

# 1 Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz . 15

1.1	Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz	15
1.2	Geräte- und Produktsicherheitsgesetz	15
1.3	Gefahrstoffverordnung	16
1.4	Sicherheitszeichen	17
1.5	Erste Hilfe	18
	Praxistipp: Gefährdungsbeurteilung	19
	Wiederholungsseite zu Kapitel 1	20

# 2 AVD Grundbegriffe der Elektrotechnik . . . . . 21

2.1	Umgang mit physikalischen Größen	21
	Masse und Kraft	21
	Mechanische Arbeit	22
	Energie	22
	Mechanische Leistung	22
2.2	Arten von Stromkreisen	23
	Elektrischer Gleichstromkreis	24
	Schaltzeichen	25
2.3	Elektrische Ladung (Elektrizitätsmenge)	26
	Aufbau der Atome	27
2.4	Elektrische Spannung	28
2.4.1	Spannungsquellen	28
2.4.2	Potenzial und Spannung	28
2.4.3	Arten der Spannungserzeugung	29
2.4.4	Messen elektrischer Spannung	30
2.5	Elektrischer Strom	31
2.5.1	Elektrischer Strom in Metallen	32
2.5.2	Messen elektrischer Stromstärke	32
2.5.3	Wirkungen des elektrischen Stromes	33
2.5.4	Stromarten	34
2.5.5	Stromdichte	35
2.6	Elektrischer Widerstand und Leitwert	36
2.7	Ohmsches Gesetz	37
2.8	Leiterwiderstand	38
2.9	Temperaturabhängigkeit des Widerstandes	39
2.10	Bauarten von Widerständen	40
2.11	Elektrische Energie und Arbeit	42
2.11.1	Gewinnung elektrischer Energie	42
2.11.2	Elektrische Arbeit	43
2.12	Elektrische Leistung	44
2.13	Wirkungsgrad	46
2.14	Elektrowärme	47
	Wiederholungsseite zu Kapitel 2	48

# 3 Grundsaltungen der Elektrotechnik . . . 49

3.1	Reihenschaltung	49
3.1.1	Gesetze der Reihenschaltung	49
3.1.2	Vorwiderstände	51
3.1.3	Spannungsfall an Leitungen	52
3.2	Parallelschaltung	53
3.3	Gemischte Schaltungen	55
3.3.1	Spannungsteiler	55
3.3.2	Brückenschaltung	57
3.3.2.1	Abgeglichene Brückenschaltung	57
3.3.2.2	Nicht abgeglichene Brückenschaltung	58
3.3.3	Widerstandsbestimmung durch Strom- und Spannungsmessung	59
3.4	Innenwiderstand von Spannungsquellen	60
3.4.1	Belastungsfälle einer Spannungsquelle	60
3.4.2	Ersatzschaltbild einer Spannungsquelle	61
3.4.3	Anpassung	61
3.4.4	Schaltungen von Spannungsquellen	63
3.5	Galvanische Elemente	64
3.5.1	Umwandlung chemischer Energie in elektrische Energie	64
3.5.2	Primärelemente	65
3.5.3	Sekundärelemente (Akkumulatoren)	67
	Wiederholungsseite zu Kapitel 3	69

# 4 Elektrisches Feld . . . . . 70

4.1	Eigenschaften des elektrischen Feldes	70
4.2	Grundbegriffe	71
4.2.1	Elektrische Feldstärke	71
4.2.2	Elektrische Influenz und Polarisierung	71
4.2.3	Elektrische Felder in der Praxis	72
4.3	Kondensator im Gleichstromkreis	73
4.3.1	Verhalten eines Kondensators	73
4.3.2	Kapazität eines Kondensators	73
	Berechnung der Kapazität von Kondensatoren	74
4.3.3	Laden und Entladen eines Kondensators	75
4.3.4	Energie des geladenen Kondensators	76
4.4	Schaltungen von Kondensatoren	77
4.4.1	Parallelschaltung	77
4.4.2	Reihenschaltung	77
4.5	Kenngrößen und Bauarten von Kondensatoren	78
4.5.1	Kenngrößen	78
4.5.2	Bauarten	78
	Wiederholungsseite zu Kapitel 4	80

# 5 Magnetisches Feld . . . . . 81

5.1	Eigenschaften der Magnete und Darstellungshilfen	81
5.2	Elektromagnetismus	83
5.2.1	Stromdurchflossener Leiter und Magnetfeld	83
5.2.2	Stromdurchflossene Spule und Magnetfeld	84
5.3	Magnetische Größen	85
5.3.1	Magnetischer Fluss $\Phi$	85
5.3.2	Elektrische Durchflutung $\Theta$	85
5.3.3	Magnetische Feldstärke $H$	86
5.3.4	Magnetische Flussdichte $B$	86
5.4	Eisen im Magnetfeld einer Spule	87
5.5	Strom und Magnetfeld	90
5.5.1	Stromdurchflossener Leiter im Magnetfeld	90
5.5.2	Stromdurchflossene Spule im Magnetfeld	92
5.5.3	Stromdurchflossene parallele Leiter	92
5.6	Spannungserzeugung durch Induktion	93
5.6.1	Generatorprinzip (Induktion der Bewegung)	93
5.6.2	Lenzsche Regel	94
5.6.3	Transformatorprinzip (Induktion der Ruhe)	95
5.6.4	Selbstinduktion	97
5.6.5	Wirbelströme	98
	Wiederholungsseite zu Kapitel 5	99

# 6 Schaltungstechnik . . . . . 100

6.1	Schaltungsunterlagen	100
	Praxistipp: Installation einer Wechselschaltung mit Steckdose	102
6.2	Installationsschaltungen	103
6.2.1	Lampenschaltungen	103
6.2.2	Schaltungen mit Meldeleuchten	105
6.2.3	Stromstoßschaltung	106
6.2.4	Infrarot-Bewegungsmelder	106
6.2.5	Treppenhaus-Zeitschaltung	107
6.2.6	Hausrufanlagen	107
6.2.7	Haussprechanlagen	108
6.3	Elektromagnetische Schalter	110
6.3.1	Relais	111
6.3.2	Schütze	113
6.3.3	Schützsaltungen	114
6.3.3.1	Schaltungen mit Schützen	114
	Tippbetrieb	114
	Selbthalteschaltung	114
6.3.3.2	Anwendungen von Schützsaltungen	115
	Verriegelungsschaltung	115
	Wendeschützsaltung	115
	Folgeschaltung	116
	Stern-Dreieck-Schützsaltung	116
	Automatische Stern-Dreieck-Schützsaltung	118
	Dahlanderschaltung	119

6.4	<b>Klemmenplan</b> .....	120
6.5	<b>Elektrische Ausrüstung von Maschinen</b> .....	121
	Praxistipp: Anforderungen an Steuerstromkreise .....	123
	Wiederholungsseite zu Kapitel 6 .....	124

## 7 Wechsel- und Drehstromtechnik .....

7.1	<b>Kenngrößen der Wechselstromtechnik</b> .....	125
7.1.1	Periode und Scheitelwert .....	125
7.1.2	Frequenz und Periodendauer .....	125
7.1.3	Frequenz und Wellenlänge .....	126
7.2	<b>Sinusförmige Wechselgrößen</b> .....	127
7.2.1	Zeigerdarstellung von Sinusgrößen .....	127
7.2.2	Kreisfrequenz .....	128
7.2.3	Erzeugung von Sinusspannungen .....	128
7.2.4	Scheitelwert und Effektivwert bei sinusförmigen Wechselgrößen .....	129
7.2.5	Zeitlicher Verlauf von Wechselgrößen .....	130
7.2.6	Nichtsinusförmige Spannungen und Ströme .....	131
7.2.7	Frequenz und Polpaarzahl .....	132
7.2.8	Phasenverschiebung .....	133
7.2.9	Wirkwiderstand .....	133
7.2.10	Scheinwiderstand .....	133
7.3	<b>Spule im Wechselstromkreis</b> .....	134
7.3.1	Induktiver Blindwiderstand .....	134
7.3.2	Reihenschaltung aus Wirkwiderstand und induktivem Blindwiderstand .....	135
7.3.3	Spannungsdreieck .....	136
7.3.4	Widerstandsdreieck .....	137
7.3.5	Parallelschaltung aus Wirkwiderstand und induktivem Blindwiderstand .....	138
7.3.6	Stromdreieck und Leitwertdreieck .....	138
7.4	<b>Leistungen im Wechselstromkreis</b> .....	139
7.4.1	Wirkleistung .....	139
7.4.2	Scheinleistung .....	139
7.4.3	Blindleistung .....	140
7.4.4	Leistungsdreieck bei induktiver Last .....	140
7.4.5	Leistungsfaktor, Wirkfaktor und Blindfaktor .....	141
7.4.6	Verlustleistung bei realen Spulen .....	141
7.5	<b>Kondensator im Wechselstromkreis</b> .....	142
7.5.1	Kapazitiver Blindwiderstand .....	142
7.5.2	Reihenschaltung aus Wirkwiderstand und kapazitivem Blindwiderstand .....	143
	RC-Hochpass .....	144
	RC-Tiefpass .....	144
7.5.3	Parallelschaltung aus Wirkwiderstand und kapazitivem Blindwiderstand .....	145
7.5.4	Verlustleistung bei realen Kondensatoren .....	146
7.6	<b>Schaltung aus Spule, Kondensator und Wirkwiderstand</b> .....	147
7.6.1	Reihenschaltung aus Wirkwiderstand, induktivem und kapazitivem Blindwiderstand .....	147
7.6.2	Parallelschaltung aus Wirkwiderstand, induktivem und kapazitivem Blindwiderstand .....	148
7.7	<b>Schwingkreise</b> .....	149
7.7.1	Resonanz .....	150
7.7.2	Reihenschwingkreis .....	150
7.7.3	Parallelschwingkreis .....	151
7.8	<b>Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom)</b> .....	153
7.8.1	Entstehung der Dreiphasenwechselspannung .....	153
7.8.2	Verkettung .....	153
7.8.3	Sternschaltung .....	155
7.8.4	Dreieckschaltung .....	157
7.8.5	Leiterfehler in Drehstromsystemen .....	158
7.8.6	Leistung bei Dreiphasenwechselstrom .....	159
7.8.7	Leistungsmessung bei Dreiphasenwechselstrom .....	160
7.9	<b>Kompensation</b> .....	161
7.9.1	Kompensationsarten .....	162
7.9.2	Bemessung von Kompensationskondensatoren .....	163

7.9.3	Tonfrequenzsperrkreise .....	163
7.9.4	Kompensation bei nichtsinusförmigen Strömen .....	164
	Wiederholungsseite zu Kapitel 7 .....	165

## 8 Messtechnik .....

8.1	<b>Elektrische Messgeräte</b> .....	166
8.1.1	Grundbegriffe der Messtechnik .....	166
8.1.2	Anzeigarten von Messgeräten .....	167
8.1.3	Analoge Messgeräte .....	167
8.1.3.1	Messfehler von analogen Messgeräten .....	168
8.1.3.2	Elektrische Messwerke .....	169
8.1.4	Digitale Messgeräte .....	170
8.1.5	Elektrizitätszähler .....	172
8.1.5.1	Wirkverbrauchsähler .....	172
8.1.5.2	Elektronische Elektrizitätszähler .....	173
8.2	<b>Praktisches Messen</b> .....	174
8.2.1	Messen von Leistungen .....	174
8.2.2	Messen von Widerständen .....	174
8.2.3	Messen mit Strommesszangen .....	175
8.2.4	Messkategorien .....	175
8.2.5	Durchführung einer praktischen Messung .....	176
8.3	<b>Oszilloskop</b> .....	177
8.3.1	Analoges Oszilloskop .....	177
8.3.1.1	Aufbau eines Analog-Oszilloskops .....	177
8.3.1.2	Zweikanal-Oszilloskop .....	179
8.3.1.3	Messen mit dem Oszilloskop .....	179
8.3.2	Digital Speicher-Oszilloskop .....	180
	Praxistipp: Messen mit dem Oszilloskop .....	181
8.4	<b>Messen nichtelektrischer Größen mit Sensoren</b> .....	182
8.4.1	Aktive und passive Sensoren .....	182
8.4.2	Analoge Sensoren .....	183
8.4.2.1	Sensoren zur Weg- und Winkelmessung .....	183
8.4.2.2	Sensoren zur Messung von Dehnung, Kraft, Druck und Drehmoment .....	184
8.4.2.3	Sensoren zur Messung von Temperaturen .....	185
8.4.3	Binäre Sensoren .....	186
8.4.3.1	Optische Näherungsschalter .....	186
8.4.3.2	Induktive Näherungsschalter .....	186
8.4.3.3	Kapazitive Näherungsschalter .....	187
8.4.3.4	Ausgangsfunktion und Ausführung von Näherungsschaltern .....	187
8.4.4	Digitale Sensoren .....	188
	Praxistipp: Effektivwertmessung nichtsinusförmiger Größen .....	189
	Wiederholungsseite zu Kapitel 8 .....	190

## 9 Elektronik .....

9.1	<b>Halbleiterwerkstoffe</b> .....	191
9.2	<b>Halbleiterwiderstände</b> .....	193
9.2.1	Spannungsabhängige Widerstände (Varistoren) .....	193
9.2.2	Heißleiter (NTC-Widerstände) .....	194
9.2.3	Kaltleiter (PTC-Widerstände) .....	195
9.2.4	Feldplatten .....	197
9.3	<b>Hallgeneratoren</b> .....	197
9.4	<b>Halbleiterdioden</b> .....	198
9.4.1	Wirkungsweise .....	198
9.4.2	Leistungsdioden .....	198
9.4.3	Z-Dioden (Begrenzerdioden) .....	199
9.4.4	Halbleiterkennzeichnung .....	200
9.4.5	Kühlung von Halbleiterbauelementen .....	201
9.5	<b>Transistoren</b> .....	202
9.5.1	Bipolare Transistoren .....	202
9.5.1.1	Transistoren in der Praxis .....	204
9.5.1.2	Einstellung des Arbeitspunktes .....	205
9.5.1.3	Stabilisierung des Arbeitspunktes .....	206
9.5.1.4	Transistor als Schalter .....	207
9.5.1.5	Kippschaltungen .....	209
	Bistabile Kippschaltung .....	209



	Praxistipp: Zählerschrank mit Stromkreis- und Multimediaverteiler	292
	Praxistipp: Zählerschrank mit Stromkreisverteiler und Telekommunikationsfeld	293
	Praxistipp: Ausstattung elektrischer Anlagen in Wohngebäuden	294
10.1.5	Elektromagnetische Verträglichkeit und TN-System	295
<b>10.2</b>	<b>Isolierte Leitungen, Kabel und Freileitungen</b>	<b>298</b>
10.2.1	Isolierte Leitungen	298
	Praxistipp: Farbkennzeichnung von Leitern	301
10.2.2	Kabel für Mittelspannungs- und Niederspannungsanlagen	302
10.2.3	Freileitungen für Hoch- und Mittelspannungsanlagen	302
10.2.4	Datenleitungen	303
	Praxistipp: Verlegen von Leitungen	304
<b>10.3</b>	<b>Schutz elektrischer Leitungen und Verbraucher</b>	<b>305</b>
<b>10.4</b>	<b>Schutzschalter</b>	<b>308</b>
10.4.1	Thermischer Auslöser	308
10.4.2	Elektromagnetischer Auslöser	308
10.4.3	Leitungsschutzschalter	309
10.4.4	Selektiver Hauptleitungsschutzschalter	309
10.4.5	Leistungsschalter	310
10.4.6	Motorschutzeinrichtungen	310
<b>10.5</b>	<b>Bemessung von fest verlegten Kabeln und Leitungen</b>	<b>313</b>
10.5.1	Spannungsfall an Leitungen	314
10.5.2	Anordnung von Überstrom-Schutzeinrichtungen	315
	Praxistipp: Beispiel einer Leitungsberechnung	316
<b>10.6</b>	<b>Räume und Anlagen besonderer Art</b>	<b>317</b>
10.6.1	Elektroinstallation in Räumen mit Badewanne oder Dusche	317
10.6.2	Sauna-Anlagen	319
10.6.3	Baustellen	319
10.6.4	Landwirtschaftliche u. gartenbauliche Betriebsstätten	320
10.6.5	Feuergefährdete Betriebsstätten	321
10.6.6	Explosionsgefährdete Bereiche	323
10.6.7	Medizinisch genutzte Bereiche	324
10.6.8	Übersicht der Raumarten und Betriebsstätten	325
<b>10.7</b>	<b>Brandbekämpfung in elektrischen Anlagen</b>	<b>326</b>
10.7.1	Verhalten beim Brand in elektrischen Anlagen	326
10.7.2	Löschmittel	326
	Wiederholungsseite zu Kapitel 10	327

## **11** **Schutzmaßnahmen** ..... 328

<b>11.1</b>	<b>Gefahren im Umgang mit dem elektrischen Strom</b>	<b>328</b>
11.1.1	Wirkungen des elektrischen Stroms im menschlichen Körper	328
11.1.2	Direktes und indirektes Berühren	330
11.1.3	Fachbegriffe Schutzmaßnahmen	330
<b>11.2</b>	<b>Sicherheitsbestimmungen für Niederspannungsanlagen</b>	<b>331</b>
	<b>Begriffe und Kenngrößen</b>	<b>331</b>
11.3.1	Schutzklassen	331
11.3.2	IP-Schutzarten (nach DIN VDE 0470)	332
11.3.3	Maßnahmen bei Arbeiten an elektrischen Anlagen	333
11.3.4	Fehlerarten in elektrischen Anlagen	334
11.3.5	Spannungen im Fehlerfall	334
<b>11.4</b>	<b>Drehstromsysteme</b>	<b>335</b>
<b>11.5</b>	<b>Schutz gegen elektrischen Schlag</b>	<b>336</b>
<b>11.6</b>	<b>Automatische Abschaltung der Stromversorgung</b>	<b>337</b>
11.6.1	Anforderungen an den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren)	337
11.6.2	Anforderungen an den Fehlerchutz (Schutz bei indirektem Berühren)	338
11.6.3	Schutz im TN-System	339
11.6.4	Schutz im TT-System	340
11.6.5	Schutz im IT-System	341

<b>11.7</b>	<b>Doppelte oder verstärkte Isolierung</b>	<b>342</b>
<b>11.8</b>	<b>Schutztrennung</b>	<b>342</b>
<b>11.9</b>	<b>Schutz durch Kleinspannung mittels SELV und PELV</b>	<b>343</b>
<b>11.10</b>	<b>Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen</b>	<b>344</b>
11.10.1	Aufbau und Funktion	344
11.10.2	Anwendungen von RCDs	345
11.10.3	Kennwerte von RCDs	346
11.10.4	Auswahl und Einsatz von RCDs	346
11.10.5	RCD als Brandschutz	348
<b>11.11</b>	<b>Differenzstrom-Überwachungsgerät</b>	<b>348</b>
<b>11.12</b>	<b>Schutzvorkehrungen für Anlagen, die nur durch Elektrofachkräfte betrieben und überwacht werden</b>	<b>349</b>
<b>11.13</b>	<b>Prüfen der Schutzmaßnahmen</b>	<b>350</b>
11.13.1	Prüfen der Schutzleiter und Schutzpotenzialausgleichsleiter	352
11.13.2	Messen der Isolationswiderstände in elektrischen Anlagen	352
11.13.3	Prüfen der Schutzmaßnahmen SELV, PELV und Schutztrennung	353
11.13.4	Messen des Isolationswiderstandes von Fußböden und Wänden	353
11.13.5	Prüfen der Schutzmaßnahme: Automatische Abschaltung der Stromversorgung im TN-, TT- und IT-System	354
11.13.5.1	Prüfen im TN-System	354
	Messen der Schleifenimpedanz	354
11.13.5.2	Prüfen im TT-System	355
	Messen des Erdungswiderstandes	355
11.13.5.3	Prüfen im IT-System	356
11.13.5.4	Prüfen der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)	356
11.13.5.5	Prüfen der Drehfeldrichtung	356
11.13.6	Wiederholungsprüfungen nach BGV A3	357
11.13.7	E-Check als Gütesiegel für die Elektroanlage	357
	Praxistipp: Beispiel Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) hat ausgelöst	358
	Praxistipp: Prüfung elektrischer Anlagen	359
<b>11.14</b>	<b>Schutz gegen elektrostatische Aufladung</b>	<b>361</b>
	Wiederholungsseite zu Kapitel 11	362

## **12** **Gebäudetechnische Anlagen** ..... 363

<b>12.1</b>	<b>Beleuchtungsanlagen</b>	<b>363</b>
12.1.1	Farbspektrum und Farbwiedergabe	364
12.1.2	Lichttechnische Größen	365
12.1.3	Kriterien für eine gute Beleuchtung	367
12.1.4	Energieeffizienzanforderungen	368
12.1.5	Lampenübersicht	369
12.1.6	Glühlampen	370
12.1.7	Halogenlampen	370
	Praxistipp: Anschluss von Halogen-Beleuchtungsanlagen	372
12.1.8	Leuchtstofflampen	373
12.1.9	Vorschaltgeräte für Leuchtstofflampen	374
12.1.10	Hochdruckentladungslampen	375
12.1.11	Natriumdampf-Niederdrucklampen	375
12.1.12	LED-Lampen	375
	Praxistipp: Beispiel zur Ermittlung einer Lampenzahl	376
12.1.13	Lichtberechnungssoftware	377
12.1.14	Lichtstärkeverteilung von Leuchten	377
12.1.15	Lichtmanagementsysteme	378
<b>12.2</b>	<b>Elektrogeräte</b>	<b>379</b>
12.2.1	Allgemeines über Elektrogeräte	379
12.2.2	Elektrische Warmwasserbereiter	380
12.2.3	Elektrische Raumheizung	382
12.2.4	Elektrische Geräte zur Nahrungsvorrathaltung und -zubereitung	386
12.2.5	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) elektrischer Geräte	390
12.2.6	Prüfen von Elektrogeräten nach Instandsetzung und Änderung	392

12.2.7	Wiederholungsprüfungen an elektrischen Geräten	394
<b>12.3</b>	<b>Antennen- und Verteilanlagen</b>	<b>395</b>
12.3.1	Wirkungsweise der Antennen	395
12.3.2	Empfangsantennen	396
12.3.3	Verstärkungsmaß, Dämpfungsmaß und Pegel	398
12.3.4	Aufbau von Antennenanlagen	399
12.3.5	Satelliten-Fernsehempfangsanlagen	400
	Praxistipp: Umstellung vom analogen zum digitalen Sat-Empfang	403
12.3.6	DVB-T-Fernsehempfangsanlagen	404
12.3.7	Breitband-Kommunikationsanlagen	404
12.3.8	Berechnung einer Empfangsantennenanlage	405
12.3.9	Errichten von Empfangsantennenanlagen	406
	Praxistipp: Multimediaverkabelung im Wohnbereich	408
<b>12.4</b>	<b>Telekommunikation</b>	<b>409</b>
12.4.1	Datenübertragung	409
12.4.2	Analoges Telekommunikationssystem	409
12.4.3	Digitales Kommunikationssystem	410
<b>12.5</b>	<b>Gebäudeautomation</b>	<b>414</b>
12.5.1	Gebäudeleittechnik	414
12.5.2	Gebäudesystemtechnik	415
	Praxistipp: KNX-Projekt	419
12.5.3	Gebäudeautomation durch Visualisierung	421
	Praxistipp: Das vernetzte Haus	422
<b>12.6</b>	<b>Gefahrmeldeanlagen</b>	<b>424</b>
12.6.1	Einbruchmeldeanlagen	424
12.6.2	Brandmeldeanlagen	428
	Praxistipp: Beispiel einer Einbruchmeldeanlage	430
<b>12.7</b>	<b>Blitzschutz</b>	<b>431</b>
12.7.1	Entstehung der Gewitterzelle	431
12.7.2	Wirkungen des Blitzstromes	431
12.7.3	Blitzschutzsysteme	432
12.7.3.1	Äußerer Blitzschutz	433
12.7.3.2	Innerer Blitzschutz	436
12.7.3.3	Trennungsabstand	437
	Wiederholungsseite zu Kapitel 12	439

13.2.1.7	Bauformen und Baugrößen von drehenden elektrischen Maschinen	463
13.2.1.8	Elektrische Isolierung	463
13.2.2	Drehstromasynchronmotoren	464
13.2.2.1	Entstehung des Drehfeldes	464
13.2.2.2	Kurzschlussläufermotor	465
13.2.2.3	Anlassen von Kurzschlussläufermotoren	468
13.2.2.4	Schleifringläufermotor	470
13.2.2.5	Polumschaltbare Motoren	471
13.2.2.6	Bremsbetrieb von Drehstromasynchronmotoren	472
13.2.2.7	Drehstrommotor an Wechselspannung (Steinmetzschaltung)	473
13.2.2.8	Einphasen-Asynchronmotor	474
13.2.2.9	Spaltpolmotoren	475
13.2.2.10	Drehstromlinearmotoren	476
13.2.3	Synchronmotor	477
13.2.4	Schrittmotor	478
13.2.5	Synchrongenerator	481
13.2.6	Stromwendermaschinen	483
13.2.6.1	Aufbau von Gleichstrommaschinen	483
13.2.6.2	Wirkungsweise von Gleichstrommotoren	484
13.2.6.3	Ankerquerfeld und Ankerrückwirkung	485
13.2.6.4	ANSchlussbezeichnungen	486
13.2.6.5	Arten von Gleichstrommotoren	487
13.2.6.6	Anlassen von Gleichstrommotoren	489
13.2.6.7	Drehzahlsteuerung von Gleichstrommotoren	490
13.2.6.8	Universalmotor	491
13.2.7	Servomotoren	492
13.2.7.1	Gleichstromservomotoren	493
13.2.7.2	Drehstromservomotoren	493
	Praxistipp: Auswahl eines Elektromotors	496
	Praxistipp: Anschließen eines Drehstrommotors	498
13.2.8	Wartung und Prüfung elektrischer Maschinen	499
	Wiederholungsseite zu Kapitel 13	500

## 14 Informationstechnik 501

<b>14.1</b>	<b>Bereiche der Informationstechnik</b>	<b>501</b>
<b>14.2</b>	<b>Computer, Programme und Peripherie</b>	<b>502</b>
14.2.1	Bestandteile und Funktionsweise eines Computers	502
	Hardware, Software und Firmware	503
14.2.3	Computersystem	503
<b>14.3</b>	<b>Mikrocomputer</b>	<b>504</b>
<b>14.4</b>	<b>Personal Computer (PC)</b>	<b>505</b>
14.4.1	Komponenten eines PC	505
14.4.2	Mikroprozessor (CPU)	506
14.4.3	Halbleiterspeicher	507
14.4.4	Buskommunikation	508
14.4.5	Eingabe- und Ausgabe-Einheit	508
<b>14.5</b>	<b>Geräte für Eingabe, Ausgabe und Speicherung</b>	<b>509</b>
14.5.1	Geräte zur Eingabe	509
14.5.2	Geräte zur Ausgabe	509
14.5.2.1	Drucker	509
14.5.2.2	Farbmonitore	510
14.5.3	Periphere Geräte zur Datenspeicherung	511
	Praxistipp: Servicearbeiten am PC	512
<b>14.6</b>	<b>Software</b>	<b>513</b>
14.6.1	Systemprogramme	513
14.6.2	Anwendungsprogramme	514
14.6.3	Softwareentwicklung	515
<b>14.7</b>	<b>Vernetzung von Computern</b>	<b>516</b>
14.7.1	Dienste in Computernetzwerken	516
14.7.2	Netzwerktopologien	516
14.7.3	Bestandteile eines lokalen Netzwerkes (LAN) in Sterntopologie	517
14.7.4	Netzwerkprotokoll	518
14.7.5	Globales Netzwerk Internet	519
	Praxistipp: Verbinden von zwei PCs über ein Netzwerk	520

## 13 Elektrische Maschinen 440

<b>13.1</b>	<b>Transformatoren</b>	<b>441</b>
13.1.1	Einphasentransformatoren	441
13.1.1.1	Leerlaufspannung	441
13.1.1.2	Übersetzungen	442
13.1.1.3	Leerlauf und Belastung	443
13.1.1.4	Kurzschlussspannung	444
13.1.1.5	Kurzschlussstrom und Einschaltstrom	445
13.1.1.6	Wirkungsgrad von Transformatoren	446
13.1.2	Kleintransformatoren	447
13.1.2.1	Aufbau	447
13.1.2.2	Arten von Kleintransformatoren	448
13.1.2.3	Prüfspannungen bei Kleintransformatoren	449
13.1.3	Sondertransformatoren	450
13.1.3.1	Spartransformatoren	450
13.1.3.2	Streueldtransformatoren	451
13.1.4	Messwandler	451
13.1.4.1	Spannungswandler	451
13.1.4.2	Stromwandler	452
13.1.5	Drehstromtransformatoren	453
13.1.5.1	Aufbau und Prinzip	453
13.1.5.2	Schaltungen	454
13.1.5.3	Unsymmetrische Belastung	456
13.1.5.4	Gebräuchliche Schaltgruppen	457
13.1.6	Parallelschalten von Transformatoren	458
<b>13.2</b>	<b>Rotierende elektrische Maschinen</b>	<b>459</b>
13.2.1	Grundlagen	459
13.2.1.1	Leistung und Drehmoment	459
13.2.1.2	Aufbau umlaufender Maschinen	460
13.2.1.3	Leistungsschild	460
13.2.1.4	Drehsinn	460
13.2.1.5	Betriebsarten elektrischer Maschinen	461
13.2.1.6	Kühlung elektrischer Maschinen	462

	Praxistipp: Richten einer WLAN-Verbindung zu einem Netzwerk	521
<b>14.8</b>	<b>Datensicherheit, Datenschutz und Urheberrechte</b>	<b>522</b>
<b>14.9</b>	<b>Schädliche Programme (Malware)</b>	<b>522</b>
	Wiederholungsseite zu Kapitel 14	523
<b>15</b>	<b>Automatisierungstechnik</b>	<b>524</b>
<b>15.1</b>	<b>Steuerungstechnik</b>	<b>524</b>
15.1.1	Steuern	524
15.1.1.1	Fachbegriffe der Steuerungstechnik	524
15.1.1.2	Steuerungsarten	525
<b>15.2</b>	<b>Kleinsteuergerte</b>	<b>527</b>
<b>15.3</b>	<b>Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)</b>	<b>529</b>
15.3.1	Aufbau	529
15.3.2	Programmiersprachen	530
15.3.3	Arbeitsweise einer SPS	530
15.3.4	Bausteinstruktur in STEP 7	532
15.3.5	Programmierung	533
15.3.5.1	Grundverknüpfungen	533
15.3.5.2	Öffner und Schließer	534
15.3.5.3	Speicherfunktionen	536
15.3.5.4	Zeitfunktionen	538
15.3.5.5	Zähler	539
15.3.5.6	Vergleicher	541
15.3.6	Bibliotheksfähige Bausteine	542
15.3.7	Ablaufsteuerungen	543
15.3.7.1	Arten von Ablaufsteuerungen	543
15.3.7.2	Betriebsarten	543
15.3.7.3	Ablaufkette (Struktur)	544
15.3.7.4	Verzweigte Ablaufketten (Ablaufauswahl)	545
15.3.7.5	Programmierung einer Ablaufkette mit SPS	546
	Praxistipp: S7-Projekt erstellen	547
15.3.8	Maschinensicherheit	549
15.3.8.1	Sicherheitskategorien (Performance Level)	549
15.3.8.2	Sicherheitsbezogene Teile	549
15.3.8.3	Handlungen im Notfall (NOT-HALT, NOT-AUS)	550
15.3.9	Feldbusse	551
<b>15.4</b>	<b>Prozessvisualisierung</b>	<b>553</b>
<b>15.5</b>	<b>Regelungstechnik</b>	<b>555</b>
15.5.1	Aufgaben und Begriffe	555
15.5.2	Regelstrecken	556
15.5.2.1	Statisches Verhalten von Regelstrecken	556
15.5.2.2	Dynamisches Verhalten von Regelstrecken	557
15.5.3	Regler	560
15.5.3.1	Unstetige Regler	560
15.5.3.2	Stetige Regler	562
15.5.4	Regelkreis	566
15.5.4.1	Schwingungsverhalten	566
15.5.4.2	Reglerauswahl	566
15.5.4.3	Reglereinstellung	567
15.5.5	Universalregler	568
	Praxistipp: Entwurf einer Regelung	569
	Wiederholungsseite zu Kapitel 15	570

<b>16</b>	<b>Werkstoffe, Fertigungsverfahren, Umweltschutz und Energieeinsparung</b>	<b>571</b>
<b>16.1</b>	<b>Werkstoffe der Elektrotechnik</b>	<b>571</b>
16.1.1	Leiter- und Kontaktwerkstoffe	572
16.1.1.1	Leiterwerkstoffe	572
16.1.1.2	Kontaktwerkstoffe	573
16.1.2	Isolierstoffe	574
16.1.2.1	Elektrische Eigenschaften von Isolierstoffen	574
16.1.2.2	Anorganische und organische Isolierstoffe	575
16.1.2.3	Flüssige und gasförmige Isolierstoffe	576
<b>16.2</b>	<b>Fertigungsverfahren</b>	<b>577</b>
16.2.1	Verbindungen (Fügen)	577
16.2.1.1	Lösbare Verbindungen in der Elektrotechnik	577
16.2.1.2	Unlösbare Verbindungen in der Elektrotechnik	577
16.2.2	Gedruckte Schaltungen	580

16.2.3	SMD-Technik	582
<b>16.3</b>	<b>Umweltschutz</b>	<b>583</b>
16.3.1	Umweltschutzverordnungen im Bereich der Elektrotechnik	583
16.3.2	Umweltschutz im Betrieb	584
16.3.3	Wiederverwertung und Entsorgung von Abfallstoffen	585
<b>16.4</b>	<b>Energieeinsparung</b>	<b>587</b>
16.4.1	Rationeller Umgang mit Energie	587
16.4.2	Stand-by-Betrieb	589
16.4.3	Tipps zum Energiesparen	590
	Wiederholungsseite zu Kapitel 16	591

<b>17</b>	<b>Beruf und Betrieb</b>	<b>592</b>
<b>17.1</b>	<b>Berufliche Handlungskompetenz</b>	<b>592</b>
17.1.1	Teamarbeit	593
17.1.2	Arbeitsmethoden und Zeitplanung	594
17.1.3	Kommunikation	595
17.1.4	Kreativitätstechniken	596
17.1.5	Informationsbeschaffung	597
<b>17.2</b>	<b>Präsentation</b>	<b>598</b>
17.2.1	Aufgaben einer Präsentation und Vorbereitung	598
17.2.2	Visualisierung	599
17.2.3	Vortragen einer Präsentation	600
<b>17.3</b>	<b>Projektmanagement</b>	<b>601</b>
17.3.1	Aufgaben von Projekten	601
17.3.2	Projektphasen	602
<b>17.4</b>	<b>Kundenauftrag und Kundenservice</b>	<b>603</b>
17.4.1	Kundenerwartungen und Umgang mit dem Kunden	603
17.4.2	Phasen eines Kundenauftrags	604
17.4.3	Kundenservice	606
<b>17.5</b>	<b>Kalkulation und Angebot</b>	<b>607</b>
17.5.1	Kalkulation im Industriebetrieb	608
17.5.2	Kalkulation von Dienstleistungen	609
17.5.3	Kalkulation im Handwerksbetrieb	610
17.5.4	Rechnungstellung	611
<b>17.6</b>	<b>Qualitätsmanagement</b>	<b>612</b>
17.6.1	Ziele des Qualitätsmanagements	612
17.6.2	DIN EN ISO 9000:2000-Normreihe	612
17.6.3	TQM-Methode	613
17.6.4	Qualitätswerkzeuge	614
	Praxistipp: Existenzgründung	615
	Wiederholungsseite zu Kapitel 17	616
	Wiederholungsseiten (Rechenergebnisse)	617

<b>18</b>	<b>Infoteil</b>	<b>618</b>
	Schaltzeichen	618
	Wichtige elektrotechnische Symbole	624
	Wichtige Prüfzeichen und Symbole	625
	Kennzeichnung von Widerständen und Kondensatoren	626
	Auslösekennlinien von Überstrom-Schutzeinrichtungen	627
	Verlegearten und Strombelastbarkeit von Kabeln und isolierten Leitungen	628
	Umrechnungsfaktoren, Strombelastbarkeit, Mindestquerschnitte elektrischer Leiter	629
	Betriebsdaten von Drehstrom-Käfigläufermotoren	630
	Kennlinien von Dioden	631
	Kennlinie eines NPN-Transistors	632
	Kennlinie Thyristor, Triac	633
	Wichtige Abkürzungen	634
	Fachbegriffe Englisch – Deutsch	636
	Firmenverzeichnis	639
	Sachwortverzeichnis Deutsch – Englisch	640
	Vordere Innenumschlagseite:	
	Wichtige Formelzeichen, Größen und Einheiten	
	Hintere Innenumschlagseite:	
	Arbeitssicherheit und Unfallverhütung	