

# Kapitelübersicht

<b>1 Rechnen mit Zahlen</b>	<b>9</b>
<b>2 Rechnen mit Größen</b>	<b>24</b>
<b>3 Rechnen mit Formeln</b>	<b>27</b>
<b>4 Elektrotechnische Grundlagen</b>	<b>32</b>
<b>5 Wechselstromtechnik</b>	<b>64</b>
<b>6 Elektronische Schaltungen</b>	<b>96</b>
<b>7 Digitaltechnik</b>	<b>143</b>
<b>8 Sequenzielle Digitaltechnik (Schaltwerke)</b>	<b>164</b>
<b>9 Computertechnik</b>	<b>175</b>
<b>10 Kommunikationstechnik</b>	<b>187</b>
<b>11 Datenübertragung</b>	<b>197</b>
<b>12 Netztechnik</b>	<b>210</b>
<b>13 Regelungstechnik</b>	<b>221</b>
<b>14 Antriebstechnik</b>	<b>232</b>
<b>15 Projektaufgaben</b>	<b>240</b>
<b>16 Arbeiten mit Datenblättern</b>	<b>248</b>
<b>17 Rechnungswesen und Controlling</b>	<b>255</b>
<b>18 Markt- und Kundenbeziehungen</b>	<b>264</b>
<b>19 Ergänzendes Fachwissen Elektrotechnik</b>	<b>272</b>
<b>20 Ergänzendes Fachwissen Mathematik</b>	<b>301</b>

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Rechnen mit Zahlen</b>	
1.1	Grundgesetze . . . . .	9
1.1.1	Vertauschungsgesetz, Verbindungsge- setz, Verteilungsgesetz . . . . .	9
1.1.2	Bruchrechnen . . . . .	10
1.2	Potenzen . . . . .	12
1.2.1	Zehnerpotenzen . . . . .	12
1.2.2	Sonstige Potenzen mit ganzen Exponenten	14
1.3	Rechnen mit Wurzeln . . . . .	15
1.4	Logarithmen . . . . .	16
1.4.1	Zehnerlogarithmen . . . . .	16
1.4.2	Logarithmische Darstellung, Linearisieren .	17
1.5	Kehrwert, Prozentrechnen . . . . .	18
1.6	Funktionen . . . . .	19
1.6.1	Beschreibungsformen bei Funktionen . . . . .	19
1.6.2	Lineare Funktionen . . . . .	20
1.6.3	Trigonometrische Funktionen . . . . .	21
4.7.4	Wirkungsgrad und Arbeitsgrad . . . . .	45
4.8	Grundschaltungen . . . . .	46
4.8.1	Reihenschaltung . . . . .	46
4.8.2	Parallelschaltung . . . . .	47
4.8.3	Gemischte Schaltungen . . . . .	48
4.8.4	Spannungsteiler . . . . .	51
4.9	Brückenschaltungen . . . . .	52
4.10	Erzeuger-Ersatzschaltungen . . . . .	53
4.10.1	Spannungs erzeuger . . . . .	53
4.10.2	Spannungs erzeugung mit Fotovoltaik .	54
4.10.3	Sekundärelemente (der Energielektronik) aufladen . . . . .	55
4.10.4	Anpassungsarten . . . . .	56
4.11	Schaltungen simulieren . . . . .	58
4.11.1	Schaltungen simulieren mit Multisim .	58
4.11.2	Schaltungen simulieren mit PSpice .	60
4.12	Temperatur und Wärme . . . . .	62
4.12.1	Wärme und Wärmekapazität . . . . .	62
4.12.2	Wärmewiderstand . . . . .	63
<b>2</b>	<b>Rechnen mit Größen</b>	
2.1	Begriffe beim Rechnen mit Größen . . . . .	24
2.2	Umrechnen der Einheiten . . . . .	25
2.3	Addition und Subtraktion . . . . .	25
2.4	Multiplikation und Division . . . . .	26
<b>3</b>	<b>Rechnen mit Formeln</b>	
3.1	Umstellen von Formeln . . . . .	27
3.2	Formel als Größengleichung . . . . .	29
3.2.1	Längen und Flächen . . . . .	29
3.2.2	Satz des Pythagoras . . . . .	30
3.2.3	Geschwindigkeiten . . . . .	31
<b>4</b>	<b>Elektrotechnische Grundlagen</b>	
4.1	Stromdichte . . . . .	32
4.2	Widerstände . . . . .	32
4.2.1	Widerstand und Leitwert . . . . .	32
4.2.2	Widerstand und Temperatur . . . . .	33
4.2.3	Leiterwiderstand . . . . .	34
4.3	Das Ohm'sche Gesetz . . . . .	35
4.4	Messen . . . . .	36
4.4.1	Anzeigefehler bei Zeigermessgeräten . . . . .	36
4.4.2	Digitales Messen mit DMM . . . . .	37
4.4.3	Digitales Multimeter DMM . . . . .	38
4.5	Rechnen mit Bezugspfeilen . . . . .	39
4.6	Elektrische Leistung bei Gleichspannung .	40
4.7	Arbeit und Energie . . . . .	42
4.7.1	Elektrische Arbeit . . . . .	42
4.7.2	Mechanische Arbeit und Leistung . . . . .	43
4.7.3	Leistung und Arbeit bei Drehbewegung . . . . .	44
5.1	Wechselgrößen . . . . .	64
5.1.1	Periode, Frequenz, Kreisfrequenz, Wel- lenlänge . . . . .	64
5.1.2	Maximalwert, Spitze-Tal-Wert, Effektivwert	64
5.1.3	Impulse . . . . .	66
5.2	Kondensator . . . . .	68
5.2.1	Elektrisches Feld . . . . .	68
5.2.2	Ladung und Kapazität . . . . .	68
5.2.3	Kraftwirkung und Energie des elektri- schen Feldes . . . . .	69
5.2.4	Kapazität . . . . .	70
5.2.5	Schaltungen von Kondensatoren . . . . .	70
5.2.6	RC-Schaltung an Gleichspannung und Rechteckspannung . . . . .	71
5.2.7	Kapazitiver Blindwiderstand . . . . .	72
5.3	Spule . . . . .	73
5.3.1	Elektromagnetismus . . . . .	73
5.3.2	Induktion und Induktivität . . . . .	76
5.3.3	RL-Schaltungen an Gleichspannung . . . . .	77
5.3.4	Induktiver Blindwiderstand . . . . .	78
5.4	Schaltungen mit Blindwiderständen . . . . .	79
5.4.1	RC- und RL-Schaltungen . . . . .	79
5.4.2	RLC-Schaltungen . . . . .	84
5.5	Wechselstromleistungen bei Einphasen- wechselstrom . . . . .	88
5.6	Drehstrom . . . . .	90
5.6.1	Sternschaltung . . . . .	90
5.6.2	Dreieckschaltung . . . . .	92
5.6.3	Leistungen bei Drehstrom . . . . .	93
5.7	Transformator . . . . .	94
5.7.1	Transformatorhauptgleichung . . . . .	94
5.7.2	Übersetzung von Spannung, Strom und Widerstand . . . . .	95

<b>6</b>	<b>Elektronische Schaltungen</b>	7.2.1	Umwandlung von Dualzahlen in Dezimalzahlen . . . . .	144
6.1	Schaltungen mit nicht linearen Widerständen . . . . .	7.2.2	Umwandlung von Dezimalzahlen in Dualzahlen . . . . .	145
6.1.1	Differenzieller Widerstand . . . . .	7.2.3	Addition und Subtraktion von Dualzahlen . . . . .	146
6.1.2	Impedanzen im Arbeitspunkt . . . . .	7.2.4	Multiplikation und Division von Dualzahlen . . . . .	146
6.1.3	Zeichnerische Lösung der Reihenschaltung . . . . .	7.2.5	Subtraktion durch Komplementaddition . . . . .	147
6.1.4	Messschaltungen mit Pt100-Widerstandssensoren . . . . .	7.3	BCD-Codes . . . . .	148
6.2	Schaltungen mit Dioden . . . . .	7.4	Hexadezimalzahlen . . . . .	148
6.2.1	Festlegung des Arbeitspunktes . . . . .	7.4.1	Hexadezimalzahlen und Dualzahlen . . . . .	148
6.2.2	Gleichrichterschaltungen . . . . .	7.4.2	Addition und Subtraktion von Hexadezimalzahlen . . . . .	149
6.2.3	Spannungsstabilisierung mit Z-Dioden . . . . .	7.4.3	Hexadezimalzahlen und Dezimalzahlen . . . . .	150
6.3	Licht . . . . .	7.5	Kombinatorische Digitaltechnik (Schaltnetze) . . . . .	151
6.4	Schaltungen mit fotoelektronischen Bauelementen . . . . .	7.5.1	Schaltalgebraische Begriffe . . . . .	151
6.5	Verstärker mit bipolaren Transistoren . . . . .	7.5.2	Kommutativgesetz der Schaltalgebra . . . . .	152
6.5.1	Arbeitspunkt in der Emitterschaltung . . . . .	7.5.3	Assoziativgesetz der Schaltalgebra . . . . .	153
6.6	Kippschaltungen . . . . .	7.5.4	Distributivgesetze der Schaltalgebra . . . . .	154
6.6.1	Transistoren als elektronische Schalter . . . . .	7.5.5	Schaltalgebraische Funktionen . . . . .	155
6.6.2	Schalten bei Ohm'scher, induktiver und kapazitiver Last . . . . .	7.6	Logische Verknüpfungen von Zahlen . . . . .	157
6.7	Verstärker mit Feldeffekttransistoren . . . . .	7.7	Minimieren und Realisieren von Schaltfunktionen . . . . .	158
6.7.1	Gleichstromgrößen von FET in Sourceschaltung . . . . .	7.7.1	Algebraisches Minimieren . . . . .	158
6.7.2	Wechselstromgrößen von FET in Sourceschaltung . . . . .	7.7.2	Realisieren mit NAND-Elementen . . . . .	159
6.7.3	Anologschalter mit FET . . . . .	7.7.3	Aufstellen des KV-Diagramms . . . . .	160
6.8	Leistungselektronik . . . . .	7.7.4	Minimieren mit dem KV-Diagramm . . . . .	161
6.8.1	IGBT . . . . .	7.8	Lastfaktoren . . . . .	163
6.8.2	Thyristoren als elektronische Schalter . . . . .	<b>8</b>	<b>Sequenzielle Digitaltechnik (Schaltwerke)</b>	
6.8.3	Gesteuerte Stromrichter . . . . .	8.1	JK-Kippschaltungen . . . . .	164
6.9	Operationsverstärker . . . . .	8.2	Wertetabelle und Zeitablaufdiagramm aus der Schaltung . . . . .	165
6.9.1	Eingangsschaltung des Operationsverstärkers . . . . .	8.3	Schaltfunktion aus Wertetabelle . . . . .	166
6.9.2	Verstärkung ohne Gegenkopplung . . . . .	8.4	Schaltung aus Schaltfunktion . . . . .	167
6.9.3	Komparatoren . . . . .	8.5	Synchrone Zähler mit T-Kipplgliedern . . . . .	168
6.9.4	Invertierender Verstärker . . . . .	8.6	Frequenzteiler . . . . .	169
6.9.5	Summierverstärker . . . . .	8.7	Direkte digitale Synthese DDS . . . . .	170
6.9.6	Nicht invertierender Verstärker und Impedanzwandler . . . . .	8.8	PAL-Schaltkreise anwenden . . . . .	171
6.9.7	Subtrahierverstärker und Differenzverstärker . . . . .	8.9	Programmieren mit VHDL . . . . .	174
6.9.8	Instrumentenverstärker (INV) . . . . .	<b>9</b>	<b>Computertechnik</b>	
6.9.9	Differenzier-Invertierer . . . . .	9.1	Berechnung der Speicherkapazität . . . . .	175
6.9.10	Integrier-Invertierer . . . . .	9.2	Bildschirmauflösung und Speicherkapazität . . . . .	176
6.10	Kippschaltungen . . . . .	9.3	PC-Firmware . . . . .	177
6.10.1	Astabile Kippschaltung . . . . .	9.3.1	PC-BIOS einstellen . . . . .	177
6.10.2	Monostabile Kippschaltung . . . . .	9.3.2	UEFI . . . . .	178
6.10.3	Schwellwertschalter . . . . .	9.4	C/C++ und ARDUINO . . . . .	179
6.11	Stabilisieren und Regeln . . . . .	9.4.1	Lineare Programme . . . . .	179
6.11.1	Spannung stabilisieren . . . . .	9.4.2	Programmverzweigungen . . . . .	180
6.11.2	Strom stabilisieren . . . . .	9.4.3	Programmschleifen . . . . .	181
6.11.3	Spannung regeln mit IC . . . . .	9.4.4	Felder (eindimensional) . . . . .	182
6.11.4	Schaltnetzteile (SNT) . . . . .	9.4.5	Programmieren mit Vorgaben . . . . .	182
<b>7</b>	<b>Digitaltechnik</b>	9.5	Datenbank anlegen . . . . .	183
7.1	Aufbau der Zahlensysteme . . . . .	9.5.1	Datenbanken mit Access erstellen . . . . .	183
7.2	Dualzahlen . . . . .	9.5.2	Arbeiten mit Access . . . . .	184
		9.5.3	Datenbanksprache SQL . . . . .	185

<b>10</b>	<b>Kommunikationstechnik</b>	
10.1	Kommunikationsanlagen.....	187
10.1.1	Übertragungsgrößen .....	187
10.1.2	Kenngrößen von Richtantennen.....	190
10.2	Schaltungen der Kommunikationstechnik .....	191
10.2.1	Leistungsverstärker für Niederfrequenz .....	191
10.2.2	Akustik .....	194
<b>11</b>	<b>Datenübertragung</b>	
11.1	Signalabtastung .....	197
11.2	Signalumsetzer.....	198
11.3	Digitale Modulation .....	199
11.3.1	PSK und QAM .....	199
11.3.2	Pulsmodulation.....	200
11.3.3	Quantisierung und Codierung .....	201
11.4	Geschwindigkeit der Datenübertragung .....	202
11.5	Zeitmultiplexübertragung .....	204
11.6	Fehlerhäufigkeit .....	205
11.7	Pegel und Dämpfung von Datenleitungen .....	206
11.8	Wellenwiderstand und Ausbreitungsgeschwindigkeit.....	207
11.9	Verbindungstechnik .....	208
11.9.1	Glasfasertechnik .....	208
11.9.2	Übertragungsreichweiten in Glasfaser- netzen .....	209
<b>12</b>	<b>Netztechnik</b>	
12.1	Aufbau von IT-Netzen, Routingtabelle .....	210
12.1.1	Routingtabellen auslesen .....	211
12.1.2	Errichten lokaler Netzwerke .....	212
12.2	Messen im LAN.....	215
12.2.1	Grundlagen NEXT, FEXT .....	215
12.2.2	Messen und Fehlersuche.....	216
12.3	Addressierung von Netzen .....	217
12.3.1	Internetadressierung IPv4.....	217
12.3.2	Internetadressierung IPv6.....	218
12.3.3	Subnetze .....	219
12.3.4	Aufteilung in Subnetze.....	220
<b>13</b>	<b>Regelungstechnik</b>	
13.1	Unstetige Regler .....	221
13.2	Stetige Regler .....	222
13.2.1	P-Regler .....	222
13.2.2	Analyse von Regelstrecken.....	224
13.2.3	PI-Regler.....	226
13.2.4	PDT <sub>1</sub> -Regler und PD-Regler.....	227
13.2.5	PID-Regler .....	228
13.2.6	Regler einstellen (Ziegler/Nichols).....	229
13.2.7	Auswahl der Reglerkennwerte .....	230
<b>14</b>	<b>Antriebstechnik</b>	
14.1	Antrieb mit Gleichstrommotoren.....	232
14.2	Ein-Quadranten-Steller (1Q-Steller).....	233
14.3	H-Brücke .....	234
14.4	Drehstromasynchronmotor (DASM) .....	235
14.5	Kennwerte von Asynchronmotoren.....	236
14.6	Schrittmotoren .....	237
14.6.1	Schrittinkel und Drehzahl .....	237
14.6.2	Schrittmotoren ansteuern .....	238
<b>15</b>	<b>Projektaufgaben</b>	
15.1	Aufgaben der Analogtechnik .....	240
15.2	Aufgaben der Digitaltechnik .....	242
15.3	Schaltungen mit monostabilen Kippgleidern.....	245
15.4	Transportbandsteuerung.....	246
15.5	Codeprüfung .....	247
<b>16</b>	<b>Arbeiten mit Datenblättern</b>	
16.1	Einführung in den Datenblattgebrauch .....	248
16.1.1	Allgemeine Angaben .....	248
16.1.2	Technische Kenngrößen in Datenblättern .....	249
16.1.3	Umgang mit Datenblättern von Spannungsreglern und Timer-Bausteinen .....	251
16.2	Strombelastbarkeit von Leitungen bei Umgebungstemperatur $\vartheta_u = 30^\circ\text{C}$ .....	252
16.3	Überstromschutzeinrichtungen .....	253
16.4	Kleintransformatoren .....	254
<b>17</b>	<b>Rechnungswesen und Controlling</b>	
17.1	Arbeiten mit EXCEL .....	255
17.2	Finanzbuchhaltung .....	257
17.3	Kostenrechnung .....	258
17.3.1	Fixe und variable Kosten .....	258
17.3.2	Kostenstellenrechnung .....	259
17.3.3	Kostenträgerrechnung im produzierenden Gewerbe .....	261
17.3.4	Kostenträgerrechnung in Handelsbetrieben .....	263
<b>18</b>	<b>Markt- und Kundenbeziehungen</b>	
18.1	Lieferantenauswahl .....	264
18.1.1	ABC-Analyse .....	264
18.1.2	Nutzwertanalyse .....	264
18.2	Bestellung und Lagerhaltung .....	265
18.2.1	Bestellpunktverfahren .....	265
18.2.2	Lagerkennziffern .....	265
18.2.3	Optimale Bestellmenge .....	266
18.2.4	Eigenfertigung oder Fremdbezug .....	267
18.3	Prüfungsaufgaben IT .....	268
18.3.1	Unternehmensgründung .....	268
18.3.2	Beschaffung und Betrieb von Datenprojektoren .....	269
18.3.3	Kommunikationskosten .....	270
18.3.4	Druckerkosten .....	271

<b>19</b>	<b>Ergänzendes Fachwissen Elektrotechnik, Kommunikationstechnik</b>		<b>20</b>	<b>Ergänzendes Fach- wissen Mathematik</b>	
19.1	Netzwerkschaltungen . . . . .	272	20.1	Gleichungen . . . . .	301
19.1.1	Überlagerung bei linearen Netzwerken . . . . .	272	20.1.1	Lineare Gleichungen mit einer Unbekannten . . . . .	301
19.1.2	Ersatzspannungsquelle . . . . .	273	20.1.2	Lineares Gleichungssystem mit zwei Unbekannten . . . . .	302
19.1.3	Ersatzstromquelle . . . . .	274	20.1.3	Quadratische Gleichungen . . . . .	303
19.2	Ermittlung von Kühlflächen . . . . .	275	20.1.4	Sinusssatz und Kosinussatz . . . . .	305
19.3	Felder in der Elektrotechnik . . . . .	276	20.2	Funktionen . . . . .	306
19.3.1	Elektrische Flussdichte . . . . .	276	20.2.1	Quadratische Funktionen . . . . .	306
19.3.2	Energie und Energiedichte des magnetischen Feldes . . . . .	277	20.2.2	Exponentialfunktionen . . . . .	307
19.4	RC-Schaltungen . . . . .	278	20.3	Differenzieren . . . . .	308
19.4.1	Ersatz-Reihenschaltung und Ersatz-Parallelschaltung . . . . .	278	20.3.1	Differenzenquotient und Differenzialquotient . . . . .	308
19.4.2	Einfache RC-Siebschaltungen . . . . .	279	20.3.2	Ableitungen von Funktionen . . . . .	309
19.5	Schwingungserzeugung mit Wien-Oszillator . . . . .	280	20.4	Integrieren . . . . .	310
19.6	Entscheidungsgehalt und Redundanz von Codes . . . . .	282	20.4.1	Unbestimmtes Integral . . . . .	310
19.7	Schaltkreis PAL 16RP8 . . . . .	283	20.4.2	Bestimmtes Integral . . . . .	312
19.8	Verteilnetze . . . . .	284	20.4.3	Mittelwerte . . . . .	313
19.8.1	Pegelrechnung in HF-Verteilnetzen . . . . .	284	20.5	Funktionen mit komplexen Größen . . . . .	314
19.8.2	Rauschabstand in HF-Verteilnetzen . . . . .	286	20.5.1	Zahlen in der komplexen Zahlebene . . . . .	314
19.8.3	Pegelrechnung in Breitband-Kommunikationsanlagen . . . . .	287	20.5.2	Grundrechenarten mit komplexen Zahlen . . . . .	315
19.8.4	Trägerrauschabstand in Satelliten-Empfangsanlagen . . . . .	288	20.5.3	Widerstand und Leitwert in der komplexen Ebene . . . . .	316
19.8.5	Pegelrechnung in Satelliten-Empfangsanlagen . . . . .	289	20.6	Reihen . . . . .	317
19.8.6	Grenzwerte bei Mobilfunkanlagen . . . . .	290	20.6.1	Arithmetische Reihe . . . . .	317
19.8.7	Mechanische Sicherheit der Antennenstandrohre und Ausrichtung der Satellitenantennen . . . . .	291	20.6.2	Geometrische Reihe . . . . .	317
19.8.8	100-V-Normausgang . . . . .	292			
19.9	Analoge Signalübertragung . . . . .	293			
19.9.1	Modulation, Mischung und Demodulation	293			
19.9.2	Mischung und Frequenzumsetzung . . . . .	297			
19.10	Fehlererkennung . . . . .	298			
19.11	Zuverlässigkeit von Bauelementen und Schaltungen . . . . .	300			
			<b>Anhang</b>		
			Kurzlösungen zu den Aufgaben im Buch . . . . .	318	
			Wichtige Größen und Einheiten . . . . .	373	
			Mathematische Begriffe und Basiseinheiten . . . . .	374	
			Wichtige Normen . . . . .	375	
			Formelzeichen und ihre Bedeutung . . . . .	376	
			Indizes, Zeichen und ihre Bedeutung . . . . .	377	
			Vorsätze, Größen und Einheiten der IT-Technik . . . . .	378	
			7-Bit-ASCII-Code – DIN 66003-Code . . . . .	379	
			Code page für Latin1 (1252) . . . . .	380	
			<b>Sachwortverzeichnis</b> . . . . .	381	