

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Unfall- und Arbeitssicherheit . . . . .</b>	<b>10</b>	<b>4.2.4</b>	Biegen von Ösen . . . . .	48
1.1	<b>Elektrische Energie und ihre Gefahren . . . . .</b>	10	4.3	<b>Lötfreie Verbindungstechniken . . . . .</b>	49
1.1.1	Energiewirtschaftsgesetz. . . . .	10	4.3.1	Pressen, Quetschen und Crimpen . . . . .	49
1.1.2	Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG). . . . .	10	4.3.2	Wire-Wrap-Verbindung . . . . .	50
1.1.3	Unfallverhütung . . . . .	11	4.3.3	Termi-Point-Verbindung . . . . .	50
1.1.4	VDE-Vorschriftenwerk . . . . .	11	4.3.4	Isolations-Durchdringungsverfahren. . . . .	50
1.2	<b>Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz . . . . .</b>	12	4.3.5	Klemmenverbindungen. . . . .	51
1.2.1	Gefahrstoffkennzeichnung . . . . .	12	4.4	Weichlöten . . . . .	53
1.2.2	Sicherheitszeichen . . . . .	12	<b>5</b>	<b>Überlastschutz und Kurzschlusschutz . . . . .</b>	57
1.3	<b>Die fünf Sicherheitsregeln . . . . .</b>	14	5.1	<b>Schmelzsicherungen . . . . .</b>	57
1.4	<b>Sicherheit bei Arbeiten an elektrischen Anlagen . . . . .</b>	16	5.1.1	Schraubsicherungssysteme . . . . .	57
1.4.1	Sicherheit beim Arbeiten in der Nähe von unter Spannung stehenden Anlagenteilen . . . . .	16	5.1.2	NH-Sicherungssystem. . . . .	59
1.4.2	Sicherheit beim Arbeiten an unter Spannung stehenden Anlagenteilen . . . . .	16	5.1.3	Betriebsklassen von Niederspannungssicherungen . . . . .	60
1.4.3	Sicherer Umgang mit Werkzeug und Gerät . . . . .	17	5.1.4	Geräteschutzsicherungen . . . . .	60
1.4.4	Schutzkleidung, Schutzausrüstung . . . . .	18	5.2	<b>Leitungsschutzschalter . . . . .</b>	61
<b>2</b>	<b>Isolierte Leitungen und Kabel . . . . .</b>	<b>19</b>	5.3	<b>Überlastschutz von Asynchronmotoren . . . . .</b>	62
2.1	<b>Aufbau und Anforderungen an isolierte Leitungen und Kabel . . . . .</b>	19	5.3.1	Motorschutzschalter. . . . .	62
2.2	<b>Leitungen . . . . .</b>	21	5.3.2	Thermisches Überlastrelais. . . . .	63
2.3	<b>Kabel . . . . .</b>	25	5.3.3	Motorschutz durch Thermistoren. . . . .	64
<b>3</b>	<b>Verlegen von Leitungen und Kabeln . . . . .</b>	<b>28</b>	5.4	<b>Überstromschutz von fest verlegten Kabeln und isolierten Leitungen . . . . .</b>	65
3.1	<b>Grundsätze der Leitungsverlegung . . . . .</b>	28	5.4.1	Strombelastbarkeit von fest verlegten Kabeln und Leitungen . . . . .	65
3.2	<b>Die klassischen Verlegearten . . . . .</b>	28	5.4.2	Zuordnung von Überstrom-Schutzeinrichtungen . . . . .	67
3.2.1	Leitungsverlegung auf Putz. . . . .	28	5.4.3	Überlastschutz von Kabeln und isolierten Leitungen . . . . .	69
3.2.2	Leitungsverlegung im Putz . . . . .	32	5.4.4	Kurzschlusschutz von Kabeln und isolierten Leitungen . . . . .	69
3.2.3	Leitungsverlegung unter Putz. . . . .	33	<b>6</b>	<b>Bauteile und Schaltungen der Energietechnik . . . . .</b>	71
3.2.4	Leitungsverlegung in Installationsröhren . . . . .	34	6.1	<b>Technische Unterlagen . . . . .</b>	71
3.3	<b>Elektroinstallation im Fertigbau . . . . .</b>	36	6.1.1	Betriebsmittelkennzeichnung . . . . .	71
3.3.1	Leitungsverlegung im Beton. . . . .	36	6.1.2	Schaltungsunterlagen . . . . .	71
3.3.2	Leitungsverlegung in Hohlwänden . . . . .	37	6.2	<b>Stecksysteme . . . . .</b>	73
3.4	<b>Leitungsverlegung in Installationskanälen . . . . .</b>	38	6.2.1	Zweipolige Steckvorrichtungen mit und ohne Schutzkontakt . . . . .	73
3.4.1	Verlegung in Leitungskanälen . . . . .	38	6.2.2	Herstellen einer Schutzkontakt-Verlängerungsleitung . . . . .	75
3.4.2	Verlegung in Geräteeinbaukanälen . . . . .	39	6.2.3	Perilex-Steckvorrichtungen. . . . .	75
3.4.3	Verlegung in Sockelleistenkanälen . . . . .	40	6.2.4	Kragensteckvorrichtungen . . . . .	76
3.4.4	Verlegung in Aufbodenkanälen . . . . .	40	6.3	<b>Befehls- und Meldegeräte . . . . .</b>	78
3.5	<b>Unterflur-Installationssysteme . . . . .</b>	40	6.3.1	Schalter und Taster . . . . .	78
3.5.1	Estrichüberdecktes Kanalsystem . . . . .	41	6.3.2	Installationsschalter . . . . .	79
3.5.2	Estrichbündiges Kanalsystem. . . . .	41	6.3.3	Drucktaster und Leuchtmelder . . . . .	80
3.5.3	Imbeton-Kanalsystem . . . . .	41	6.3.4	Positionsschalter . . . . .	80
3.5.4	Doppelboden-System . . . . .	41	6.3.5	Näherungsschalter . . . . .	81
3.6	<b>Brandschottung in elektrischen Anlagen . . . . .</b>	42	6.3.6	Schalter für Maschinen und Anlagen . . . . .	82
3.7	<b>Verlegung auf Kabeltragegestellen . . . . .</b>	42	6.4	<b>Elektromagnetische Schalter . . . . .</b>	83
3.8	<b>Verlegung im Erdreich . . . . .</b>	43	6.4.1	Relais . . . . .	83
3.9	<b>Verlegen von Freileitungen . . . . .</b>	44	6.4.2	Schütze . . . . .	85
<b>4</b>	<b>Verbindungstechnik . . . . .</b>	<b>45</b>	6.4.3	Zeitabhängige elektromagnetische Schalter . . . . .	86
4.1	<b>Zurichten isolierter Leitungen . . . . .</b>	45	6.4.4	Kontakt- und Anschlussbezeichnungen elektromagnetischer Schalter. . . . .	87
4.2	<b>Schraubverbindungen . . . . .</b>	46	6.5	<b>Installationsschaltungen . . . . .</b>	88
4.2.1	Arten von Schraubverbindungen . . . . .	46	6.5.1	Installationsschaltungen mit Schaltern . . . . .	88
4.2.2	Schrauben, Muttern, Schraubenprofile und Schraubensicherungen . . . . .	46			
4.2.3	Lösen festsitzender Schraubverbindungen	47			

<b>6.5.2</b>	Beleuchtung und Betriebszustandsanzeige bei Installationsschaltern .....	89	<b>7.6.4</b>	Breitband-Kommunikationsanlagen (BK-Anlagen).....	131
<b>6.5.3</b>	Installationsschaltungen mit elektromagnetischen Schaltern .....	90	<b>7.7</b>	<b>Gefahrenmeldeanlagen</b> .....	132
<b>6.5.4</b>	Bewegungsmelder .....	91	<b>7.7.1</b>	Einbruchmeldeanlagen .....	132
<b>6.5.5</b>	Netzfreeschalter .....	91	<b>7.7.2</b>	Brandmeldeanlagen .....	135
<b>6.6</b>	<b>Steuer- und Meldestromkreise mit elektromagnetischen Schaltern</b> .....	92	<b>7.8.1</b>	<b>Gebäudesystemtechnik</b> .....	136
<b>6.6.1</b>	Betriebsbedingungen und Ausführung von Steuer- und Meldestromkreisen .....	92	<b>7.8.2</b>	KNX-System .....	136
<b>6.6.2</b>	Grundschaltungen mit Schützen .....	94	<b>8</b>	KNX-Powernet .....	139
<b>6.6.3</b>	Folge- und Verriegelungsschaltung .....	94	<b>8.1</b>	<b>Blitzschutz</b> .....	141
<b>6.6.4</b>	Stern-Dreieck-Schaltung .....	95	<b>8.2</b>	Äußerer Blitzschutz .....	141
<b>6.6.5</b>	Dahlanderschaltung .....	96	<b>8.3</b>	Innerer Blitzschutz .....	143
<b>6.6.6</b>	Klemmenplan .....	97	<b>8.4</b>	Trennungsabstand .....	145
<b>6.7</b>	<b>Kleinsteuerungen</b> .....	98	<b>9</b>	Prüfen der Blitzschutzsysteme .....	145
<b>6.7.1</b>	Aufbau, Einbau und Anschluss .....	98	<b>9.1</b>	<b>Sonderinstallationen</b> .....	146
<b>6.7.2</b>	Programmierung .....	99	<b>9.2</b>	<b>Elektroinstallation in landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betriebsstätten</b> .....	146
<b>6.8</b>	<b>Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)</b> .....	100	<b>9.3</b>	<b>Elektroinstallation in feuergefährdeten Betriebsstätten</b> .....	148
<b>6.8.1</b>	Aufbau einer SPS .....	100	<b>9.4</b>	<b>Elektroinstallation in medizinisch genutzten Bereichen</b> .....	149
<b>6.8.2</b>	Anschluss einer SPS .....	100	<b>9.5</b>	<b>Elektroinstallation in explosionsgefährdeten Bereichen</b> .....	152
<b>6.8.3</b>	Arbeitsweise einer speicherprogrammierbaren Steuerung .....	101	<b>9.6</b>	<b>Elektrische Anlagen auf Baustellen</b> .....	155
<b>6.8.4</b>	Programmierung einer speicherprogrammierbaren Steuerung .....	101	<b>9.6.1</b>	<b>Beleuchtungsanlagen für Innenräume</b> .....	156
<b>6.8.5</b>	Sicherheitstechnische Anforderungen an speicherprogrammierbare Steuerungen .....	102	<b>9.6.2</b>	Schaltungen von Leuchtstofflampen .....	156
<b>6.8.6</b>	Anwendungsbeispiel .....	104	<b>9.7</b>	Niedervolt-Halogentechnik .....	158
<b>7</b>	<b>Elektrische Anlagen in Wohngebäuden</b> ..	105	<b>9.8</b>	<b>Leuchtröhrenanlagen</b> .....	160
<b>7.1</b>	<b>Hausanschluss</b> .....	105	<b>10</b>	<b>Fotovoltaikanlagen</b> .....	161
<b>7.1.1</b>	Kabelanschluss .....	105	<b>10.1</b>	<b>Messen in elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln</b> .....	163
<b>7.1.2</b>	Hausanschlussraum .....	105	<b>10.2</b>	Messen und Prüfen .....	163
<b>7.1.3</b>	Hausanschlusswand .....	106	<b>10.3</b>	Begriffe der Messtechnik .....	164
<b>7.1.4</b>	Hausanschlussnische .....	106	<b>10.4</b>	Analoge und digitale Anzeige .....	164
<b>7.2</b>	<b>Schutzzopotenzialausgleich in Wohngebäuden</b> .....	106	<b>10.5</b>	Messwerke .....	165
<b>7.2.1</b>	Fundamenteerde .....	107	<b>10.6</b>	Messfehler .....	165
<b>7.2.2</b>	Ausführung des Schutzzopotenzialausgleichs .....	107	<b>10.7</b>	<b>Messen von Stromstärke, Spannung und Widerstand</b> .....	167
<b>7.3</b>	<b>Hauptstromversorgungssysteme</b> .....	108	<b>10.8</b>	Messen mit Vielfach-Messinstrumenten .....	172
<b>7.3.1</b>	Hauptleitungen .....	108	<b>10.9</b>	Messkategorien, Messen nicht-sinusförmiger Wechselgrößen .....	173
<b>7.3.2</b>	Zählerplätze .....	109	<b>10.10</b>	Messen der elektrischen Leistung .....	174
<b>7.3.3</b>	Steuerleitungen .....	110	<b>10.11</b>	Messen der elektrischen Arbeit .....	175
<b>7.4</b>	<b>Wohnungsinstallation</b> .....	110	<b>10.11.1</b>	<b>Messen mit dem Elektronenstrahl-Oszilloskop</b> .....	177
<b>7.4.1</b>	Stromkreisverteiler .....	110	<b>10.11.2</b>	Inbetriebnahme des Oszilloskops .....	177
<b>7.4.2</b>	Elektroinstallation im Wohnbereich .....	111	<b>10.11.3</b>	Spannungsmessungen .....	178
<b>7.4.3</b>	Elektroinstallation in der Küche .....	112	<b>10.11.4</b>	Messen der Frequenz und der Zeit .....	179
<b>7.4.4</b>	Installationsformen .....	113	<b>10.11.5</b>	Messen von Strömen .....	179
<b>7.4.5</b>	Elektroinstallation in Räumen mit Badewanne oder Dusche .....	114	<b>10.11.6</b>	Messen der Phasenverschiebung .....	179
<b>7.4.6</b>	Ausstattungsumfang der Elektroinstallation in Wohngebäuden .....	116		Kennlinienaufnahme .....	180
<b>7.5</b>	<b>Telekommunikationsanlagen</b> .....	117	<b>11</b>	<b>Schutzmaßnahmen</b> .....	181
<b>7.5.1</b>	Hausrufanlagen .....	117	<b>11.1</b>	<b>Auswahl der Betriebsmittel</b> .....	181
<b>7.5.2</b>	Haussprechanlagen .....	117	<b>11.2</b>	<b>Schutz gegen elektrischen Schlag</b> .....	182
<b>7.5.3</b>	Errichten von Telekommunikationsanlagen .....	120	<b>11.3</b>	<b>Drehstromsysteme</b> .....	183
<b>7.5.4</b>	Analoge Telekommunikationsanlagen .....	121	<b>11.4</b>	<b>Anforderungen an den Basisschutz</b> .....	184
<b>7.5.5</b>	Digitale Telekommunikationsanlagen (ISDN-Anlagen) .....	122	<b>11.4.1</b>	Basisschutz unter normalen Bedingungen .....	184
<b>7.5.6</b>	DSL-Technologie .....	124	<b>11.4.2</b>	Basisschutz unter besonderen Bedingungen .....	184
<b>7.6</b>	<b>Antennen und Empfangsanlagen</b> .....	125	<b>11.5</b>	Anforderungen an den Fehlerschutz .....	185
<b>7.6.1</b>	Antennenanlagen für terrestrischen Empfang .....	125	<b>11.6</b>	<b>Schutz durch automatische Abschaltung im TN-, TT- und IT-System</b> .....	186
<b>7.6.2</b>	Satelliten-Empfangsanlagen .....	128			
<b>7.6.3</b>	Digitale terrestrische Empfangsanlagen .....	130			

11.6.1	TN-System.....	186	13.4	<b>Computer-Netzwerke</b> .....	231
11.6.2	TT-System.....	187	13.4.1	Netzwerkverbindung .....	231
11.6.3	IT-System .....	187	13.4.2	Netzwerkeinstellungen .....	232
<b>11.7</b>	<b>Doppelte oder verstärkte Isolierung</b> .....	189	13.4.3	Netzwerkdrucker einbinden .....	233
<b>11.8</b>	<b>Schutztrennung</b> .....	189	13.4.4	Internetzugang einrichten .....	233
<b>11.9</b>	<b>Schutz durch Kleinspannung</b> .....	190	13.4.5	WLAN.....	234
<b>11.10</b>	<b>Zusätzlicher Schutz durch Fehlerstrom-schutzeinrichtungen (RCD)</b> .....	190	<b>14</b>	<b>Elektrogeräte</b> .....	235
11.10.1	Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) .....	191	<b>14.1</b>	<b>Kleingeräte</b> .....	235
11.10.2	Differenzstrom-Schutzeinrichtungen.....	192	14.1.1	Elektrowärmegeräte.....	235
<b>11.11</b>	<b>Besondere Schutzvorkehrungen für Anlagen die nur durch Elektrofachkräfte betrieben und überwacht werden</b> .....	193	14.1.2	Geräte mit elektromotorischem Antrieb .....	237
<b>11.12</b>	<b>Prüfen der Schutzmaßnahmen</b> .....	194	14.1.3	Funktstörung bei Kleingeräten .....	238
11.12.1	Prüfen durch Besichtigen .....	194	<b>14.2</b>	<b>Großgeräte</b> .....	239
11.12.2	Prüfen durch Erproben und Messen .....	194	14.2.1	Elektroherd .....	239
11.12.3	Prüfen durch Messen an Drehstrom-systemen .....	195	14.2.2	Mikrowellengerät .....	242
11.12.4	Prüfen von RCDs.....	197	14.2.3	Waschmaschinen.....	243
11.12.5	Prüfen bei Kleinspannung und Schutztrennung .....	197	14.2.4	Wäschetrockner .....	244
11.12.6	Isolationswiderstand in nicht leitender Umgebung .....	198	14.2.5	Geräte zur Warmwasserversorgung .....	245
11.12.7	Wiederholungsprüfungen.....	199	<b>14.3</b>	<b>Elektrische Raumheizung</b> .....	249
<b>12</b>	<b>Schaltungen und Bauteile der Elektronik</b> ..200		<b>15</b>	<b>Fehlersuche in elektrischen Anlagen und Geräten</b> .....	253
<b>12.1</b>	<b>Gedruckte Schaltungen</b> .....	200	<b>15.1</b>	<b>Fehlerarten</b> .....	253
12.1.1	Aufbau der Leiterplatte .....	200	<b>15.2</b>	<b>Fehlersuche in elektrischen Anlagen</b> .....	254
12.1.2	Herstellung gedruckter Schaltungen.....	200	15.2.1	Mechanische Fehler .....	254
12.1.3	Erstellen einer Leiterplatte am Beispiel eines Durchgangsprüfers .....	201	15.2.2	Leiterunterbrechungen .....	254
12.1.4	Zurichten elektronischer Bauelemente ..	202	15.2.3	Auffinden von Kurzschlüssen .....	255
12.1.5	SMD-Technik.....	203	15.2.4	Auffinden von Körperschlüssen, Erdschlüssen und Leiterschlüssen.....	256
<b>12.2</b>	<b>Widerstände</b> .....	205	<b>15.3</b>	<b>Fehlersuche in elektrischen Geräten</b> .....	257
12.2.1	Festwiderstände .....	205	15.3.1	Systematische Fehlersuche .....	257
12.2.2	Einstellbare Widerstände .....	206	15.3.2	Fehlerarten und Fehlerursachen in elektrischen Geräten .....	258
12.2.3	Nichtlineare Widerstände .....	206	15.3.3	Fehlersuche am Beispiel einer Kochplatte .....	258
12.2.4	Prüfen von Widerständen .....	207	<b>15.4</b>	<b>Instand setzen von Elektrogeräten</b> .....	259
<b>12.3</b>	<b>Kondensatoren</b> .....	207	<b>15.5</b>	<b>Prüfung von instand gesetzten Elektrogeräten</b> .....	263
12.3.1	Kennzeichnung und Abmessungen von Kondensatoren .....	208	15.5.1	Sichtprüfung .....	263
12.3.2	Prüfen von Kondensatoren.....	208	15.5.2	Schutzleiterprüfung .....	263
<b>12.4</b>	<b>Halbleiterbauelemente</b> .....	209	15.5.3	Messen des Isolationswiderstandes .....	264
12.4.1	Diioden .....	209	15.5.4	Messen des Schutzleiterstromes und des Berührungsstromes .....	264
12.4.2	Gleichrichterschaltungen .....	210	15.5.5	Ersatz-Ableitstrommessung .....	265
12.4.3	Z-Dioden (Begrenzerdioden).....	212	15.5.6	Funktionsprüfung .....	265
12.4.4	Transistoren .....	213	<b>16</b>	<b>Elektrische Maschinen</b> .....	266
12.4.5	Thyristoren .....	218	<b>16.1</b>	<b>Planung von Antrieben</b> .....	266
12.4.6	Triacs .....	219	16.1.1	Eigenschaften von Motoren .....	266
12.4.7	Diac .....	220	16.1.2	Schutzarten von Motoren .....	267
12.4.8	Kühlung von Halbleiterbauelementen.....	221	16.1.3	Betriebsarten .....	268
12.4.9	Optoelektronische Bauelemente .....	222	<b>16.2</b>	<b>Drehstrom-Asynchronmotoren</b> .....	269
12.4.10	Integrierte Schaltungen (IC) .....	223	16.2.1	Kurzschlussläufer-Motoren .....	269
<b>13</b>	<b>Computertechnik</b> .....	224	16.2.2	Eigenschaften von Asynchronmotoren .....	271
<b>13.1</b>	<b>Bestandteile und Funktionsweise eines Computers</b> .....	224	16.2.3	Drehstrom-Asynchronmotor mit Schleifringläufer .....	273
<b>13.2</b>	<b>Hardware für Personal-Computer (PC)</b> .....	225	16.2.4	Polumschaltbare Asynchronmotoren .....	273
13.2.1	Chipsatz eines PC .....	225	16.2.5	Drehstrommotoren an Wechselspannung .....	275
13.2.2	Mainboard.....	226	16.2.6	Drehzahlsteuerung bei Drehstrommotoren .....	276
13.2.3	Mikroprozessor und Arbeitsspeicher .....	226	<b>16.3</b>	<b>Einphasenwechselstrommotoren</b> .....	278
13.2.4	Schnittstellen und Anschlüsse .....	227	16.3.1	Wechselstrommotoren mit Kurzschlussläufer .....	278
13.2.5	Peripherie .....	228	16.3.2	Spaltpolmotoren .....	279
<b>13.3</b>	<b>Software für Personal-Computer</b> .....	230	16.3.3	Universalmotoren .....	279

<b>16.4 Gleichstrommotoren</b> .....	280	<b>16.9.1 Dimensionierung von Transformatoren</b> ..	293
16.4.1 Aufbau und Wirkungsweise .....	280	16.9.2 Wickeln und Isolieren von Transformatoren .....	295
16.4.2 Fremderregter Motor .....	281	16.9.3 Prüfen von Kleintransformatoren .....	296
16.4.3 Nebenschlussmotor .....	281	16.9.4 Wicklungen von Gleichstrommaschinen ..	296
16.4.4 Reihenschlussmotor .....	281	16.9.5 Wicklungen von Drehstrommotoren ..	298
16.4.5 Doppelschlussmotor .....	282	16.9.6 Herstellen von Wicklungen .....	299
16.4.6 Drehzahleinstellung und Drehrichtungs- umkehr bei Gleichstrommotoren .....	282	16.9.7 Isolation von Wicklungen .....	299
<b>16.5 Servomotoren</b> .....	283	16.9.8 Prüfen von Wicklungen .....	300
16.5.1 Gleichstromservomotoren .....	283		
16.5.2 Drehstromservomotoren .....	284		
<b>16.6 Wartung und Pflege von Elektromotoren</b>	285		
<b>16.7 Betriebsstörungen bei Gleichstrom- motoren</b> .....	287		
<b>16.8 Transformatoren</b> .....	288		
16.8.1 Aufbau und Wirkungsweise .....	288		
16.8.2 Bauarten von Transformatoren .....	288		
16.8.3 Betriebsbedingungen von Transformatoren .....	289		
16.8.4 Drehstromtransformatoren .....	292		
<b>16.9 Wicklungen von Transformatoren und Elektromotoren</b> .....	293		
		<b>17 Primärelemente und Sekundärelemente</b> ..	302
		17.1 Primärelemente (Trockenelemente) ..	302
		17.2 Sekundärelemente ..	303
		<b>18 Projektbearbeitung</b> ..	304
		Lernsituation 1: Drehfeldrichtungsanzeiger ..	305
		Lernsituation 2: Elektroinstallation eines Hausanschlussraumes ..	307
		<b>Sachwortverzeichnis</b> ..	311