

Inhaltsverzeichnis

1	Unfall- und Arbeitssicherheit	10	4.2.4	Biegen von Ösen	48
1.1	Elektrische Energie und ihre Gefahren	10	4.3	Lötfreie Verbindungstechniken	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	Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz	12	4.3.5	Klemmenverbindungen	51
1.2.1	Gefahrstoffkennzeichnung	12	4.4	Weichlöten	53
1.2.2	Sicherheitszeichen	12	5	Überlastschutz und Kurzschlusschutz	57
1.3	Die fünf Sicherheitsregeln	14	5.1	Schmelzsicherungen	57
1.4	Sicherheit bei Arbeiten an elektrischen Anlagen	16	5.1.1	Schraub Sicherungssysteme	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	Leitungsschutzschalter	61
2	Isolierte Leitungen und Kabel	19	5.3	Überlastschutz von Asynchronmotoren	62
2.1	Aufbau und Anforderungen an isolierte Leitungen und Kabel	19	5.3.1	Motorschutzschalter	62
2.2	Leitungen	21	5.3.2	Thermisches Überlastrelais	63
2.3	Kabel	25	5.3.3	Motorschutz durch Thermistoren	64
3	Verlegen von Leitungen und Kabeln	28	5.4	Überstromschutz von fest verlegten Kabeln und isolierten Leitungen	65
3.1	Grundsätze der Leitungsverlegung	28	5.4.1	Strombelastbarkeit von fest verlegten Kabeln und Leitungen	65
3.2	Die klassischen Verlegearten	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	6	Bauteile und Schaltungen der Energietechnik	71
3.2.4	Leitungsverlegung in Installationsrohren	34	6.1	Technische Unterlagen	71
3.3	Elektroinstallation im Fertigbau	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	Stecksysteme	73
3.4	Leitungsverlegung in Installationskanälen	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	Befehls- und Meldegeräte	78
3.5	Unterflur-Installationssysteme	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	Brandschottung in elektrischen Anlagen	42	6.3.6	Schalter für Maschinen und Anlagen	82
3.7	Verlegung auf Kabeltragegestellen	42	6.4	Elektromagnetische Schalter	83
3.8	Verlegung im Erdreich	43	6.4.1	Relais	83
3.9	Verlegen von Freileitungen	44	6.4.2	Schütze	85
4	Verbindungstechnik	45	6.4.3	Zeitabhängige elektromagnetische Schalter	86
4.1	Zurichten isolierter Leitungen	45	6.4.4	Kontakt- und Anschlussbezeichnungen elektromagnetischer Schalter	87
4.2	Schraubverbindungen	46	6.5	Installationsschaltungen	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			

6.5.2	Beleuchtung und Betriebszustands- anzeige bei Installationsschaltern	89	7.6.4	Breitband-Kommunikationsanlagen (BK-Anlagen)	131
6.5.3	Installationsschaltungen mit elektro- magnetischen Schaltern	90	7.7	Gefahrenmeldeanlagen	132
6.5.4	Bewegungsmelder	91	7.7.1	Einbruchmeldeanlagen	132
6.5.5	Netzfreeschalter	91	7.7.2	Brandmeldeanlagen	135
6.6	Steuer- und Meldestromkreise mit elektromagnetischen Schaltern	92	7.8	Gebäudesystemtechnik	136
6.6.1	Betriebsbedingungen und Ausführung von Steuer- und Meldestromkreisen	92	7.8.1	KNX-System	136
6.6.2	Grundsaltungen mit Schützen	94	7.8.2	KNX-Powernet	139
6.6.3	Folge- und Verriegelungsschaltung	94	8	Blitzschutz	141
6.6.4	Stern-Dreieck-Schaltung	95	8.1	Äußerer Blitzschutz	141
6.6.5	Dahlanderschaltung	96	8.2	Innerer Blitzschutz	143
6.6.6	Klemmenplan	97	8.3	Trennungsabstand	145
6.7	Kleinsteuerungen	98	8.4	Prüfen der Blitzschutzsysteme	145
6.7.1	Aufbau, Einbau und Anschluss	98	9	Sonderinstallationen	146
6.7.2	Programmierung	99	9.1	Elektroinstallation in landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betriebsstätten	146
6.8	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)	100	9.2	Elektroinstallation in feuergefährdeten Betriebsstätten	148
6.8.1	Aufbau einer SPS	100	9.3	Elektroinstallation in medizinisch genutzten Bereichen	149
6.8.2	Anschluss einer SPS	100	9.4	Elektroinstallation in explosions- gefährdeten Bereichen	152
6.8.3	Arbeitsweise einer speicher- programmierbaren Steuerung	101	9.5	Elektrische Anlagen auf Baustellen	155
6.8.4	Programmierung einer speicher- programmierbaren Steuerung	101	9.6	Beleuchtungsanlagen für Innenräume	156
6.8.5	Sicherheitstechnische Anforderungen an speicherprogrammierbare Steuerungen	102	9.6.1	Schaltungen von Leuchtstofflampen	156
6.8.6	Anwendungsbeispiel	104	9.6.2	Niedervolt-Halogentechnik	158
7	Elektrische Anlagen in Wohngebäuden ..	105	9.7	Leuchtröhrenanlagen	160
7.1	Hausanschluss	105	9.8	Fotovoltaikanlagen	161
7.1.1	Kabelanschluss	105	10	Messen in elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln	163
7.1.2	Hausanschlussraum	105	10.1	Messen und Prüfen	163
7.1.3	Hausanschlusswand	106	10.2	Begriffe der Messtechnik	164
7.1.4	Hausanschlussnische	106	10.3	Analoge und digitale Anzeige	164
7.2	Schutzpotenzialausgleich in Wohngebäuden	106	10.4	Messwerke	165
7.2.1	Fundamenterder	107	10.5	Messfehler	165
7.2.2	Ausführung des Schutzpotenzialausgleichs	107	10.6	Messen von Stromstärke, Spannung und Widerstand	167
7.3	Hauptstromversorgungssysteme	108	10.7	Messen mit Vielfach-Messinstrumenten ..	172
7.3.1	Hauptleitungen	108	10.8	Messkategorien, Messen nicht- sinusförmiger Wechselgrößen	173
7.3.2	Zählerplätze	109	10.9	Messen der elektrischen Leistung	174
7.3.3	Steuerleitungen	110	10.10	Messen der elektrischen Arbeit	175
7.4	Wohnungsinstallation	110	10.11	Messen mit dem Elektronenstrahl- Oszilloskop	177
7.4.1	Stromkreisverteiler	110	10.11.1	Inbetriebnahme des Oszilloskops	177
7.4.2	Elektroinstallation im Wohnbereich	111	10.11.2	Spannungsmessungen	178
7.4.3	Elektroinstallation in der Küche	112	10.11.3	Messen der Frequenz und der Zeit	179
7.4.4	Installationsformen	113	10.11.4	Messen von Strömen	179
7.4.5	Elektroinstallation in Räumen mit Badewanne oder Dusche	114	10.11.5	Messen der Phasenverschiebung	179
7.4.6	Ausstattungsumfang der Elektro- installation in Wohngebäuden	116	10.11.6	Kennlinienaufnahme	180
7.5	Telekommunikationsanlagen	117	11	Schutzmaßnahmen	181
7.5.1	Hausrufanlagen	117	11.1	Auswahl der Betriebsmittel	181
7.5.2	Haussprechanlagen	117	11.2	Schutz gegen elektrischen Schlag	182
7.5.3	Errichten von Telekommunikationsanlagen ..	120	11.3	Drehstromsysteme	183
7.5.4	Analoge Telekommunikationsanlagen ..	121	11.4	Anforderungen an den Basisschutz	184
7.5.5	Digitale Telekommunikationsanlagen (ISDN-Anlagen)	122	11.4.1	Basisschutz unter normalen Bedingungen ..	184
7.5.6	DSL-Technologie	124	11.4.2	Basisschutz unter besonderen Bedingungen	184
7.6	Antennen und Empfangsanlagen	125	11.5	Anforderungen an den Fehlerschutz	185
7.6.1	Antennenanlagen für terrestrischen Empfang	125	11.6	Schutz durch automatische Abschaltung im TN-, TT- und IT-System	186
7.6.2	Satelliten-Empfangsanlagen	128			
7.6.3	Digitale terrestrische Empfangsanlagen ..	130			

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

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