

# Inhalt

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b> .....   | <b>13</b>  |
| <b>2</b> | <b>Rechtliche Grundlagen</b> .....  | <b>25</b>  |
| 2.1      | Allgemeine Übersicht – Europa und Deutschland .....   | 25         |
| 2.2      | Aufstellung der wichtigsten Verordnungen, Richtlinien, Unfallverhütungsvorschriften und Bestimmungen, TRBS und Gefährdungsbeurteilung .....           | 41         |
| 2.3      | Sammelwerk der VDE-Bestimmungen .....   | 43         |
| 2.4      | Organisationsgrundlage für die Schaltberechtigung im Unternehmen .....  | 51         |
| 2.5      | Die Unfallverhütungsvorschrift BGV A1<br>„Grundsätze der Prävention“ .....  | 58         |
| 2.6      | Unfallverhütungsvorschrift<br>„Arbeitsmedizinische Vorsorge“ .....  | 80         |
| <b>3</b> | <b>Unfallverhütungsvorschrift</b><br>„Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ – seit 1.1.2005 BGV A3<br>(vormals VBG 4 und BGV A2) oder GUV-VA3 ..... | <b>83</b>  |
| 3.1      | Allgemeine Übersicht .....  | 83         |
| 3.2      | Gliederung der Unfallverhütungsvorschrift BGV A3 .....  | 84         |
| 3.3      | BGV A3 mit Kommentar .....  | 86         |
| 3.4      | Die neue BGR A3 „Arbeiten unter Spannung an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln“ .....   | 123        |
| <b>4</b> | <b>Ausbildungsplan für die Qualifizierung zur Schaltberechtigung an Land und auf See</b> .....  | <b>131</b> |
| 4.1      | Ausbildungsziel .....   | 131        |
| 4.2      | Ausbildungsplan Schaltberechtigung .....  | 134        |
| 4.3      | Beschreibung der Unterrichtsthemen .....  | 135        |
| 4.4      | Besonderheiten für den sicheren elektrischen Betrieb von Windenergieanlagen (WEA) nach BGI 657 .....  | 146        |
| 4.5      | Besonderheiten für den sicheren Betrieb elektrischer HS-Anlagen auf Seeschiffen nach Richtlinie der See-BG .....                                      | 150        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| <b>5</b> | <b>Grundlagen der Elektrotechnik für Schaltberechtigte . . . . .</b>   | <b>157</b> |
| 5.1      | Grundlagen der Elektrotechnik . . . . .  | 157        |
| 5.2      | Genormte Nennwerte . . . . .   | 162        |
| 5.2.1    | Netzspannungen . . . . .   | 162        |
| 5.2.2    | Genormte Bemessungs-Betriebsströme (rated normal current) . . . . .  | 162        |
| 5.2.3    | Genormte Bemessungs-Kurzzeitströme (rated short-time withstand current) . . . . .  | 162        |
| 5.3      | Wie kommt der Strom ins Haus? . . . . .  | 163        |
| 5.4      | Netzstrukturen . . . . .   | 165        |
| 5.5      | Netzformen nach VDE 0100-100 . . . . .   | 169        |
| 5.6      | Sternpunktbehandlung im Mittel- und Hochspannungsnetz . . . . .  | 172        |
| 5.7      | Netzstörungen . . . . .  | 178        |
| 5.7.1    | Schutzeinrichtungen . . . . .  | 180        |
| 5.8      | Schaltgeräte . . . . .   | 181        |
| 5.9      | Lichtbogen-Löscheinrichtungen . . . . .  | 195        |
| 5.9.1    | Leistungsschalter (LS) . . . . .   | 195        |
| 5.9.2    | Löschprinzip Lasttrennschalter . . . . .   | 200        |
| 5.9.3    | Löschprinzip Sicherungen . . . . .   | 202        |
| 5.10     | Schaltanlagen . . . . .  | 203        |
| 5.10.1   | Allgemein . . . . .  | 203        |
| 5.10.2   | Geschichtliche Übersicht der Schaltanlagenbauweisen . . . . .  | 205        |
| 5.10.3   | Leistungsmerkmale einer neuzeitlichen, modernen Fluid-Schaltanlage .   | 210        |
| 5.11     | Störlichtbogen und Personenschutz . . . . .  | 213        |
| 5.11.1   | Störlichtbogen . . . . .   | 213        |
| 5.11.2   | Personenschutz . . . . .   | 215        |
| 5.11.3   | IEC 62271-200 entsprechend VDE 0671-200: Neue Klassen in der Mittelspannungs-Schaltanlagennormung für den Bedienerschutz und die Störlichtbogenqualifikation . . . . . | 220        |
| 5.11.4   | Schutzgrade nach VDE, IEC und DIN für Schaltanlagen . . . . .  | 228        |
| 5.11.5   | Für die Mittelspannungs-Schaltanlagentechnik wichtige VDE-Bestimmungen und IEC-Publikationen . . . . .   | 230        |
| 5.12     | Gasisolierte, metallgekapselte Schaltanlagen (GIS) – Der sichere Umgang mit GIS und dem Isolergas Schwefelhexafluorid ( $SF_6$ ) . . . . .                             | 232        |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 5.12.1    | Allgemeines zu Schwefelhexafluorid (SF <sub>6</sub> ) . . . . .   | 232        |
| 5.12.2    | GIS-Aufbau der Spannungsebene 1 kV bis 52 kV und Betrieb . . . . .  | 239        |
| 5.12.3    | Sicherer Umgang mit SF <sub>6</sub> -gasisolierten Schaltanlagen . . . . .  | 258        |
| <b>6</b>  | <b>Besondere Situationen . . . . .</b>  | <b>269</b> |
| 6.1       | Verhalten bei Störungen . . . . .   | 269        |
| 6.2       | Verhalten bei Unfällen mit Personenschäden . . . . .  | 275        |
| 6.3       | Brände in elektrischen Anlagen . . . . .  | 277        |
| 6.3.1     | Verhalten bei Bränden . . . . .   | 277        |
| 6.3.2     | Grundlagen des Brandprozesses . . . . .   | 278        |
| 6.3.3     | Begriffserklärungen . . . . .   | 282        |
| 6.3.4     | Anwendungsbereich und Anwendungsgrenzen von Löschmitteln bei Bränden in elektrischen Anlagen . . . . .  | 282        |
| <b>7</b>  | <b>Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz nach BGV A8 (vormals VBG 125) oder GUV-V A8 . . .</b>  | <b>287</b> |
| <b>8</b>  | <b>Auswirkungen des elektrischen Stroms auf den menschlichen Körper . . . . .</b>   | <b>295</b> |
| 8.1       | Physiologische Wirkung . . . . .  | 295        |
| 8.2       | Elektrische Werte . . . . .   | 298        |
| <b>9</b>  | <b>Fehlschaltungsanalyse . . . . .</b>  | <b>303</b> |
| 9.1       | Fehlverhalten der Schaltberechtigten als Unfallursache . . . . .  | 303        |
| 9.2       | Fehlschaltungsbeispiele . . . . .   | 305        |
| 9.3       | Ermittlung der Ursachen von Fehlschaltungen . . . . .   | 307        |
| 9.4       | Verhaltensmaßregeln für den Schaltberechtigten und Vorgesetzten, wenn es doch zu einer Fehlschaltung gekommen ist . . . . .   | 311        |
| <b>10</b> | <b>VDE 0105-100</b><br><b>Arbeitsmethoden: Herstellen und Sicherstellen des spannungs-freien Zustands an der Arbeitsstelle, Freigabe zur Arbeit, Freimeldung der Arbeitsstelle und Inbetriebnahme . . . . .</b> | <b>319</b> |
| 10.1      | Allgemeines . . . . .   | 319        |
| 10.2      | Leitfaden für Schalthandlungen und Checkliste . . . . .   | 320        |

|                                  |   |     |
|----------------------------------|---|-----|
| <b>10.3</b>                      | Fünf Sicherheitsregeln und Hilfsmittel zu ihrer Durchführung . . . . .  | 324 |
| 10.3.1                           | Freischalten . . . . .  | 325 |
| 10.3.2                           | Gegen Wiedereinschalten sichern . . . . .   | 327 |
| 10.3.3                           | Spannungsfreiheit feststellen. . . . .  | 329 |
| 10.3.4                           | Erden und Kurzschließen. . . . .  | 335 |
| 10.3.5                           | Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder<br>abschränken. . . . .  | 343 |
| 10.3.6                           | Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile. . . . .  | 347 |
| 10.3.7                           | Freigabe zur Arbeit . . . . .   | 353 |
| 10.3.8                           | Verhalten während der Arbeit . . . . .  | 353 |
| 10.3.9                           | Ablauf nach beendeter Arbeit . . . . .  | 353 |
| 10.3.10                          | Übersicht der Arbeitsabläufe . . . . .  | 355 |
| 10.3.11                          | Checklisten . . . . .   | 356 |
| 10.3.12                          | Fotos aus der Praxis zu den fünf Sicherheitsregeln . . . . .  | 368 |
| <b>11</b>                        | <b>Begriffsbestimmungen</b> . . . . .   | 381 |
| 11.1                             | Begriffsbestimmungen von A bis Z . . . . .  | 381 |
| <b>12</b>                        | <b>Schaltgespräch/Schaltung</b> . . . . .   | 403 |
| 12.1                             | Einleitung . . . . .  | 403 |
| <b>12.2</b>                      | <b>Grundsätzliches zum Schalten</b> . . . . .   | 407 |
| 12.3                             | Benennung von Schaltgeräten und Schaltzuständen . . . . .   | 411 |
| 12.4                             | Aufbau eines Schaltauftrags . . . . .   | 413 |
| 12.5                             | Regeln für die Führung von Schaltgesprächen zwischen<br>Schaltauftragsberechtigten und Schaltberechtigten. . . . .                      | 414 |
| 12.6                             | Beispiele zum besseren Verständnis zur Führung von<br>Schaltgesprächen. . . . .   | 417 |
| <b>Allgemeine Vorgehensweise</b> | 417   |     |
| 12.6.1                           | Beispiel Nr. 1 . . . . .  | 417 |
| 12.6.2                           | Beispiel Nr. 2 . . . . .  | 421 |
| 12.6.3                           | Beispiel 3: Arbeiten im Leistungsschalter-Bereich (LS-Revision) . . .   | 421 |
| 12.6.4                           | Beispiel 4: Arbeiten im Leistungsschalter-Bereich (LS-Revision);<br>Schaltung im Schaltauftragsverfahren (ohne Fernsteuerung) . . . . . | 423 |
| 12.6.5                           | Beispiel 5: Schutzprüfung – Erlaubnis für Arbeiten oder Prüfungen . . .   | 425 |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 12.6.6    | Beispiel 6: Arbeiten an Freileitungen (Isolatorenaustausch);<br>Schaltung im Schaltauftagsverfahren . . . . .   | 426        |
| 12.6.7    | Beispiel 7: Austausch einer 20-kV-SF <sub>6</sub> -gasisolierten<br>Lasttrennschalteranlage „Am Blumenkamp“<br>(siehe Bilder 12.19 bis 12.26) . . . . . | 428        |
| <b>13</b> | <b>Testfragen zum Thema Schaltberechtigung . . . . .</b>  | <b>437</b> |
| <b>14</b> | <b>Anhang, Formblattsammlung . . . . .</b>  | <b>445</b> |
| <b>15</b> | <b>Literatur . . . . .</b>  | <b>469</b> |
| <b>16</b> | <b>Bildquellennachweis . . . . .</b>  | <b>473</b> |
|           | <b>Stichwortverzeichnis . . . . .</b>   | <b>475</b> |