

# Inhaltsverzeichnis

|          |                                                             |           |
|----------|-------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Fachpraktische Grundkenntnisse .....</b>                 | <b>17</b> |
| 1.1      | Werkzeuge des Elektrotechnikers.....                        | 17        |
| 1.1.1    | Kennzeichnung von Werkzeugen .....                          | 18        |
| 1.1.2    | Verwendung von Werkzeugen .....                             | 19        |
| 1.2      | Messgeräte .....                                            | 19        |
| 1.2.1    | Sicherheitsanforderungen an Messgeräte.....                 | 20        |
| 1.2.2    | Technische Anforderungen .....                              | 21        |
| 1.3      | Pläne in der Elektrotechnik.....                            | 22        |
| 1.3.1    | Gliederung von Plänen .....                                 | 22        |
| 1.3.1.1  | Installationsplan .....                                     | 23        |
| 1.3.1.2  | Anordnungsplan .....                                        | 24        |
| 1.3.1.3  | Verdrahtungsplan .....                                      | 25        |
| 1.3.1.4  | Stromlaufplan.....                                          | 27        |
| 1.3.1.5  | Verdrahtungsliste.....                                      | 28        |
| 1.3.1.6  | Übersichtsschaltplan.....                                   | 28        |
| 1.3.1.7  | Betriebsmittelliste .....                                   | 29        |
| 1.3.1.8  | Kennzeichnung von Betriebsmitteln.....                      | 29        |
| 1.3.2    | Speicherprogrammierbare Steuerungen.....                    | 32        |
| 1.4      | Grundsaltungen der Elektrotechnik .....                     | 33        |
| 1.4.1    | Grundsaltungen der Installationstechnik.....                | 33        |
| 1.4.1.1  | Ausschaltung.....                                           | 33        |
| 1.4.1.2  | Serienschaltung.....                                        | 33        |
| 1.4.1.3  | Wechselschaltung.....                                       | 33        |
| 1.4.2    | Schützsaltungen zur Steuerung von Betriebs-<br>mitteln..... | 35        |
| 1.4.2.1  | Selbsthaltung .....                                         | 35        |
| 1.4.2.2  | Schutz vor Fehlbedienung.....                               | 36        |
| 1.4.2.3  | Schützverriegelung.....                                     | 36        |
| 1.4.2.4  | Hand-Automatik-Schaltung.....                               | 38        |
| 1.4.2.5  | Wendeschutzschaltung .....                                  | 39        |
| 1.4.2.6  | Frostschutzschaltung .....                                  | 39        |

|          |                                                                      |           |
|----------|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.4.2.7  | Sonstige Motorsteuerungen.....                                       | 39        |
| 1.4.2.8  | Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) .....                      | 40        |
| 1.4.3    | Aufbau von Schaltschränken .....                                     | 41        |
| 1.4.3.1  | Temperatur in Schaltschränken .....                                  | 41        |
| 1.4.3.2  | EMV-Gesichtspunkte.....                                              | 42        |
| 1.4.3.3  | Überspannungsschutz .....                                            | 43        |
| 1.5      | Übungsaufgaben .....                                                 | 43        |
| <b>2</b> | <b>Praktische Arbeitsorganisation und Verantwortlichkeiten .....</b> | <b>45</b> |
| 2.1      | Beteiligte.....                                                      | 45        |
| 2.1.1    | Unternehmer.....                                                     | 46        |
| 2.1.2    | Anlagenbetreiber (AB) .....                                          | 46        |
| 2.1.3    | Anlageverantwortlicher (AnV) .....                                   | 46        |
| 2.1.4    | Verantwortliche Elektrofachkraft (vEFK) .....                        | 47        |
| 2.1.5    | Arbeitsverantwortlicher (ArbV) .....                                 | 47        |
| 2.1.6    | Elektrofachkraft (EFK) .....                                         | 47        |
| 2.1.7    | Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten (EFKfT) .....           | 48        |
| 2.1.8    | Elektrotechnisch unterwiesene Person (EUP).....                      | 48        |
| 2.1.9    | Fachkundige Person.....                                              | 48        |
| 2.2      | Arbeitsorganisation in der Elektrotechnik.....                       | 49        |
| 2.2.1    | Übertragung von Verantwortung .....                                  | 49        |
| 2.2.2    | Aufgaben der Beteiligten.....                                        | 49        |
| 2.3      | Arbeitsmethoden.....                                                 | 50        |
| 2.3.1    | Arbeiten im spannungsfreien Zustand .....                            | 51        |
| 2.3.2    | Arbeiten in der Nähe spannungsführender Teile.....                   | 51        |
| 2.3.3    | Arbeiten unter Spannung (AUS) .....                                  | 51        |
| 2.3.4    | Besondere Arbeiten .....                                             | 52        |
| 2.4      | Übungsaufgaben .....                                                 | 53        |
| <b>3</b> | <b>Allgemeine Tätigkeiten .....</b>                                  | <b>55</b> |
| 3.1      | Auswahl von Leitungen .....                                          | 55        |
| 3.2      | Herrichten von Leitungen zum Anschluss .....                         | 56        |
| 3.2.1    | Abmanteln.....                                                       | 56        |
| 3.2.1.1  | Kabelmesser mit Abmantelvorrichtung.....                             | 56        |
| 3.2.1.2  | Abmanteler .....                                                     | 57        |
| 3.2.2    | Abisolieren.....                                                     | 57        |

|          |                                                                                |    |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.2.1  | Abisolierzange .....                                                           | 57 |
| 3.2.2.2  | Ösen biegen .....                                                              | 59 |
| 3.2.2.3  | Aderendhülsen aufbringen .....                                                 | 60 |
| 3.2.2.4  | Kabelschuhe aufpressen .....                                                   | 61 |
| 3.2.2.5  | Herrichten für Federzugklemmen.....                                            | 61 |
| 3.3      | Anschließen von Betriebsmitteln .....                                          | 63 |
| 3.3.1    | Allgemeine Anforderungen .....                                                 | 63 |
| 3.3.2    | Besondere Vorschriften für Leiterquerschnitte<br>und Leitungsarten.....        | 64 |
| 3.3.3    | Handgeführte Betriebsmittel .....                                              | 67 |
| 3.3.4    | Schutz gegen Eindringen von Feuchtigkeit<br>und Fremdkörpern.....              | 67 |
| 3.3.5    | Zugentlastung.....                                                             | 69 |
| 3.3.6    | Leiteranschlüsse .....                                                         | 70 |
| 3.4      | Leiterverbindungen .....                                                       | 70 |
| 3.5      | Messen elektrotechnischer Größen .....                                         | 71 |
| 3.6      | Arbeitsanweisungen für grundlegende Tätigkeiten.....                           | 74 |
| 3.6.1    | Auswechseln eines Schukosteckers.....                                          | 74 |
| 3.6.2    | Auswechseln eines CEE-Steckers.....                                            | 77 |
| 3.6.3    | Prüfung der fertigen Arbeit .....                                              | 80 |
| 3.6.3.1  | Allgemeines Prinzip der Prüfung .....                                          | 80 |
| 3.6.3.2  | Sichtprüfung allgemein .....                                                   | 81 |
| 3.6.3.3  | Sichtprüfung der Anschlussleitung.....                                         | 81 |
| 3.6.3.4  | Schutzleiterwiderstand.....                                                    | 81 |
| 3.6.3.5  | Isolationsfähigkeit .....                                                      | 82 |
| 3.6.3.6  | Berührungsstrom .....                                                          | 83 |
| 3.6.3.7  | Aufschriften.....                                                              | 83 |
| 3.6.3.8  | Funktionsprüfung.....                                                          | 83 |
| 3.6.3.9  | Stromaufnahme .....                                                            | 83 |
| 3.6.3.10 | Verwendetes Messgerät.....                                                     | 83 |
| 3.6.3.11 | Zusammenfassung.....                                                           | 84 |
| 3.7      | Prüfen der vom Kunden bereitgestellten elektrischen<br>Energieversorgung ..... | 84 |
| 3.7.1    | Arbeitsanweisung zum Prüfen der Versorgung.....                                | 85 |
| 3.7.2    | Hinweise zur Durchführung der Prüfungen .....                                  | 87 |
| 3.7.2.1  | Besichtigen .....                                                              | 87 |

|          |                                                                        |           |
|----------|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.7.2.2  | Erproben und Messen.....                                               | 88        |
| 3.7.2.3  | Funktionsprüfung .....                                                 | 90        |
| 3.7.2.4  | Dokumentation.....                                                     | 90        |
| 3.8      | Übungsaufgaben .....                                                   | 90        |
| <b>4</b> | <b>Beispielhafte Tätigkeiten SHK-Handwerk .....</b>                    | <b>93</b> |
| 4.1      | Besondere Gefahren im Arbeitsbereich .....                             | 93        |
| 4.2      | Installationsnormen für Heizungs- und Lüftungsanlagen.....             | 93        |
| 4.2.1    | Begriffe .....                                                         | 93        |
| 4.2.2    | Technische Regeln .....                                                | 95        |
| 4.2.3    | Wichtige Begriffe aus der Installationsnorm .....                      | 95        |
| 4.2.4    | Besondere Anforderungen an Betriebsmittel<br>in Heizungsanlagen.....   | 97        |
| 4.2.5    | Einrichtungen zum Freischalten .....                                   | 98        |
| 4.2.6    | Hilfsstromkreise .....                                                 | 100       |
| 4.2.7    | Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag.....                         | 101       |
| 4.2.8    | Schutz gegen elektromagnetische Einflüsse.....                         | 102       |
| 4.2.9    | Schutz gegen Überspannungen.....                                       | 102       |
| 4.2.10   | Kabel und Leitungen.....                                               | 102       |
| 4.2.11   | Zusätzliche Bestimmungen.....                                          | 103       |
| 4.2.12   | Elektrische Betriebsmittel in Räumen mit<br>Badewanne oder Dusche..... | 104       |
| 4.2.12.1 | Einteilung der Bereiche in einem Badezimmer .....                      | 104       |
| 4.2.12.2 | Leitungen in Räumen mit Badewanne<br>oder Dusche .....                 | 105       |
| 4.3      | Arbeitsanweisungen für grundlegende Tätigkeiten .....                  | 107       |
| 4.3.1    | Elektrischer Anschluss von SHK-Anlagen.....                            | 107       |
| 4.3.2    | Anschluss einer Heizungsanlage .....                                   | 107       |
| 4.3.3    | Anschlussarbeiten auf der Baustelle .....                              | 111       |
| 4.4      | Fehlersuche im elektrischen Teil der Heizungsanlage.....               | 114       |
| 4.4.1    | Fehlersuche Körperschluss.....                                         | 114       |
| 4.4.2    | Fehlersuche in Steuerungen .....                                       | 115       |
| 4.4.3    | Schütz überprüfen .....                                                | 116       |
| 4.4.4    | Schütz auswechseln .....                                               | 117       |
| 4.4.5    | Temperaturfühler überprüfen.....                                       | 118       |
| 4.4.6    | Motor auswechseln.....                                                 | 121       |

|                                                                                                           |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.5 Elektrischer Anschluss einer Umwälzpumpe .....                                                        | 124        |
| 4.5.1 Herstellervorgaben .....                                                                            | 124        |
| 4.5.2 Arbeitsschritte zum Anschluss einer Umwälz-<br>pumpe .....                                          | 125        |
| 4.5.3 Herstellen eines zusätzlichen Schutzpotential-<br>ausgleichs für eine metallische Abgasanlage ..... | 127        |
| 4.6 Übungsaufgaben .....                                                                                  | 129        |
| <b>5 Beispielhafte Tätigkeiten Küchen/Möbel .....</b>                                                     | <b>131</b> |
| 5.1 Besondere Gefahren im Arbeitsbereich .....                                                            | 131        |
| 5.1.1 Installationszonen in Küchen und Wohnräumen.....                                                    | 131        |
| 5.1.2 Schutzbereiche um Duschen und Badewannen.....                                                       | 133        |
| 5.1.2.1 Einteilung der Bereiche in einem Badezimmer .....                                                 | 133        |
| 5.1.2.2 Leitungen in Räumen mit Badewanne<br>oder Dusche .....                                            | 134        |
| 5.1.2.3 Schutzarten in den Bereichen .....                                                                | 135        |
| 5.1.3 Anschließen von Betriebsmitteln .....                                                               | 135        |
| 5.1.4 Besondere Vorschriften für Leiterquerschnitte<br>und Leitungsarten .....                            | 136        |
| 5.1.5 Zugentlastung.....                                                                                  | 137        |
| 5.1.6 Leiteranschlüsse .....                                                                              | 137        |
| 5.1.7 Leiterverbindungen .....                                                                            | 138        |
| 5.1.8 Verteilerdosen .....                                                                                | 138        |
| 5.2 Installation von Betriebsmitteln in Möbeln .....                                                      | 138        |
| 5.2.1 Schalter und Steckdosen .....                                                                       | 138        |
| 5.2.2 Leuchten.....                                                                                       | 139        |
| 5.3 Prüfung der elektrischen Sicherheit eines Küchengerätes .....                                         | 139        |
| 5.3.1 Allgemeines Prinzip der Prüfung.....                                                                | 139        |
| 5.3.2 Sichtprüfung allgemein .....                                                                        | 140        |
| 5.3.3 Sichtprüfung der Anschlussleitung .....                                                             | 140        |
| 5.3.4 Schutzleiterwiderstand .....                                                                        | 141        |
| 5.3.5 Isolationsfähigkeit .....                                                                           | 141        |
| 5.3.6 Berührungsstrom.....                                                                                | 142        |
| 5.3.7 Aufschriften .....                                                                                  | 143        |
| 5.3.8 Funktionsprüfung .....                                                                              | 143        |
| 5.3.9 Stromaufnahme .....                                                                                 | 143        |

|          |                                                                                   |            |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.3.10   | Verwendetes Messgerät .....                                                       | 143        |
| 5.3.11   | Zusammenfassung .....                                                             | 143        |
| 5.4      | Anschließen eines Elektroherdes an das Nieder-<br>spannungsnetz .....             | 144        |
| 5.4.1    | Allgemeines Prinzip der Prüfung .....                                             | 146        |
| 5.4.2    | Besichtigen.....                                                                  | 147        |
| 5.4.3    | Erproben und Messen .....                                                         | 147        |
| 5.4.4    | Messungen im TN-System mit Abschaltung<br>durch Überstromschutzeinrichtungen..... | 149        |
| 5.4.5    | Spannungsfall .....                                                               | 149        |
| 5.4.6    | Funktionsprüfung .....                                                            | 149        |
| 5.4.7    | Dokumentation.....                                                                | 149        |
| 5.4.8    | Herstellen des sicheren Anlagenzustands.....                                      | 150        |
| 5.5      | Aufhängen und Montieren von Leuchten .....                                        | 150        |
| 5.5.1    | Deckenpendelleuchten .....                                                        | 150        |
| 5.5.2    | Deckenleuchten fest montiert .....                                                | 151        |
| 5.5.3    | Wandleuchten .....                                                                | 151        |
| 5.6      | Übungsaufgaben .....                                                              | 152        |
| <b>6</b> | <b>Beispielhafte Tätigkeiten im Maschinenbau .....</b>                            | <b>155</b> |
| 6.1      | Allgemeine Gefahren .....                                                         | 155        |
| 6.2      | Anschließen von Betriebsmitteln .....                                             | 155        |
| 6.2.1    | Allgemeine Anforderungen .....                                                    | 155        |
| 6.2.2    | Besondere Vorschriften für Leiterquerschnitte<br>und Leitungsarten.....           | 156        |
| 6.2.3    | Handgeführte Betriebsmittel .....                                                 | 157        |
| 6.2.4    | Schutz gegen Eindringen von Feuchtigkeit<br>und Fremdkörpern.....                 | 158        |
| 6.2.5    | Zugentlastung .....                                                               | 160        |
| 6.2.6    | Leiteranschlüsse .....                                                            | 160        |
| 6.3      | Leiterverbindungen .....                                                          | 161        |
| 6.4      | Arbeitsanweisungen für grundlegende Tätigkeiten.....                              | 161        |
| 6.4.1    | Instandhaltung an elektrotechnischen Anlagen .....                                | 161        |
| 6.4.2    | Anschließen eines Gerätes an das Nieder-<br>spannungsnetz .....                   | 161        |
| 6.4.3    | Anschlussarbeiten auf der Baustelle .....                                         | 164        |

|          |                                                                                            |            |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6.4.4    | Fehlersuche Körperschluss .....                                                            | 166        |
| 6.4.4.1  | Arbeitsschritte im Netz mit Fehlerstrom-<br>Schutzeinrichtung.....                         | 166        |
| 6.4.4.2  | Arbeitsschritte im TN-System mit Abschaltung<br>durch die Überstromschutzeinrichtung ..... | 167        |
| 6.5      | Übungsaufgaben .....                                                                       | 167        |
| <b>7</b> | <b>Beispielhafte Tätigkeiten an Rollläden, Fenstern,<br/>Türen und Toren .....</b>         | <b>169</b> |
| 7.1      | Besondere Gefahren im Arbeitsbereich .....                                                 | 169        |
| 7.1.1    | Arbeitsschutzvorschriften.....                                                             | 169        |
| 7.1.2    | Licht- und Sonnenschutzanlagen.....                                                        | 169        |
| 7.1.3    | Fenster-, Tür- und Toranlagen .....                                                        | 171        |
| 7.1.4    | Auswahl von elektrischen Betriebsmitteln .....                                             | 171        |
| 7.1.5    | Errichtung und Betrieb.....                                                                | 172        |
| 7.1.6    | Normen und Vorschriften im Rolltorbereich.....                                             | 172        |
| 7.2      | Anschließen von elektrischen Betriebsmitteln .....                                         | 175        |
| 7.3      | Leitungsverlegung im Erdreich.....                                                         | 175        |
| 7.4      | Übungsaufgaben .....                                                                       | 176        |
| <b>8</b> | <b>Beispielhafte Tätigkeiten in der Wasserversorgungstechnik .....</b>                     | <b>179</b> |
| 8.1      | Besondere Gefahren im Arbeitsbereich .....                                                 | 179        |
| 8.2      | Grundlagen des Explosionsschutzes .....                                                    | 179        |
| 8.2.1    | Physikalische und technische Grundlagen<br>des Explosionsschutzes .....                    | 180        |
| 8.2.2    | Wichtige Begriffe .....                                                                    | 180        |
| 8.2.3    | Primärer Explosionsschutz .....                                                            | 181        |
| 8.2.4    | Sekundärer Explosionsschutz.....                                                           | 183        |
| 8.2.5    | Schutzmaßnahmen gegen mögliche Zündquellen .....                                           | 186        |
| 8.2.6    | Elektrische Anlagen .....                                                                  | 187        |
| 8.2.7    | Tertiärer Explosionsschutz.....                                                            | 190        |
| 8.3      | Explosionstechnische Kenngrößen .....                                                      | 192        |
| 8.3.1    | Zündtemperatur.....                                                                        | 192        |
| 8.3.1.1  | Temperaturklassen .....                                                                    | 192        |
| 8.3.1.2  | Temperaturklassen/Explosionsgruppen.....                                                   | 192        |
| 8.3.2    | Parameter zur Klassifizierung eines Betriebes<br>oder Betriebsteils .....                  | 193        |
| 8.3.3    | Explosionsschutzdokument .....                                                             | 198        |

|                                                                             |            |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------|
| 8.4 Instandhaltung .....                                                    | 199        |
| 8.4.1 Fehlersuche in Steuerungen .....                                      | 199        |
| 8.4.1.1 Notwendige Vorbereitungen und Bereitstellungen .....                | 199        |
| 8.4.1.2 Zu beachtende Sicherheitsregeln.....                                | 200        |
| 8.4.1.3 Arbeitsablauf.....                                                  | 200        |
| 8.4.2 Schütz überprüfen .....                                               | 200        |
| 8.4.2.1 Prüfen der Funktionsfähigkeit der Schützspule .....                 | 200        |
| 8.4.2.2 Notwendige Geräte .....                                             | 200        |
| 8.4.2.3 Arbeitsablauf durch Prüfen der vorhandenen<br>Erregerspannung ..... | 201        |
| 8.4.2.4 Auswertung .....                                                    | 201        |
| 8.4.2.5 Arbeitsablauf durch Prüfen des Widerstands<br>der Schützspule ..... | 201        |
| 8.4.2.6 Auswertung .....                                                    | 201        |
| 8.4.2.7 Maßnahmen.....                                                      | 202        |
| 8.4.3 Schütz auswechseln.....                                               | 202        |
| 8.4.3.1 Vorarbeiten .....                                                   | 202        |
| 8.4.3.2 Arbeitsablauf.....                                                  | 202        |
| 8.4.4 Motor auswechseln .....                                               | 202        |
| 8.4.4.1 Anzuwendende Sicherheitsregeln und<br>technische Regeln .....       | 203        |
| 8.4.4.2 Material, Werkzeuge, Prüfgeräte, Messgeräte .....                   | 203        |
| 8.4.4.3 Arbeitsschritte zum Abklemmen des Motors .....                      | 203        |
| 8.4.4.4 Motor neu anschließen.....                                          | 204        |
| 8.4.4.5 Prüfschritte .....                                                  | 204        |
| 8.5 Übungsaufgaben .....                                                    | 205        |
| <b>9 Beispielhafte Tätigkeiten an Photovoltaikanlagen.....</b>              | <b>207</b> |
| 9.1 Besondere Gefahren im Arbeitsbereich .....                              | 207        |
| 9.2 Installationsvorschriften.....                                          | 208        |
| 9.3 Installation der Module.....                                            | 209        |
| 9.3.1 Befestigung auf dem Montagegrund .....                                | 209        |
| 9.3.2 Befestigung der Module .....                                          | 209        |
| 9.3.3 Verschaltungsarten von Modulen .....                                  | 210        |
| 9.3.4 Leitungsführung der Strangleitungen.....                              | 210        |
| 9.4 Herstellen eines zusätzlichen Schutzpotentialausgleichs.....            | 211        |
| 9.5 Überspannungsschutz.....                                                | 212        |

|                                                                                            |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 9.6 Prüfungen des elektrotechnischen Teils an Solargeneratoren<br>vor Inbetriebnahme ..... | 212        |
| 9.6.1 Sichtprüfung.....                                                                    | 213        |
| 9.6.2 Messungen.....                                                                       | 213        |
| 9.6.3 Dokumentation .....                                                                  | 214        |
| 9.7 Wartung und Instandhaltung .....                                                       | 214        |
| 9.8 Übungsaufgaben .....                                                                   | 215        |
| <b>Prüfprotokolle.....</b>                                                                 | <b>217</b> |
| <b>Lösungshinweise zu den Aufgaben .....</b>                                               | <b>220</b> |
| Kapitel 1.....                                                                             | 220        |
| Kapitel 2.....                                                                             | 220        |
| Kapitel 3.....                                                                             | 221        |
| Kapitel 4.....                                                                             | 222        |
| Kapitel 5.....                                                                             | 223        |
| Kapitel 6.....                                                                             | 225        |
| Kapitel 7.....                                                                             | 226        |
| Kapitel 8.....                                                                             | 227        |
| Kapitel 9.....                                                                             | 228        |
| <b>Literaturverzeichnis .....</b>                                                          | <b>229</b> |
| Fachbücher.....                                                                            | 229        |
| Normen und Gesetze .....                                                                   | 229        |
| <b>Stichwortverzeichnis.....</b>                                                           | <b>233</b> |