



EUROPA-FACHBUCHREIHE  
für elektrotechnische Berufe

# Fachkunde Elektrotechnik

21., überarbeitete und erweiterte Auflage

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

Lektorat: Professor Dr. Günter Springer

**UuLB Düsseldorf**

+7009 195 01



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

Europa-Nr.: 30138

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Grundbegriffe der Elektrotechnik</b> .....	9	<b>4</b>	<b>Elektrisches Feld und Kondensator</b> .....	62
1.1	Elektrischer Stromkreis .....	10	4.1	Eigenschaften .....	62
1.2	Elektrischer Strom .....	12	4.2	Grundbegriffe .....	63
1.2.1	Wirkungen des elektrischen Stromes .....	12	4.2.1	Elektrische Feldstärke .....	63
1.2.2	Atombau .....	13	4.2.2	Elektrische Influenz .....	63
1.2.3	Elektrischer Strom in Metallen .....	15	4.2.3	Coulombsches Gesetz .....	64
1.2.4	Messen elektrischer Stromstärke .....	15	<b>4.3</b>	<b>Kondensator im Gleichstromkreis</b> .....	65
1.2.5	Stromarten .....	17	4.3.1	Verhalten des Kondensators .....	65
1.2.6	Stromdichte .....	18	4.3.2	Kapazität eines Kondensators .....	65
1.2.7	Elektrische Ladung (Elektrizitätsmenge) .....	19	4.3.3	Zeitkonstante .....	67
<b>1.3</b>	<b>Elektrische Spannung</b> .....	20	4.3.4	Energie des geladenen Kondensators .....	68
1.3.1	Spannung durch Trennen von Ladungen .....	20	<b>4.4</b>	<b>Schaltungen von Kondensatoren</b> .....	69
1.3.2	Messen elektrischer Spannung .....	21	<b>4.5</b>	<b>Anwendungen des elektrischen Feldes</b> .....	70
1.3.3	Arten der Spannungserzeugung .....	22	<b>4.6</b>	<b>Kenngrößen und Bauformen</b>	
1.3.4	Bezugspfeile .....	23		<b>von Kondensatoren</b> .....	71
<b>1.4</b>	<b>Elektrischer Widerstand</b> .....	24	<b>5</b>	<b>Strom und Magnetfeld</b> .....	74
1.4.1	Widerstand und Leitwert .....	24	5.1	<b>Magnetismus</b> .....	74
1.4.2	Ohmsches Gesetz .....	25	5.1.1	Pole des Magneten .....	74
1.4.3	Leiterwiderstand .....	26	5.1.2	Magnetisches Feld .....	75
1.4.4	Temperaturabhängigkeit des Widerstands .....	27	5.1.3	Anwendung der Dauermagnete .....	76
1.4.5	Bauformen der Widerstände .....	28	<b>5.2</b>	<b>Elektromagnetismus</b> .....	77
1.4.6	Widerstandsänderung durch Wärme, elektrische Spannung, Licht und Magnetfeld ..	30	5.2.1	Magnetfeld um den stromdurchflossenen Leiter .....	77
<b>1.5</b>	<b>Arbeit, Energie, Leistung</b> .....	31	5.2.2	Magnetfeld einer stromdurchflossenen Spule .....	78
1.5.1	Mechanische Arbeit und Energie .....	31	5.2.3	Magnetische Größen .....	79
1.5.2	Mechanische Leistung .....	31	5.2.4	Eisen im Magnetfeld einer Spule .....	81
1.5.3	Elektrische Leistung .....	32	5.2.5	Magnetischer Kreis .....	84
1.5.4	Elektrische Arbeit und Energie .....	34	<b>5.3</b>	<b>Anwendungen von Elektromagneten</b> .....	86
1.5.5	Energie und elektrische Spannung .....	35	5.3.1	Elektromagnetisch betätigte Schaltgeräte .....	86
1.5.6	Wirkungsgrad .....	36	5.3.2	Schutzschalter .....	89
1.5.7	Elektrowärme .....	37	<b>5.4</b>	<b>Strom im Magnetfeld</b> .....	93
<b>2</b>	<b>Schutz vor Gefahren des Stromes</b> .....	39	5.4.1	Stromdurchflossener Leiter im Magnetfeld ..	93
<b>2.1</b>	<b>Schutz für Menschen und Tiere</b> .....	39	5.4.2	Stromdurchflossene Spule im Magnetfeld ..	95
2.1.1	Wirkungen des elektrischen Stromes im menschlichen Körper .....	39	5.4.3	Hallgenerator .....	96
2.1.2	Direktes und indirektes Berühren .....	41	5.4.4	Feldplatten .....	96
2.1.3	Erste Hilfe bei Unfällen .....	41	<b>5.5</b>	<b>Spannungserzeugung durch Induktion</b> .....	97
2.1.4	Unfallverhütung .....	42	5.5.1	Generatorprinzip (Induktion durch Bewegung) .	97
<b>2.2</b>	<b>Schutz elektr. Leitungen und Verbraucher</b> .....	43	5.5.2	Lenzsche Regel .....	98
2.2.1	Überstrom-Schutzeinrichtungen (Sicherungen) .....	43	5.5.3	Transformatorprinzip .....	99
2.2.2	Brandbekämpfung in elektrischen Anlagen ..	46	5.5.4	Wirbelströme .....	101
<b>3</b>	<b>Grundsicherungen</b> .....	47	5.5.5	Selbstinduktion .....	102
<b>3.1</b>	<b>Reihenschaltung</b> .....	47	5.5.6	Stromverdrängung (Skinneffekt) .....	103
3.1.1	Gesetze der Reihenschaltung .....	47	<b>6</b>	<b>Schaltungstechnik</b> .....	104
3.1.2	Vorwiderstände .....	49	6.1	<b>Schaltungsunterlagen</b> .....	104
3.1.3	Meßbereichserweiterung bei Spannungsmessern .....	49	6.2	<b>Installationsschaltungen</b> .....	106
3.1.4	Spannungsfall an Leitungen .....	50	6.2.1	Lampenschaltungen .....	106
<b>3.2</b>	<b>Parallelschaltung</b> .....	51	6.2.2	Stromstoßschaltung .....	107
<b>3.3</b>	<b>Gemischte Schaltungen</b> .....	53	6.2.3	Treppenhaus-Zeitschaltung .....	108
3.3.1	Spannungsteiler .....	53	6.2.4	Hausrufanlagen .....	108
3.3.2	Meßbereichserweiterung bei Strommessern .....	55	6.2.5	Haussprechanlagen .....	109
3.3.3	Brückenschaltung .....	56	<b>6.3</b>	<b>Relais- und Schüttschaltungen</b> .....	111
3.3.4	Widerstandsbestimmung durch Strom- und Spannungsmessung .....	57	<b>7</b>	<b>Grundlagen der Wechselstromtechnik</b> ..	117
<b>3.4</b>	<b>Innenwiderstand von Spannungsquellen</b> .....	58	7.1	<b>Kenngrößen der Wechselstromtechnik</b> .....	117
3.4.1	Messungen an Spannungsquellen .....	58	7.1.1	Periode und Scheitelwert .....	117
3.4.2	Ersatzspannungsquelle und Ersatzstromquelle .	59	7.1.2	Frequenz und Periodendauer .....	117
3.4.3	Anpassung .....	60	7.1.3	Frequenz und Wellenlänge .....	118
3.4.4	Schaltungen von Spannungsquellen .....	61	7.1.4	Frequenz und Polpaarzahl .....	119
			7.1.5	Zeitlicher Verlauf von Wechselgrößen .....	119

<b>7.2 Sinusförmige Wechselgrößen</b> .....	121	8.3.3 Gleichrichterdioden .....	169
7.2.1 Zeigerdarstellung von Sinusgrößen .....	121	8.3.4 Begrenzerdioden (Z-Dioden) .....	170
7.2.2 Kreisfrequenz .....	122	8.3.5 Halbleiterkennzeichnung .....	171
7.2.3 Erzeugung von Sinusspannungen .....	122	<b>8.4 Transistoren</b> .....	172
7.2.4 Scheitelwert und Effektivwert .....	123	8.4.1 Bipolare Transistoren .....	172
7.2.5 Phasenverschiebung .....	124	8.4.2 Einstellung des Arbeitspunktes .....	173
7.2.6 Wirkwiderstand .....	124	8.4.3 Stabilisierung des Arbeitspunktes .....	174
7.2.7 Scheinwiderstand .....	124	8.4.4 Feldeffekt-Transistoren .....	175
<b>7.3 Spule im Wechselstromkreis</b> .....	125	<b>8.5 Integrierte Schaltungen</b> .....	178
7.3.1 Induktiver Blindwiderstand .....	125	<b>8.6 Optoelektronik</b> .....	180
7.3.2 Reihenschaltung aus $R$ und $X_L$ .....	126	8.6.1 Optoelektronische Sender (Leuchtdioden) ...	180
7.3.3 Spannungsdreieck .....	127	8.6.2 Optoelektronische Empfänger .....	181
7.3.4 Widerstandsdreieck .....	128	8.6.3 Optokoppler .....	183
7.3.5 Parallelschaltung aus $R$ und $X_L$ .....	129	8.6.4 Flüssigkristallanzeigen .....	184
7.3.6 Stromdreieck und Leitwertdreieck .....	129	8.6.5 Schaltungsbeispiele	
7.3.7 Schaltungen von Spulen .....	130	optoelektronischer Empfänger .....	184
<b>7.4 Wechselstromleistung</b> .....	131	<b>8.7 Thyristoren</b> .....	185
7.4.1 Wirkleistung .....	131	8.7.1 Rückwärts sperrende Thyristortriode .....	185
7.4.2 Scheinleistung .....	131	8.7.2 Zünden von Thyristoren .....	186
7.4.3 Blindleistung .....	132	8.7.3 Schutz von Thyristoren .....	187
7.4.4 Leistungsdreieck bei induktiver Last .....	132	8.7.4 GTO-Thyristor .....	188
7.4.5 Leistungsfaktor .....	133	8.7.5 Thyristordioden .....	188
7.4.6 Verlustleistung bei Spulen .....	133	8.7.6 Triac .....	189
<b>7.5 Kondensator im Wechselstromkreis</b> .....	134	<b>8.8 Leistungselektronik</b> .....	190
7.5.1 Kapazitiver Blindwiderstand .....	134	8.8.1 Begriffe .....	190
7.5.2 Reihenschaltung aus $R$ und $X_C$ .....	135	8.8.2 Gleichrichter .....	191
7.5.3 Parallelschaltung aus $R$ und $X_C$ .....	137	8.8.3 Wechselstromumrichter .....	201
7.5.4 Verlustleistung bei Kondensatoren .....	138	8.8.4 Gleichstromumrichter .....	203
<b>7.6 Schaltungen aus Spulen, Kondensatoren und Wirkwiderständen</b> .....	139	8.8.5 Wechselrichter .....	205
7.6.1 Reihenschaltung aus $R$ , $X_L$ und $X_C$ .....	139	8.8.6 Netzgeräte .....	206
7.6.2 Parallelschaltung aus $R$ , $X_L$ und $X_C$ .....	140	8.8.7 Betriebsarten elektrischer Antriebe .....	208
<b>7.7 Schwingkreise</b> .....	141	8.8.8 Gleichstrom-Antriebe .....	209
7.7.1 Resonanz .....	142	8.8.9 Wechselstromantriebe .....	211
7.7.2 Reihenschwingkreis .....	142	<b>8.9 Kühlung von Halbleiter-Bauelementen</b> .....	213
7.7.3 Parallelschwingkreis .....	144	<b>8.10 Verstärkerschaltungen</b> .....	214
<b>7.8 Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom)</b> .....	146	8.10.1 Grundbegriffe der Verstärkertechnik .....	214
7.8.1 Entstehung der Dreiphasenwechselspannung .....	146	8.10.2 Einstufiger bipolarer Transistorverstärker in Emitterschaltung .....	215
7.8.2 Verkettung .....	146	8.10.3 Mehrstufiger Verstärker .....	216
7.8.3 Sternschaltung .....	147	8.10.4 Verstärkerschaltungen mit Feldeffekt-Transistoren .....	217
7.8.4 Dreieckschaltung .....	150	8.10.5 Leistungsverstärker .....	218
7.8.5 Anwendung von Sternschaltung und Dreieckschaltung .....	151	8.10.6 Operationsverstärker .....	219
7.8.6 Leistung bei Dreiphasenwechselstrom .....	152	8.10.7 Oszillatorschaltungen (Sinusgeneratoren) ...	223
7.8.7 Leistungsmessung bei Dreiphasenwechselstrom .....	153	<b>8.11 Transistor als Schalter</b> .....	224
7.8.8 Drehfeld .....	154	<b>9 Einführung in die Digitaltechnik</b> .....	225
<b>7.9 Kompensation</b> .....	155	<b>9.1 Signalarten der Steuerungstechnik</b> .....	225
7.9.1 Kompensationsarten .....	156	<b>9.2 Grundverknüpfungen</b> .....	225
7.9.2 Bemessung von Kompensationskondensatoren .....	157	9.2.1 UND-Verknüpfung .....	225
7.9.3 Kompensation bei elektronischen Stromrichterschaltungen .....	157	9.2.2 ODER-Verknüpfung (Disjunktion) .....	226
7.9.4 Tonfrequenzsperrkreise .....	157	9.2.3 NICHT-Verknüpfung .....	226
<b>7.10 Funkentstörung</b> .....	158	<b>9.3 Grundverknüpfungen mit Ausgangs- oder Eingangsnegation</b> .....	227
<b>8 Grundlagen der Elektronik</b> .....	161	9.3.1 Verknüpfungen mit Ausgangsnegation .....	227
<b>8.1 Halbleiterwiderstände</b> .....	161	9.3.2 Verknüpfungen mit Eingangsnegation .....	227
8.1.1 Spannungsabhängige Widerstände .....	161	9.3.3 Eingangsbeschaltung log. Verknüpfungen ...	228
8.1.2 Heißleiter .....	162	<b>9.4 Schaltkreisfamilien</b> .....	229
8.1.3 Kaltleiter .....	163	<b>9.5 Schaltalgebra</b> .....	230
<b>8.2 Halbleiterwerkstoffe</b> .....	165	<b>9.6 Schaltungen in NAND- und in NOR-Technik</b> ..	232
8.2.1 Eigenleitung .....	166	<b>9.7 KV-Diagramm</b> .....	233
8.2.2 Störstellenleitung (Dotieren) .....	166	<b>9.8 Kippschaltungen</b> .....	234
<b>8.3 Halbleiterdioden</b> .....	168	9.9 Kippglieder .....	237
8.3.1 Wirkungsweise .....	168	<b>9.10 Schaltungen mit Kippgliedern</b> .....	239
8.3.2 PN-Übergang .....	168	<b>9.11 Analog-Digital-Umsetzer und Digital-Analog-Umsetzer</b> .....	241
		<b>9.12 Digitale Schaltungen mit Operationsverstärkern</b> .....	242

<b>10</b>	<b>Schutzmaßnahmen</b> .....	244	<b>11.5</b>	<b>Drehstromtransformatoren</b> .....	280
<b>10.1</b>	<b>Sicherheitsbestimmungen für Niederspannungsanlagen</b> .....	244	11.5.1	Aufbau und Prinzip .....	280
<b>10.2</b>	<b>Begriffe und Kenngrößen</b> .....	244	11.5.2	Schaltungen .....	281
10.2.1	Schutzklassen .....	244	11.5.3	Auswahl der Schaltgruppen .....	282
10.2.2	IP-Schutzarten (nach DIN VDE 0470) .....	245	<b>11.6</b>	<b>Parallelschalten von Transformatoren</b> ....	285
10.2.3	Maßnahmen bei Arbeiten an elektr. Anlagen	246	<b>12</b>	<b>Elektrische Maschinen</b> .....	286
10.2.4	Fehlerarten .....	247	<b>12.1</b>	<b>Grundlagen</b> .....	286
10.2.5	Spannungen im Fehlerfall .....	247	12.1.1	Erzeugung des Drehfeldes .....	286
<b>10.3</b>	<b>Schutz gegen gefährliche Körperströme</b> ....	248	12.1.2	Leistung und Drehmoment .....	287
<b>10.4</b>	<b>Schutz gegen direktes Berühren</b> .....	248	12.1.3	Aufbau umlaufender Maschinen .....	288
<b>10.5</b>	<b>Schutz sowohl gegen direktes als auch bei indirektem Berühren</b> .....	249	12.1.4	Leistungsschild .....	288
10.5.1	Begrenzung der Entladungsenergie .....	249	12.1.5	Drehsinn .....	288
10.5.2	Schutzkleinspannung .....	250	<b>12.2</b>	<b>Drehstrommotoren ohne Stromwender</b> ..	289
10.5.3	Funktionskleinspannung .....	250	12.2.1	Drehstromasynchronmotoren .....	289
<b>10.6</b>	<b>Schutzmaßnahmen bei indirektem Berühren ohne Schutzleiter (systemunabhängige Schutzmaßnahmen)</b> ..	251	12.2.2	Motoren mit Kurzschlußläufer .....	289
10.6.1	Schutzisolierung .....	251	12.2.3	Anlassen von Kurzschlußläufern (Ständeranlaßverfahren) .....	293
10.6.2	Schutz durch nichtleitende Räume .....	251	12.2.4	Schleifringläufermotoren .....	295
10.6.3	Schutztrennung .....	252	12.2.5	Anlassen von Schleifringläufermotoren (Läuferanlaßverfahren) .....	296
10.6.4	Schutz d. erdfreien, örtl. Potentialausgleich	252	12.2.6	Polumschaltbare Motoren .....	297
<b>10.7</b>	<b>Schutz bei indirektem Berühren (systemabhängige Schutzmaßnahmen)</b> ....	253	12.2.7	Bremsbetrieb von Drehstromasynchronmotoren .....	298
10.7.1	Stromversorgungssysteme in der Verbraucheranlage .....	253	12.2.8	Drehstromlinearmotoren .....	299
10.7.2	Schutzmaßnahmen im TN-System .....	254	12.2.9	Synchronmotor .....	300
10.7.3	Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (FI-Schutzschalter) .....	256	<b>12.3</b>	<b>Sonstige Drehfeldmotoren</b> .....	301
10.7.4	Schutzmaßnahmen im TT-System .....	258	12.3.1	Anwurfmotor .....	301
10.7.5	Schutzmaßnahmen im IT-System .....	259	12.3.2	Drehstrommotor an Wechselspannung (Steinmetzschaltung) .....	302
10.7.6	Fehlertenspannungs-Schutzeinrichtungen (FU-Schutzschalter) .....	259	12.3.3	Einphasen-Induktionsmotoren .....	303
<b>10.8</b>	<b>Prüfen von Starkstromanlagen</b> .....	260	12.3.4	Einphasenmotor mit Widerstandshilfsstrang .....	303
10.8.1	Prüfen der systemunabhängigen Schutzmaßnahmen .....	261	12.3.5	Kondensatormotor .....	304
10.8.2	Isolationswiderstandsprüfung in elektrischen Anlagen .....	261	12.3.6	Spaltpolmotor .....	305
10.8.3	Messung der Isolationswiderstände von Fußböden und Wänden .....	262	12.3.7	Schrittmotor .....	306
10.8.4	Prüfungen im TN-System und TT-System ...	262	12.3.8	Elektronikmotor .....	308
10.8.5	Messen der Schleifenimpedanz .....	263	<b>12.4</b>	<b>Synchrongenerator</b> .....	309
10.8.6	Messen des Erdungswiderstandes .....	263	<b>12.5</b>	<b>Stromwendermaschinen</b> .....	311
10.8.7	Prüfen der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung ..	264	12.5.1	Aufbau von Gleichstrommaschinen .....	311
10.8.8	Prüfen des Hauptpotentialausgleichs .....	264	12.5.2	Wirkungsweise der Gleichstromgeneratoren .....	312
<b>10.9</b>	<b>Schutz gegen elektrostatische Aufladung</b> ..	265	12.5.3	Schaltungen von Gleichstromgeneratoren .	313
<b>11</b>	<b>Transformatoren</b> .....	266	12.5.4	Ankerquerfeld .....	315
<b>11.1</b>	<b>Einphasentransformatoren</b> .....	266	12.5.5	Anschlußbezeichnung von Stromwendermaschinen .....	317
11.1.1	Aufbau und Prinzip .....	266	12.5.6	Wirkungsweise der Gleichstrommotoren ..	318
11.1.2	Leerlaufspannung .....	266	12.5.7	Schaltungen von Gleichstrommotoren ....	321
11.1.3	Übersetzungen .....	267	12.5.8	Scheibenläufermotor .....	324
11.1.4	Leerlauf und Belastung .....	268	12.5.9	Universalmotor .....	325
11.1.5	Kurzschlußspannung .....	270	12.5.10	Drehstromnebenschlußmotor .....	325
11.1.6	Kurzschlußstrom .....	271	<b>12.6</b>	<b>Umformer</b> .....	326
11.1.7	Wirkungsgrad von Transformatoren .....	272	<b>12.7</b>	<b>Betriebsarten elektrischer Maschinen</b> ....	327
<b>11.2</b>	<b>Kleintransformatoren</b> .....	273	<b>12.8</b>	<b>Bauformen elektrischer Maschinen</b> .....	328
11.2.1	Aufbau .....	273	<b>12.9</b>	<b>Isolierstoffklassen</b> .....	328
11.2.2	Kennzeichnung von Kleintransformatoren ...	274	<b>12.10</b>	<b>Kühlung elektrischer Maschinen</b> .....	329
11.2.3	Prüfspannungen bei Kleintransformatoren ..	275	<b>12.11</b>	<b>Wartung und Prüfung elektr. Maschinen</b> ..	330
<b>11.3</b>	<b>Sondertransformatoren</b> .....	276	<b>12.12</b>	<b>Wicklungen elektrischer Maschinen</b> .....	331
11.3.1	Spartransformatoren .....	276	12.12.1	Drehstromwicklungen .....	331
11.3.2	Streufeldtransformatoren .....	277	12.12.2	Einphasenwicklungen .....	334
11.3.3	Lichtbogen-Schweißtransformatoren .....	277	12.12.3	Gleichstromwicklungen .....	335
<b>11.4</b>	<b>Meßwandler</b> .....	278	12.12.4	Prüfen von Wicklungen .....	336
11.4.1	Spannungswandler .....	278	<b>13</b>	<b>Elektrische Meßgeräte</b> .....	337
11.4.2	Stromwandler .....	279	<b>13.1</b>	<b>Grundbegriffe</b> .....	337
			13.1.1	Anzeigende Meßgeräte .....	337
			13.1.2	Teile analoger Meßgeräte .....	338
			13.1.3	Meßfehler .....	339

13.1.4	Digitale Meßgeräte	340	16.6	Induktive Sensoren	400
<b>13.2</b>	<b>Elektrische Meßwerke</b>	342	<b>16.7</b>	<b>Sensoren mit Temperaturfühlern</b>	401
13.2.1	Drehspulmeßwerk	342	16.7.1	Sensoren mit Widerständen als Fühler	401
13.2.2	Dreheisenmeßwerk	343	16.7.2	Sensoren mit Thermoelementen als Fühler	402
13.2.3	Elektrodynamisches Meßwerk	344	<b>16.8</b>	<b>Sensoren mit Schaltausgang</b>	403
13.2.4	Leistungsfaktormesser	345	<b>17</b>	<b>Speicherprogrammierte Steuerungen</b>	405
13.2.5	Frequenzmesser	345	<b>17.1</b>	<b>Aufbau der SPS</b>	405
<b>13.3</b>	<b>Elektrizitätszähler</b>	346	<b>17.2</b>	<b>Einsatz der SPS</b>	407
<b>13.4</b>	<b>Meßbrücken</b>	348	17.2.1	Programmiersprachen	407
13.4.1	Gleichstrommeßbrücken	348	17.2.2	Steuerungsanweisung	407
13.4.2	Wechselstrommeßbrücken	349	<b>17.3</b>	<b>Programmierung</b>	408
<b>13.5</b>	<b>Elektronenstrahl-Oszilloskop</b>	350	17.3.1	Einfache Beispiele von Grundoperationen	408
13.5.1	Elektronenstrahlröhre (Braunsche Röhre)	350	17.3.2	Verzögerungszeiten	409
13.5.2	Baugruppen des Oszilloskops	352	17.3.3	Zähler	410
13.5.3	Zweikanal-Oszilloskop	354	<b>17.4</b>	<b>Programmierung einfacher Steuerungsaufgaben</b>	410
13.5.4	Messen mit dem Oszilloskop	355	17.4.1	UND-Funktion	410
<b>14</b>	<b>Mikrocomputer und Mikroprozessor</b>	357	17.4.2	UND-vor-ODER-Verknüpfung	411
<b>14.1</b>	<b>Funktionseinheiten des Mikrocomputers</b>	357	17.4.3	ODER-vor-UND-Verknüpfung	412
<b>14.2</b>	<b>Arbeitsweise eines Mikrocomputers</b>	357	17.4.4	Setzen und Rücksetzen	413
<b>14.3</b>	<b>Bedienung eines Personalcomputers</b>	359	<b>17.5</b>	<b>Programmiergeräte und Dokumentation</b>	414
14.3.1	Massenspeicher	359	<b>17.6</b>	<b>Steuerungen</b>	416
14.3.2	Datensichtgerät (Monitor)	360	<b>18</b>	<b>Elektrogeräte</b>	420
14.3.3	Tastatur	361	<b>18.1</b>	<b>Allgemeines über Elektrowärmeegeräte</b>	420
14.3.4	Betriebssystem	362	<b>18.2</b>	<b>Bügeleisen</b>	421
14.3.5	Aufzeichnungsgeräte	363	<b>18.3</b>	<b>Elektroherde</b>	421
<b>14.4</b>	<b>Höhere Programmiersprachen</b>	364	<b>18.4</b>	<b>Warmwasserbereiter</b>	424
14.4.1	Lineare Programme	363	<b>18.5</b>	<b>Elektrische Raumheizung</b>	426
14.4.2	Programmschleifen	365	<b>18.6</b>	<b>Elektrische Fußbodenheizung</b>	427
14.4.3	Programmverzweigungen	366	<b>18.7</b>	<b>Elektrische Kühlgeräte</b>	428
14.4.4	Computergrafik	366	<b>18.8</b>	<b>Wärmepumpe</b>	430
<b>14.5</b>	<b>Mikroprozessoren</b>	368	<b>18.9</b>	<b>Instandsetzung von Elektrogeräten</b>	431
14.5.1	Wirkungsweise eines Mikroprozessors	368	<b>19</b>	<b>Isolierte Leitungen, Kabel, Freileitungen</b>	432
14.5.2	Struktur eines Programms in Maschinensprache	369	<b>19.1</b>	<b>Farbkennzeichnung von isolierten Leitungen und Kabel</b>	432
14.5.3	Regelung mit dem Mikroprozessor	370	<b>19.2</b>	<b>Isolierte Leitungen</b>	432
14.5.4	Speicherbausteine	373	<b>19.3</b>	<b>Kabel für Starkstromanlagen</b>	434
14.5.5	Schnittstellen	374	<b>19.4</b>	<b>Freileitungen</b>	434
<b>14.6</b>	<b>Datensicherung und Datenschutz</b>	375	<b>20</b>	<b>Licht- und Beleuchtungstechnik</b>	435
<b>15</b>	<b>Steuern und Regeln</b>	377	<b>20.1</b>	<b>Licht</b>	435
<b>15.1</b>	<b>Steuern</b>	377	<b>20.2</b>	<b>Größen der Lichttechnik</b>	436
15.1.1	Begriffe und Größen	377	<b>20.3</b>	<b>Anforderungen an eine gute Beleuchtung</b>	438
15.1.2	Merkmale der Steuerungen	378	<b>20.4</b>	<b>Glühlampen</b>	439
15.1.3	Pneumatische Steuerungen	379	<b>20.5</b>	<b>Gasentladungslampen</b>	440
15.1.4	Hydraulische Steuerungen	380	20.5.1	Leuchtstofflampen	441
<b>15.2</b>	<b>Regeln</b>	381	20.5.2	Quecksilberdampf-Hochdruck- und Natriumdampf-Lampen	443
15.2.1	Begriffe und Größen	381	20.5.3	Leuchtröhrenanlagen	444
15.2.2	Unstetige Regeleinrichtungen	382	<b>21</b>	<b>Elektrische Anlagen</b>	445
15.2.3	Stetige elektrische Regeleinrichtungen	383	<b>21.1</b>	<b>Kraftwerke</b>	445
15.2.4	Stetige pneumatische Regeleinrichtungen	386	21.1.1	Wärme-kraftwerke	445
15.2.5	Stetige hydraulische Regeleinrichtungen	387	21.1.2	Umweltschutz in Kraftwerken	447
15.2.6	Digitale Regeleinrichtungen	388	21.1.3	Wasserkraftwerke	448
15.2.7	Anpassung der Regler an die Meßgröße	389	21.1.4	Erneuerbare Energiequellen	449
<b>15.3</b>	<b>Steuern und Regeln einer Elektro-Speicherheizung</b>	390	<b>21.2</b>	<b>Umspannwerke</b>	450
<b>16</b>	<b>Messen nichtelektrischer Größen mit Sensoren</b>	392	21.2.1	Spannungsebenen	450
<b>16.1</b>	<b>Meßkette mit Sensoren</b>	392	21.2.2	Umspannanlagen	450
<b>16.2</b>	<b>Ohmsche Sensoren mit Potentiometern</b>	393	21.2.3	Hochspannungsschalter	451
<b>16.3</b>	<b>Ohmsche Sensoren mit Dehnungsmeßstreifen (DMS)</b>	395	<b>21.3</b>	<b>Übertragungsnetze</b>	453
<b>16.4</b>	<b>Galvanomagnetische Sensoren</b>	396	21.3.1	Höchst-, Hoch- und Mittelspannungsnetze	453
<b>16.5</b>	<b>Optoelektronische Sensoren</b>	398	21.3.2	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung	453
16.5.1	Analoge optoelektronische Sensoren	398	21.3.3	Netzformen	454
16.5.2	Digitale optoelektronische Sensoren	398			

<b>21.4 Niederspannungsanlagen</b> .....	455	<b>25 Elektrochemie</b> .....	506
21.4.1 Netzaufbau .....	455	<b>25.1 Umwandlung elektrischer Energie</b> .....	506
21.4.2 Hausanschluß .....	457	<b>25.2 Umwandlung chemischer Energie</b> .....	507
21.4.3 Erdungsanlagen .....	458	25.2.1 Grundlagen .....	507
21.4.4 Hauptpotentialausgleich .....	459	25.2.2 Technische Primärelemente .....	508
21.4.5 Hauptstromversorgungssysteme .....	460	25.2.3 Technische Sekundärelemente (Akkumulatoren) .....	510
<b>21.5 Bemessung und Schutz von Leitungen und Kabeln</b> .....	461	<b>25.3 Elektrochemische Korrosion</b> .....	511
21.5.1 Mechanische Festigkeit und Spannungsfall ..	461	<b>26 Umweltschutz</b> .....	513
21.5.2 Strombelastbarkeit von fest verlegten Leitungen .....	462	<b>26.1 Umweltschutz im Betrieb</b> .....	513
21.5.3 Schutz von Leitungen und Kabel gegen zu hohe Erwärmung .....	463	<b>26.2 Wiederverwertung und Entsorgung von Abfallstoffen</b> .....	514
<b>21.6 Räume und Anlagen besonderer Art</b> .....	466	<b>27 Eisen und Stahl</b> .....	516
21.6.1 Räume mit Badewanne oder Dusche .....	466	<b>27.1 Herstellung von Stahl und Eisen-Gußwerkstoffen</b> .....	516
21.6.2 Überdachte Schwimmbäder und Schwimmbäder im Freien .....	468	<b>27.2 Stahlnormung</b> .....	517
21.6.3 Sauna-Anlagen .....	469	<b>28 Leiter-, Widerstands- und Kontaktwerkstoffe</b> .....	518
21.6.4 Baustellen .....	469	<b>28.1 Leiterwerkstoffe</b> .....	518
21.6.5 Landwirtschaftl. u. gartenbauliche Anwesen	470	<b>28.2 Widerstandswerkstoffe</b> .....	521
21.6.6 Feuergefährdete Betriebsstätten .....	471	<b>28.3 Kontaktwerkstoffe</b> .....	522
21.6.7 Explosionsgefährdete Bereiche .....	473	<b>29 Magnetwerkstoffe</b> .....	524
21.6.8 Medizinisch genutzte Räume .....	474	<b>29.1 Hartmagnetische Werkstoffe</b> .....	524
21.6.9 Übersicht der Raumarten und Betriebsstätten .....	476	<b>29.2 Weichmagnetische Werkstoffe</b> .....	525
21.6.10 Elektr. Ausrüstung von Industriemaschinen	477	<b>30 Isolierstoffe</b> .....	526
<b>21.7 Gebäudeleittechnik</b> .....	479	<b>30.1 Elektrische Beanspruchung</b> .....	526
21.7.1 Prinzip .....	479	<b>30.2 Anorganische Isolierstoffe</b> .....	528
21.7.2 Installationsnetz als Informationsträger	480	<b>30.3 Organische Isolierstoffe</b> .....	529
21.7.3 Gebäudesystemtechnik .....	482	<b>30.4 Flüssige Isolierstoffe</b> .....	531
<b>21.8 Gefahrenmeldeanlagen</b> .....	483	<b>31 Fügen</b> .....	532
21.8.1 Einbruchmeldeanlagen .....	483	<b>31.1 Übersicht</b> .....	532
21.8.2 Brandmeldeanlagen .....	486	<b>31.2 Kleben</b> .....	533
<b>22 Blitzschutz</b> .....	487	<b>31.3 Löten</b> .....	534
<b>22.1 Entstehung des Blitzes</b> .....	487	<b>31.4 Weitere Verbindungstechniken</b> .....	535
<b>22.2 Wirkungen des Blitzstromes</b> .....	487	<b>32 Fertigungsverfahren und Werkstoffbearbeitung</b> .....	536
<b>22.3 Gebäude-Blitzschutz</b> .....	488	<b>32.1 Urformen</b> .....	536
<b>23 Antennentechnik</b> .....	492	<b>32.2 Umformen</b> .....	537
<b>23.1 Wirkungsweise der Antennen</b> .....	492	<b>32.3 Trennen</b> .....	538
<b>23.2 Kenngrößen der Antennen</b> .....	493	<b>32.4 Zerteilen</b> .....	540
<b>23.3 Yagi-Antenne</b> .....	494	<b>32.5 Lasertechnik</b> .....	541
<b>23.4 Parabolantenne</b> .....	495	<b>32.6 Gedruckte Schaltungen</b> .....	544
<b>23.5 Satelliten-Empfangsanlagen</b> .....	495	32.6.1 Subtraktiv-Technik .....	544
<b>23.6 Leitungsnetze</b> .....	496	32.6.2 Additiv-Technik .....	544
<b>23.7 Berechnung von Empf.-Antennenanlagen</b> ..	497	32.6.3 Mehrlagen-Leiterplatten .....	545
<b>23.8 Errichten von Antennenanlagen</b> .....	498	32.6.4 Drucktechniken .....	545
23.8.1 Mechanische Sicherheit von Antennen	498	32.6.5 Prüfen von gedruckten Schaltungen	546
23.8.2 Elektrische Sicherheit von Antennen	499	<b>32.7 SMD-Technik</b> .....	547
23.8.3 Sicherheitsvorkehrungen für den Antennenerrichter .....	499	<b>Firmenverzeichnis</b> .....	549
23.8.4 Genehmigung von Antennenanlagen	499	<b>Sachwortverzeichnis</b> .....	550
<b>24 Physikal. und chem. Grundlagen</b> .....	500	<i>Vordere Umschlaginnenseite:</i> <i>Wichtige Formelzeichen, Größen und Einheiten</i>	
<b>24.1 Physikalische Größen und Einheiten</b> .....	500	<i>Hintere Umschlaginnenseite:</i> <i>Arbeitssicherheit und Unfallverhütung</i>	
24.1.1 Zeit, Länge, abgeleitete Größen .....	500		
24.1.2 Masse und Dichte .....	500		
24.1.3 Kraft und Moment .....	501		
24.1.4 Druck .....	501		
24.1.5 Mechanische Beanspruchung .....	502		
24.1.6 Kohäsion, Aggregatzustand .....	502		
24.1.7 Temperatur .....	502		
<b>24.2 Grundstoffe und chem. Verbindungen</b> .....	503		
24.2.1 Chemische Grundbegriffe .....	503		
24.2.2 Chemische Bindungsarten .....	503		
24.2.3 Wichtige Grundstoffe .....	504		