



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für elektrotechnische Berufe

Praxis Elektrotechnik

5., überarbeitete und erweiterte Auflage

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

Lektorat: Peter Bastian

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

Europa-Nr.: 30812

Inhaltsverzeichnis

1	Unfallsicherheit		3.6	Brandschottung in elektrischen Anlagen	39
1.1	Grundsätze und Definitionen	7	3.7	Verlegung auf Kabeltragegestellen	39
1.1.1	Sicherer Umgang mit Werkzeug und Gerät	8	3.8	Verlegung im Erdreich	40
1.1.2	Sicherheit am Arbeitsplatz	9	3.9	Verlegen von Freileitungen	41
1.2	Gesetzliche Grundlagen	10	3.10	Verdrahtung von Schaltanlagen und Verteilern	43
1.2.1	Energiewirtschaftsgesetz	10			
1.2.2	Gerätesicherheitsgesetz	10	4	Verbindungstechnik	
1.2.3	VDE-Vorschriftenwerk	11	4.1	Schraubverbindungen	44
1.2.4	Unfallverhütungsvorschriften	12	4.1.1	Arten von Schraubverbindungen	44
1.2.5	Allgemeine Versorgungsbedingungen	12	4.1.2	Schrauben, Muttern und Schraubensicherungen	44
1.3	Sicherheit gegen die Gefahren des elektrischen Stromes	13	4.1.3	Lösen festsitzender Schraubverbindungen	45
1.3.1	Die 5 Sicherheitsregeln	13	4.1.4	Abisolieren und Abmanteln von isolierten Leitungen	46
1.3.2	Sicherheit beim Arbeiten in der Nähe von unter Spannung stehenden Anlageteilen	15	4.1.5	Biegen von Ösen	47
1.3.3	Sicherheit beim Arbeiten an unter Spannung stehenden Anlageteilen	15	4.2	Klemmverbindungen	48
1.3.4	Schutzkleidung, Schutzausrüstung	16	4.3	Lötfreie Verbindungstechniken	50
1.3.5	Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz	17	4.3.1	Pressen, Quetschen und Crimpen	50
			4.3.2	Wire-Wrap-Verbindung	51
2	Isolierte Leitungen und Kabel		4.3.3	Termi-Point-Verbindung	51
2.1	Aufgaben und Anforderungen an Leitungen und Kabel	18	4.3.4	Sonstige Verbindungstechniken	51
2.2	Kennzeichnung von isolierten Leitungen und Kabeln	18	4.4	Löten	52
2.3	Isolierte Leitungen	20	4.4.1	Weichlot	52
2.3.1	Leitungen für feste Verlegung	20	4.4.2	Flußmittel	52
2.3.2	Leitungen zum Anschluß ortsveränderlicher Stromverbraucher	20	4.4.3	LötKolben	53
2.3.3	Sonderleitungen	21	4.4.4	Arbeitsregeln beim Weichlöten	54
2.4	Kabel	22	4.4.5	Auslöten von Bauteilen	55
2.4.1	Einteilung der Kabel	22	4.4.6	Fehler beim Weichlöten	55
2.4.2	Aufbau der Kabel	22	4.4.7	Hartlöten	56
2.4.3	Massekabel und Kabel mit Isolierung aus Kunststoff	23			
2.4.4	Kabelgarnituren	23	5	Überlastschutz und Kurzschlußschutz	
2.5	Blanke Leitungen	24	5.1	Schmelzsicherungen	57
			5.1.1	Schraubsicherungssysteme	57
3	Verlegungsarten von Leitungen und Kabeln		5.1.2	NH-Sicherungssystem	58
3.1	Grundsätze der Leitungsverlegung	25	5.1.3	Funktions- und Betriebsklassen bei Niederspannungssicherungen	60
3.2	Die klassischen Installationssysteme	25	5.1.4	Geräteschutzsicherungen	60
3.2.1	Leitungsverlegung auf Putz	26	5.2	Leitungsschutzschalter	61
3.2.2	Leitungsverlegung im Putz	29	5.3	Überstromschutz von Asynchronmotoren	62
3.2.3	Leitungsverlegung unter Putz	30	5.3.1	Motorschutzschalter	62
3.2.4	Leitungsverlegung in Installationsrohren	31	5.3.2	Thermisches Überstromrelais	63
3.3	Elektroinstallation im Fertigbau	33	5.3.3	Motorvollschutz durch Thermistoren	64
3.3.1	Leitungsverlegung im Beton	33	5.4	Überstromschutz von fest verlegten Kabeln und isolierten Leitungen	65
3.3.2	Leitungsverlegung in Hohlwänden	34	5.4.1	Verlegearten und Strombelastbarkeit von Kabeln und isolierten Leitungen	65
3.4	Leitungsverlegung in Installationskanälen	35	5.4.2	Zuordnung der Überstrom-Schutzeinrichtungen	67
3.4.1	Verlegung in Leitungskanälen	36	5.4.3	Überlastschutz von Kabeln und isolierten Leitungen	69
3.4.2	Verlegung in Geräteeinbaukanälen	36	5.4.4	Kurzschlußschutz von Kabeln und isolierten Leitungen	69
3.4.3	Sockelleistenkanäle	37			
3.5	Unterflur-Installationssysteme	37	6	Schaltungen und Bauteile der Energietechnik	
3.5.1	Estrichüberdecktes Kanalsystem	37	6.1	Kennzeichnung der Betriebsmittel	71
3.5.2	Estrichbündiges Kanalsystem	38	6.2	Schaltungsunterlagen	71
3.5.3	Imbeton-Kanalsystem	38	6.3	Stecksysteme	73
3.5.4	Kanalinstallation auf dem Fußboden	38	6.3.1	Zwei- und dreipolige Steckvorrichtungen	73
			6.3.2	Herstellen einer Schutzkontakt-Verlängerungsleitung	76
			6.3.3	Drehstrom-Steckvorrichtungen	76

6.3.4	Kragensteckvorrichtungen	77
6.4	Schalter und Taster	79
6.5	Installationsschaltungen	81
6.5.1	Installationsschaltungen mit Schaltern	81
6.5.2	Beleuchtung und Betriebszustandsanzeige bei Installationsschaltern	82
6.6	Näherungsschalter	83
6.7	Schalter für Maschinen und Anlagen	84
6.8	Elektromagnetisch betätigte Schaltgeräte	85
6.8.1	Relais	85
6.8.2	Schütze	86
6.8.3	Kontakt- und Anschlußbezeichnung von Schützen und Relais	88
6.9	Steuer- und Meldestromkreise mit elektro- magnetisch betätigten Schaltelementen	89
6.9.1	Befehls- und Meldegeräte	89
6.9.2	Betriebsbedingungen für Steuer- und Meldestromkreise	89
6.9.3	Schaltungen mit Tastern	90
6.9.4	Selbsthalteschaltung	92
6.9.5	Folge- und Verriegelungsschaltung	92
6.9.6	Stern-Dreieck-Schaltung	93
6.9.7	Dahlander-Schaltung	94
6.10	Speicherprogrammierte Steuerungen	95
6.10.1	Funktionsplan (FUP)	95
6.10.2	Anweisungsliste (AWL)	96
6.10.3	Kontaktplan (KOP)	96
6.10.4	Sicherheitsmaßnahmen bei SPS	96
6.10.5	Programmierbeispiele	98

7 Elektrische Anlagen in Wohngebäuden

7.1	Hausanschluß	100
7.1.1	Hausanschlußraum	100
7.1.2	Kabelanschluß	100
7.1.3	Freileitungsanschluß	101
7.2	Hauptpotentialausgleich in Wohngebäuden	101
7.2.1	Fundamenterder	102
7.2.2	Hauptpotentialausgleich	102
7.3	Hauptstromversorgungssysteme	103
7.3.1	Hauptleitungen	103
7.3.2	Zählerplätze	104
7.3.3	Steuerleitungen	105
7.4	Wohnungsinstallation	105
7.4.1	Stromkreisverteiler	105
7.4.2	Elektroinstallation im Wohnbereich	106
7.4.3	Elektroinstallation in der Küche	107
7.4.4	Installationsformen	108
7.4.5	Elektroinstallation in Räumen mit Badewanne oder Dusche	109
7.4.6	Ausstattungsumfang der Elektroinstallation	111
7.5	Fernmeldeanlagen	112
7.5.1	Fernmeldeanlagen der Bundespost	112
7.5.2	Hausrufanlagen	113
7.5.3	Haussprechanlagen	113
7.6	Antennenanlagen	115
7.6.1	Antennenanlagen für terrestrischen Empfang	115
7.6.2	Satelliten-Empfangsanlagen	118
7.6.3	Breitband-Kommunikationsanlagen	121
7.7	Gefahrenmeldeanlagen	122
7.7.1	Einbruchmeldeanlagen	122
7.7.2	Brandmeldeanlagen	124
7.8	Hausleittechnik	125
7.8.1	Funktion Netzbuss	125
7.8.2	Aufbereitung des Installationsnetzes	126

8 Sonderinstallation

8.1	Elektroinstallation in landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Anwesen	127
8.2	Elektroinstallation in feuergefährdeten Betriebsstätten	129
8.3	Elektroinstallation in Krankenhäusern und in medizinisch genutzten Räumen	130
8.4	Elektroinstallation in explosionsgefährdeten Bereichen	133
8.5	Elektroinstallation auf Baustellen	137
8.6	Elektroinstallation und Stromversorgung auf Campingplätzen	138
8.7	Schaltungen von Leuchtstofflampen	139
8.8	Leuchtröhrenanlagen	141

9 Messen in elektrischen Anlagen und Geräten

9.1	Messen und Prüfen	143
9.2	Analoge und digitale Anzeige	144
9.3	Wichtige Begriffe der Meßtechnik	144
9.4	Meßwerke	145
9.5	Meßfehler	145
9.6	Elektrische Meßverfahren für Stromstärke, Spannung und Widerstand	146
9.6.1	Strommessung	146
9.6.2	Spannungsmessung	147
9.6.3	Messung von Spannung und Stromstärke mit Meßwandlern	148
9.6.4	Messen von Widerständen	149
9.7	Messen mit Vielfach-Meßinstrumenten	151
9.8	Messung der elektrischen Leistung	152
9.9	Messung der elektrischen Arbeit	153
9.10	Messen mit dem Oszilloskop	155
9.10.1	Inbetriebnahme und Einschalten	155
9.10.2	Spannungsmessungen	156
9.10.3	Messen der Frequenz und der Zeit	157
9.10.4	Messen von Strömen	157
9.10.5	Phasenmessungen	157
9.10.6	Kennlinienaufnahme	158
9.11	Schreibende Meßgeräte	159
9.11.1	Linienschreiber	159
9.11.2	Punktschreiber	159
9.11.3	Kompensationsschreiber	160
9.11.4	Arbeiten mit dem XY-Schreiber	160

10 Schutzmaßnahmen

10.1	Auswahl der Betriebsmittel	162
10.2	Schutz gegen gefährliche Körperströme	163
10.2.1	Schutz gegen direktes Berühren	163
10.2.2	Schutz bei indirektem Berühren	163
10.3	Systemunabhängige Schutzmaßnahmen	164
10.3.1	Schutz durch Schutzkleinspannung	164
10.3.2	Schutz durch Funktionskleinspannung	164
10.3.3	Schutzisolierung	165
10.3.4	Schutztrennung	165
10.4	Systemabhängige Schutzmaßnahmen	166
10.4.1	Schutzmaßnahmen im TN-C-System und TN-S-System	167
10.4.2	Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen im TN-System	169
10.4.3	Schutzmaßnahmen im TT-System	170
10.4.4	Fehlervoltage-Schutzeinrichtungen	171

10.4.5	Schutzmaßnahmen im IT-System	172
10.5	Prüfen der Schutzmaßnahmen	173
10.5.1	Prüfen durch Besichtigen	173
10.5.2	Prüfen durch Erproben und Messen	173
10.5.3	Prüfen systemunabhängiger Schutzmaßnahmen	174
10.5.4	Prüfen des Isolationswiderstandes	174
10.5.5	Prüfen systemabhängiger Schutzmaßnahmen	175
10.5.6	Prüfen der FI-Schutzeinrichtung	177
10.5.7	Prüfen der FU-Schutzeinrichtung	177

13.3	Fehlersuche in elektrischen Geräten	230
13.4	Arbeitsplatz zur Gerätereparatur	232
13.5	Instandsetzung und Instandhaltung von elektrischen Geräten	233
13.6	Prüfung von instandgesetzten Geräten	236
13.6.1	Sichtprüfung	236
13.6.2	Schutzleiterprüfung	236
13.6.3	Prüfung des Isolationswiderstandes	237
13.6.4	Ersatz-Ableitstrommessung	238
13.6.5	Funktionsprüfung	238

11 Schaltungen und Bauteile der Elektronik

11.1	Gedruckte Schaltungen	178
11.1.1	Aufbau der Leiterplatte	178
11.1.2	Herstellungsverfahren	178
11.1.3	Entwurf des Leiterbildes	180
11.1.4	Erstellen einer Leiterplatte am Beispiel eines elektronischen Durchgangsprüfers	180
11.1.5	Bestückung und Einbau der Platine	181
11.1.6	Fehlerursachen und Unfallverhütung beim Entwickeln und Ätzen	181
11.1.7	SMD-Technik	182
11.2	Widerstände	184
11.2.1	Festwiderstände	184
11.2.2	Einstellbare Widerstände	185
11.2.3	Nichtlineare Widerstände	185
11.2.4	Prüfung von Widerständen	186
11.3	Kondensatoren	186
11.3.1	Kennzeichnung und Abmessung	187
11.3.2	Prüfung von Kondensatoren	187
11.4	Halbleiterbauelemente	188
11.4.1	Dioden	188
11.4.2	Gleichrichterschaltungen	189
11.4.3	Z-Dioden (Begrenzerdioden)	191
11.4.4	Transistoren	192
11.4.5	Thyristor	198
11.4.6	Triac	199
11.4.7	Prüfen von Thyristoren und Triacs	200
11.4.8	Diac	200
11.4.9	Kühlung von Halbleiterbauelementen	202
11.4.10	Optoelektronische Bauelemente	203
11.4.11	Integrierte Schaltungen	204
11.4.12	Zurichten, Befestigen und Einlöten	205

12 Elektrogeräte

12.1	Kleingeräte	206
12.1.1	Elektrowärmegeräte	206
12.1.2	Geräte mit elektromotorischem Antrieb	208
12.1.3	Funkentstörung bei Kleingeräten	210
12.2	Großgeräte	211
12.2.1	Elektroherd	211
12.2.2	Mikrowellengerät	213
12.2.3	Waschmaschine	215
12.2.4	Wäschetrockner	216
12.2.5	Geräte zur Warmwasserversorgung	218
12.3	Elektrische Raumheizung	222

13 Fehlersuche in elektrischen Anlagen und Geräten

13.1	Fehlerarten	226
13.2	Fehlersuche in elektrischen Anlagen	227

14 Elektrische Maschinen

14.1	Planung von Antrieben	239
14.1.1	Betriebsarten von Motoren	240
14.1.2	Schutzarten von Motoren	241
14.2	Drehstrom-Asynchronmotoren	241
14.2.1	Aufbau und Wirkungsweise	241
14.2.2	Eigenschaften von Asynchronmotoren	244
14.2.3	Drehstrom-Asynchronmotor mit Schleifringläufer	246
14.2.4	Polumschaltbare Asynchronmotoren	246
14.3	Einphasenwechselstrommotoren	248
14.3.1	Aufbau und Wirkungsweise	248
14.3.2	Einphasenwechselstrommotoren mit Kurzschlußläufer	249
14.3.3	Spaltpolmotoren	250
14.3.4	Universalmotoren	250
14.4	Gleichstrommotoren	251
14.4.1	Aufbau und Wirkungsweise	251
14.4.2	Nebenschlußmotor	252
14.4.3	Fremderregter Motor	252
14.4.4	Reihenschlußmotor	252
14.4.5	Doppelschlußmotor	252
14.4.6	Drehzahleinstellung bei Gleichstrommotoren	253
14.5	Wartung und Pflege von Elektromotoren	253
14.6	Betriebsstörungen an Elektromotoren	255
14.7	Transformatoren	258
14.7.1	Aufbau und Wirkungsweise von Transformatoren	258
14.7.2	Bauarten von Transformatoren	258
14.7.3	Betriebsbedingungen von Transformatoren	259
14.8	Wicklungen von Transformatoren und Elektromotoren	262
14.8.1	Wicklungen von Transformatoren	262
14.8.2	Aufbau und Schaltung von Drehstromtransformatoren	264
14.8.3	Wickeln und Isolieren von Transformatoren	264
14.8.4	Prüfen von Kleintransformatoren	266
14.8.5	Wicklungen von Gleichstrommaschinen	266
14.8.6	Wicklungen von Drehstrommotoren	268
14.8.7	Herstellen von Wicklungen	269
14.8.8	Isolation von Wicklungen	269
14.8.9	Prüfen von Wicklungen	270

15 Primärelemente und Akkumulatoren

15.1	Schaltung von Trockenbatterien und von Akkumulatoren	272
15.2	Primärelemente (Trockenbatterien)	272
15.3	Bleiakkumulatoren	273
15.3.1	Aufbau und Wirkungsweise	273
15.3.2	Laden von Bleiakkumulatoren	274

Firmenverzeichnis	275
Sachwortverzeichnis	276