).
- Anzeige der **Augenblickswerte u_1 , u_d und i_d** von Wechselspannung U_1 (6a), Gleichspannung U_d (6b) und Gleichstrom I_d (6c).
- Anzeige von **Anschlussspannung (7a) und Angaben zum Transformator am Eingang der Gleichrichterschaltung**.
- Anzeige von **Spannung, Strom und Leistung (8a) am Ausgang der Gleichrichterschaltung**. Mit Brummspannung wird der Wechselspannungsanteil der Gleichspannung angegeben. Die Welligkeit gibt das Verhältnis der Brummspannung U_p zur Gleichspannung U_d an.
- Anzeige des **gesamten Kurvenverlaufs von 0 bis 360°** an Ein- und Ausgang.
- Anzeige der **Größe von Gleichspannung und Strom am Ausgang erfolgen in Bezug zur Eingangsspannung**. Die Eingangsspannung wird dabei immer mit maximaler Größe dargestellt. Dadurch können die Kurvenverläufe am Ein- und Ausgang über den gesamten Spannungsbereich von 1 bis 250 V mit max. Größe betrachtet werden.

Erste Schritte mit der Simulation

- Anzeige des Stromweges (4), der Stromkurve (5) und der Augenblickswerte (6) einschalten.
- Button „Play“ (1d) betätigen, um den Wechsel- und Gleichspannungsverlauf von 0 bis 360 Grad darzustellen.

Aufgaben • Analysieren der Funktionsweise (Blatt 3.2)

- Untersuchen der Ausgangsgrößen (Blatt 3.3)
- Berechnungen zur Gleichrichterschaltung (Blatt 3.4)

1. Bereiten Sie die Simulation zur Gleichrichterschaltung E1U wie im **Bild** vor. Stellen Sie eine Anschlussspannung U_1 von 230 V ein und starten Sie die Simulation mit der Pfeiltaste , um eine Periode der Wechselspannung darzustellen.

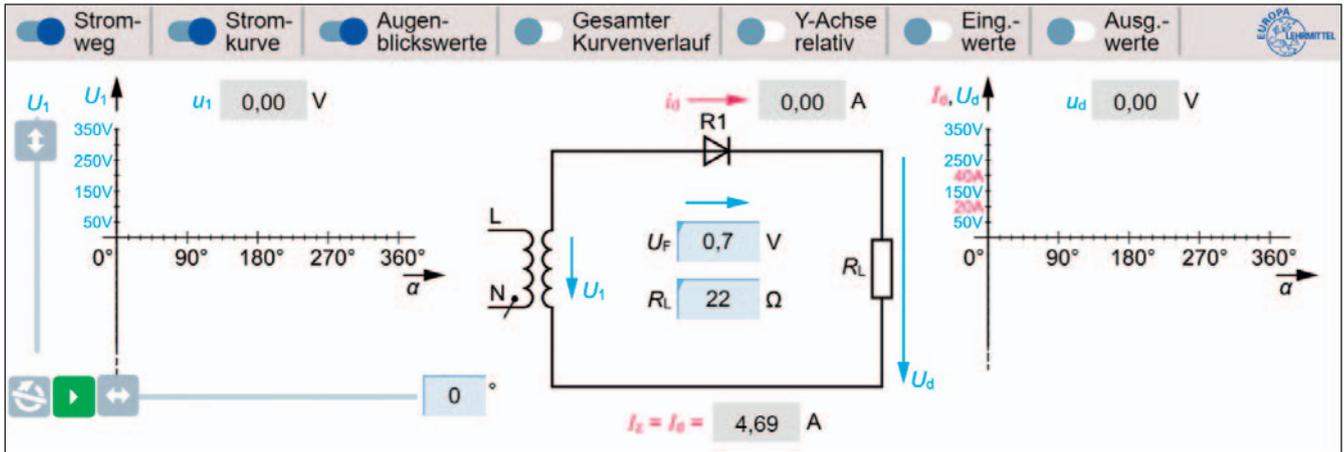


Bild: Gleichrichterschaltung E1U

Beschreiben Sie das Verhalten der Diode R1 während **a)** der positiven Halbwelle und **b)** der negativen Halbwelle.

a) _____

b) _____

2. Wie wird die Spannungsart **a)** am Eingang und **b)** am Ausgang der Gleichrichterschaltung (**Bild**) bezeichnet?

a) _____

b) _____

3. Geben Sie die Kurzbezeichnungen aus dem **Bild**, z.B. U_1 oder U_d , zu den folgenden Bezeichnungen an.

a) Effektivwert der Wechselspannung:

b) Augenblickswert der Wechselspannung:

c) Spannungsfall an der Diode:

d) Lastwiderstand:

e) Gleichspannung (Arithmetischer Mittelwert mit Berücksichtigung von U_F):

f) Gleichstrom (Arithmetischer Mittelwert mit Berücksichtigung von U_F):

4. Welche Auswirkung hat der Spannungsfall U_F an der Diode auf die Ausgangsspannung U_d der Gleichrichterschaltung?

5. Berechnen Sie **a)** den Scheitelwert der Wechselspannung U_1 bei der Eingangsspannung von 230 V und **b)** den Scheitelwert der pulsierenden Gleichspannung U_d am Ausgang der Gleichrichterschaltung bei einem Spannungsfall U_F an der Diode von 0,7 V. Prüfen Sie Ihre Ergebnisse mit der Simulation.

Geg.:	Ges.:
Lösung: a)	
b)	

6. Wie groß ist die maximale Sperrspannung U_R an der Diode R1 bei einer Spannung U_1 von 230 V?

Ermitteln Sie das Ergebnis mit der Simulation. $U_{Rmax} =$

7. Stellen Sie den Scheitelwert der Wechselspannung u_1 auf 1,414 V und den Spannungsfall U_F an der Diode auf 0,8 V ein. Betrachten Sie den gesamten Kurvenverlauf. Warum ist am Ausgang, z.B. beim Augenblickswert u_d bei 30°, die Spannung 0 V?

8. Welche praktische Anwendung hat eine Gleichrichterschaltung in einem Netzteil, z.B. zur Stromversorgung eines Laptops?

1. Bereiten Sie die Simulation zur Gleichrichterschaltung, wie im folgenden **Bild**, mit einer Anschlussspannung von $U_1 = 230\text{ V}$ vor.

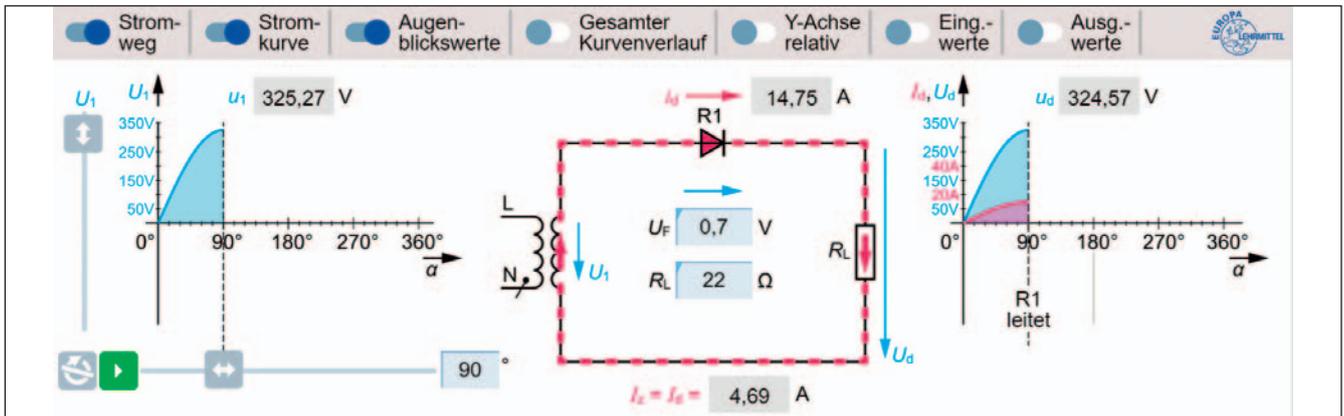


Bild: Gleichrichterschaltung E1U mit Anzeige des Stromweges

Ergänzen Sie die folgende Tabelle mit wichtigen Größen am Ausgang der Gleichrichterschaltung (**Bild**) und ermitteln Sie zu jeder Größe den jeweiligen Wert mithilfe der Simulation.

Größe	Formelbuchstabe	Wert bei $U_1 = 230\text{ V}$, $U_F = 0,7\text{ V}$ und $R_L = 22\ \Omega$
Gleichspannung		
	I_d	
Gleichstromleistung		
	U_p	
	w	

2. Die Spannung am Ausgang der Gleichrichterschaltung hat die Form einer Halbwelle (pulsierende Gleichspannung). Warum handelt es sich bei dieser Spannungsform trotzdem um eine Gleichspannung? Ergänzen Sie die Textlücken. Bei einer Gleichspannung bleibt die _____, im Gegensatz zu einer Wechselspannung, stets _____. Versorgt die Gleichspannung einen Stromkreis, fließt der _____ nur in einer _____.
3. Wie kann aus der pulsierenden Gleichspannung u_d , am Ausgang der Gleichrichterschaltung, prinzipiell der arithmetische Mittelwert U_d ermittelt werden ?

4. Berechnen Sie bei der Gleichrichterschaltung E1U **a)** den Gleichstrom I_d und **b)** die Gleichstromleistung P_d bei einer Wechselspannung U_1 von 240 V , einem Lastwiderstand R_L von $50\ \Omega$ und einem Spannungsfall U_F an der Diode von $0,8\text{ V}$. Ermitteln Sie die zur Berechnung notwendige Gleichspannung U_d mit der Simulation.

Geg.:	Ges.: a)	b)
Lösung: a)		
b)		

5. Erklären Sie die Bezeichnung „Brummspannung“?

6. Wie ist die Welligkeit w der Ausgangsspannung U_d einer Gleichrichterschaltung E1U definiert?

7. Welche drei Maßnahmen müssen in der Regel noch ergriffen werden, damit die Ausgangsspannung (**Bild**) als Versorgungsspannung für ein elektronisches Gerät, z.B. einen Laptop, genutzt werden kann?

a) _____ b) _____

c) _____

1. Bereiten Sie die Simulation zur Gleichrichterschaltung mit einer Anschlussspannung $U_1 = 240\text{ V}$ vor, wie im **Bild**.

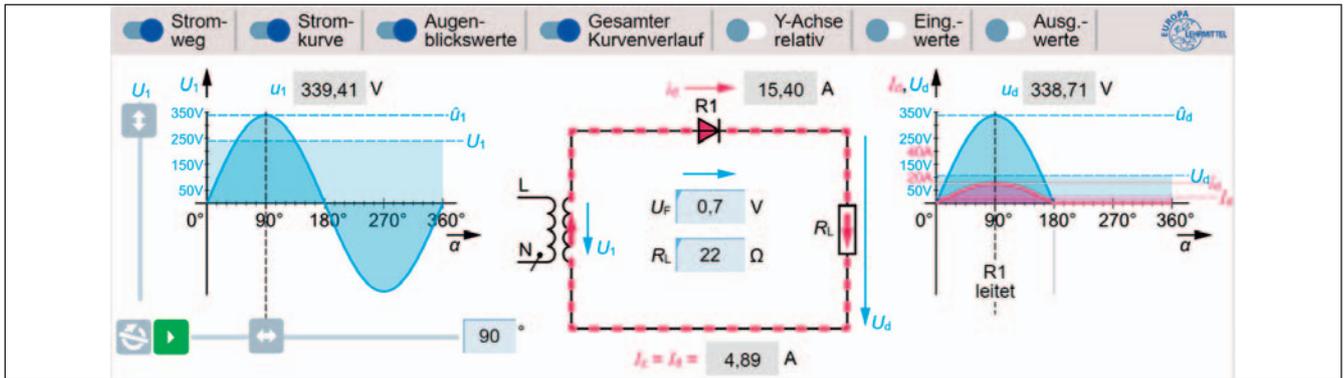


Bild: Gleichrichterschaltung E1U

a) Berechnen Sie den Scheitelwert \hat{u}_1 der Anschlussspannung U_1 und den Scheitelwert \hat{u}_d der Ausgangsspannung U_d .

Geg.:	Ges.:
Lösung:	

b) Ergänzen Sie in der **Tabelle** mithilfe der Simulation die Augenblickswerte u_d der pulsierenden Gleichspannung am Ausgang der Gleichrichterschaltung von 0 bis 345° im Intervall von 15° .

Tabelle: Augenblickswerte u_d im Bereich von 0° bis 345°											
α in $^\circ$	u_d in V	α in $^\circ$	u_d in V	α in $^\circ$	u_d in V	α in $^\circ$	u_d in V	α in $^\circ$	u_d in V	α in $^\circ$	u_d in V
0		60		120		180		240		300	
15		75		135		195		255		315	
30		90		150		210		270		330	
45		105		165		225		285		345	

c) Berechnen Sie aus den Augenblickswerten u_d der Tabelle den arithmetischen Mittelwert U_d .

Geg.:	Ges.:
Lösung:	

d) Vergleichen sie das Ergebnis aus **Aufgabe c)** mit dem Wert der Gleichspannung U_d in der Simulation. Wodurch entsteht der geringe Unterschied zwischen den beiden Werten?

2. a) Berechnen Sie die Brummspannung U_p zu den Werten aus der Simulation von **Aufgabe 1** mithilfe folgender Formeln.

$$U_p = \sqrt{(U_{\text{eff}})^2 - (U_d)^2}$$

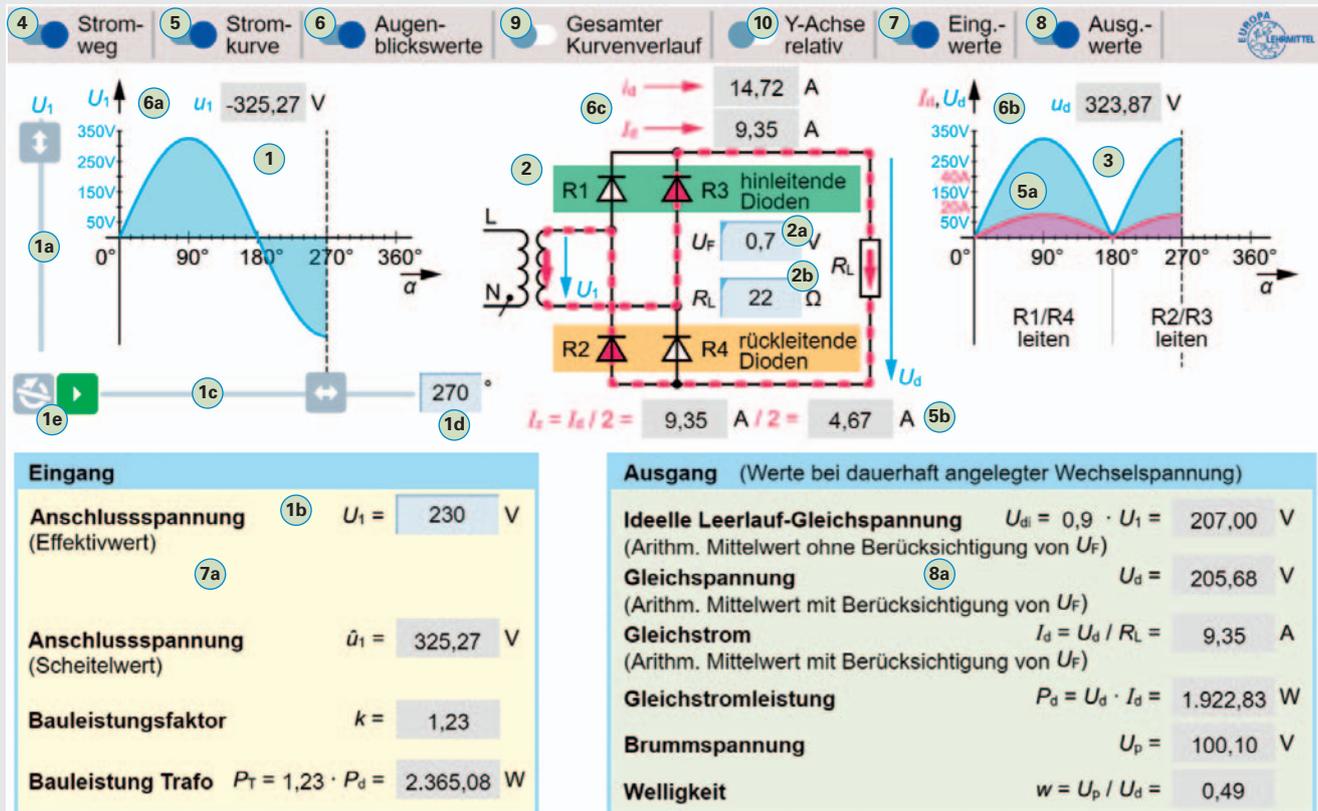
$$U_{\text{eff}} = \frac{\hat{u}_d}{2}$$

b) Berechnen Sie die Welligkeit w . **Hinweis:** $w = U_p / U_d$

Geg.:	Ges.:
Lösung: a)	
b)	

Die Gleichrichterschaltung B2U besteht aus vier Dioden und nutzt, im Gegensatz zur Gleichrichterschaltung E1U, beide Halbwellen (2 Pulse) der Wechselspannung. Dadurch wird die Welligkeit geringer und die Ausgangsspannung belastbarer. Die B2U-Schaltung wird auch als Brückengleichrichter-Schaltung bezeichnet.

i **Fachkunde Elektrotechnik,**
Elektronik (Kapitel 9),
Gleichrichterschaltungen



- Wechselspannung am Eingang** der Gleichrichterschaltung. Die **Größe der Wechselspannung** kann mit dem Schieber (1a) oder per Direkteingabe (1b) bestimmt werden.
- Manuelle Einstellung des **zeitlichen Verlaufs der Wechselspannung** im Bereich von 0 bis 360°. Der Winkel kann auch direkt im Feld (1d) eingegeben werden.
- Der Button ermöglicht den automatischen Ablauf der Darstellung des **zeitlichen Verlaufs der Wechselspannung** im Bereich von 0 bis 360°. Mit dem Button wird die automatische Darstellung ständig wiederholt.
- Gleichrichterschaltung B2U** mit Eingabefeld (2a) für den **Spannungsfall U_F** an den Dioden R1 bis R4 und Eingabefeld (2b) für den Wert des **Lastwiderstands R_L** .
- Gleichspannung U_d** und **Gleichstrom I_d** am Ausgang der Gleichrichterschaltung.
- Anzeige des **Stromweges** durch die Gleichrichterschaltung als gestrichelte rote Linie.
- Anzeige des **Gleichstroms I_d am Ausgang** mit zeitlichen Verlauf (5a) und als arithmetischer Mittelwert (5b).
- Anzeige der **Augenblickswerte u_1 , u_d und i_d** von Wechselspannung U_1 (6a), Gleichspannung U_d (6b) und Gleichstrom I_d (6c).
- Anzeige von **Anschlussspannung (7a) und Angaben zum Transformator am Eingang** der Gleichrichterschaltung.
- Anzeige von **Spannung, Strom und Leistung (8a) am Ausgang der Gleichrichterschaltung**. Mit Brummspannung wird der Wechselspannungsanteil der Gleichspannung angegeben. Die Welligkeit gibt das Verhältnis der Brummspannung U_p zur Gleichspannung U_d an.
- Anzeige des gesamten Kurvenverlaufs** von 0 bis 360° am Ein- und Ausgang.
- Anzeige der **Größe von Gleichspannung und Strom am Ausgang erfolgen in Bezug zur Eingangsspannung**. Die Eingangsspannung wird dabei immer mit maximaler Größe dargestellt. Dadurch können die Kurvenverläufe am Ein- und Ausgang über den gesamten Spannungsbereich von 1 bis 250 V mit max. Größe betrachtet werden.

Erste Schritte mit der Simulation

- Anzeige des Stromweges (4), der Stromkurve (5) und der Augenblickswerte (6) einschalten.
- Button „Play“ (1d) betätigen, um den Wechsel- und Gleichspannungsverlauf von 0 bis 360 Grad darzustellen.

- Aufgaben**
- Analysieren der Funktionsweise (Blatt 4.2)
 - Untersuchen der Ausgangsgrößen (Blatt 4.3)

1. Bereiten Sie die Simulation zur Gleichrichterschaltung B2U wie im **Bild 1** vor. Stellen Sie eine Anschlussspannung U_1 von 230 V ein und starten Sie mit der Pfeiltaste  eine Periode der Wechselspannung.

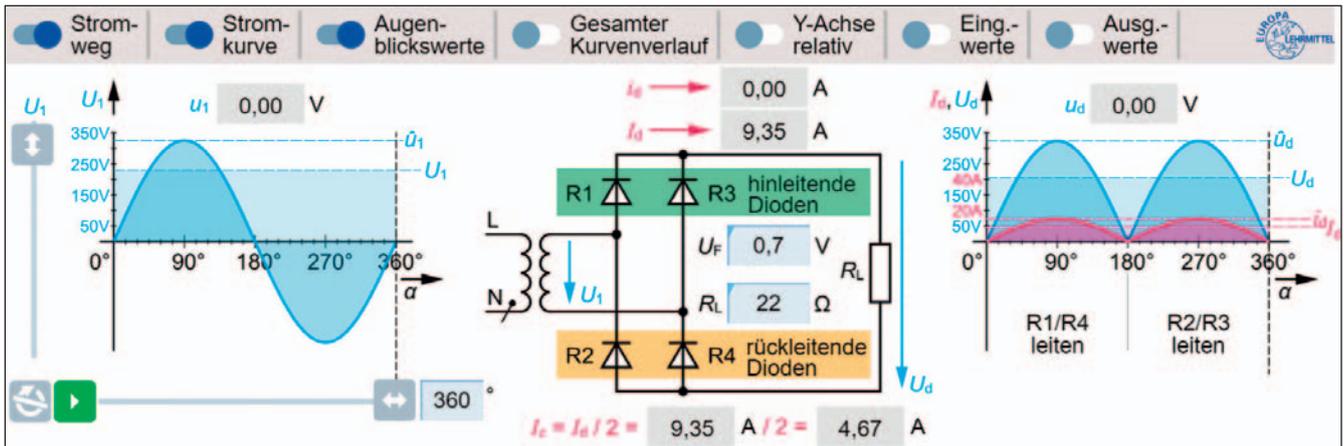


Bild 1: Gleichrichterschaltung B2U

2. a) Beschreiben Sie das Verhalten (gesperrt oder leitend) der Dioden R1 bis R4 während der **positiven Halbwelle** der Anschlussspannung U_1 .

- b) Zeichnen Sie den Stromweg als gestrichelte rote Linie in das **Bild 2** ein.

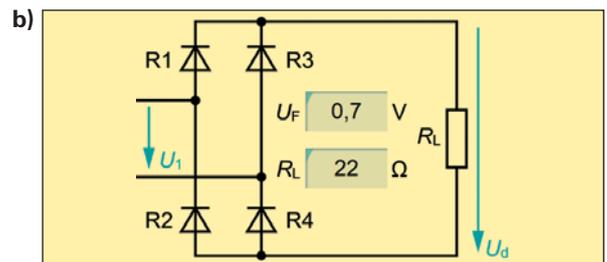


Bild 2: Stromweg bei positiver Halbwelle

3. a) Beschreiben Sie das Verhalten (gesperrt oder leitend) der Dioden R1 bis R4 während der **negativen Halbwelle** der Anschlussspannung U_1 .

- b) Zeichnen Sie den Stromweg als gestrichelte rote Linie in das **Bild 3** ein.

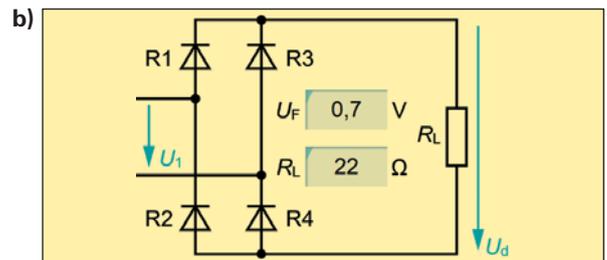


Bild 3: Stromweg bei negativer Halbwelle

4. Erklären Sie den Unterschied zwischen Zweigstrom I_z und Gleichstrom I_d .

5. Nennen Sie **a)** mindestens vier Vorteile und **b)** mindestens drei Nachteile der Gleichrichterschaltung B2U gegenüber der Gleichrichterschaltung E1U?

a) _____

b) _____

6. Warum kann die Gleichrichterschaltung B2U im Vergleich zu einer E1U-Schaltung für höhere Gleichstromleistungen P_d verwendet werden?

7. Warum ist die Welligkeit w bei der B2U-Gleichrichterschaltung kleiner als bei der E1U-Schaltung?

8. Welchen Vorteil hat die B2U-Gleichrichterschaltung gegenüber der E1U-Schaltung bezüglich der Bauleistung P_T ? Vergleichen Sie dazu die beiden Schaltungen bei gleicher Gleichstromleistung. Ergänzen Sie die Textlücken.

Die notwendige Bauleistung des benötigten _____ ist bei der Gleichrichterschaltung B2U erheblich _____, weil die Transformator-Bauleistung vom Effektivwert der _____ bestimmt wird, aber bei einer E1U-Schaltung nur die _____ der Leistung (nur eine Halbwelle) entnommen wird.

1. Bereiten Sie die Simulation zur Gleichrichterschaltung, wie im **Bild**, mit einer Anschlussspannung $U_1 = 240\text{ V}$ vor.

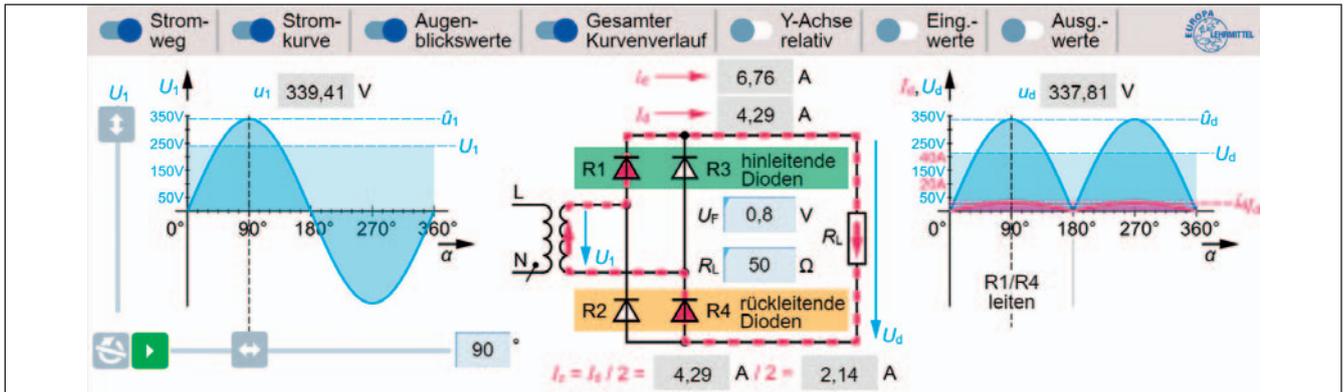


Bild: Gleichrichterschaltung B2U

Berechnen Sie bei der Gleichrichterschaltung B2U (**Bild**) **a)** den Gleichstrom I_d und **b)** die Gleichstromleistung P_d , bei einem Lastwiderstand R_L von $50\ \Omega$ und einem Spannungsfall U_F von $0,8\text{ V}$ an einer Diode. Ermitteln Sie die zur Berechnung notwendige Gleichspannung U_d mithilfe der Simulation.

Geg.:	Ges.: a)	b)
Lösung: a)		
b)		

2. Warum ist die Gleichspannung U_d bei der Gleichrichterschaltung B2U bei gleicher Anschlussspannung U_1 etwa doppelt so groß wie bei der E1U-Schaltung?

3. Welche Frequenz hat die Brummspannung U_p beim Betrieb der Gleichrichterschaltung B2U an der Netzwechselfspannung von $230\text{ V} / 50\text{ Hz}$?

- 50 Hz
 100 Hz
 150 Hz
 200 Hz
 300 Hz

4. Vergleichen Sie die Gleichrichterschaltungen E1U und B2U hinsichtlich der Gleichstromleistung P_d bei gleicher Anschlussspannung U_1 , gleichem Lastwiderstand R_L und gleichem Spannungsfall U_F pro Diode. Begründen Sie das Verhältnis der Gleichstromleistung der beiden Schaltungen.

5. Warum ist die Bauleistung P_T des Transformators immer größer als die Gleichstromleistung P_d am Ausgang der Gleichrichterschaltung?

6. Berechnen Sie **a)** den Effektivwert U_{deff} der pulsierenden Gleichspannung und **b)** die Brummspannung U_p am Ausgang der Gleichrichterschaltung (**Bild**) mithilfe der Formel für die Berechnung der Brummspannung (**Blatt 3.4, Aufgabe 2**).

Geg.:	Ges.:	$U_{\text{deff}} = \frac{\hat{u}_d}{\sqrt{2}}$
Lösung: a)		
b)		

7. Welche Folge hätte **a)** die Unterbrechung und **b)** der Kurzschluss einer der Dioden R1, R2, R3 oder R4 für die Gleichrichterschaltung in einem Netzteil?

- a)
-
- b)
-