

Elektro-Praxis

Winfried Hoppmann

Die bestimmungs- gerechte Elektroinstallations- Praxis

Handbuch für Handwerk, Industrie und EVU

Mit 164 Abbildungen und 26 Tabellen

Pflaum Verlag München

Inhalt

1	Rechtliche Grundlagen der Elektroinstallation	17
1.1	Einführung	17
1.1.1	Normen für die Elektroinstallation	17
1.1.2	Qualifikation der Elektrofachkraft	18
1.1.3	Harmonisierung	19
1.2	Gesetze und Verordnungen	20
1.2.1	Energiewirtschaftsgesetz	20
1.2.2	Gerätesicherheitsgesetz (GSG)	20
1.2.3	Landesbauordnung	21
1.2.4	Gewerbeordnung	22
1.2.5	Allgemeine Versorgungsbedingungen	22
1.3	Technische Anschlußbedingungen	23
1.4	Unfallverhütungsvorschriften	23
1.5	Normen und Bestimmungen	24
1.5.1	DIN-Normen	24
1.5.2	VDE-Bestimmungen	24
1.5.3	Verdingungsordnung für Bauleistungen – VOB	25
1.6	Merkblätter, Fachbroschüren und Werksnormen	25
1.7	Rechtsfolgen	26
1.8	Testfragen zu Kapitel 1	27
2	Grundlagen der VDE-Bestimmungen	28
2.1	Basiswissen über VDE-Bestimmungen	28
2.1.1	Harmonisierte VDE-Bestimmungen	28
2.1.2	Beginn der Gültigkeit von VDE-Bestimmungen	30
2.1.3	Übergangsfristen bei neuen VDE-Bestimmungen	30
2.1.4	Anpassung von Altanlagen	31
2.1.5	Anwendungsbereich von VDE-Bestimmungen	33
2.1.6	Struktur der VDE-Bestimmungen	33
2.1.7	Struktur der VDE 0100	34
2.1.8	Auswahlordner für das Elektroinstallateurhandwerk	34
2.2	Begriffsdefinitionen	35
2.3	Prüfzeichen	38
2.4	Schutzarten und Schutzklassen	41
2.4.1	Schutzarten durch Gehäuse gegen Berührung, Fremdkörper und Wasser nach EN 60 529/DIN VDE 0470 Teil 1	41
2.4.2	Schutzklassen gegen zu hohe Berührungsspannung	43
2.5	Testfragen zu Kapitel 2	44

3	Schutzeinrichtungen	45
3.1	Überstrom-Schutzeinrichtungen	45
3.1.1	Schmelzsicherungen	46
3.1.1.1	D-Sicherungen (D-System)	46
3.1.1.2	D0-Sicherungen (D0-System)	46
3.1.1.3	NH-Sicherungen (NH-System)	48
3.1.1.4	Selektivität von Schmelzsicherungen	50
3.1.1.5	Betriebsklassen von Schmelzsicherungen	50
3.1.1.6	Auslöseströme bei Schmelzsicherungen	51
3.1.1.7	G-Sicherungen (G-System)	52
3.1.2	Überstrom-Schutzschalter	53
3.1.2.1	Leitungsschutzschalter (LS-Schalter)	53
3.1.2.2	Geräteschutzschalter	55
3.1.2.3	Motorschutzschalter	56
3.1.2.4	Leistungsschalter	57
3.2	Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (FI-Schutzschalter)	59
3.2.1	Hochempfindliche FI-Schutzschalter	61
3.2.2	Pulsstromempfindliche FI-Schutzschalter	62
3.2.3	Stoßstromfeste FI-Schutzschalter	63
3.2.4	Verzögerte Auslösung	63
3.2.5	Selektive FI-Schutzschalter (S-FI-Schutzschalter)	63
3.2.6	Differenzstromschalter (DI-Schalter)	64
3.3	Fehlertenspannungs-Schutzeinrichtungen (FU-Schutzschalter)	64
3.4	Isolations-Überwachungseinrichtungen	65
3.5	Testfragen zu Kapitel 3	67
4	Schutzmaßnahmen	68
4.1	Erdungsverhältnisse von Stromquelle und Körpern	68
4.1.1	Bedeutung der Kurzzeichen	68
4.1.2	TN-System	69
4.1.3	TT-System	70
4.1.4	IT-System	70
4.2	Gefahren beim Umgang mit elektrischer Energie	71
4.3	Übersicht über die möglichen Schutzmaßnahmen	75
4.4	Schutz sowohl gegen direktes als auch bei indirektem Berühren	76
4.4.1	Einführung	76
4.4.2	Schutzkleinspannung (SELV)	76
4.4.3	Funktionskleinspannung mit sicherer Trennung (PELV)	78
4.4.4	Funktionskleinspannung ohne sichere Trennung (FELV)	79

4.4.5	Schutz durch Begrenzung der Entladungsenergie	80
4.5	Schutz gegen direktes Berühren	80
4.5.1	Allgemeines	80
4.5.2	Schutz durch Isolierung aktiver Teile	81
4.5.3	Schutz durch Abdeckung oder Umhüllung	81
4.5.4	Schutz durch Hindernisse oder Abstand	82
4.5.5	Zusätzlicher Schutz durch Fehlerstrom- Schutzeinrichtungen	82
4.6	Schutz bei indirektem Berühren	83
4.6.1	Allgemeines	83
4.6.2	Schutz durch Abschaltung oder Meldung	84
4.6.3	Schutzmaßnahmen im TN-System	84
4.6.4	Schutzmaßnahmen im TT-System	89
4.6.5	Spannungsbegrenzung bei Erdschluß eines Außenleiters im TN- und TT-System	94
4.6.6	Schutzmaßnahmen im IT-System	98
4.6.7	Schutzisolierung	104
4.6.8	Schutz durch nichtleitende Räume	106
4.6.9	Schutz durch erdfreien, örtlichen Potentialausgleich	108
4.6.10	Schutztrennung	108
4.7	Potentialausgleich	112
4.7.1	Hauptpotentialausgleich	112
4.7.1.1	Bemessung und Ausführung der Hauptpotential- ausgleichsleiter	113
4.7.1.2	Überbrückung von Wasserzählern	116
4.7.1.3	Kennzeichnung der Potentialausgleichsleiter	116
4.7.1.4	Potentialausgleichsschiene	116
4.7.1.5	Anschlüsse von Potentialausgleichsleitern	118
4.7.2	Zusätzlicher Potentialausgleich	119
4.7.2.1	Bemessung der Leiter für den zusätzlichen Potential- ausgleich	120
4.8	Erdungsanlagen	121
4.8.1	Erderarten	122
4.8.1.1	Oberflächenerder	122
4.8.1.2	Tiefenerder	123
4.8.1.3	Fundamenterder	124
4.8.1.4	Natürliche Erder	126
4.9	Schutzleiter	127
4.9.1	Allgemeines	127
4.9.2	Schutzleiterquerschnitt	127
4.9.3	Art und Ausführung des Schutzleiters	132
4.10	Testfragen zu Kapitel 4	133

5 Prüfungen	136
5.1 Einführung, Prüfpflicht	136
5.2 Prüfungen im Rahmen der Schutzmaßnahmen	138
5.2.1 Allgemeine Anforderungen	138
5.2.2 Messung des Isolationswiderstandes	141
5.2.3 Messungen des Widerstandes von isolierenden Fußböden und Wänden	143
5.2.4 Prüfungen der Schleifenimpedanz	143
5.2.5 Messung des Erdungswiderstandes	145
5.2.6 Prüfungen bei Verwendung von Fehlerstrom- Schutzeinrichtungen	147
5.2.7 Messung der niederohmigen Verbindung	151
5.2.8 Prüfungen des Drehfeldes bei Drehstrom-Steckdosen	152
5.2.9 Prüfungen bei Schutz- und Funktionskleinspannung	152
5.2.10 Prüfungen der Schutzisolierung	153
5.2.11 Prüfungen beim Schutz durch nichtleitende Räume	154
5.2.12 Prüfungen der Schutztrennung	154
5.2.13 Prüfungen des Potentialausgleichs	155
5.2.14 Prüfung der Spannungspolarität	156
5.3 Prüfungen für alle Netzsysteme	156
5.3.1 Prüfungen im TN-System	156
5.3.2 Prüfungen im TT-System	158
5.3.3 Prüfungen im IT-System	159
5.4 Wiederholungsprüfungen in bestehenden Anlagen	161
5.5 Prüfung elektrischer Geräte	163
5.6 Nachweis der Prüfung	168
5.7 Testfragen zu Kapitel 5	172
6 Bemessung und Schutz von Leitungen und Kabeln	175
6.1 Einführung	175
6.2 Einflußgrößen bei der Bemessung von Leitungen und Kabeln	176
6.3 Mindestquerschnitte für Leiter von Leitungen und Kabeln	177
6.4 Verlegearten	177
6.5 Strombelastbarkeit von Leitungen und Kabeln	182
6.5.1 Überlastschutz	185
6.5.2 Kurzschlußschutz	190
6.5.3 Koordinierung des Überlast- und Kurzschlußschutzes	193
6.5.4 Überstromschutz des Neutralleiters	196
6.5.5 Überstromschutz für Motorstromkreise	196

6.6	Spannungsfall	202
6.7	Testfragen zu Kapitel 6	203

7 Leitungen und Kabel 205

7.1	Einführung	205
7.2	Kennzeichnung von Energieleitern	205
7.3	Harmonisierte Leitungen	206
7.4	Leitungs- und Kabeltypen für die Elektroinstallation	208
7.4.1	PVC-Aderleitungen	208
7.4.2	Stegleitungen	208
7.4.3	Mantelleitungen mit PVC-Isolierung	208
7.4.4	Mantelleitungen mit VPE-Isolierung	210
7.4.5	Gummischlauchleitungen	210
7.4.6	Steuerleitungen mit PVC-Isolierung	211
7.4.7	Kabel mit PVC-Isolierung	211
7.4.8	Kabel mit VPE-Isolierung	211
7.5	Verlegearten von Kabeln und Leitungen	212
7.5.1	Verlegung in und unter Putz	212
7.5.2	Verlegung auf Putz	212
7.5.3	Verlegung in Elektroinstallationsrohren	214
7.5.4	Verlegung in Beton	214
7.5.5	Verlegung in Hohlwänden	214
7.5.6	Verlegung in Erde	215
7.6	Verlegung von Haupt- und Hilfsstromkreisen	215
7.7	Leitungsverbindungen und -anschlüsse	216
7.8	Testfragen zu Kapitel 7	221

8 Normen für elektrische Anlagen und Betriebsmittel sowie für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art 222

8.1	Leuchten und Beleuchtungsanlagen	222
8.1.1	Einführung	222
8.1.2	Montage von Leuchten	222
8.1.3	Installationsbestimmungen	224
8.2	Räume mit Badewanne oder Dusche	227
8.2.1	Einführung	227
8.2.2	Bereichseinteilung und besondere Anforderungen	228
8.2.3	Zusätzlicher Potentialausgleich	231

8.2.4	Anschluß von beweglichen Bade- und Duschwannen	234
8.2.5	Anschluß von Ruf- und Signalanlagen	235
8.2.6	Anschluß von Sprudelbadgeräten	235
8.3	Landwirtschaftliche und gartenbauliche Anwesen	235
8.3.1	Einführung	235
8.3.2	Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Körperströme	236
8.3.3	Zusätzlicher Potentialausgleich	237
8.3.4	Maßnahmen zum Brandschutz	239
8.3.4.1	Orte mit Brandgefahr	239
8.3.5	Elektrische Betriebsmittel an Orten ohne Brandgefahr	240
8.3.6	Intensiv-Tierhaltung	241
8.4	Anlagen auf Baustellen	242
8.4.1	Einführung	242
8.4.2	Speisepunkte für die Versorgung elektrischer Betriebsmittel	244
8.4.3	Schutzmaßnahmen bei indirektem Berühren	244
8.4.4	Schutz durch Trennen	245
8.4.5	Leitungen, Kabel und Installationsmaterial	245
8.4.6	Sonstige elektrische Betriebsmittel	246
8.5	Feuergefährdete Betriebsstätten	246
8.5.1	Einführung	246
8.5.2	Maßnahmen zur Vermeidung von Bränden	247
8.5.3	Isolationsmessung	248
8.5.4	Sonstige elektrische Betriebsmittel	248
8.6	Elektrische Betriebsstätten und abgeschlossene elektrische Betriebsstätten	250
8.6.1	Einführung	250
8.6.2	Schutz gegen unberechtigten Zugang	250
8.6.3	Schutz gegen gefährliche Körperströme	251
8.7	Feuchte und nasse Bereiche und Räume; Anlagen im Freien	252
8.7.1	Einführung	252
8.7.2	Feuchte und nasse Bereiche und Räume	252
8.7.3	Anlagen im Freien	254
8.8	Testfragen zu Kapitel 8	254

9 Planung und Ausführung elektrischer Anlagen 257

9.1	Zusammenarbeit mit dem örtlichen EVU	257
9.2	Technische Anschlußbedingungen (TAB)	258
9.2.1	Einführung	258
9.2.2	Anmeldeverfahren (TAB Abschnitt 2)	259
9.2.3	Inbetriebsetzung (TAB Abschnitt 3)	260

9.2.4	Plombenverschlüsse (TAB Abschnitt 4)	261
9.2.5	Hausanschluß (TAB Abschnitt 5)	261
9.2.6	Zählerplätze, Meß- und Steuereinrichtungen (TAB Abschnitt 6)	261
9.2.7	Zulässiger Spannungsfall (TAB Abschnitt 7.1)	261
9.2.8	Kurzschlußfestigkeit (TAB Abschnitt 7.2)	261
9.2.9	Selektivität und Bemessung der Überstrom-Schutz- einrichtungen (TAB Abschnitt 7.3)	262
9.2.10	Hauptstromversorgungssysteme (TAB Abschnitt 7.4)	262
9.2.11	Steuerleitungen (TAB Abschnitt 7.5)	262
9.2.12	Stromkreisverteiler (TAB Abschnitt 7.6)	262
9.2.13	Absinken oder Ausbleiben der Spannung (TAB Abschnitt 8.2.1)	263
9.2.14	Leistungsschild (TAB Abschnitt 8.2.6)	263
9.2.15	Blindleistung (TAB Abschnitt 8.2.3)	263
9.2.16	Spannungs- oder frequenzempfindliche Betriebsmittel (TAB Abschnitt 8.2.2)	264
9.2.17	Anschluß von Entladungslampen (TAB Abschnitt 8.1.1)	264
9.2.18	Anschluß von Motoren (TAB Abschnitt 8.1.2)	265
9.2.19	Anschluß von Elektrowärmegeräten (TAB Abschnitt 8.1.3)	266
9.2.20	Anschluß von Geräten zur Heizung oder Klimatisierung (TAB Abschnitt 8.1.4)	266
9.2.21	Anschluß von Schweißgeräten (TAB Abschnitt 8.1.5)	268
9.2.22	Anschluß von Geräten mit Anschmitt-, Schwingungspaket- steuerung oder Gleichrichtung (TAB Abschnitt 8.9)	268
9.2.23	Tonfrequenz-Rundsteueranlagen (TAB Abschnitt 8.2.4)	270
9.2.24	Betrieb von Trägerfrequenz-Kommunikationseinrichtungen (TAB Abschnitt 8.2.5)	271
9.2.25	Vorübergehend angeschlossene Anlagen (TAB Abschnitt 9)	271
9.2.26	Schutzmaßnahmen (TAB Abschnitt 10)	272
9.2.27	Eigenerzeugungsanlagen (TAB Abschnitt 11)	272
9.3	Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB)	273
9.3.1	Einführung	273
9.3.2	Hinweispflichten	274
9.3.3	Prüfpflichten	274
9.4	Elektrische Anlagen in Wohngebäuden und Gebäuden mit vergleichbaren Anforderungen	277
9.4.1	Einführung	277
9.4.2	Hausanschluß	278
9.4.3	Zählerplätze für Meß- und Steuereinrichtungen	284
9.4.3.1	Einführung	284
9.4.3.2	Zulässige Anbringungsorte	284

9.4.3.3	Unzulässige Anbringungsorte	285
9.4.3.4	Zugänglichkeit und Anordnung von Meß- und Steuereinrichtungen	286
9.4.3.5	Zählerplätze	286
9.4.3.6	Aufbau des Zählerschranks	290
9.4.3.7	Zählerplatzverdrahtung	291
9.4.3.8	Nischen für Zählerplätze nach DIN 18 013	292
9.4.4	Hauptstromversorgungssysteme und Hauptleitungen	294
9.4.4.1	Einführung	294
9.4.4.2	Dimensionierung und Ausführung	296
9.4.4.3	Steuerleitungen	301
9.4.4.4	Leitung vom Zählerplatz zum Stromkreisverteiler	301
9.4.5	Art und Umfang der Ausstattung von elektrischen Anlagen in Wohngebäuden	301
9.4.6	Stromkreisverteiler	303
9.4.7	Leitungsführung und Anordnung der Betriebsmittel	305
9.4.7.1	Installationszonen	305
9.4.7.2	Auslässe, Schalter, Steckdosen	305
9.4.8	Planungsbeispiel für ein 6-Familien-Haus	307
9.4.8.1	Einführung	307
9.4.8.2	Zählerplätze	307
9.4.8.3	Hauptleitungen und Verbindungsleitung zum Stromkreis- verteiler	309
9.4.8.4	Stromkreisverteiler	309
9.4.8.5	Spannungsfall	310
9.5	Elektrische Anlagen in Gewerbe- und Industriebetrieben	312
9.5.1	Einführung	312
9.5.2	Leistungsbedarfsermittlung	312
9.5.3	Blindstromkompensation	317
9.5.3.1	Einführung	317
9.5.3.2	Einzelkompensation	318
9.5.3.3	Gruppenkompensation	321
9.5.3.4	Zentralkompensation	323
9.5.4	Transformatorenauslegung	324
9.5.4.1	Einführung	324
9.5.4.2	Nennleistung	325
9.5.4.3	Nennübersetzung	325
9.5.4.4	Bezogene Nennkurzschlußspannung	325
9.5.5	Gebäudesystemtechnik	326
9.5.5.1	Einführung	326
9.5.5.2	Installationsbus (I-Bus)	326
9.5.5.3	Bus-Teilnehmer und Systemgeräte	327

9.5.5.4	Anwendungsbereich der Gebäudesystemtechnik	329
9.5.5.5	Projektierung und Inbetriebnahme	329
9.5.5.6	Anwendungsbeispiel für Gebäudesystemtechnik	330
9.5.6	Elektrische Ausrüstung von Maschinen	332
9.5.6.1	Einführung	332
9.5.6.2	Hauptschalter	332
9.5.6.3	Not-Aus-Einrichtung	334
9.5.6.4	Schutz von Motoren	336
9.5.6.5	Schutz bei Netzausfall oder Spannungseinbruch und Spannungswiederkehr	336
9.5.6.6	Drucktaster und Anzeigeleuchten	337
9.5.6.7	Steuerstromkreise	337
9.5.7	Verteilungs- und Schaltanlagen	339
9.5.7.1	Einführung	339
9.5.7.2	Bauformen	340
9.5.7.3	Projektierung von Verteilern in Kastenbauform	341
9.5.7.4	Berührungsschutz bei gelegentlichem Handhaben	342
9.6	Testfragen zu Kapitel 9	343

10 Blitzschutz und Schutz vor Überspannungen 346

10.1	Einführung	346
10.1.1	Errichten von Blitzschutzanlagen	347
10.1.2	Blitzschutzbedürftigkeit baulicher Anlagen	348
10.1.3	Planung der Blitzschutzanlage	349
10.1.4	Werkstoffe und Bauteile für Blitzschutzanlagen	349
10.2	Äußerer Blitzschutz	351
10.2.1	Einführung	351
10.2.2	Fangeinrichtungen	351
10.2.3	Ableitungen	353
10.2.4	Erdung	355
10.3	Innerer Blitzschutz	357
10.3.1	Einführung	357
10.3.2	Blitzschutzpotentialausgleich	359
10.3.3	Näherungen	361
10.3.4	Überspannungsschutz	363
10.4	Prüfungen	366
10.4.1	Einführung	366
10.4.2	Prüfung nach Fertigstellung	366
10.4.3	Prüfung bestehender Anlagen	367
10.4.4	Anforderungen an Prüfer	367

10.5	Schutz von Antennenanlagen gegen Überspannungen	368
10.5.1	Einführung	368
10.5.2	Erder	368
10.5.3	Erdungsleitungen	369
10.5.4	Potentialausgleich	370
10.6	Testfragen zu Kapitel 10	371

**11 Gesetzliche Unfallversicherung der Berufs-
genossenschaften 373**

11.1	Einführung	373
11.2	Aufgaben der Berufsgenossenschaften	373
11.3	Versicherte Personen	374
11.4	Der Versicherungsfall	374
11.5	Unfallverhütungsvorschriften (UVV)	376
11.5.1	Einführung	376
11.5.2	Rechtliche Bedeutung der Unfallverhütungsvorschriften	376
11.5.3	Allgemeine Vorschriften (VBG 1 u. a.)	377
11.5.4	Elektrische Anlagen und Betriebsmittel (VBG 4 und VDE 0105 Teil 1)	382
11.5.5	Umgang mit Werkzeug und Arbeitsmaschinen	391
11.5.6	Metallbearbeitung (VBG 76)	392
11.5.7	Schweißarbeiten (VBG 15)	392
11.5.8	Schußapparate (VBG 45)	394
11.5.9	Leitern, Tritte und Gerüste (VBG 1, VBG 74)	396
11.5.10	Erste Hilfe (VBG 109)	401
11.5.11	Unfallanzeige	402
11.6	Testfragen zu Kapitel 11	403

12 Der Elektroinstallationsbetrieb 405

12.1	Einführung	405
12.2	Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)	406
12.3	Werkstattraum und -ausrüstung	407

13 Literaturverzeichnis und Quellenhinweise 410

14 Sachverzeichnis 416