

Vogel Fachbuch

Janßen / Soboll / Böttle / Friedrichs

Aufgaben und Lösungen Elektrotechnik

Die Meisterprüfung

Dipl.-Ing. Thorsten Janßen
Dipl.-Ing. Reinhard Soboll
Dipl.-Ing. Peter Böttle
Dipl.-Ing. Horst Friedrichs

Aufgaben und Lösungen Elektrotechnik

15., bearbeitete Auflage

Vogel Buchverlag

In der Fachbuchreihe «Die Meisterprüfung in der Elektrotechnik» sind bisher erschienen:

Böttle/Boy/Clausing: Elektrische Mess- und Regelungstechnik	Dugge/Eißner: Grundlagen der Elektronik
Behrends/Wessels: Formeln und Tabellen Elektrotechnik	Fehmel/Behrends: Elektrische Maschinen
Böttle/Friedrichs: Mathematische und elektrotechnische Grundlagen	Folkerts/Baade: Hausgeräte-, Beleuchtungs- und Klimatechnik
Boy/Bruckert/Wessels: Elektrische Steuerungs- und Antriebstechnik	Janßen/Soboll/Böttle/Friedrichs: Aufgaben und Lösungen Elektrotechnik
Boy/Dunkhase: Elektro-Installationstechnik	Siegismund: Werkstoffkunde

Im Vogel Buchverlag sind vom bfe Oldenburg erstellte Lern-CDs erschienen:

Antennentechnik	Grundlagen der Elektrotechnik 3
Beleuchtungstechnik	Grundlagen der Elektrotechnik 4
Brennstoffzellen	Grundlagen der technischen Mathematik
Drehstromtechnik	Leistungselektronik
EIB Europäischer Installationsbus	Messtechnik
Elektronik 1	Regelungstechnik
Elektronik 2	SPS Einführung in speicherprogrammierbare Steuerungen
Grundlagen der Elektrotechnik 1	Steuerungstechnik mit Schaltungssimulator
Grundlagen der Elektrotechnik 2	Wechselstromtechnik

Außerdem als CD-ROM im Vogel Buchverlag lieferbar:

Janßen/Soboll/Böttle/Friedrichs:	Prüfungstrainer Elektrotechnik Prüfungsorientiertes Lernen mit <i>MemoStep6</i>
----------------------------------	--

Weitere Informationen:

www.vogel-buchverlag.de



<http://twitter.com/vogelbuchverlag>



www.facebook.com/vogel.buchverlag



www.vogel-buchverlag.de/rss/buch.rss

ISBN 978-3-8343-3296-7

15. Auflage. 2013

Alle Rechte, auch der Übersetzung, vorbehalten.
Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Printed in Germany

Copyright 1974 by Vogel Business Media GmbH & Co. KG, Würzburg

Vorwort

Dieses Buch erscheint in der Reihe *Die Meisterprüfung in der Elektrotechnik* und gilt als Ergänzung zu diesen Fachbüchern. Es enthält Aufgaben und deren Lösungen für die in der vorgenannten Buchreihe behandelten Themen. Dieser Band wurde zur Übung für den zukünftigen Meister aller elektrotechnischen Fachrichtungen geschaffen und erlangt somit eine besondere Bedeutung in der Meisterausbildung.

Zur Lösung dieser Aufgaben wird der Stoff vorausgesetzt, der in den zu dieser Buchreihe gehörenden sechs weiteren Bänden behandelt wird. Die mit diesen Aufgaben erreichbaren Lernziele entsprechen den Anforderungen, die der Zentralverband der Deutschen Elektrohandwerke für die Meisterprüfung im Elektrotechniker-Handwerk festgelegt hat. Darüber hinaus erfüllt das Buch zum größten Teil die gleichen Anforderungen bei ähnlichen Fachrichtungen.

Fachlicher und didaktischer Aufbau

In den vorangegangenen Auflagen wurden zu den Rechenaufgaben nur die Ergebnisse geliefert. Aufgrund vieler Anregungen von Lesern und Diskussionen mit anderen Schulungsstätten, erhält diese Auflage einen Lösungsteil mit ausführlichen Musterlösungen.

Die programmierten Aufgaben liegen in folgenden 3 unterschiedlichen Formen vor.

- a) Aufgaben nach dem Antwortauswahlsystem sind durch einen Kreis \bigcirc gekennzeichnet. Dieser ist durch ein Kreuz zu markieren, wenn die Antwort zutrifft. Die Zahl der richtigen Antworten ist bei den Aufgaben unterschiedlich, d. h., es gibt Aufgaben mit einem und solche mit mehreren Kreuzen.

Beispiel

Zu welcher der Größen a) bis d) gehört der Formelbuchstabe κ ?

a) Leitwert	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
b) spezifischer Leitwert	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
c) spezifischer Widerstand	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
d) Leitfähigkeit	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Schreibweise im Lösungsteil: b); d)

- b) Zuordnungsaufgaben mit nur *einer* Antwortmöglichkeit enthalten Quadrate . In diese sollten die Kennbuchstaben [a); b); ...] des zuzuordnenden Begriffes eingetragen werden.
Dieser Kennbuchstabe kann mehrfach zugeordnet werden. Es ist auch möglich, dass ein Kästchen nicht ausgefüllt werden kann und ein Begriff sich nicht zuordnen lässt.

Beispiel

Die Formelbuchstaben a) ϱ ; b) κ ; c) R ; d) G sind den Größen 1. bis 5. richtig zuzuordnen.

Lösung

1. Widerstand	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
2. Spannung	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
3. Leitwert	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
4. Leitfähigkeit	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
5. spezifischer Leitwert	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>

Schreibweise im Lösungsteil: 1. c); 2. -); 3. d); 4. b); 5. b)

- c) Zuordnungsaufgaben mit mehreren Antwortmöglichkeiten enthalten Rechtecke.
Hier sind die Kennbuchstaben [a); b); ...] aller richtigen Begriffe einzutragen.

Beispiel

Die Größen a) Leitfähigkeit; b) Leitwert; c) spezifischer Leitwert; d) Widerstand; e) spezifischer Widerstand sind den Formelbuchstaben 1. bis 4. zuzuordnen.

1. R	<input type="text"/>			<input type="text" value="d)"/>
2. κ	<input type="text"/>			<input type="text" value="a); c)"/>
3. G	<input type="text"/>			<input type="text" value="b)"/>
4. ϱ	<input type="text"/>			<input type="text" value="e)"/>

Schreibweise im Lösungsteil: 1. d); 2. a), c); 3. b); 4. e)

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
A Mathematische Grundlagen	11
Grundrechnungsarten	11
Addition und Subtraktion	11
Multiplikation	11
Division und Bruchrechnung	12
Dreisatz- und Prozentrechnung	13
Klammern	14
Klammern auflösen	14
Klammern setzen	14
Potenzen	14
Rechnen mit Potenzen	15
Wurzeln	15
Gleichungen	17
Gleichungen, die nur eine Rechenstufe enthalten	17
Gleichungen, die mehrere Rechenstufen enthalten	17
Gleichungen, die die unbekannte Größe mehr als einmal enthalten	18
Gleichungen mit 2 Unbekannten	18
Pythagoras	19
Winkelfunktionen	20
Darstellungen im Koordinatensystem	22
B Technisches Rechnen	24
Umrechnen von Einheiten	24
Lineare Grundeinheiten	24
Flächeneinheiten	24
Volumeneinheiten	24
Allgemeine Einheiten	24
Flächenberechnungen	24
Körperberechnungen	25
Berechnungen von Spulen	27
Rechnungen aus der Mechanik	28
Geschwindigkeit	28
Umfangsgeschwindigkeit	28
Beschleunigung – Verzögerung	28
Riementrieb	29
Zahnradtrieb	29
Schneckentrieb	30
Masse (Gewicht); Kraft (Gewichtskraft)	30
Masse – Dichte; Gewichtskraft	31
Kraft, Kräfte diagramm	32
Drehmoment, Hebelgesetz	32

C	Grundbegriffe der Physik und Chemie	34
D	Elektrochemie	41
	Elektrochemische Spannungserzeugung und Korrosion	43
E	Elektrischer Widerstand und Schaltungen mit Widerständen	51
	Elektrischer Widerstand und Leitwert	51
	Widerstandskennlinie	52
	Nichtlineare Widerstände	54
	Widerstand und Material	54
	Veränderlichkeit des elektrischen Widerstandes	56
	Stromdichte	57
	Temperaturabhängigkeit vom Widerstand	58
	Grundschaltungen von Widerständen	59
	Reihenschaltung	60
	Parallelschaltung	62
	Schaltungen von Spannungsquellen	65
	Belasteter Spannungsteiler	67
	Wheatstone-Brückenschaltung	69
	Widerstandsbauelemente	72
	Temperaturabhängige Widerstände	73
	Spannungsabhängige Widerstände (Varistoren)	76
F	Arbeit – Energie, Leistung, Wärme	77
	Arbeit – Energie	77
	Arbeit und Leistung	77
	Widerstand und Leistung	78
	Wärmelehre	79
G	Elektrisches Feld und Kondensator	81
	Gesetze des elektrischen Feldes	81
	Kondensatoren	82
	Kondensatoren im Gleichstromkreis	84
	Integrier- und Differenzierglieder	85
	Bauformen und Eigenschaften von Kondensatoren	86
H	Magnetisches Feld	88
	Grundbegriffe	88
	Magnetischer Kreis	89
	Ferromagnetische Materialien	90
	Elektromagnete	92
	Elektromagnetische Induktion	94
	Induktivität	94
	Spule im Gleichstromkreis	95
	Wirbelströme	96
I	Wechselstromtechnik	97
	Periode – Periodendauer	97
	Frequenz – Polpaarzahl – Drehzahl	97
	Phasenverschiebung	98
	Induktiver Widerstand	99
	Reihenschaltung von R und X_L	99
	Parallelschaltung von R und X_L	100

Kapazitiver Widerstand	100
Reihenschaltung von R und X_C	101
Parallelschaltung von R und X_C	101
Reihen- und Parallelschaltung verschiedener Bauteile	103
Gemischte Schaltungen	104
Schwingkreis	104
Blindleistungskompensation in Wechselstromschaltungen	105
K Drehstromtechnik	107
Drehstrom-Verbraucherschaltungen (symmetrisch)	107
Drehstrom-Verbraucherschaltungen (unsymmetrisch)	108
Blindleistungskompensation in Drehstromsystemen	109
L Leitungsberechnungen	111
M Elektrische Mess- und Regelungstechnik	114
Grundbegriffe	114
Messinstrumente und Messumformer	118
Elektrizitätszähler	123
Strom- und Spannungswandler	126
Messung nichtelektrischer Größen	127
Regelungstechnik	131
N Elektrische Maschinen	135
Gleichstrommaschinen	135
Mechanischer Aufbau	135
Anschlussbezeichnungen	135
Drehrichtung	136
Erregerarten	136
Generatoren und Motoren	137
Scheibenläufermotoren	142
Transformatoren	143
Asynchronmaschinen für 1-Phasen-Wechselstrom	147
Asynchronmaschinen für 3-Phasen-Wechselstrom	148
Synchronmaschinen	154
Sondermaschinen	157
O Schaltungs- und Steuerungstechnik	160
Schaltgeräte	160
Schutzeinrichtungen	166
Schaltungstechnik	169
Binäre Schaltungen	173
Speicherprogrammierbare Steuerungen	174
P Drehzahlverstellung elektrischer Antriebe	175
Q Hausgerätetechnik	177
Wächter, Begrenzer, Regler	177
Kochgeräte	178
Kühlsysteme und -geräte	180
Warmwassergeräte	183
Funkentstörung	185

R	Beleuchtungstechnik	188
S	Elektrische Klimatechnik	197
	Klimatisierung	197
	Lüftung	198
	Heizungstechnik	198
	Wärmebedarfsberechnung	200
T	VDE-Bestimmungen	202
	Allgemein	202
	Schutzmaßnahmen	203
	Leitungsbemessung	212
	Leitungen und Kabel	213
	Installationsbestimmungen	215
U	Blitzschutz-, Antennen- und Fernmeldeanlagen	226
	Blitzschutzanlagen	226
	Fernmeldeanlagen	228
	Antennenanlagen	229
V	Unfallverhütungsvorschriften	236
W	Elektronik	238
	Halbleiterwerkstoffe	238
	Halbleiterwiderstände	238
	Halbleiterdioden	240
	Spannungsstabilisierung mit Z-Dioden	244
	Bipolartransistor	245
	Linearverstärker mit Bipolartransistoren	246
	Bipolartransistor als Schalter	250
	Kippschaltungen mit Bipolartransistoren	253
	Feldeffekttransistoren	255
	Feldeffekttransistor als Schalter	256
	Operationsverstärker	257
	Thyristoren	263
	Optoelektronik	270
	Hall-Generatoren und Feldplatten	273
	Elektronische Strom- und Spannungsquellen	275
	Digitaltechnik	279
	Kühlung von Bauelementen	285
X	Telekommunikations- und Gefahrenmeldetechnik	287
Y	Kombinierte auftragsorientierte Aufgaben zur Prüfung	289
	Lösungen	297

A Mathematische Grundlagen

Grundrechnungsarten

Addition und Subtraktion

A1 $6d + 4d + d + 2d =$

A2 $17a + 4b + 4a + 12b =$

A3 $7h - 3h + 8h - 4h + h =$

A4 $3xz + 9z + 4x + 5xz + 21 + z + 8x + 4 =$

A5 $-3ax + 15ax - 5ax - ax =$

A6 $5cx - 3c + 3cx - 8cx + 5c =$

A7 $(+6V) + (+6V) =$

A8 $(+15V) + (-4V) =$

A9 $(-6V) + (+8V) =$

A10 $(-12V) + (-4V) =$

A11 $(+6mA) - (+4mA) =$

A12 $(+4A) - (-2A) =$

A13 $(-6V) - (+4V) =$

A14 $(-12A) - (-4A) =$

A25 $10x + (3x - 4y) + (4y - 13x) =$

A26 $12 - (5x - 6) + (13x + 1) - (x - 10) =$

A15 $-10c + (-5c) =$

A16 $5xy + (+8xy) =$

A17 $8a - (-2a) =$

A18 $-7x - (+3x) =$

A19 $4b - (-5b) =$

A20 $-8ad - (+12ad) =$

A21 $-8a - (-5a) - (+3a) =$

A22 $6d + (-8d) + (+2d) =$

A23 $-4x - (+9x) - (-5x) =$

A24 $12b - (-8b) - (-20b) =$

Multiplikation

A27 $12c \cdot 0,5 =$

A28 $22f \cdot 2g \cdot h =$

A29 $2a \cdot 3b + 6a \cdot 4b =$

A30 $3xy \cdot 7z - xy \cdot 8z + 2z \cdot 3xy =$

A31 $(+3ab) (-2cd) =$

A32 $(-3x) (-5y) =$

A33 $(+4) (-3) (-5) (-2) =$

A34 $5 (-2) (-3) + 8 (-4) (-5) =$

$$\text{A35 } 3x(-4y) + (-5x)(+3y) =$$

$$\text{A36 } 18ab + (-2b)(-3c) - (+3c)(+4b) - (-2a)(+2b) =$$

$$\text{A37 } 2b(-8a) - (+5b)(-7a) - (-6b)(-10a) =$$

Division und Bruchrechnung

$$\text{A38 } 87a : 3 =$$

$$\text{A39 } 32x : (-x) =$$

$$\text{A40 } -48cd : (-12d) =$$

$$\text{A41 } \frac{3ab}{-a} =$$

$$\text{A42 } \frac{+12xy}{-2x} =$$

$$\text{A43 } \frac{-2x}{-2} =$$

$$\text{A44 } \frac{x+y}{2} + \frac{x-y}{2} =$$

$$\text{A45 } \frac{x+y}{2} - \frac{x-y}{2} =$$

$$\text{A46 } \frac{x-y}{2} + \frac{3x+y}{2} =$$

$$\text{A47 } \frac{a-2b}{a+b} + \frac{a+3b}{a+b} =$$

$$\text{A48 } \frac{3a-2b}{a+b} - \frac{3a+2b}{a+b} =$$

$$\text{A49 } \frac{5a}{6} - \frac{4a}{5} =$$

$$\text{A50 } \frac{7x}{15} - \frac{4x}{25} =$$

$$\text{A51 } 5 - \frac{x}{2y} =$$

$$\text{A52 } \frac{6}{e} + 7 - \frac{5}{f} =$$

$$\text{A53 } \frac{5}{xy} \cdot \frac{3y}{5} =$$

$$\text{A54 } \frac{9ab}{12x} \cdot \frac{4y}{3a} =$$

$$\text{A55 } \frac{12a}{am} \cdot \frac{m}{6} =$$

$$\text{A56 } \frac{18ab}{9hg} \cdot \frac{27h}{54a} =$$

$$\text{A57 } \frac{2ab}{11cd} \cdot \frac{22c}{8b} =$$

$$\text{A58 } 12 \cdot \frac{3y}{4} \cdot \frac{7a}{2} =$$

$$\text{A59 } \frac{13x}{15ab} : \frac{39x}{5a} =$$

$$\text{A60 } \frac{81cdx}{3x} : 9cd =$$

$$\text{A61 } \frac{ab}{cd} : \frac{3a}{c} =$$

Dreisatz- und Prozentrechnung

- A62 Die Verlegung von 85 m Stegleitung kostet 45,63 €. Wie viel kostet die Verlegung von 110 m Stegleitung?
- A63 Eine Maschine stanzt 9000 Statorbleche in der Stunde. Welche Zeit wird für das Stanzen von 3000 Statorpaketen benötigt, wenn jeder Stator 111 Bleche hat?
- A64 12 Arbeiter kultivieren ein Stück Land in 6 Tagen. Wie viel Tage brauchen 4 Arbeiter dazu?
- A65 Auf 3 Druckgussmaschinen werden in 8 Stunden 5760 Al-Teile abgossen. Wie viele Druckgussmaschinen werden benötigt, wenn in 6 Stunden 7200 Teile gefertigt werden sollen?
- A66 Bei einem Zinssatz von 4,5% ergeben sich jährlich 69 € Zinsen. Wie hoch ist die Spareinlage?
- A67 Eine Spannungsregelanlage liefert eine Ausgangsspannung von $230\text{ V} \pm 1,5\%$. Wie groß ist die Spannungsabweichung in V?
- A68 Die Nettobezüge eines Handwerkers betragen 920,33 €. Die Abzüge machen 32% der Bruttoeinkünfte aus. Wie hoch sind die Bruttobezüge?
- A69 Das Lot L-Sn 60 PbAg enthält 60% Sn, 36% Pb und 4% Ag. Wie viel kg sind von jedem Metall in 3,5 kg Lot enthalten?
- A70 Eine Arbeit kann in 15 Tagen von 4 Gesellen fertiggestellt werden. Sie soll jedoch in 12 Tagen beendet sein. Wie viele Gesellen müssen zusätzlich eingesetzt werden?
- A71 Ein Geselle braucht für eine Arbeit, wenn er sie allein ausführt, 8 Stunden. Ein Lehrling würde dafür 12 Stunden benötigen. Welche Zeit benötigen sie zusammen für die Arbeit?

Klammern

Klammern auflösen!

$$A72 \quad (16x + 2) 8 =$$

$$A73 \quad (3a + 5b) a =$$

$$A74 \quad n(n + 1) =$$

$$A75 \quad n(n - 1) =$$

$$A76 \quad (a - b + c) 5 =$$

$$A77 \quad 2b(3a + 5b - 7c) =$$

$$A78 \quad (a - b)(-x) =$$

$$A79 \quad (5x - 4y + 3z) \cdot (-3x) =$$

$$A80 \quad 5(x + 2y) - 4(2x - 3y) =$$

$$A81 \quad 3 \cdot [4a - (2b + c)] =$$

$$A82 \quad (-2ab)(-5x + 3y) =$$

$$A83 \quad (x + y) 6 + 3(x - y) =$$

$$A84 \quad 5x(2a + 3b - 8c)(-2y) =$$

$$A85 \quad (y + 3)(x - 5) =$$

$$A86 \quad (5b - 4)(-3 + x) =$$

$$A87 \quad (7x - 8y) 3(2b - 3c) =$$

Klammern setzen!

$$A88 \quad 14a + 63b =$$

$$A89 \quad de + ef - eg =$$

$$A90 \quad 15ab + 3abc - 45abcd =$$

$$A91 \quad b - ab =$$

$$A95 \quad \frac{2 \cdot I_1 \cdot l_1}{\kappa \cdot A} + \frac{2 \cdot I_2 \cdot l_2}{\kappa \cdot A} + \frac{2 \cdot I_3 \cdot l_3}{\kappa \cdot A} =$$

$$A96 \quad \frac{\pi sD}{2} + \frac{\pi sd}{2} =$$

$$A97 \quad \frac{D^2 \pi}{4} - \frac{d^2 \pi}{4} =$$

$$A98 \quad R_K + R_K \alpha \Delta \vartheta =$$

$$A92 \quad 5ce - cd =$$

$$A93 \quad 4ab - 3bc + 8ab =$$

$$A94 \quad 16xy + 4ax - 20xz =$$

$$A99 \quad \frac{Q}{8} - \frac{Q}{8} d =$$

$$A100 \quad R_m - R_m n =$$

$$A101 \quad RR_1 - RR_2 =$$

$$A102 \quad QR - Qr =$$

$$A103 \quad sn_0 - n_0 =$$

Potenzen

A104 Folgende Potenzen sind auszurechnen:
 $6^3, 5^2, 2^4, 3^3, 12^3, (2x)^2, (3y)^3, (3 \text{ m/s})^2$

A105 Folgende Ausdrücke sind als Zehnerpotenzen zu schreiben:
200; 1200; 0,65; 0,3 mm, 400 A, 30 MW, 500 kV, 100 mV

Rechnen mit Potenzen

$$A106 \quad 10^5 \cdot 10^3 =$$

$$A107 \quad 2^3 \cdot 2^2 \cdot 2^4 =$$

$$A108 \quad \frac{10^5}{10^3} =$$

$$A109 \quad \frac{10^3}{10^5} =$$

$$A110 \quad \frac{10^8}{10^{-6}} =$$

$$A111 \quad 10^{-3} \cdot 10^4 =$$

$$A112 \quad 10^{-3} \cdot 10^{-4} =$$

$$A113 \quad \frac{10^{-3}}{10^{-4}} =$$

$$A114 \quad 10^{-3} = \frac{1}{10^?} =$$

$$A115 \quad \frac{1}{10^3} = 10^? =$$

$$A116 \quad \frac{1}{10^{-3}} = 10^? =$$

$$A117 \quad -10^2 =$$

$$A118 \quad -10^3 =$$

$$A119 \quad (-10)^2 =$$

$$A120 \quad (-10)^3 =$$

$$A121 \quad (-c)^2 \cdot (-c)^3 =$$

$$A122 \quad (+x)^5 \cdot (-x)^6 =$$

$$A123 \quad (a^4 + 2)^2 =$$

$$A124 \quad (a^7 - b^4)^2 =$$

$$A125 \quad \frac{(a+b)^4}{(a+b)^3} =$$

$$A126 \quad \frac{a^5 + a^6}{a^2} =$$

$$A127 \quad \frac{8x^5}{2x^3} =$$

$$A128 \quad (17a)^2 =$$

$$A129 \quad (0,05y)^3 =$$

$$A130 \quad (2,7d)^2 =$$

$$A131 \quad \left(\frac{6a}{5}\right)^2 =$$

Wurzeln

$$A132 \quad \sqrt{\frac{1}{25}} =$$

$$A133 \quad \sqrt{\frac{25}{4}} =$$

$$A134 \quad \sqrt{25^2} =$$

$$A135 \quad \sqrt{3} \cdot \sqrt{12} =$$

$$A136 \quad \sqrt{2} \cdot \sqrt{8} =$$

$$A137 \quad \sqrt{18a} \cdot \sqrt{2a} =$$

$$A138 \quad \sqrt{2} (\sqrt{8} + \sqrt{18}) =$$

$$A139 \quad \frac{\sqrt{18}}{\sqrt{2}} =$$