Leseprobe

Christiani

Technisches Institut für
Aus- und Weiterbildung

Elektrotechnik

Lehrgang für gewerbliche Berufe

Auszubildende/
Schüler

Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG
www.christiani.de

Elektrotechnik - Azubi
1. Auflage 2017
Artikelnr.: 77365 | ISBN 978-3-95863-242-4

Christiani
seit 1931

Elektrotechnik – Lehrgang

Inhaltsverzeichnis

Kapitel	Thema	Seite
1	Spannung, Strom, Widerstand	1–3
2	Elektrischer Stromkreis	5
3	Elektrische Leiter und Isolierstoffe	7
4	Strom- und Spannungsmessung	9
5	Stromarten	11–12
6	Ohmsches Gesetz	13–14
6.5	Rechenaufgaben zum Thema Ohmsches Gesetz	15
7	Stromwirkungen	17–18
8	Gefahren des elektrischen Stroms	19–20
9	Umgang mit elektrischen Geräten	21
10	Elektrische Leistung und Wirkungsgrad	23–25
10.8	Rechenaufgaben zum Thema elektrische Leistung und Wirkungsgrad	26–27
11	Elektrische Arbeit	29–30
11.5	Rechenaufgaben zum Thema elektrische Arbeit	31–34
12	Leistungsbestimmung mit dem Zähler	35
12.3	Rechenaufgaben zum Thema Leistungsbestimmung mit dem Zähler	36
13	Verteilung elektrischer Energie	37–39
14	Elektrische Leitungen und Leitungsschutz	41–43
15	Elektrische Beleuchtung	45–48
16	Elektrotechnische Schaltzeichen und SI-Einheiten	49–52

Gliederung und Übersicht

Die Gliederung des vorliegenden Lehrbuches „ELEKTROTECHNIK“ erfolgt durch Ziffern von 1 bis 16.
Jede Ziffer steht für ein Hauptkapitel. Die einzelnen Kapitel sind in sich durch angehängte Zahlen weiter unterteilt, z. B. 1.1, 1.2, 1.3, usw. Dadurch lassen sich die verschiedenen Themenbereiche schnell finden und aufschlagen.

© by Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG

Elektrotechnik - Azubi
1. Auflage 2017
Artikelnr.: 77365 | ISBN 978-3-95863-242-4

Christiani
seit 1931

Vorwort

Die elektrische Energie hilft dem Menschen bei seiner Arbeit und in seiner Freizeit. Sie wird für Beleuchtungs-, Antriebs- und Heizzwecke ebenso verwendet wie für die die Übertragung und Verarbeitung von Informationen und Meinungen.

Man kann wohl ohne Übertreibung sagen, dass die elektrische Energie für die heutigen Menschen praktisch unentbehrlich geworden ist. Es gehört deswegen zur technischen Allgemeinbildung, über die grundlegenden Erscheinungen und Vorgänge der Elektrizität unterrichtet und über die sichere und wirtschaftliche Anwendung der elektrischen Energie informiert zu sein.

Um diesen höheren Bildungsstand zu erreichen, verlangen die neuen Bildungspläne aller gewerblichen-technischen Berufe, dass während der beruflichen Ausbildung auch die Grundlagen der Elektrotechnik vermittelt werden.

Der vorliegende Elektrotechnik-Lehrgang (Elektrotechnik für Nichtelektriker) soll dazu beitragen, die wichtigsten Grundlagen und Kenntnisse der Elektrotechnik durch einfache Versuche, anschauliche Skizzen und einsichtige Beispiele zu vermitteln. Bei der Ausarbeitung wurde als wichtigstes Unterrichtsziel festgelegt, dass der Auszubildende nach Durcharbeiten des Lehrgangs die wichtigsten Grundlagen kennt und versteht, sodass durch fachkundigen Umgang und sachgerechte Behandlung der elektrischen Einrichtungen, Geräte und Maschinen gefährliche Unfälle durch den elektrischen Strom vermieden werden.

Die im Lehrgang angegebenen und durchgeführten Versuche sollen dem Auszubildenden Erkenntnisse vermitteln, die durch alleiniges Lesen eines Fachbuchs nicht zu erreichen sind. Der Lehrgang stellt deshalb aber keinen Ersatz für das Fachbuch dar, sondern er ist eine Ergänzung, die vom Auszubildenden eine aktive Mitarbeit verlangt.

Praxisnahe Rechenbeispiele und Rechenaufgaben sollen die Erkenntnisse vertiefen und dem Auszubildenden ein Gefühl für die Größenordnungen in der Elektrotechnik geben. Das Lösen der Aufgaben kann während des Unterrichts oder als Hausaufgabe erfolgen. In jedem Fall sollten die Lösungen sorgfältig ausgeführt werden.

Die wichtigsten Beobachtungen und Erkenntnisse werden am Schluss der einzelnen Themen in Merksätzen zusammengefasst und festgehalten.

Die Gestaltung des Lehrgangs wurde bewusst als Lehr- und Arbeitsheft vorgenommen. Die einzelnen Blätter sind heraustrennbar, sodass sie nach Durcharbeiten und Lösen der Aufgaben im Schulordner abgelegt werden können.

Bestimmend für einen erfolgreichen Unterricht sind die praxisnah durchgeführten Versuche und Übungen der im Lehrgang behandelten Grundlagen und Rechenaufgaben. Sämtliche Versuche sind mit den im Lehrmittelhandel erhältlichen Experimentiergeräten durchführbar. Eine Grundausstattung der wichtigsten Versuchsgeräte sollte deshalb unbedingt vorhanden sein.

Für die verwendeten Begriffe, Definitionen und Darstellungen wurden die entsprechenden DIN-Normen und VDE-Bestimmungen beachtet.

Konstanz, Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG

© by Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG

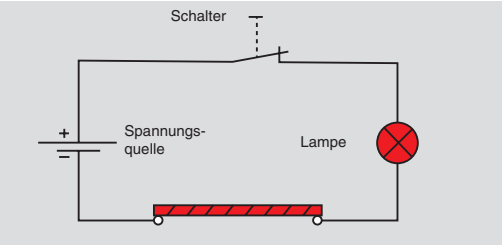
Elektrotechnik - Azubi
1. Auflage 2017
Artikelnr.: 77365 | ISBN 978-3-95863-242-4

Christiani
seit 1931

3 Elektrische Leiter und Isolierstoffe

Name _____
Klasse _____
Datum _____

3.1 Feste Leiter (Versuch 5/1)



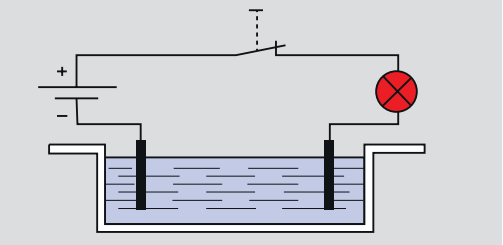
Feste Leiter

Merke: Elektrische Leiter sind Stoffe mit vielen „freien“ Elektronen.

Besonders gute Leiter sind:

Verwendung:

3.2 Flüssige Leiter (Versuch 5/2)

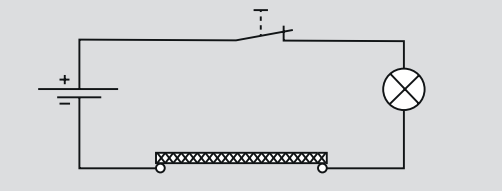


Flüssige Leiter (Elektrolyte)

Merke: In flüssigen Leitern tritt an die Stelle der Elektronenleitung die Ionenleitung.
ION = elektrisch geladenes Teilchen

Verwendung:

3.3 Isolierstoffe (Versuch 5/3)



Isolierstoffe

Merke: Isolierstoffe sind Werkstoffe mit wenigen „freien“ Elektronen. Sie leiten den elektrischen Strom fast nicht.

Verwendung:

3.4 Halbleiterwerkstoffe

Halbleiterwerkstoffe

Verwendung

Merke: Halbleiterwerkstoffe sind Werkstoffe, die den elektrischen Strom (Elektronen) nur in einer Richtung durchlassen.
Sie entstehen dadurch, dass man in reines Halbleitermaterial (z. B. Germanium oder Silizium) Fremdatome „einbaut“.

© by Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG

Elektrotechnik - Azubi
1. Auflage 2017
Artikelnr.: 77365 | ISBN 978-3-95863-242-4

Christiani
seit 1931

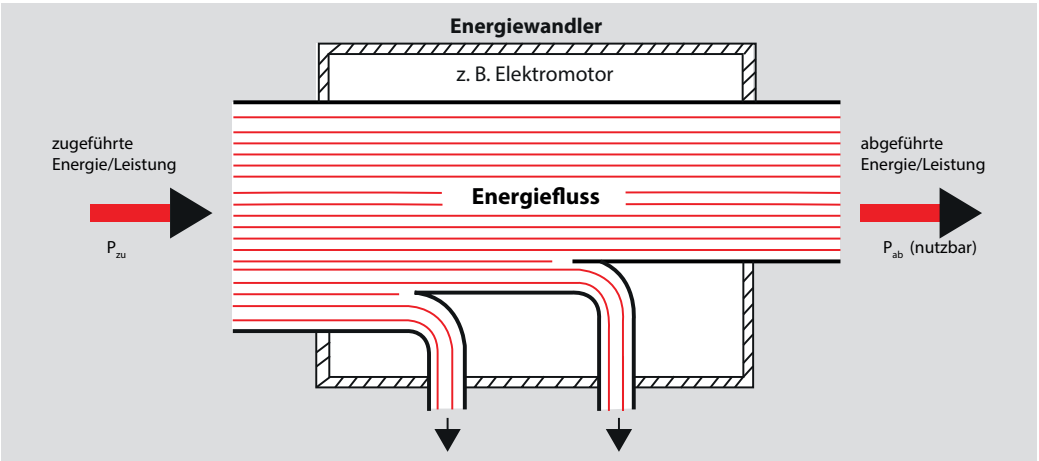
10 Elektrische Leistung 2 und Wirkungsgrad

Name _____
Klasse _____
Datum _____

10.7 Energieumwandlung und Wirkungsgrad

Geräte und Maschinen, die eine Energie von einer Form in eine andere umwandeln (z. B. elektrische Energie in mechanische Energie), nennt man Energiewandler. Elektrische Spannungserzeuger und Spannungsverbraucher sind Energiewandler.

Merke: Energiewandler beanspruchen **immer** einen Teil der zugeführten Energie als Eigenverbrauch (Stromwärme, Reibungswärme).



$$P_v = P_{zu} - P_{ab}$$

Erkenntnis:

Wirkungsgrad $\eta = \dfrac{\text{abgegebene Leistung } P_{ab} = P_{zu} - P_v}{\text{zugeführte Leistung } P_{zu}}$

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} \quad (\eta = \text{eta}) \qquad \eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} \cdot 100\ \%$$

P_{ab} =

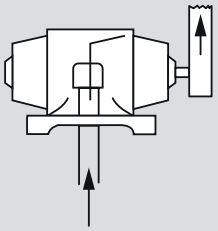
P_{zu} =

Wirkungsgrad einiger Energiewandler

Kraftfahrzeugmotoren	≈ 30–40 %	
Elektromotoren	≈ 75–85 %	
Kernkraftwerke	≈ 30 % (Kernenergie)	
Wärmekraftwerke	≈ 35–40 %	} Kohle, Öl, Erdgas
Heizkraftwerke	≈ 80 %	

Beachte:
Der Wirkungsgrad ist stets kleiner als 1 bzw. kleiner als 100 %.

Beispiel: Elektromotor
mechanische Leistung P_{ab} = 4 kW



elektrische Leistung P_{zu} = 5 kW

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} =$$

© by Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG

Elektrotechnik - Azubi
1. Auflage 2017
Artikelnr.: 77365 | ISBN 978-3-95863-242-4

Stromrechnung für Monat März (Tarif = 26 Cent/kWh)

Monat	Abnehmer Nr.	Bezug in kWh	Zählerstand nach Bezug	Tarif Cent/kWh	Arbeitskosten €	Arbeitskosten Cent	Grundgebühr €	Grundgebühr Cent	Netto-Rechnungsbetrag €	Netto-Rechnungsbetrag Cent
	3 240 876									

10. Aufg.: Berechnen Sie die Kosten für die folgenden elektrischen Geräte während eines Wintermonats. Der Arbeitspreis beträgt 26 Cent je Kilowattstunde und die Grundgebühr 7,50 Euro je Monat.

Elektrische Geräte	Leistung P je Gerät W	Gesamte Leistung P_{ges} kW	durchschnittl. Betriebsstd. t je Monat h	durchschnittl. Arbeit W je Monat kWh	durchschnittliche Betriebskosten je Monat €	Cent
12 Lampen	30		150			
30 Lampen	10		120			
1 Fernsehgerät	180		90			
1 Rundfunkgerät	60		150			
1 Elektroherd	3000		60			
1 Waschmaschine	3200		10			
1 Heizlüfter	2000		30			
1 Bügeleisen	700		15			
1 Schnellkocher	2000		12			
Gesamter Verbrauch und gesamte Arbeitskosten:						
Grundgebühr:						
Netto-Rechnungsbetrag in Euro € (ohne MwSt.)						

Lösungsbeispiel für 12 Stück 30-Watt-Lampen (Querspalte 1):

$P_{ges1} = P_1 \cdot 12 = 30\ W \cdot 12 = 360\ W = 0{,}36\ kW$

$W_1 = P_{ges1} \cdot t_1 = 0{,}36\ kW \cdot 150\ h = 54{,}0\ kWh$

$\text{Kosten 1} = \text{Arbeit } W_1 \cdot \text{Arbeitspreis} = 54{,}0\ kWh \cdot 26\frac{Cent}{kWh} = 1404\ Cent = 14{,}04\ €$

Die restlichen Aufgaben sind entsprechend diesem Beispiel zu lösen!

Beachte: Zum Netto-Rechnungsbetrag wird die Mehrwertsteuer (MwSt) hinzugeschlagen!

© by Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG

Elektrotechnik - Azubi
1. Auflage 2017
Artikelnr.: 77365 | ISBN 978-3-95863-242-4

15.2 Elektrische Beleuchtung

Name _____
Klasse _____
Datum _____

15.3 Leuchtstofflampen als elektrische Lichtquelle

Leuchtstofflampen haben eine lange Lebensdauer (ca. 15 000 Betriebsstunden) und eine hohe Lichtausbeute (bis zu 100 lm/W). Sie werden in unterschiedlichen Lichtfarben angeboten. Danach richtet sich auch ihre Farbwiedergabeeigenschaft, die als gut bezeichnet werden kann.
Leuchtstofflampen sind Gasentladungslampen. Das Entladungsrohr mit eingeschlämmten Leuchtschichten ist mit Quecksilberdampf sowie eine geringe Menge Edelgas gefüllt. An den Rohrenden sind Wolframwendel als Elektroden eingebaut.

Beachte: Starter (Glimmstarter) sind dem Verschleiß unterworfen. Zum Austausch dürfen nur Starter mit gleicher Typenbezeichnung verwendet werden.

Elektronisches Vorschaltgerät

Zur Zündung und zum Betrieb von Leuchtstofflampen werden häufig „Elektronische Vorschaltgeräte“ (EVGs) verwendet. Sie haben manche Vorteile.
Zum Beispiel:

- Lampenschonende Zündvorgänge
- Geringe Verlustleistung
- Flackerfreier Start
- Höhere Lichtausbeute der Lampe
- Stufenlos dimmbar

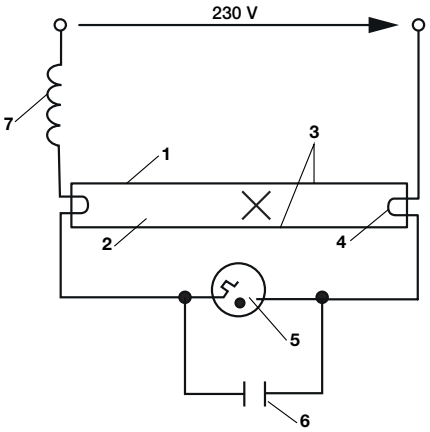
Kenziffern bei Leuchtstofflampen

Kennziffer	Bedeutung	Verwendung
11,12	tageslichtweiß (tw)	Innenbeleuchtung
21,22	neutralweiß (nw)	Arbeitsstätten-beleuchtung
31,32	warmweiß (ww)	Wohnbereichs-beleuchtung
72	ähnlich Sonnenlicht	Bürobeleuchtung

Arbeitsweise der Leuchtstofflampe

Prinzipzeichnung zur Wirkungsweise

An den Elektroden wird eine elektrische Spannung angelegt. Freie Ladungsträger im Entladungsrohr werden dadurch beschleunigt und kollidieren mit den Gasatomen. Folge ist eine kurzzeitige Strahlungsemission. Die Lichtfarbe wird durch die Leuchtschicht bestimmt.



1 Glasrohr der Leuchtstofflampe
2 Gasfüllung
3 Leuchtschicht
4 Wolframelektroden
5 Starter (Glimmstarter)
6 Entstörkondensator
7 Vorschaltgerät

Beim Einschalten fließt ein geringer Strom über Vorschaltgerät, Lampenelektroden und Starter. Die Kontakte des Starters werden durch Glimmentladung erwärmt. Der Starter schließt den Stromkreis. Der dann fließende höhere Strom erhitzt die Lampenelektroden. Es kommt zu einer Zunahme der Elektronenemission.
Glimmentladung am Starterkontakt erlischt. Durch Abkühlung wird der Starterkreis geöffnet. Dadurch erzeugt die Drossel eine hohe Spannung (Induktion) und die Lampe wird gezündet. Nach dem Zünder begrenzt die Drossel die Lampenspannung auf ca. 80 V, was den Lampenstrom begrenzt.

Aufgaben des Vorschaltgeräts

1. Erzeugung der notwendigen Zündspannung.
2. Strombegrenzung nach dem Zündvorgang.

© by Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG