



EUROPA-FACHBUCHREIHE  
für elektrotechnische  
und elektronische Berufe

# Methodische Lösungswege zu **Mathematik für Elektroniker/in für Geräte und Systeme**

**Lehr- und Übungsbuch mit digitalen Zusatzinhalten  
der Mathematik und des Fachrechnens  
für Berufe der Informationstechnik, der  
Kommunikationstechnik und der Elektronik**

**Gültig ab der 17. Auflage des Lehrbuchs**

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

Ihre Meinung zum Buch interessiert uns!

Teilen Sie uns Ihre Verbesserungsvorschläge, Ihre Kritik aber auch  
Ihre Zustimmung zum Buch mit. Schreiben Sie uns an die E-Mail-Adresse  
[lektorat@europa-lehrmittel.de](mailto:lektorat@europa-lehrmittel.de)

Die Autoren und der Verlag Europa-Lehrmittel

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

**Europa-Nr.: 33234L (Dauerlizenz)**  
**Europa-Nr.: 33234V (Jahreslizenz)**

Autoren von „Mathematik für Elektroniker/in für Geräte und Systeme“:

Günther Buchholz	Dipl.-Ing. (FH), Oberstudienrat	Stuttgart
Monika Burgmaier	Oberstudiendirektorin	Durbach
Patricia Burgmaier	Dipl.-Ing. (BA)	Melsungen
Elmar Dehler	Studiendirektor	Ulm
Bernhard Grimm	Oberstudienrat	Sindelfingen, Leonberg
Jörg Andreas Oestreich	Dipl.-Ing.	Schwäbisch Hall
Bernd Schiemann	Dipl.-Ing.	Durbach

Bildbearbeitung:

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

Leitung des Arbeitskreises und Lektorat:

Bernd Schiemann, Durbach

17. Auflage 2022

Druck 5 4 3 2 1

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

ISBN 978-3-8085-3849-4 (Dauerlizenz)

ISBN 978-3-8085-3848-7 (Jahreslizenz)

Diesem Buch wurden die neuesten Ausgaben der DIN-Blätter und der VDE-Bestimmungen zugrunde gelegt. Verbindlich sind jedoch nur die DIN-Blätter und VDE-Bestimmungen selbst.

Die DIN-Blätter können von der Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 4–7, 10787 Berlin, und Kamekestraße 2–8, 50672 Köln, bezogen werden. Die VDE-Bestimmungen sind bei der VDE-Verlag GmbH, Bismarckstraße 33, 10625 Berlin, erhältlich.

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

© 2022 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten  
[www.europa-lehrmittel.de](http://www.europa-lehrmittel.de)

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt  
Umschlag: braunwerbeagentur, Radevormwald  
Umschlagfoto: ©greenbutterfly – stock.adobe.com

# Kapitelübersicht

1	Rechnen mit Zahlen	9		1
2	Rechnen mit Größen	18		2
3	Rechnen mit Formeln	20		3
4	Elektrotechnische Grundlagen	26		4
5	Wechselstromtechnik	52		5
6	Elektronische Schaltungen	77		6
7	Digitaltechnik	107		7
8	Sequenzielle Digitaltechnik (Schaltwerke)	132		8
9	Computertechnik	143		9
10	Kommunikationstechnik	151		10
11	Datenübertragung	157		11
12	Netztechnik	168		12
13	Regelungstechnik	173		13
14	Antriebstechnik	184		14
15	Projektaufgaben	195		15
16	Arbeiten mit Datenblättern	206		16
17	Rechnungswesen und Controlling	208		17
18	Markt- und Kundenbeziehungen	219		18
19	Ergänzendes Fachwissen Elektrotechnik	228		19
20	Ergänzendes Fachwissen Mathematik	254		20

## Didaktische Hinweise für den Unterricht

Das Buch „Mathematik für Elektroniker/in für Geräte und Systeme“ ist Bestandteil eines offenen Lehrsystems und unterstützt den personalen Unterricht in hervorragender Weise. Es bietet einen umfangreichen Aufgabenfundus, der zur Erfolgskontrolle und der Vorbereitung von Klassenarbeiten dient.

**Darbietung des Lehrstoffs.** Fachkundliche Informationen und fachmathematische Inhalte werden im handlungsorientierten Unterricht parallel vermittelt. Damit ist das Buch besonders gut geeignet als **Arbeitsbuch für den Lernfeldunterricht**. Anhand der fachkundlichen Informationen und der fachmathematischen Aufarbeitung lassen sich gezielt Teilaufgaben für Lernsituationen bearbeiten. Wegen der Gleichheit der Formelzeichen und der Bilder empfiehlt sich daher die Verwendung der Bücher „Fachkunde für Industrieelektroniker und Informationstechnik“, „Fachkunde für Büro- und Informationstechnik mit Radio-, Fernseh- und Medientechnik“ und „Fachbildung Telekommunikationstechnik“ der EUROPA-Fachbuchreihe.

**Vertiefung des Lehrstoffs.** Die Aufgaben sind für die Übungsphase bestimmt. Sie sind mit zunehmendem Schwierigkeitsgrad angeordnet, und zwar meist paarweise, sodass sich folgende Übungsvariante anbietet: Im Klassenverband oder in Gruppenarbeit werden nur die Aufgaben 1, 3, 5, ... bearbeitet. Die Aufgaben 2, 4, 6, ... sind der Selbsttätigkeit, der Hausarbeit und der Klassenarbeit vorbehalten.

Für Klassenarbeiten und Prüfungen sind die Formeln und Rechenanweisungen des Mathematikbuchs „Mathematik für Elektroniker/in für Geräte und Systeme“ in den Formelsammlungen „Formeln für Elektroniker und IT“ oder „Formeln Informations- und Systemtechnik“ übersichtlich zusammengefasst.

## Vorwort zur 17. Auflage





Die Neubearbeitung des Buches „Mathematik für Elektroniker/in für Geräte und Systeme“ machte die Neuauflage der „Methodischen Lösungswege“ erforderlich.

Angesichts des größeren Umfangs sowie wegen des gestiegenen Schwierigkeitsgrades vieler Aufgaben musste mit einem erheblich dicker gewordenen Buch „Methodische Lösungswege“ gerechnet werden. Trotz der damit verbundenen Herausforderung entschlossen sich Verlag und Arbeitskreis, es bei dem aufwendigen Aufzeigen des Lösungsweges zu belassen, weil bei der Komplexität der Aufgaben es auch dem versierten Fachmann nur mit großem Zeitaufwand möglich ist, alle Aufgaben ohne Hilfsmittel zu lösen. So sollen die „Methodischen Lösungswege“ dem Lehrenden helfen, den Zeitaufwand für die Unterrichtsvorbereitung und für Korrekturen in Grenzen zu halten, damit er sich umso mehr den Lernenden widmen kann.

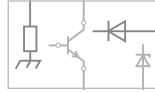
Bei entsprechender Reife können auch die Lernenden aus dem Buch Nutzen ziehen, weil sie dann bei gelösten Aufgaben die Richtigkeit ihrer eigenen Lösung überprüfen können. Die „Methodischen Lösungswege“ können beim Verlag bezogen werden.

Verlag und Verfasser danken für die hilfreichen Hinweise der Benutzer und freuen sich auch künftig über konstruktive Verbesserungsvorschläge.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Rechnen mit Zahlen</b>		4.7.3 4.7.4 4.8 4.8.1 4.8.2 4.8.3 4.8.4 4.9 4.10 4.10.1 4.10.2 4.10.3 4.10.4 4.11 4.11.1 4.11.2 4.12 4.12.1 4.12.2	Leistung und Arbeit bei Drehbewegung . . . 33 Wirkungsgrad und Arbeitsgrad . . . . . 33 Grundschaltungen . . . . . 35 Reihenschaltung . . . . . 35 Parallelschaltung . . . . . 35 Gemischte Schaltungen . . . . . 36 Spannungsteiler . . . . . 39 Brückenschaltungen . . . . . 40 Erzeuger-Ersatzschaltungen . . . . . 41 Spannungserzeuger . . . . . 41 Spannungserzeugung mit Fotovoltaik . . . . 41 Sekundärelemente (der Energieelektronik) aufladen . . . . . 42 Anpassungsarten . . . . . 42 Schaltungen simulieren . . . . . 45 Schaltungen simulieren mit Multisim . . . . 45 Schaltungen simulieren mit PSpice . . . . . 49 Temperatur und Wärme . . . . . 50 Wärme und Wärmekapazität . . . . . 50 Wärmewiderstand . . . . . 50
1.1	Grundgesetze . . . . . 9			
1.1.1	Vertauschungsgesetz, Verbindungsgesetz, Verteilungsgesetz . . . . . 9			
1.1.2	Bruchrechnen . . . . . 9			
1.2	Potenzen . . . . . 10			
1.2.1	Zehnerpotenzen . . . . . 10			
1.2.2	Sonstige Potenzen mit ganzen Exponenten . . 12			
1.3	Rechnen mit Wurzeln . . . . . 12			
1.4	Logarithmen . . . . . 13			
1.4.1	Zehnerlogarithmen . . . . . 13			
1.4.2	Logarithmische Darstellung, Linearisieren . . 14			
1.5	Kehrwert, Prozentrechnen . . . . . 14			
1.6	Funktionen . . . . . 14			
1.6.1	Beschreibungsformen bei Funktionen . . . . 14			
1.6.2	Lineare Funktionen . . . . . 15			
1.6.3	Trigonometrische Funktionen . . . . . 15			
<b>2</b>	<b>Rechnen mit Größen</b>		<b>5</b>	<b>Wechselstromtechnik</b>
2.1	Begriffe beim Rechnen mit Größen . . . . . 18		5.1	Wechselgrößen . . . . . 52
2.2	Umrechnen der Einheiten . . . . . 18		5.1.1	Periode, Frequenz, Kreisfrequenz, Wellenlänge . . . . . 52
2.3	Addition und Subtraktion . . . . . 18		5.1.2	Maximalwert, Spitze-Tal-Wert, Effektivwert . 52
2.4	Multiplikation und Division . . . . . 19		5.1.3	Impulse . . . . . 53
<b>3</b>	<b>Rechnen mit Formeln</b>		5.2	Kondensator . . . . . 54
3.1	Umstellen von Formeln . . . . . 20		5.2.1	Elektrisches Feld . . . . . 54
3.2	Formel als Größengleichung . . . . . 23		5.2.2	Ladung und Kapazität . . . . . 54
3.2.1	Längen und Flächen . . . . . 23		5.2.3	Kraftwirkung und Energie des elektrischen Feldes . . . . . 55
3.2.2	Satz des Pythagoras . . . . . 25		5.2.4	Kapazität . . . . . 55
3.2.3	Geschwindigkeiten . . . . . 25		5.2.5	Schaltungen von Kondensatoren . . . . . 56
<b>4</b>	<b>Elektrotechnische Grundlagen</b>		5.2.6	RC-Schaltung an Gleichspannung und Rechteckspannung . . . . . 56
4.1	Stromdichte . . . . . 26		5.2.7	Kapazitiver Blindwiderstand . . . . . 56
4.2	Widerstände . . . . . 26		5.3	Spule . . . . . 57
4.2.1	Widerstand und Leitwert . . . . . 26		5.3.1	Elektromagnetismus . . . . . 57
4.2.2	Widerstand und Temperatur . . . . . 27		5.3.2	Induktion und Induktivität . . . . . 59
4.2.3	Leiterwiderstand . . . . . 27		5.3.3	RL-Schaltungen an Gleichspannung . . . . . 59
4.3	Das Ohm'sche Gesetz . . . . . 28		5.3.4	Induktiver Blindwiderstand . . . . . 60
4.4	Messen . . . . . 28		5.4	Schaltungen mit Blindwiderständen . . . . . 60
4.4.1	Anzeigefehler bei Zeigermessgeräten . . . . 28		5.4.1	RC- und RL-Schaltungen . . . . . 60
4.4.2	Digitales Messen mit DMM . . . . . 29		5.4.2	RLC-Schaltungen . . . . . 66
4.4.3	Digitales Multimeter DMM . . . . . 29		5.5	Wechselstromleistungen bei Einphasenwechselstrom . . . . . 70
4.5	Rechnen mit Bezugspfeilen . . . . . 29		5.6	Drehstrom . . . . . 71
4.6	Elektrische Leistung bei Gleichspannung . . 30		5.6.1	Sternschaltung . . . . . 71
4.7	Arbeit und Energie . . . . . 31		5.6.2	Dreieckschaltung . . . . . 73
4.7.1	Elektrische Arbeit . . . . . 31		5.6.3	Leistungen bei Drehstrom . . . . . 73
4.7.2	Mechanische Arbeit und Leistung . . . . . 32		5.7	Transformator . . . . . 74
			5.7.1	Transformatorhauptgleichung . . . . . 74
			5.7.2	Übersetzung von Spannung, Strom und Widerstand . . . . . 75

**6 Elektronische Schaltungen**



6.1 Schaltungen mit nicht linearen Widerständen ..... 77

6.1.1 Differenzieller Widerstand ..... 77

6.1.2 Impedanzen im Arbeitspunkt ..... 77

6.1.3 Zeichnerische Lösung der Reihenschaltung ..... 77

6.1.4 Messschaltungen mit Pt100-Widerstandssensoren ..... 77

6.2 Schaltungen mit Dioden ..... 78

6.2.1 Festlegung des Arbeitspunktes ..... 78

6.2.2 Gleichrichterschaltungen ..... 79

6.2.3 Spannungsstabilisierung mit Z-Dioden ..... 81

6.3 Licht ..... 82

6.4 Schaltungen mit fotoelektronischen Bauelementen ..... 83

6.5 Verstärker mit bipolaren Transistoren ..... 84

6.5.1 Arbeitspunkt in der Emitterschaltung ..... 84

6.6 Kippschaltungen ..... 86

6.6.1 Transistoren als elektronische Schalter ..... 86

6.6.2 Schalten bei Ohm'scher, induktiver und kapazitiver Last ..... 87

6.7 Verstärker mit Feldeffekttransistoren ..... 88

6.7.1 Gleichstromgrößen von FET in Source-schaltung ..... 88

6.7.2 Wechselstromgrößen von FET in Sourceschaltung ..... 88

6.7.3 Analogschalter mit FET ..... 89

6.8 Leistungselektronik ..... 90

6.8.1 IGBT ..... 90

6.8.2 Thyristoren als elektronische Schalter ..... 90

6.8.3 Gesteuerte Stromrichter ..... 91

6.9 Operationsverstärker ..... 92

6.9.1 Eingangsschaltung des Operationsverstärkers ..... 92

6.9.2 Verstärkung ohne Gegenkopplung ..... 93

6.9.3 Komparatoren ..... 93

6.9.4 Invertierender Verstärker ..... 94

6.9.5 Summierverstärker ..... 95

6.9.6 Nicht invertierender Verstärker und Impedanzwandler ..... 96

6.9.7 Subtrahierverstärker und Differenzverstärker ..... 96

6.9.8 Instrumentenverstärker (INV) ..... 98

6.9.9 Differenzier-Invertierer ..... 98

6.9.10 Integrier-Invertierer ..... 99

6.10 Kippschaltungen ..... 99

6.10.1 Astabile Kippschaltung ..... 99

6.10.2 Monostabile Kippschaltung ..... 100

6.10.3 Schwellwertschalter ..... 100

6.11 Stabilisieren und Regeln ..... 102

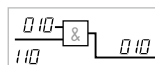
6.11.1 Spannung stabilisieren ..... 102

6.11.2 Strom stabilisieren ..... 103

6.11.3 Spannung regeln mit IC ..... 103

6.11.4 Schaltnetzteile (SNT) ..... 104

**7 Digitaltechnik**



7.1 Aufbau der Zahlensysteme ..... 107

7.2 Dualzahlen ..... 107

7.2.1 Umwandlung von Dualzahlen in Dezimalzahlen ..... 107

7.2.2 Umwandlung von Dezimalzahlen in Dualzahlen ..... 108

7.2.3 Addition und Subtraktion von Dualzahlen ..... 111

7.2.4 Multiplikation und Division von Dualzahlen ..... 112

7.2.5 Subtraktion durch Komplementaddition ..... 114

7.3 BCD-Codes ..... 116

7.4 Hexadezimalzahlen ..... 118

7.4.1 Hexadezimalzahlen und Dualzahlen ..... 118

7.4.2 Addition und Subtraktion von Hexadezimalzahlen ..... 118

7.4.3 Hexadezimalzahlen und Dezimalzahlen ..... 119

7.5 Kombinatorische Digitaltechnik (Schaltetze) ..... 121

7.5.1 Schaltalgebraische Begriffe ..... 121

7.5.2 Kommutativgesetz der Schaltalgebra ..... 122

7.5.3 Assoziativgesetz der Schaltalgebra ..... 123

7.5.4 Distributivgesetze der Schaltalgebra ..... 124

7.5.5 Schaltalgebraische Funktionen ..... 124

7.6 Logische Verknüpfungen von Zahlen ..... 127

7.7 Minimieren und Realisieren von Schaltfunktionen ..... 128

7.7.1 Algebraisches Minimieren ..... 128

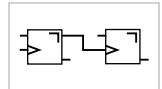
7.7.2 Realisieren mit NAND-Elementen ..... 128

7.7.3 Aufstellen des KV-Diagramms ..... 130

7.7.4 Minimieren mit dem KV-Diagramm ..... 130

7.8 Lastfaktoren ..... 131

**8 Sequenzielle Digitaltechnik (Schaltwerke)**



8.1 JK-Kippschaltungen ..... 132

8.2 Wertetabelle und Zeitablaufdiagramm aus der Schaltung ..... 132

8.3 Schaltfunktion aus Wertetabelle ..... 132

8.4 Schaltung aus Schaltfunktion ..... 133

8.5 Synchrone Zähler mit T-Kippgliedern ..... 136

8.6 Frequenzteiler ..... 139

8.7 Direkte digitale Synthese DDS ..... 140

8.8 PAL-Schaltkreise anwenden ..... 141

8.9 Programmieren mit VHDL ..... 141

**9 Computertechnik**



9.1 Berechnung der Speicherkapazität ..... 143

9.2 Bildschirmauflösung und Speicherkapazität ..... 143

9.3 PC-Firmware ..... 144

9.3.1 PC-BIOS einstellen ..... 144

9.3.2 UEFI ..... 145

9.4 C/C++ und ARDUINO ..... 146

9.4.1 Lineare Programme ..... 146

9.4.2 Programmverzweigungen ..... 146

9.4.3 Programmschleifen ..... 147

9.4.4 Felder (eindimensional) ..... 147


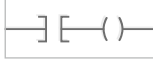




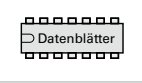


9.4.5 Programmieren mit Vorgaben ..... 148

9.5 Datenbank anlegen ..... 148

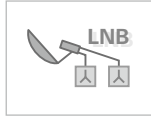
9.5.1 Datenbanken mit Access erstellen ..... 148

9.5.2 Arbeiten mit einer Access-Datenbank ..... 149

9.5.3 Datenbanksprache SQL ..... 150

<b>10</b>	<b>Kommunikationstechnik</b>		10.1 Kommunikationsanlagen . . . . . 151 10.1.1 Übertragungsgrößen . . . . . 151 10.1.2 Kenngrößen von Richtantennen . . . . . 152 10.2 Schaltungen der Kommunikationstechnik . 153 10.2.1 Leistungsverstärker für Niederfrequenz . . 153 10.2.2 Akustik . . . . . 154
<b>11</b>	<b>Datenübertragung</b>		11.1 Signalabtastung . . . . . 157 11.2 Signalumsetzer . . . . . 157 11.3 Digitale Modulation . . . . . 158 11.3.1 PSK und QAM . . . . . 158 11.3.2 Pulsmodulation . . . . . 159 11.3.3 Quantisierung und Codierung . . . . . 159 11.4 Geschwindigkeit der Datenübertragung . . 160 11.5 Zeitmultiplexübertragung . . . . . 162 11.6 Fehlerhäufigkeit . . . . . 162 11.7 Pegel und Dämpfung von Datenleitungen . 164 11.8 Wellenwiderstand und Ausbreitungsgeschwindigkeit . . . . . 165 11.9 Verbindungstechnik . . . . . 166 11.9.1 Glasfasertechnik . . . . . 166 11.9.2 Übertragungreichweiten in Glasfasernetzen . . . . . 166
<b>12</b>	<b>Netztechnik</b>		12.1 Aufbau von IT-Netzen, Routingtabelle auslesen . . . . . 168 12.1.2 Errichten lokaler Netzwerke . . . . . 169 12.2 Messen in LAN . . . . . 170 12.2.1 Grundlagen NEXT, FEXT . . . . . 170 12.2.2 Messen und Fehlersuche . . . . . 170 12.3 Adressierung von Netzen . . . . . 170 12.3.1 Internetadressierung von IPv4 . . . . . 170 12.3.2 IPv6 . . . . . 171 12.3.3 Subnetze . . . . . 171 12.3.4 Aufteilung in Subnetze . . . . . 172
<b>13</b>	<b>Regelungstechnik</b>		13.1 Unstetige Regler . . . . . 173 13.2 Stetige Regler . . . . . 174 13.2.1 P-Regler . . . . . 174 13.2.2 Analyse von Regelstrecken . . . . . 175 13.2.3 PI-Regler . . . . . 178 13.2.4 PDT <sub>1</sub> -Regler und PD-Regler . . . . . 179 13.2.5 PID-Regler . . . . . 180 13.2.6 Regler einstellen (Ziegler/Nichols) . . . . . 181 13.2.7 Auswahl der Reglerkennwerte . . . . . 182
<b>14</b>	<b>Antriebstechnik</b>		14.1 Antrieb mit Gleichstrommotoren . . . . . 184 14.2 Ein-Quadranten-Steller (1Q-Steller) . . . . . 184 14.3 H-Brücke . . . . . 185 14.4 Drehstromasynchronmotor (DASM) . . . . . 187 14.6 Schrittmotoren . . . . . 189 14.6.1 Schrittwinkel und Drehzahl . . . . . 189 14.6.2 Schrittmotoren ansteuern . . . . . 190
<b>15</b>	<b>Projektaufgaben</b>		15.1 Aufgaben der Analogtechnik . . . . . 195 15.2 Aufgaben der Digitaltechnik . . . . . 197 15.3 Schaltungen mit monostabilen Kippgliedern . . . . . 202 15.4 Transportbandsteuerung . . . . . 203 15.5 Codeprüfung . . . . . 205
<b>16</b>	<b>Arbeiten mit Datenblättern</b>		16.1 Einführung in den Datenblattgebrauch . . . 206 16.1.1 Allgemeine Angaben . . . . . 206 16.1.2 Technische Kenngrößen in Datenblättern . . 206 16.1.3 Umgang mit Datenblättern von Spannungsreglern und Timer-Bausteinen . . . . . 206 16.2 Strombelastbarkeit von Leitungen bei Umgebungstemperatur $\vartheta_u = 30\text{ }^\circ\text{C}$ . . . . . 206 16.3 Überstromschutzeinrichtungen . . . . . 206 16.4 Kleintransformatoren . . . . . 207
<b>17</b>	<b>Rechnungswesen und Controlling</b>		17.1 Arbeiten mit EXCEL . . . . . 208 17.2 Finanzbuchhaltung . . . . . 209 17.3 Kostenrechnung . . . . . 209 17.3.1 Fixe und variable Kosten . . . . . 209 17.3.2 Kostenstellenrechnung . . . . . 211 17.3.3 Kostenträgerrechnung im produzierenden Gewerbe . . . . . 215 17.3.4 Kostenträgerrechnung in Handelsbetrieben . . . . . 217
<b>18</b>	<b>Markt- und Kundenbeziehungen</b>		18.1 Lieferantenauswahl . . . . . 219 18.1.1 ABC-Analyse . . . . . 219 18.1.2 Nutzwertanalyse . . . . . 220 18.2 Bestellung und Lagerhaltung . . . . . 221 18.2.1 Bestellpunktverfahren . . . . . 221 18.2.2 Lagerkennziffern . . . . . 222 18.2.3 Optimale Bestellmenge . . . . . 222 18.2.4 Eigenfertigung oder Fremdbezug . . . . . 222 18.3 Prüfungsaufgaben IT-Technik . . . . . 223 18.3.1 Unternehmensgründung . . . . . 223 18.3.2 Beschaffung und Betrieb von Datenprojekten . . . . . 224 18.3.3 Kommunikationskosten . . . . . 226 18.3.4 Druckerkosten . . . . . 227

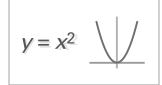
**19 Ergänzendes Fachwissen Elektrotechnik, Kommunikationstechnik**



19.1 Netzwerkschaltungen . . . . . 228  
 19.1.1 Überlagerung bei linearen Netzwerken . . . 228  
 19.1.2 Ersatzspannungsquelle . . . . . 229  
 19.1.3 Ersatzstromquelle. . . . . 230  
 19.2 Ermittlung von Kuhlfliachen. . . . . 230  
 19.3 Felder in der Elektrotechnik. . . . . 231  
 19.3.1 Elektrische Flussdichte. . . . . 231  
 19.3.2 Energie und Energiedichte des magnetischen Feldes . . . . . 231  
 19.4 RC-Schaltungen . . . . . 232  
 19.4.1 Ersatz-Reihenschaltung und Ersatz-Parallelschaltung. . . . . 232  
 19.4.2 Einfache RC-Siebschaltungen. . . . . 234  
 19.5 Schwingungserzeugung mit Wien-Oszillator. . . . . 235  
 19.6 Entscheidungsgehalt und Redundanz von Codes. . . . . 237  
 19.7 Schaltkreis PAL 16RP8 . . . . . 237  
 19.8 Verteilnetze . . . . . 238  
 19.8.1 Pegelrechnung in HF-Verteilnetzen . . . . . 238  
 19.8.2 Rauschabstand in HF-Verteilnetzen . . . . . 240  
 19.8.3 Pegelrechnung in Breitband-Kommunikationsanlagen . . . . . 241  
 19.8.4 Tragerrauschabstand in Satelliten-Empfangsanlagen. . . . . 242  
 19.8.5 Pegelrechnung in Satelliten-Empfangsanlagen. . . . . 242  
 19.8.6 Grenzwerte bei Mobilfunkanlagen. . . . . 243  
 19.8.7 Mechanische Sicherheit der Antennenstandrohre und Ausrichtung der Satellitenantennen. . . . . 244  
 19.8.8 100-V-Normausgang . . . . . 244

19.9 Analoge Signalübertragung . . . . . 245  
 19.9.1 Modulation, Mischung und Demodulation 245  
 19.9.2 Mischung und Frequenzumsetzung. . . . . 248  
 19.10 Fehlererkennung . . . . . 249  
 19.11 Zuverlässigkeit von Bauelementen und Schaltungen. . . . . 253

**20 Ergänzendes Fachwissen Mathematik**



20.1 Gleichungen. . . . . 254  
 20.1.1 Lineare Gleichungen mit einer Unbekannten . . . . . 254  
 20.1.2 Lineares Gleichungssystem mit zwei Unbekannten . . . . . 255  
 20.1.3 Quadratische Gleichungen . . . . . 256  
 20.1.4 Sinussatz und Kosinussatz . . . . . 257  
 20.2 Funktionen . . . . . 258  
 20.2.1 Quadratische Funktionen . . . . . 258  
 20.2.2 Exponentialfunktionen. . . . . 259  
 20.3 Differenzieren . . . . . 260  
 20.3.1 Differenzenquotient und Differenzialquotient . . . . . 260  
 20.3.2 Ableitungen von Funktionen. . . . . 260  
 20.4 Integrieren . . . . . 261  
 20.4.1 Unbestimmtes Integral . . . . . 261  
 20.4.2 Bestimmtes Integral . . . . . 263  
 20.4.3 Mittelwerte. . . . . 264  
 20.5 Funktionen mit komplexen Größen . . . . . 266  
 20.5.1 Zahlen in der komplexen Zahlenebene . . . 266  
 20.5.2 Grundrechenarten mit komplexen Zahlen . 267  
 20.5.3 Widerstand und Leitwert in der komplexen Ebene. . . . . 269  
 20.6 Reihen. . . . . 269  
 20.6.1 Arithmetische Reihe . . . . . 269  
 20.6.2 Geometrische Reihe . . . . . 270



# 1 Rechnen mit Zahlen

## 1.1 Grundgesetze

### 1.1.1 Vertauschungsgesetz, Verbindungsgesetz, Verteilungsgesetz

Seite 10

1. a)  $3 - 5 + 8 - 1 = 3 + 8 - 5 - 1 = 11 - 6 = 5$   
 b)  $6 + 12 - 10 - 3 = 12 + 6 - 3 - 10 = 18 - 13 = 5$   
 c)  $2 - 4 + 5 - 9 = 2 + 5 - 4 - 9 = 7 - 13 = -6$   
 d)  $8 - 7 + 5 = 8 + 5 - 7 = 13 - 7 = 6$
2. a)  $7 - 3 - 2 + 8 = 7 + 8 - 3 - 2 = 15 - 5 = 10$   
 b)  $5 - 2 + 3 - 1 = 5 + 3 - 2 - 1 = 8 - 3 = 5$   
 c)  $9 - 2 + 7 = 9 + 7 - 2 = 16 - 2 = 14$   
 d)  $3 - 1 - 5 + 23 = 3 + 23 - 1 - 5 = 26 - 6 = 20$
3. a)  $(-3) \cdot 2 \cdot 2 = 2 \cdot (-3) \cdot 2 = 2 \cdot 2 \cdot (-3) = 4 \cdot (-3) = -12$   
 b)  $2 \cdot (-5) \cdot (-3) = (-3) \cdot (-5) \cdot 2 = 15 \cdot 2 = 30$   
 c)  $2 \cdot 3 \cdot (-7) = (-7) \cdot 3 \cdot 2 = (-7) \cdot 6 = -42$   
 d)  $3 \cdot (-2) \cdot 9 = (-2) \cdot 3 \cdot 9 = (-2) \cdot 27 = -54$
4. a)  $(-8) \cdot 4 \cdot 2 = (-8) \cdot 8 = -64$   
 b)  $3 \cdot (-5) \cdot (-3) = (-5) \cdot (-3) \cdot 3 = 15 \cdot 3 = 45$   
 c)  $2 \cdot 5 \cdot (-2) = (-2) \cdot 2 \cdot 5 = (-2) \cdot 10 = -20$   
 d)  $6 \cdot (-1) \cdot 1 = -6$
5. a)  $6 + 2 + 4 = 6 + (2 + 4) = 6 + 6 = 12$   
 b)  $-3 + 2 - 5 = (-3 - 5) + 2 = -8 + 2 = -6$   
 c)  $3 - 8 + 11 = (3 + 11) - 8 = 14 - 8 = 6$   
 d)  $8 + 2 - 4 = (8 + 2) - 4 = 10 - 4 = 6$
6. a)  $5 + 4 + 3 = (5 + 3) + 4 = 8 + 4 = 12$   
 b)  $4 + 2 - 3 = (4 + 2) - 3 = 6 - 3 = 3$   
 c)  $3 - 9 + 6 = (3 + 6) - 9 = 9 - 9 = 0$   
 d)  $8 + 2 - 4 = (8 + 2) - 4 = 10 - 4 = 6$
7. a)  $3 \cdot 5 \cdot 4 = 3 \cdot (5 \cdot 4) = 3(5 \cdot 4) = 3 \cdot 20 = 60$   
 b)  $(-3) \cdot 5 \cdot 2 = (5 \cdot 2)(-3) = 10(-3) = -30$
8. a)  $6 \cdot 4 \cdot 2 = 6(4 \cdot 2) = 6 \cdot 8 = 48$   
 b)  $(-2) \cdot 4 \cdot 3 = (4 \cdot 3)(-2) = 12(-2) = -24$
9. a)  $3(5 + 2) = 3 \cdot 7 = 21$   
 b)  $5(7 - 4) = 5 \cdot 3 = 15$
10. a)  $4(8 + 3) = 4 \cdot 11 = 44$   
 b)  $3(5 - 2) = 3 \cdot 3 = 9$
11. a)  $(-2)(7 + 5) = (-2)12 = -24$   
 b)  $3(7 - 6 + 1) = 3 \cdot 2 = 6$   
 c)  $(-6)(8 - 3) = (-6) \cdot 5 = -30$   
 d)  $(-5)(6 - 14) = (-5)(-8) = 40$
12. a)  $(-7)(8 - 6) = (-7)2 = -14$   
 b)  $5(9 - 5 - 4) = 5 \cdot 0 = 0$   
 c)  $(-4)(6 - 2) = (-4) \cdot 4 = -16$   
 d)  $(-9)(8 - 12) = (-9)(-4) = 36$

### 1.1.2 Bruchrechnen

Seite 11

1. a)  $\frac{65}{13} = 5$       b)  $\frac{144}{16} = 9$   
 c)  $\frac{-96}{4} = -24$       d)  $\frac{48}{-3} = -16$   
 e)  $\frac{-27}{-9} = 3$       f)  $\frac{169}{-13} = -13$   
 g)  $\frac{-144}{-12} = 12$       h)  $\frac{-27}{9} = -3$
2. a)  $\frac{88}{-11} = -8$       b)  $\frac{136}{17} = 8$   
 c)  $\frac{64}{-16} = -4$       d)  $\frac{156}{-12} = -13$   
 e)  $\frac{-81}{-9} = 9$       f)  $\frac{171}{-19} = -9$   
 g)  $\frac{-232}{-8} = 29$       h)  $\frac{-36}{-6} = 6$
3. a)  $\frac{1}{4} + \frac{2}{5} + \frac{5}{6} = \frac{15 + 24 + 50}{60} = \frac{89}{60} = 1 \frac{29}{60}$

- b)  $\frac{3}{5} - \frac{2}{15} + \frac{7}{30} = \frac{18 - 4 + 7}{30} = \frac{21}{30} = \frac{7}{10}$
- c)  $\frac{7}{24} - \frac{11}{30} - \frac{8}{15} + \frac{3}{8} = \frac{35 - 44 - 64 + 45}{120}$   
 $= \frac{-28}{120} = -\frac{7}{30}$
- d)  $\frac{2}{8} + \frac{4}{7} - \frac{8}{6} = \frac{84 + 192 - 448}{336} = -\frac{43}{84}$
4. a)  $\frac{1}{2} + \frac{3}{4} + \frac{1}{6} = \frac{6 + 9 + 2}{12} = \frac{17}{12} = \frac{15}{12}$
- b)  $\frac{5}{8} - \frac{5}{24} + \frac{5}{48} = \frac{30 - 10 + 5}{48} = \frac{25}{48}$
- c)  $\frac{17}{18} - \frac{7}{9} + \frac{11}{12} - \frac{1}{4} = \frac{34 - 28 + 33 - 9}{36}$   
 $= \frac{30}{36} = \frac{5}{6}$
- d)  $\frac{3}{4} - \frac{1}{8} + \frac{1}{16} = \frac{12 - 2 + 1}{16} = \frac{11}{16}$
5. a)  $\frac{2}{53} \cdot 8 = \frac{2 \cdot 8}{53} = \frac{16}{53}$
- b)  $\frac{5}{7} : \frac{3}{4} = \frac{5 \cdot 4}{7 \cdot 3} = \frac{20}{21}$
- c)  $\frac{8}{21} \cdot 1 \frac{2}{5} = \frac{8 \cdot 7}{21 \cdot 5} = \frac{8}{15}$
- d)  $\frac{5}{31} : \frac{2}{13} = \frac{5 \cdot 13}{31 \cdot 2} = \frac{65}{62}$
- e)  $8 \frac{5}{7} : 3 \frac{3}{5} = \frac{61}{7} : \frac{18}{5} = \frac{61 \cdot 5}{7 \cdot 18} = \frac{305}{126} = 2 \frac{53}{126}$
- f)  $\frac{3}{9} : \frac{4}{8} = \frac{3 \cdot 8}{9 \cdot 4} = \frac{2}{3}$
6. a)  $\frac{5}{37} \cdot 7 = \frac{5 \cdot 7}{37} = \frac{35}{37}$
- b)  $\frac{3}{27} \cdot 4 \frac{1}{2} = \frac{1}{9} \cdot \frac{9}{2} = \frac{1}{2}$
- c)  $\frac{2}{15} \cdot 2 \frac{3}{7} = \frac{2}{15} \cdot \frac{17}{7} = \frac{34}{105}$
- d)  $\frac{7}{75} / \frac{8}{5} = \frac{7 \cdot 5}{75 \cdot 8} = \frac{35}{600} = \frac{7}{120}$
- e)  $\frac{4}{9} / 7 \frac{5}{13} = \frac{4}{9} / \frac{96}{13} = \frac{4 \cdot 13}{9 \cdot 96} = \frac{13}{9 \cdot 24} = \frac{13}{216}$
- f)  $\frac{3}{11} / \frac{5}{9} = \frac{3 \cdot 9}{11 \cdot 5} = \frac{27}{55}$
7. a)  $\frac{3}{5} = 0,6$       b)  $\frac{4}{15} = 0,2\bar{6} \approx 0,267$
- c)  $\frac{12}{125} = 0,096$       d)  $\frac{35}{55} = 0,6\bar{3} \approx 0,636$
- e)  $\frac{154}{224} = 0,6875$
8. a)  $0,25 = \frac{25}{100} = \frac{1}{4}$       b)  $0,875 = \frac{875}{1000} = \frac{7}{8}$
- c)  $1,23 = 1 \frac{23}{100}$       d)  $2,05 = 2 \frac{5}{100} = 2 \frac{1}{20}$
- e)  $0,0075 = \frac{75}{10000} = \frac{3}{400}$
9. a)  $\left(\frac{5}{6} - \frac{5}{9}\right) \left(2 \frac{2}{5} - \frac{5}{4}\right) = \frac{15 - 10}{18} \cdot \frac{48 - 25}{20}$   
 $= \frac{5}{18} \cdot \frac{23}{20} = \frac{23}{18 \cdot 4} = \frac{23}{72}$
- b)  $\left(4 \frac{4}{5} - 3 \frac{1}{4}\right) \cdot \left(2 \frac{1}{5} + 1 \frac{5}{6}\right) = \frac{96 - 65}{20} \cdot \frac{66 + 55}{30}$   
 $= \frac{31 \cdot 121}{20 \cdot 30} = \frac{3751}{600} = 6 \frac{151}{600}$
10. a)  $\left(8 \frac{7}{5} - 6 \frac{5}{8}\right) / \left(3 \frac{8}{9} + 2 \frac{2}{5}\right)$   
 $= \frac{376 - 265}{40} / \frac{175 + 108}{45} = \frac{111 \cdot 45}{40 \cdot 283} = \frac{999}{2264}$
- b)  $\left(4 \frac{5}{8} - 6 \frac{3}{4} + 3 \frac{1}{2}\right) \cdot \left(6 \frac{1}{3} - 2 \frac{4}{5} - 1 \frac{1}{8}\right)$   
 $= \frac{37 - 54 + 28}{8} \cdot \frac{760 - 336 - 135}{120}$   
 $= \frac{11 \cdot 120}{8 \cdot 289} = \frac{11 \cdot 15}{289} = \frac{165}{289}$

## 1.2 Potenzen

### 1.2.1 Zehnerpotenzen

#### 1.2.1.1 Werte der Zehnerpotenzen

Seite 12

1. a)  $10^{+4} = 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10$
- b)  $10^{-1} = \frac{1}{10}$
- c)  $10^{+3} = 10 \cdot 10 \cdot 10$
- d)  $10^{-6} = \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10}$
2. a)  $10^{-2} = \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10}$
- b)  $10^{+5} = 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10$

- c)  $10^{-7} = \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10}$   
d)  $10^{+8} = 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10$
3. a)  $10^6 = 1\,000\,000$     b)  $10^{-3} = 0,001$   
c)  $10^{-2} = 0,01$     d)  $10^{-9} = 0,000\,000\,001$
4. a)  $10^{-1} = 0,1$     b)  $10^0 = 1$   
c)  $10^{-6} = 0,000\,001$     d)  $10^8 = 100\,000\,000$
5. a)  $\frac{1}{10^{-6}} = 10^6$     b)  $\frac{1}{10^7} = 10^{-7}$   
c)  $\frac{1}{10^9} = 10^{-9}$     d)  $\frac{1}{10^{-12}} = 10^{12}$
6. a)  $\frac{1}{10^{-3}} = 10^3$     b)  $\frac{1}{10^0} = 10^0$   
c)  $\frac{1}{10^3} = 10^{-3}$     d)  $\frac{1}{10^1} = 10^{-1}$
7. a)  $\frac{1}{10^0} = 1$     b)  $\frac{1}{10^1} = 0,1$   
c)  $\frac{1}{10^{-3}} = 1000$     d)  $\frac{1}{10^4} = 0,0001$
8. a)  $\frac{1}{10^{-6}} = 1\,000\,000$     b)  $\frac{1}{10^{-4}} = 10\,000$   
c)  $\frac{1}{10^2} = 0,01$     d)  $\frac{1}{10^{-5}} = 100\,000$
9. a)  $24\,000 = 24 \cdot 10^3$   
b)  $0,0023 = 2,3 \cdot 10^{-3}$   
c)  $700\,000 = 0,7 \cdot 10^6$   
(Es gibt auch andere richtige Lösungen.)
10. a)  $12\,000 = 12 \cdot 10^3$   
b)  $0,000\,12 = 1,2 \cdot 10^{-4}$   
c)  $340\,000 = 0,34 \cdot 10^6$   
(Es gibt auch andere richtige Lösungen.)
2. a)  $10^2 - 10^1 - 10^{-2} = 100 - 10 - 0,01 = 89,99$   
b)  $10^{-6} + 10^{-7} + 10^0$   
 $= 0,000\,001 + 0,000\,000\,1 + 1$   
 $= 1,000\,001\,1$   
c)  $10^{-3} + 10^{-3} - 10^{-6} = 2 \cdot 10^{-3} - 10^{-6}$   
 $= 0,001\,999$
3. a)  $10^{13} : 10^9 = 10^4$   
b)  $10^6 \cdot 10^5 = 10^{11}$   
c)  $10^{12} : 10^{-6} = 10^{12} \cdot 10^6 = 10^{18}$
4. a)  $10^9 : 10^6 = 10^3$   
b)  $10^{27} : 10^{14} = 10^{13}$   
c)  $10^{-3} \cdot 10^{-6} = 10^{-9}$
5. a)  $10^{-12} \cdot 10^{12} = 10^0$   
b)  $10^3 \cdot 10^{-6} = 10^{-3}$   
c)  $10^8 \cdot 10^0 \cdot 10^{-6} = 10^2$
6. a)  $10^0 : 10^{12} = 10^{-12}$   
b)  $10^1 \cdot 10^{-6} = 10^{-5}$   
c)  $10^{-3} \cdot 10^9 = 10^6$
7. a)  $\frac{10 \cdot 10^6}{10^{-3} \cdot 10^6} = \frac{10^1}{10^{-3}} = 10^1 \cdot 10^3 = 10^4$   
 $= 10\,000$   
b)  $\frac{1}{10^6 \cdot 10^{-3}} = 10^{-6} \cdot 10^3 = 10^{-3} = 0,001$   
c)  $\frac{10^3 \cdot (10^{-6})^2}{10^{-9} \cdot 10^{-2}} = \frac{10^3 \cdot 10^{-12}}{10^{-11}} = 10^2 = 100$
8. a)  $\frac{10^2 \cdot 10^{-4}}{10^{-12} \cdot 10^9} = \frac{10^{-2}}{10^{-3}} = 10^1 = 10$   
b)  $\frac{10^{-3} \cdot 10^6}{10^{-4} \cdot 10^5} = 10^2 = 100$   
c)  $\frac{10^{-2} \cdot (10^6)^2}{10^3 \cdot 10^4} = \frac{10^{-2} \cdot 10^{12}}{10^7} = 10^3 = 1000$
9. a)  $\frac{42\,000 \cdot 500}{0,06} = \frac{42 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^2}{6 \cdot 10^{-2}} = 35 \cdot 10^7$   
b)  $\frac{46\,000 \cdot 0,5}{50\,000} = \frac{46 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^{-1}}{5 \cdot 10^4} = 46 \cdot 10^{-2}$   
 $= 0,46$   
c)  $\frac{0,0065 \cdot 0,025}{13\,000 \cdot 0,0005} = \frac{65 \cdot 10^{-4} \cdot 25 \cdot 10^{-3}}{13 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^{-4}}$   
 $= 25 \cdot 10^{-6}$

### 1.2.1.2 Rechnen mit Zehnerpotenzen

Seite 13

1. a)  $10^6 + 10^2 - 10^0 = 1\,000\,000 + 100 - 1$   
 $= 1\,000\,099$   
b)  $10^{-3} + 10^1 - 10^2 = 0,001 + 10 - 100$   
 $= -89,999$   
c)  $10^6 + 10^3 + 10^3 = 10^6 + 2 \cdot 10^3 = 1\,002\,000$

- d)  $\frac{4200 \cdot 0,007}{35000} = \frac{42 \cdot 10^2 \cdot 7 \cdot 10^{-3}}{35 \cdot 10^3}$   
 $= 8,4 \cdot 10^{-4}$
10. a)  $\frac{0,0035 \cdot 620}{310 \cdot 0,07} = \frac{35 \cdot 10^{-4} \cdot 62 \cdot 10^1}{31 \cdot 10^1 \cdot 7 \cdot 10^{-2}}$   
 $= 10 \cdot 10^{-2} = 0,1$
- b)  $\frac{0,007 \cdot 630}{0,0009} = \frac{7 \cdot 10^{-3} \cdot 63 \cdot 10^1}{9 \cdot 10^{-4}}$   
 $= 49 \cdot 10^2 = 4900$
- c)  $\frac{28000 \cdot 0,4}{7000 \cdot 400} = \frac{28 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 10^{-1}}{7 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 10^2}$   
 $= 4 \cdot 10^{-3} = 0,004$
- d)  $\frac{22 \cdot 0,0004}{880} = \frac{22 \cdot 4 \cdot 10^{-4}}{88 \cdot 10^1} = 1 \cdot 10^{-5}$   
 $= 0,00001$
11.  $\frac{(28 \cdot 10^2 - 2,6 \cdot 10^3) \cdot 4,47 \cdot 7,6 \cdot 10^{-6} \cdot 43 \cdot 10^7}{12,7 \cdot 10^{-3} \cdot 122 \cdot 10^{-3}}$   
 $= 1,89 \cdot 10^9$
12.  $\frac{(22,7 \cdot 10^5 - 2,8 \cdot 10^4) \cdot 343 \cdot 10^{-6} \cdot 66 \cdot 10^{-7}}{21,9 \cdot 10^{-2} \cdot 12,2 \cdot 10^{-4}}$   
 $= 19,0$
6. a)  $\frac{4^2 \cdot 6^3}{3^3 \cdot 8^2} = \left(\frac{4}{8}\right)^2 \cdot \left(\frac{6}{3}\right)^3 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \cdot \left(\frac{2}{1}\right)^3$   
 $= \left(\frac{1}{2}\right)^{-1} = 2$
- b)  $\frac{3^4}{1,5^4} + 3^8 \cdot 3^{-6} = 2^4 + 3^2 = 16 + 9 = 25$
- c)  $\frac{3^{-2}}{3^{-4}} = 3^2 = 9$
7. a)  $(8^4)^3/64^3 = \frac{(8^4)^3}{(8^2)^3} = (8^2)^3 = 64^3 = 262144$
- b)  $3^{-6}/(3 \cdot 3 \cdot 3)^{-2} = 3^{-6}/(3^3)^{-2} = 3^{-6}/3^{-6} = 3^0 = 1$
8. a)  $\left(\frac{28 \cdot 2^{-3}}{4 \cdot 2^{-4}}\right)^2 = (7 \cdot 2^1)^2 = 7^2 \cdot 2^2$   
 $= 49 \cdot 4 = 196$
- b)  $\left(\frac{7^3 - 3,5^2}{7^3 \cdot 2^2}\right)^{-1} = \frac{7^3 \cdot 2^2}{7^3 - 3,5^2} = \frac{7^3 \cdot 2^2}{2^3 \cdot 3,5^3 - 3,5^2}$   
 $= \frac{7^3 \cdot 2^2}{3,5^2(2^3 \cdot 3,5 - 1)} = \frac{2^3 \cdot 3,5^3 \cdot 2^2}{3,5^2(2^3 \cdot 3,5 - 1)}$   
 $= \frac{2^5 \cdot 3,5}{2^3 \cdot 3,5 - 1} = \frac{32 \cdot 3,5}{8 \cdot 3,5 - 1} = \frac{112}{27}$

## 1.2.2 Sonstige Potenzen mit ganzen Exponenten

### Seite 14

1. a)  $2^2 = 4$       b)  $2^1 = 2$   
 c)  $2^0 = 1$       d)  $2^4 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 16$
2. a)  $8^2 = 64$       b)  $8^1 = 8$   
 c)  $8^0 = 1$       d)  $8^3 = 8 \cdot 8 \cdot 8 = 512$
3. a)  $8^2 + 6^2 = 64 + 36 = 100$   
 b)  $8^2 \cdot 8^3 = 8^5 = 32768$   
 c)  $8^2 \cdot 4^2 = 32^2 = 1024$   
 d)  $\frac{8^4}{2^4} = \left(\frac{8}{2}\right)^4 = 4^4 = 256$
4. a)  $16^2/8^2 = 2^2 = 4$       b)  $4^2 \cdot 4^3 = 4^5 = 1024$   
 c)  $4^3/4^4 = 4^{-1} = 0,25$       d)  $(4^2)^3 = 4^6 = 4096$
5. a)  $\frac{3^2 \cdot 6^3}{3^4 \cdot 6^4} = 3^{-2} \cdot 6^{-1} = \frac{1}{9} \cdot \frac{1}{6} = \frac{1}{54}$

9.  $2^8 = 256$

10.  $z = 2^7 = 128 \Rightarrow$  Zahlen 0 bis 127

11.  $2^{20} : 2^2 = 2^{18} = 262144$   
 Adressen sind wählbar;  
 $z = 2^{18} \cdot 2^3 = 2^{21} = 2097152$

## 1.3 Rechnen mit Wurzeln

### Seite 15

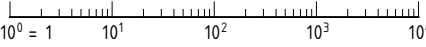
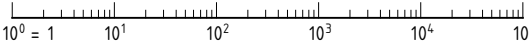
1. a)  $\sqrt{49} = 7$       b)  $\sqrt{2500} = 50$   
 c)  $\sqrt{144} = 12$       d)  $\sqrt{1600} = 40$
2. a)  $\sqrt{64} = 8$       b)  $\sqrt{3600} = 60$   
 c)  $\sqrt{81} = 9$       d)  $\sqrt{900} = 30$

3. a)  $\sqrt{4240} = 65,12$       b)  $\sqrt{68775} = 262,2$   
 c)  $\sqrt{455870} = 675,2$       d)  $\sqrt{30428} = 174,4$
4. a)  $\sqrt{6540} = 80,87$       b)  $\sqrt{41433} = 203,6$   
 c)  $\sqrt{867654} = 931,5$       d)  $\sqrt{3422} = 58,49$
5. a)  $\sqrt{3^2 + 5^2} = \sqrt{9 + 25} = \sqrt{34} = 5,831$   
 b)  $\sqrt{3,5^2 + 4,2^2} = \sqrt{12,25 + 17,64} = \sqrt{29,89} = 5,468$   
 c)  $\sqrt{2^2 + 2,5^2} = \sqrt{4 + 6,25} = \sqrt{10,25} = 3,202$
6. a)  $\sqrt{5^2 + 2^2} = \sqrt{25 + 4} = \sqrt{29} = 5,385$   
 b)  $\sqrt{4,2^2 + 5,3^2} = \sqrt{17,64 + 28,09} = \sqrt{45,73} = 6,763$   
 c)  $\sqrt{2,5^2 + 3^2} = \sqrt{6,25 + 9} = \sqrt{15,25} = 3,905$
7. a)  $\sqrt{3} \cdot \sqrt{5} = \sqrt{3 \cdot 5} = \sqrt{15} = 3,873$   
 b)  $\sqrt[3]{6} \cdot \sqrt[3]{17} = \sqrt[3]{102} = 4,672$   
 c)  $\sqrt{16} : \sqrt{4} = \sqrt{16 : 4} = \sqrt{4} = 2$   
 d)  $\sqrt[3]{35} : \sqrt[3]{5} = \sqrt[3]{35 : 5} = \sqrt[3]{7} = 1,913$   
 e)  $(\sqrt{5})^3 = (5^{\frac{1}{2}})^3 = 5^{\frac{3}{2}} = \sqrt{5^3} = \sqrt{125} = 11,18$   
 f)  $\sqrt[3]{\sqrt{64}} = (64^{\frac{1}{2}})^{\frac{1}{3}} = 64^{\frac{1}{6}} = \sqrt[6]{64} = \sqrt[6]{2^6} = 2$
8. a)  $\sqrt{5} \cdot \sqrt{7} = \sqrt{5 \cdot 7} = \sqrt{35} = 5,916$   
 b)  $\sqrt[3]{8} \cdot \sqrt[3]{32} = \sqrt[3]{8 \cdot 32} = \sqrt[3]{256} = 6,35$   
 c)  $\sqrt{25} : \sqrt{5} = \sqrt{25/5} = \sqrt{5} = 2,236$   
 d)  $\sqrt[3]{64} : \sqrt[3]{8} = \sqrt[3]{64 : 8} = \sqrt[3]{8} = 2$   
 e)  $(\sqrt{7})^3 = (7^{\frac{1}{2}})^3 = 7^{\frac{3}{2}} = \sqrt{7^3} = \sqrt{343} = 18,52$   
 f)  $\sqrt[4]{\sqrt{256}} = (256^{\frac{1}{2}})^{\frac{1}{4}} = 256^{\frac{1}{8}} = \sqrt[8]{256} = \sqrt[8]{2^8} = 2$

## 1.4 Logarithmen

### 1.4.1 Zehnerlogarithmen

Seite 16

1. a)  $\lg 15 = 1,1761$       b)  $\lg 23 = 1,3617$   
 c)  $\lg 41 = 1,6128$       d)  $\lg 86 = 1,9345$   
 e)  $\lg 87 = 1,9395$
2. a)  $\lg 26 = 1,4149$       b)  $\lg 68 = 1,8325$   
 c)  $\lg 77 = 1,8865$       d)  $\lg 96 = 1,9823$   
 e)  $\lg 240 = 2,3802$
3. a)  $\lg 0,5 = 0,6990 - 1$  oder  $9,6990 - 10$   
 b)  $\lg 3,5 = 0,5441$   
 c)  $\lg 6,8 = 0,8325$   
 d)  $\lg 0,043 = 0,6335 - 2$  oder  $8,6335 - 10$
4. a)  $\lg 0,7 = 0,8451 - 1$  oder  $9,8451 - 10$   
 b)  $\lg 8,7 = 0,9395$   
 c)  $\lg 5,925 = 0,7727$   
 d)  $\lg 0,0084 = 0,9243 - 3$  oder  $7,9243 - 10$
5. 
6. 
7.  $l_x = l_{10} \cdot \lg \frac{x}{x_A}$   
 $= 8 \text{ cm} \cdot \lg \frac{50}{10} = 8 \text{ cm} \cdot 0,69897 = 5,59 \text{ cm}$
8.  $l_x = l_{10} \cdot \lg \frac{x}{x_A} = 10 \text{ cm} \cdot \lg \frac{0,04}{0,01}$   
 $= 10 \text{ cm} \cdot 0,60206 = 6,02 \text{ cm}$
9.  $l = l_{10} \cdot \lg \frac{x_E}{x_A}$   
 $\Rightarrow l_{10} = l / \lg \frac{x_E}{x_A} = 9,54 \text{ cm} / \lg \frac{0,3}{0,01} = 6,49 \text{ cm}$
10.  $l_x = l_{10} \cdot \lg \frac{x}{x_A} \Rightarrow \lg \frac{x}{x_A} = \frac{l_x}{l_{10}}$   
 $\Rightarrow \lg x = \frac{l_x}{l_{10}} + \lg x_A = \frac{6,23 \text{ cm}}{8 \text{ cm}} + \lg 0,05$   
 $= 0,7788 + (0,6990 - 2)$   
 $= 1,4778 - 2 = 0,4778 - 1$   
 $\Rightarrow x = 0,3$

## 1.4.2 Logarithmische Darstellung, Linearisieren

Seite 17 links

- $E = 300 \text{ lx}; \quad I = 200 \mu\text{A}$
  - $E = 40 \text{ lx}; \quad I = 5 \mu\text{A}$
- $E = 100 \text{ lx}; \quad I = 8 \mu\text{A}$
  - $E = 2000 \text{ lx}; \quad I = 80 \mu\text{A}$
- $f = 1000 \text{ Hz}; \quad 22 \text{ V}$
  - $f = 500 \text{ Hz}; \quad 16 \text{ V}$
- $U = 30 \text{ V}; \quad f = 2500 \text{ Hz}$
  - $U = 5 \text{ V}; \quad f = 25 \text{ Hz}$
- |                                  | +85 C  | +25 C  | -40 C   |
|----------------------------------|--------|--------|---------|
| $I_{\text{OUT}} = 1 \text{ mA}$  | 5,03 V | 5,01 V | 4,975 V |
| $I_{\text{OUT}} = 50 \text{ mA}$ | 5,02 V | 5 V    | 4,96 V  |
- $I_{\text{OUT}} = 0,15 \text{ A}$
- $\ln 12 = 2,4849$
  - $\ln 24 = 3,1781$
  - $\ln 47 = 3,8501$
  - $\ln 86 = 4,4543$
  - $\ln 96 = 4,5643$
- $\ln 35 = 3,5553$
  - $\ln 21 = 3,0445$
  - $\ln 56 = 4,0254$
  - $\ln 75 = 4,3175$
  - $\ln 89 = 4,4886$

## 1.5 Kehrwert, Prozentrechnen

Seite 18 links

- 0,027 778
  - 0,0678 571
  - 0,125
- 0,093 75
  - 0,075
  - 0,766 666 7
- 12
  - 12
  - 3
  - 3
  - $\frac{15}{20} = \frac{3}{4}$
- $\frac{5}{2}$
  - $\frac{1}{6}$
  - 10
  - 4
  - $\frac{16}{9}$
- 4,167
  - 1,167
  - 4
  - 0
  - 1,545

- 2,636
  - 0,95
  - 0,1
  - 0,033
  - 0,833
- 64,12
  - 622,08 €
- 18,24 N
  - 125,8 m<sup>2</sup>
- E24-Reihe hat eine Toleranz von  $\pm 5 \%$   
 $5 \%$  von  $4,7 \text{ k}\Omega = 0,235 \text{ k}\Omega$   
 $\Rightarrow R_{\text{min}} = R - 0,235 \text{ k}\Omega = 4,465 \text{ k}\Omega$   
 $R_{\text{max}} = R + 0,235 \text{ k}\Omega = 4,935 \text{ k}\Omega$
- E48-Reihe hat eine Toleranz von  $\pm 2 \%$   
 $2 \%$  von  $15 \text{ mF} = 0,3 \text{ mF}$   
 $\Rightarrow C_{\text{min}} = C - 0,3 \text{ mF} = 15,3 \text{ mF}$   
 $C_{\text{max}} = C + 0,3 \text{ mF} = 14,7 \text{ mF}$
- $\frac{W}{G} = \frac{8}{100} \Rightarrow W = \frac{8}{100} \cdot 1570 \text{ €} = 125,60 \text{ €}$   
 $p = 8, \quad G = 1570 \text{ €}$
- $G = 1850 \text{ €}, \quad p = 2$ 
  - $W = \frac{2}{100} \cdot 1850 \text{ €} = 37 \text{ €}$
  - $1850 \text{ €} - 37 \text{ €} = 1813 \text{ €}$

## 1.6 Funktionen

### 1.6.1 Beschreibungsformen bei Funktionen

Seite 20 links

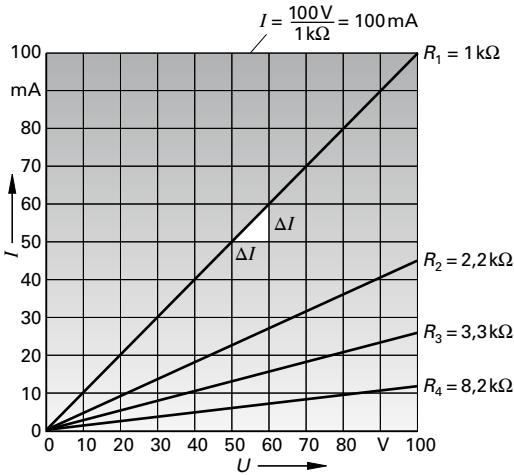
- Die Fläche ist eine Funktion von der Länge.
  - Der Widerstand ist eine Funktion der Temperatur.
  - Der Strom ist eine Funktion der Spannung.
  - Die Spannung ist eine Funktion des Widerstands.
  - Die Leistung ist eine Funktion des Stromes.
  - Die Leistung ist eine Funktion der Spannung.
- $U = f(d)$
  - $P = f(I); \quad U = \text{konst.}$
- Der Graph ist die Kennlinie einer Z-Diode entsprechend Bild 3, Seite 101, von „Mathematik für Elektronik- und IT-Berufe“

4. a) 36 kΩ    b) 16 kΩ    c) 7 kΩ  
 d) 150 Ω    e) 250 Ω    f) 2,6 kΩ
5. a) 65 kΩ    b) 30 kΩ    c) 15 kΩ  
 d) 5,6 kΩ    e) 2,5 kΩ    f) 1,25 kΩ

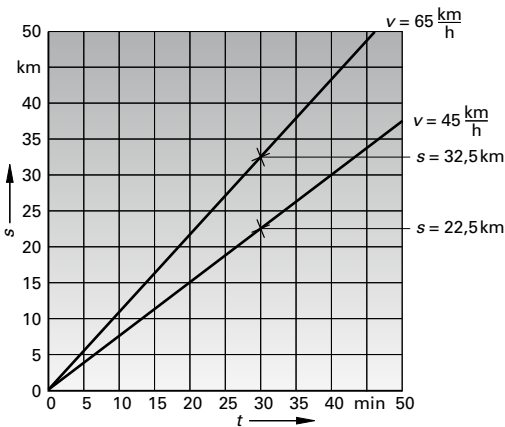
1.6.2 Lineare Funktionen

Seite 20 rechts

1.



2.



3. a)  $U = U_0 - R_i \cdot I$   
 $\Rightarrow U = -R_i \cdot I + U_0$   
 $\Rightarrow U = -10 \Omega \cdot I + 20 V$

$I$ in A	0	1	2
$U$ in V	20	10	0

Der Graph ist eine Gerade mit negativer Steigung.

- c)  $m = -R_i = -10 \Omega = -10 \frac{V}{A}$
4. a)  $I = \frac{U_0}{R_i + R_L} \Rightarrow I = \frac{1}{R_i + R_L} \cdot U_0$   
 $\Rightarrow I = \frac{1}{10 \Omega + 30 \Omega} U_0 \Rightarrow I = 25 \text{ mS} \cdot U_0$
- b) Der Graph ist eine Ursprungsgerade durch den Bildpunkt (10 V/250 mA).
- c)  $m = \frac{1}{R_i + R_L} = \frac{1}{10 \Omega + 30 \Omega}$   
 $= 25 \text{ mS} = 25 \frac{\text{mA}}{\text{V}}$

1.6.3 Trigonometrische Funktionen

1.6.3.1 Sinusfunktion und Kosinusfunktion

Seite 21

1. a)  $\delta = 90^\circ - \varphi = 90^\circ - 72,4^\circ = 17,6^\circ$

$$\sin \varphi = \frac{X_L}{Z}$$

$$\Rightarrow Z = \frac{X_L}{\sin \varphi} = \frac{2,4 \text{ k}\Omega}{\sin 72,4^\circ} = \frac{2,4 \text{ k}\Omega}{0,953}$$

$$= 2,518 \text{ k}\Omega$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z}$$

$$\Rightarrow R = Z \cdot \cos \varphi$$

$$= 2,518 \text{ k}\Omega \cdot \cos 72,4^\circ$$

$$= 2,518 \text{ k}\Omega \cdot 0,3024 = 761 \Omega$$

- b)  $\delta = 10^\circ$

$$Z = \frac{R}{\cos \varphi} = \frac{128 \Omega}{\cos 80^\circ} = 737 \Omega$$

$$X_L = Z \cdot \sin \varphi = 737 \Omega \cdot \sin 80^\circ = 726 \Omega$$

- c)  $\varphi = 82,78^\circ$

$$R = Z \cdot \sin \delta = 603 \Omega \cdot \sin 7,22^\circ = 75,8 \Omega$$

$$X_L = Z \cdot \sin \varphi = 603 \Omega \cdot \sin 82,78^\circ$$

$$= 598 \Omega$$

$$2. \text{ a) } \sin \varphi = \frac{X_L}{Z} = \frac{2,6 \text{ k}\Omega}{2,8 \text{ k}\Omega} = 0,929 \Rightarrow \varphi = 68,2^\circ$$

$$\delta = 21,8^\circ$$

$$\cos \varphi = \cos 68,2^\circ = 0,3714$$

$$R = Z \cdot \cos \varphi = 2,8 \text{ k}\Omega \cdot 0,3714 = 1,04 \text{ k}\Omega$$

$$\text{b) } \cos \varphi = \frac{R}{Z} = \frac{378 \Omega}{1260 \Omega} = 0,3 \Rightarrow \varphi = 72,54^\circ$$

$$\delta = 17,46^\circ$$

$$\sin \varphi = \sin 72,54^\circ = 0,954$$

$$X_L = Z \cdot \sin \varphi = 1260 \Omega \cdot 0,954 = 1202 \Omega$$

$$\text{c) } \sin \varphi = \frac{X_L}{Z} = \frac{43 \text{ k}\Omega}{56,7 \text{ k}\Omega} = 0,758$$

$$\Rightarrow \varphi = 49,3^\circ$$

$$\delta = 40,7^\circ$$

$$\cos \varphi = \cos 49,3^\circ = 0,652$$

$$R = Z \cdot \cos \varphi = 56,7 \text{ k}\Omega \cdot 0,652 = 37 \text{ k}\Omega$$

$$3. \sin \alpha = \frac{l/2}{s/2} = \frac{l}{s}$$

$$\Rightarrow s = \frac{\sin \alpha}{\sin(90^\circ - 58^\circ)} = \frac{5,85 \text{ m}}{0,53} = 11,04 \text{ m}$$

### 1.6.3.2 Graphen der Sinusfunktion und der Kosinusfunktion

Seite 22

$$1. \text{ a) } \sin 243^\circ = -\sin(243^\circ - 180^\circ) = -\sin 63^\circ = -0,891$$

$$\text{b) } \sin 63^\circ = 0,891$$

$$2. \text{ a) } \cos 348^\circ = \cos(360^\circ - 348^\circ) = \cos 12^\circ = 0,978$$

$$\text{b) } \cos 127^\circ = -\cos(180^\circ - 127^\circ) = -\cos 53^\circ = -0,602$$

$$3. \text{ a) } u = \hat{u} \cdot \sin(2\pi f t)$$

$$\Rightarrow 2\pi f t = \arcsin(u/\hat{u})$$

$$\Rightarrow t = \arcsin(u/\hat{u})/(2\pi f)$$

$$t_1 = \arcsin(0,482 \text{ V}/1,85 \text{ V})/(2\pi \cdot 35 \text{ kHz}) = 1,2 \mu\text{s}$$

$$\text{b) } t_2 = \arcsin(-1,247 \text{ V}/1,85 \text{ V})/(2\pi \cdot 35 \text{ kHz}) = -3,36 \mu\text{s}$$

d. h. 3,36  $\mu\text{s}$  vor ansteigendem Nulldurchgang und

$$T/2 + 3,36 \mu\text{s} = 1/(2 \cdot 35 \text{ kHz}) + 3,36 \mu\text{s} = (14,29 + 3,36) \mu\text{s} = 17,65 \mu\text{s}$$

nach ansteigendem Nulldurchgang

$$\text{c) } t_3 = \arcsin(1,743 \text{ V}/1,85 \text{ V})/(2\pi \cdot 35 \text{ kHz}) = 5,59 \mu\text{s}$$

$$4. \text{ a) } i = \hat{i} \cdot \sin(2\pi f t)$$

$$\Rightarrow 2\pi f t = \arcsin(i/\hat{i})$$

$$\Rightarrow f = \arcsin(i/\hat{i})/(2\pi t)$$

$$f_1 = \arcsin(7,834 \mu\text{A}/22,8 \mu\text{A})/(2\pi \cdot 4,82 \mu\text{s}) = 11,581 \text{ kHz}$$

$$\text{b) } f_2 = \arcsin(7,834 \mu\text{A}/22,8 \mu\text{A})/(2\pi \cdot 982 \mu\text{s}) = 56,8 \text{ Hz}$$

$$\text{c) } f_3 = \arcsin(7,834 \mu\text{A}/22,8 \mu\text{A})/(2\pi \cdot 3,728 \text{ ns}) = 14,974 \text{ MHz}$$

	a)	b)	c)
$\omega t$ in rad	0,942	1,16	1,728
$\omega t$ in $^\circ$	54	66,6	99
$i$ in mA	4,7	3,18	-1,25

	a)	b)	c)
$\omega t$ in rad	0,251	0,33	1,32
$\omega t$ in $^\circ$	14,4	18,9	75,6
$i$ in V	4,84	4,73	1,243

7. Entspricht dem Graphen  $y = \sin \alpha$  in Bild 1, Seite 180, von „Mathematik für Geräte- und Systemtechnik“

8. Entspricht dem Graphen  $y = \cos \alpha$  in Bild 1, Seite 180, von „Mathematik für Geräte- und Systemtechnik“



## 1.6.3.3 Tangensfunktion

Seite 23

1. a)  $m = \tan \alpha = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{12 \text{ m}}{150 \text{ m}}$   
 $m = \frac{12}{150} = \frac{4}{50} = \frac{8}{100} = 0,08$   
 $m = 8 \%$
- b)  $\alpha = \arctan m$   
 $\alpha = \arctan 0,08$   
 $\alpha = 4,574^\circ$
2.  $\tan \alpha = \frac{h}{a}$   
 $\Rightarrow h = a \cdot \tan \alpha = 120 \text{ m} \cdot \tan 22,4^\circ$   
 $= 49,46 \text{ m}$
3. a)  $\tan \alpha = \frac{9}{16} = 0,5625 \Rightarrow \alpha = 29,36^\circ$   
b)  $l = 120 \text{ cm} \cdot \cos 29,36^\circ = 104,59 \text{ cm}$   
 $h = 104,59 \text{ cm} \cdot \tan 29,36^\circ = 58,83 \text{ cm}$
4. a)  $\tan \alpha = \frac{h}{b/2}$   
 $\Rightarrow h = \frac{b}{2} \tan \alpha = 3 \text{ m} \cdot \tan 30^\circ$   
 $= 3 \text{ m} \cdot 0,577 = 1,73 \text{ m}$
- b)  $l_{AB} = 2 \frac{b/2}{\cos \alpha} = 2 \frac{3 \text{ m}}{\cos 30^\circ} = 6,93 \text{ m}$
5. a)  $A = \pi r^2 \Rightarrow r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{0,785 \text{ cm}^2}{\pi}}$   
 $= 0,5 \text{ cm}$   
 $\tan \alpha = \frac{r}{l} \Rightarrow l = \frac{r}{\tan \alpha} = \frac{0,5 \text{ cm}}{\tan 15^\circ}$   
 $= 1,866 \text{ cm}$
- b)  $\tan \alpha = \frac{r}{l} \Rightarrow r = l \cdot \tan \alpha = 10 \text{ cm} \cdot \tan 15^\circ$   
 $= 2,68 \text{ cm}$   
 $A = \pi r^2 = \pi \cdot (2,68 \text{ cm})^2 = 22,56 \text{ cm}^2$

## 2 Rechnen mit Größen

### 2.1 Begriffe beim Rechnen mit Größen

Seite 24

- a) Spannung                      b) Stromstärke

c) Zeit                              d) Länge

e) Widerstand
- a) Volt                              b) Ampere

c) Kilogramm                      d) Ohm

e) Sekunden
- a) **An einer Diode liegt eine Spannung** von 1,5 V.

b) **Durch einen Schichtwiderstand fließt ein Strom** von 0,6 A.
- a) **An einem Kondensator liegt eine Spannung** von 120 V.

b) **Durch eine Diode fließt ein Strom** von 0,2 A.

### 2.2 Umrechnen der Einheiten

Seite 25 rechts oben

- a)  $44\,200\text{ mV} = 44,2\text{ V}$

b)  $0,002\text{ A} = 2\text{ mA}$

c)  $220\text{ }\mu\text{V} = 0,000\,22\text{ V}$

d)  $88\,000\text{ }\mu\text{V} = 88\text{ mV}$
- a)  $7,05\text{ kV} = 7050\text{ V}$

b)  $880\text{ m}\Omega = 0,88\text{ }\Omega$

c)  $840\text{ }\mu\text{A} = 0,84\text{ mA}$

d)  $825\text{ ns} = 0,825\text{ }\mu\text{s} = 0,000\,825\text{ ms}$   
 $= 0,000\,000\,825\text{ s}$
- $10^{10}\text{ }\Omega = 10\,000\text{ M}\Omega$
- $820 \cdot 10^6\text{ }\Omega = 820\,000 \cdot 10^3\text{ }\Omega = 820\,000\text{ k}\Omega$
- $8020\text{ A} = 8,02\text{ kA}$
- $18 \cdot 10^{-4}\text{ VA} = 18 \cdot 10^{-4}\text{ W}$   
 $= 18 \cdot 10^{-1}\text{ mW} = 1,8\text{ mW}$

### 2.3 Addition und Subtraktion

Seite 25 rechts unten

- a)  $223\text{ V} + 1,1\text{ kV} = 0,223\text{ kV} + 1,1\text{ kV}$   
 $= 1,323\text{ kV}$

b)  $0,38\text{ A} + 400\text{ mA} = 0,78\text{ A}$

c)  $144\text{ }\Omega + 0,12\text{ k}\Omega = 264\text{ }\Omega$
- a)  $2330\text{ mA} + 1,2\text{ A} = 3,53\text{ A}$

b)  $220\text{ mV} + 0,3\text{ A} = 220\text{ mV} + 0,3\text{ A}$   
 (Zusammenfassung ist nicht möglich!)

c)  $27\text{ cm} + 1220\text{ mm}$   
 $= 270\text{ mm} + 1220\text{ mm} = 1490\text{ mm}$

Seite 26 links oben

- a)  $220\text{ V} - 4800\text{ mV} = 220\text{ V} - 4,8\text{ V} = 215,2\text{ V}$

b)  $0,22\text{ A} - 120\text{ mA} = 0,1\text{ A}$

c)  $320\text{ k}\Omega - 1500\text{ }\Omega = 318,5\text{ k}\Omega$
- a)  $220\text{ V} - 1500\text{ mV} = 218,5\text{ V}$

b)  $23\text{ mV} - 2350\text{ }\mu\text{V} = 20,65\text{ mV}$

c)  $1500\text{ ms} - 0,7\text{ s} = 800\text{ ms}$
- a)  $25\text{ V} + 18\text{ V} - 23\text{ A} + 25\text{ A} - 17\text{ V} - 24\text{ A} - 24\text{ V}$   
 $= 25\text{ V} + 18\text{ V} - 17\text{ V} - 24\text{ V} + 25\text{ A} - 23\text{ A} - 24\text{ A}$   
 $= 25\text{ V} - 24\text{ V} + 18\text{ V} - 17\text{ V} + 25\text{ A} - 24\text{ A} - 23\text{ A}$   
 $= 2\text{ V} - 22\text{ A}$

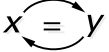
b)  $660\text{ mV} - 2,3\text{ A} + 44\text{ V} + 2,2\text{ A} - 560\text{ mV}$   
 $= 660\text{ mV} - 560\text{ mV} + 44\text{ V} + 2,2\text{ A} - 2,3\text{ A}$   
 $= 100\text{ mV} + 44\text{ V} - 0,1\text{ A}$   
 $= 44,1\text{ V} - 0,1\text{ A}$
- a)  $7\text{ ms} - 8\text{ mm} + 540\text{ A} - 320\text{ V} - 6\text{ ms}$   
 $+ 0,7\text{ cm} - 40\text{ A} + 20\text{ V}$   
 $= 7\text{ ms} - 6\text{ ms} + 540\text{ A} - 40\text{ A} - 320\text{ V} + 20\text{ V}$   
 $+ 0,7\text{ cm} - 8\text{ mm}$   
 $= 1\text{ ms} + 500\text{ A} - 300\text{ V} - 1\text{ mm}$

b)  $22\text{ mV} - 3\text{ k}\Omega + 2,2\text{ A} - 25\text{ mV} + 2500\text{ }\Omega - 200\text{ mA}$   
 $= 22\text{ mV} - 25\text{ mV} - 3\text{ k}\Omega + 2,5\text{ k}\Omega + 2,2\text{ A} - 0,2\text{ A}$   
 $= -3\text{ mV} - 0,5\text{ k}\Omega + 2\text{ A}$

## 2.4 Multiplikation und Division

Seite 26 rechts

1. a)  $6 \text{ V} \cdot 7 \text{ A} = 42 \text{ VA} = 42 \text{ W}$   
 b)  $6 \text{ mV} \cdot 7 \text{ A} = 42 \text{ mVA} = 42 \text{ mW}$   
 c)  $12 \text{ mA} \cdot 2 \text{ mV} = 24 \text{ mV} \cdot \text{mA}$   
 $= 24 \mu\text{VA} = 24 \mu\text{W}$   
 d)  $18 \text{ kV} \cdot 2 \text{ mA} = 36 \text{ VA} = 36 \text{ W}$
2. a)  $7 \text{ mA} \cdot 6 \text{ V} = 42 \text{ mVA} = 42 \text{ mW}$   
 b)  $3 \text{ kA} \cdot 2 \text{ mV} = 6 \text{ VA} = 6 \text{ W}$   
 c)  $8 \text{ kV} \cdot 2 \mu\text{A} = 16 \text{ k} \cdot \mu\text{VA} = 16 \text{ mVA}$   
 $= 16 \text{ mW}$   
 d)  $3,5 \text{ mV} \cdot 12 \mu\text{A} = 42 \text{ m} \cdot \mu\text{VA}$   
 $= 42 \cdot 10^{-9} \text{ W} = 42 \text{ nW}$
3. a)  $\frac{3 \text{ mVA}}{1,2 \text{ mA} \cdot 0,5 \text{ A}} = \frac{3 \text{ mVA}}{0,6 \text{ mA}^2} = 5 \frac{\text{V}}{\text{A}} = 5 \Omega$   
 b)  $\frac{6 \mu\text{VA}}{2 \text{ mV} \cdot 2 \text{ mA}} = 1,5 \frac{\mu\text{VA}}{\mu\text{VA}} = 1,5$
4. a)  $\frac{42 \text{ VA}}{7 \text{ mV} \cdot 3 \text{ kA}} = \frac{42 \text{ VA}}{21 \text{ VA}} = 2$   
 b)  $\frac{36 \Omega^2}{6 \text{ m}\Omega} = 6 \text{ k}\Omega$
5. a)  $\frac{22 \text{ pAs}}{11 \text{ mA}} = \frac{22 \cdot 10^{-12} \text{ As}}{11 \cdot 10^{-3} \text{ A}} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ s} = 2 \text{ ns}$   
 b)  $\frac{12 \text{ mVA}}{6 \text{ kV}} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{10^3 \text{ A}} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ A} = 2 \mu\text{A}$   
 c)  $\frac{24 \mu\text{VA}}{12 \text{ mA}} = \frac{24 \cdot 10^{-6} \text{ V}}{12 \cdot 10^{-3}} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ V} = 2 \text{ mV}$   
 d)  $\frac{28 \text{ mm}}{4 \text{ ms}} = 7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
6. a)  $\frac{18 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{9 \text{ mm}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s} \cdot \text{mm}} = 2 \frac{1}{\text{ms}} = 2000 \frac{1}{\text{s}}$   
 b)  $\frac{3 \text{ mA}}{2 \text{ mAs}} = 1,5 \frac{1}{\text{s}}$   
 c)  $\frac{30 \text{ kVA}}{2 \text{ mA}} = 15 \text{ MV}$   
 d)  $\frac{12 \text{ m}}{1,2 \mu\text{s}} = 10 \frac{\text{m}}{\mu\text{s}} = 10 \frac{\text{Mm}}{\text{s}} = 10000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$



## 3 Rechnen mit Formeln

### 3.1 Umstellen von Formeln

Seite 27

1. a)  $V = \frac{a^2 h}{3}$  |  $\cdot 2$

$$2V = \frac{2a^2 h}{3}$$

b)  $V = \frac{a^2 h}{3}$  |  $\cdot 3$

$$3V = a^2 h$$

c)  $V = \frac{a^2 h}{3}$  |  $\cdot (-6)$

$$-6V = -2a^2 h$$

d)  $V = \frac{a^2 h}{3}$  |  $\cdot (-1)$

$$-V = \frac{-a^2 h}{3}$$

2. a)  $R_1 + R_2 = \frac{U}{I}$  |  $+ R_3$

$$R_1 + R_2 + R_3 = \frac{U}{I} + R_3$$

b)  $R_1 + R_2 = \frac{U}{I}$  |  $+ R_1$

$$2R_1 + R_2 = \frac{U}{I} + R_1$$

c)  $R_1 + R_2 = \frac{U}{I}$  |  $- R_2$

$$R_1 = \frac{U}{I} - R_2$$

d)  $R_1 + R_2 = \frac{U}{I}$  |  $+ \frac{U_3}{I}$

$$R_1 + R_2 + \frac{U_3}{I} = \frac{U}{I} + \frac{U_3}{I}$$

$$R_1 + R_2 + \frac{U_3}{I} = \frac{U + U_3}{I}$$

3. a)  $\frac{1}{x} = a - b$  | Kehrwert

$$x = \frac{1}{a - b}$$

b)  $x^2 = a^2 + 2ab + b^2$

$$x^2 = (a + b)^2 \quad | \text{Quadratwurzel}$$

$$x_1 = a + b; \quad x_2 = -(a + b)$$

c)  $x - 2y = \frac{D}{2}$  |  $+ 2y$

$$x = \frac{D}{2} + 2y$$

d)  $2U = 3x + 6y$  |  $- 6y$

$$2U - 6y = 3x \quad | : 3$$

$$x = \frac{2U - 6y}{3}$$

4. a)  $y + 2x = \frac{2a}{5}$  |  $- 2x$

$$y = \frac{2a}{5} - 2x$$

b)  $y - \frac{A}{x} = 7d$  |  $+ \frac{A}{x}$

$$y = 7d + \frac{A}{x}$$

c)  $\frac{x}{y} = \frac{5a}{3b}$  | Kehrwert

$$\frac{y}{x} = \frac{3b}{5a} \quad | \cdot x$$

$$y = \frac{3bx}{5a}$$

d)  $b = a + 3y$  |  $- a$

$$b - a = 3y \quad | : 3$$

$$y = \frac{b - a}{3}$$

5.  $A = \frac{(d + e)h}{2}$  |  $\cdot 2$

$$2A = (d + e)h \quad | : (d + e)$$

$$h = \frac{2A}{d + e}$$

6.  $V = \frac{(F - G)h}{3}$  |  $\cdot 3$

$$3V = (F - G)h \quad | : (F - G)$$

$$h = \frac{3V}{F - G}$$

7. a)  $V = \frac{d^2 \pi l}{4}$  |  $\cdot 4$

$$4V = d^2 \pi l \quad | : \pi l$$

$$\frac{4V}{\pi l} = d^2 \quad | \sqrt{\quad}$$

$$d = \sqrt{\frac{4V}{\pi l}}$$