

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Wie werde ich Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten? .....</b>	<b>13</b>
1.1	Ausbildungsrichtlinie DGUV Grundsatz 303-001 .....	15
1.2	Ausbildungsinhalte .....	17
1.3	Aufgaben der Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten.....	19
1.4	Abgrenzung zu elektrotechnischen Installationen .....	19
1.5	Übungsaufgaben .....	20
<b>2</b>	<b>Arbeitsschutz.....</b>	<b>21</b>
2.1	Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) .....	21
2.1.1	Allgemeine Grundsätze .....	21
2.1.2	Beurteilung der Arbeitsbedingungen (§ 4 ArbSchG)....	22
2.2	Betriebssicherheitsverordnung.....	22
2.2.1	Auszug aus der BetrSichV.....	23
2.3	Technische Regeln für Betriebssicherheit .....	27
2.3.1	TRBS 1111 Gefährdungsbeurteilung und sicherheits- technische Bewertung.....	28
2.3.2	TRBS 1201 Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen .....	29
2.3.2.1	Prüfen.....	29
2.3.2.2	Prüfarten nach TRBS 1201 .....	29
2.3.3	TRBS 1203 Befähigte Person .....	31
2.3.3.1	Anforderungen an befähigte Personen.....	31
2.3.4	TRBS 1203 – Befähigte Person bei elektrischen Gefährdungen .....	32
2.3.5	Anforderungsprofil an Prüfer .....	33
2.4	Gesetzliche Unfallversicherung.....	34
2.4.1	Struktur der Unfallverhütungsvorschriften .....	35
2.4.2	DGUV Vorschrift 1 – Grundsätze der Prävention .....	36
2.4.3	DGUV Vorschrift 3 – Elektrische Anlagen und Betriebsmittel .....	37
2.4.3.1	Prüffristen für elektrische Anlagen .....	37
2.4.3.2	Prüffristen für elektrische Betriebsmittel .....	38
2.4.3.3	Fachliche Qualifikation .....	38
2.4.4	Zitate aus DGUV Vorschrift 3 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel Ausgabe 2005-01 .....	39

2.4.5	DGUV Information 203-006 – Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen (Letzte Änderung: Mai 2012) .....	40
2.4.6	DGUV Grundsatz 303-001– Ausbildungskriterien für festgelegte Tätigkeiten im Sinne der Durchführungsanweisungen zur Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (BGV A2, bisherige VBG 4).....	41
2.5	Fünf Sicherheitsregeln .....	42
2.5.1	Freischalten .....	42
2.5.2	Gegen Wiedereinschalten sichern.....	43
2.5.3	Spannungsfreiheit feststellen .....	43
2.5.4	Erden und Kurzschließen .....	43
2.5.5	Benachbarte, spannungsführende Teile abdecken oder abschränken.....	43
2.5.6	Arbeiten in der Nähe spannungsführender Teile.....	44
2.5.7	Arbeiten unter Spannung .....	45
2.6	Technische Regeln.....	45
2.7	Verfahrensanweisung .....	46
2.8	Betriebsanweisung .....	47
2.9	Arbeitsanweisung .....	48
2.9.1	Prinzipieller Aufbau einer Arbeitsanweisung.....	49
2.9.2	Sicherheit bei der Ausführung .....	49
2.10	Fach- und Führungsverantwortung.....	50
2.10.1	Arbeitsorganisation .....	50
2.10.2	Anlagenverantwortlicher .....	50
2.10.3	Arbeitsverantwortlicher.....	50
2.10.4	Überprüfung der Qualifikation .....	52
2.11	Personen in der Elektrotechnik.....	52
2.11.1	Elektrotechnischer Laie .....	52
2.11.2	Elektrotechnisch unterwiesene Person (EUP) .....	52
2.11.3	Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten (EFKffT) ..	52
2.11.4	Elektrofachkraft (EFK) .....	52
2.11.5	Verantwortliche Elektrofachkraft (vEFK).....	53
2.12	Arbeitsverantwortung.....	54
2.12.1	Organisationsverantwortung.....	54
2.12.2	Garantenverantwortung .....	54
2.12.3	Arbeitsverantwortlicher.....	54
2.12.4	Arbeitsverantwortlicher vor Ort – AVO.....	54
2.12.5	Verantwortlichkeiten.....	55

2.12.6	Anforderungen an die Arbeitsstelle .....	57
2.12.7	Arbeiten an elektrischen Anlagen und Betriebs- mitteln.....	57
2.13	Übungsaufgaben .....	58
<b>3</b>	<b>Grundlagen der Elektrotechnik .....</b>	<b>59</b>
3.1	Potentiale.....	59
3.2	Elektrisches Feld .....	61
3.3	Magnetisches Feld.....	62
3.4	Der Stromkreis.....	62
3.4.1	Die Spannung .....	63
3.4.2	Spannungsquellen .....	64
3.4.2.1	Normspannungen und häufig vorkommende Spannungen .....	64
3.4.3	Der Strom .....	65
3.4.4	Der Leitwert .....	65
3.4.5	Der Widerstand.....	65
3.4.6	Kennzeichnung von Spannungen und Strömen.....	66
3.4.7	Berechnungen im einfachen Stromkreis.....	66
3.4.8	Der Widerstand von Leitungen .....	69
3.5	Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen .....	70
3.5.1	Die Reihenschaltung .....	71
3.5.2	Die Parallelschaltung .....	73
3.5.3	Widerstandsnetzwerke .....	75
3.6	Wechselspannung.....	75
3.6.1	Erzeugung von Wechselspannungen .....	75
3.6.2	Wichtige Kenngrößen einer Wechselspannung.....	76
3.6.2.2	Frequenz.....	76
3.6.2.3	Scheitelwert.....	76
3.6.2.4	Effektivwert .....	77
3.7	Drehstrom .....	77
3.7.1	Erzeugung von Drehstrom .....	77
3.7.2	Kennzeichnungen im Drehstromsystem.....	79
3.7.3	Drehfeld .....	80
3.7.4	Verkettungsfaktor .....	80
3.7.5	Schaltungen im Drehstromsystem.....	81
3.7.5.1	Sternschaltung .....	81
3.7.5.2	Dreieckschaltung.....	82
3.7.5.3	Zusammenfassung.....	83

3.8	Elektrische Leistung und Wirkungsgrad.....	83
3.8.1	Leistung im Gleichstromkreis .....	83
3.8.2	Leistung im Wechselstromkreis .....	84
3.8.3	Leistung im Drehstromkreis .....	85
3.9	Wirkungsgrad.....	86
3.10	Elektrische Arbeit .....	87
3.11	Übungsaufgaben .....	88
<b>4</b>	<b>Gefahren und Wirkungen des elektrischen Stromes auf Mensch und Tier sowie Sachen .....</b>	<b>91</b>
4.1	Allgemeine Wirkung des elektrischen Stromes .....	91
4.2	Wirkung auf den Menschen .....	91
4.2.1	Ersatzschaltbild des Menschen .....	92
4.2.2	Einwirkungsdauer des Stromes auf den Körper .....	93
4.2.3	Gefährliche Körperströme .....	94
4.2.4	Maximale Berührungsspannung.....	95
4.2.5	Lichtbogeneinwirkung.....	96
4.3	Warum fließt ein Strom zur Erde? .....	97
4.4	Erste Hilfe bei Stromunfällen .....	98
4.4.1	Die Rettungskette.....	98
4.4.2	Vorgehen bei Unfällen mit elektrischem Strom.....	99
4.5	Übungsaufgaben .....	102
<b>5</b>	<b>Schutz gegen elektrischen Schlag.....</b>	<b>103</b>
5.1	Fehler in Anlagen und Betriebsmitteln .....	103
5.1.1	Aktive Teile.....	103
5.1.2	Gefährliche Situation für den Menschen .....	104
5.2	Maßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag.....	104
5.3	Einteilung der Schutzmaßnahmen .....	106
5.4	Schutz durch Abschaltung .....	106
5.4.1	Basisschutz .....	106
5.4.2	Schutz durch Isolierung aktiver Teile .....	107
5.4.3	Schutz durch Abdeckung oder Umhüllung .....	107
5.4.3.1	Berührungsschutz .....	108
5.4.4	Schutz durch Abschaltung der Stromversorgung.....	108
5.4.4.1	Netzsysteme .....	109
5.4.4.2	Schutzmaßnahmen im TN-System.....	111
5.4.4.3	Schutzmaßnahmen im TT-System.....	114
5.5	Schutz im IT-System .....	116

5.6	Doppelte oder verstärkte Isolierung (Schutzisolierung) .....	117
5.7	Schutztrennung.....	117
5.8	Schutz durch Schutzkleinspannung .....	119
5.9	Zusätzlicher Schutz .....	120
5.9.1	Zusätzlicher Schutz in besonderen Fällen .....	121
5.10	Potentialausgleich.....	122
5.10.1	Zusätzlicher Schutzpotentialausgleich .....	123
5.10.2	Blitzschutzpotentialausgleich .....	124
5.11	Schutz von Betriebsmitteln und deren Benutzer .....	125
5.11.1	Schutzarten (IP-Code) .....	125
5.11.2	Schutzklassen.....	127
5.12	Übungsaufgaben .....	128
<b>6</b>	<b>Betriebsmittel der Elektrotechnik .....</b>	<b>131</b>
6.1	Schutzgeräte .....	131
6.1.1	Schmelzsicherungen .....	131
6.1.2	Funktions- und Betriebsklassen von Sicherungen.....	132
6.1.2.1	D-Sicherungssystem .....	132
6.1.2.2	D0-Sicherungssystem .....	133
6.1.2.3	NH-Sicherungssystem.....	134
6.1.2.4	Auslösekennlinie von Sicherungen.....	135
6.1.3	Leitungsschutzschalter .....	135
6.1.4	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) .....	138
6.1.5	Fehlerstrom-Schutzschalter.....	141
6.1.6	Motorschutz.....	143
6.1.6.1	Kurzschlussfeste Motoren.....	143
6.1.6.2	Motorschutzschalter.....	143
6.1.6.3	Motorschutzrelais.....	146
6.1.6.4	Motorvollschutz .....	146
6.2	Kabel und Leitungen .....	147
6.2.1	Harmonisierte Leitungen .....	148
6.2.2	Nationale Kennzeichnung von Leitungen .....	151
6.2.3	Belastbarkeit von Leitungen.....	154
6.2.3.1	Strombelastbarkeit von Leitungen.....	156
6.2.3.2	Geänderte Umgebungsbedingungen.....	157
6.2.3.3	Häufung von Leitungen .....	158
6.2.3.4	Anzahl der belasteten Adern.....	158
6.2.4	Festes Verlegen von Leitungen.....	158

6.2.5	Biegeradien.....	159
6.2.5.1	Kabel NYY oder NYCWY .....	159
6.2.5.2	Leitungen .....	159
6.2.6	Befestigungsabstände.....	159
6.2.6.1	Befestigungsabstände für Kabel.....	160
6.2.6.2	Befestigungsabstände für Leitungen .....	160
6.2.6.3	Verdeckte Leitungsführung .....	160
6.2.6.4	Mantelleitungen (NYM).....	161
6.3	Steckverbindungen.....	161
6.3.1	Schutzkontakt-Steckverbindungen .....	161
6.3.2	Eurostecker.....	163
6.3.3	Gerätesteckverbindungen .....	164
6.3.4	CEE-Steckverbindungen .....	165
6.3.5	Geräteanschlussdosen .....	167
6.4	Schalt- und Steuergeräte .....	167
6.4.1	Schalter .....	168
6.4.1.1	Reparaturschalter .....	168
6.4.1.2	Not-Aus-Schalter .....	168
6.4.2	Schütze und Relais .....	169
6.4.2.1	Hauptkontakte .....	169
6.4.2.2	Hilfskontakte.....	170
6.4.2.3	Schützspule.....	170
6.5	Widerstände.....	170
6.5.1	Heizwiderstände .....	170
6.5.2	Heißleiter (NTC-Widerstände) .....	171
6.5.3	Kaltleiter (PTC-Widerstände) .....	172
6.6	Leuchten .....	173
6.6.1	Leuchtenklemmen .....	173
6.6.2	Sicherheitskennzeichnung von Leuchten .....	173
6.6.3	Leuchten in besonderen Räumen.....	175
6.7	Elektrische Maschinen .....	176
6.7.1	Transformatoren.....	176
6.7.2	Einsatz von Transformatoren in Steuerungen von Maschinen .....	179
6.7.3	Motoren.....	180
6.7.3.1	Allgemeines zu Motoren.....	180
6.7.3.2	Betriebsarten von Motoren.....	182
6.7.3.3	Kurzschlussläufer .....	183
6.7.3.4	Anschlussbilder von Motoren .....	184
6.7.3.5	Einphasen-Wechselstrommotoren .....	185

6.7.3.6	Kondensatormotor.....	186
6.7.3.7	Spaltpolmotor.....	186
6.7.3.8	Universalmotor .....	187
6.8	Übungsaufgaben .....	188
<b>7</b>	<b>Prüfen der fertigen Arbeiten .....</b>	<b>191</b>
7.1	Gesetze und Verordnungen .....	191
7.2	Technische Regeln zum Prüfen .....	192
7.3	Prüfen und Messen .....	193
7.4	Übungsaufgaben .....	194
<b>8</b>	<b>Prüfung elektrischer Anlagen nach DIN VDE 0100-600 .....</b>	<b>195</b>
8.1	Allgemeines, Prinzip der Prüfung.....	195
8.1.1	Grundsätzliches .....	195
8.1.1.1	Notwendige Unterlagen.....	196
8.2	Besichtigung .....	196
8.2.1	Allgemeine Besichtigung .....	197
8.2.2	Schutzmaßnahme gegen direktes Berühren.....	197
8.2.3	Schutzmaßnahmen mit Schutzleiter.....	197
8.2.4	Schutzmaßnahmen ohne Schutzleiter .....	198
8.3	Erproben und Messen .....	199
8.3.1	Eigenschaften der Messgeräte .....	199
8.3.2	Schutzleiterdurchgang.....	200
8.3.3	Isolationswiderstand der elektrischen Anlage .....	201
8.3.4	Messung des Anlagenerdungswiderstandes .....	204
8.3.5	Abschaltbedingung im TN-System.....	204
8.3.6	Abschaltbedingung im TT-System.....	207
8.3.6.1	Prüfverfahren von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen	207
8.3.6.2	Mögliche gefährliche Situationen .....	208
8.3.7	Drehfeldmessung .....	208
8.3.8	Auswertung .....	209
8.3.9	Dokumentation .....	209
8.4	Übungsaufgaben .....	209
<b>9</b>	<b>Prüfen von Maschinen nach Errichtung und Änderung.....</b>	<b>211</b>
9.1	Abgrenzung zur Anlage .....	211
9.2	Erforderliche Prüfungen .....	212
9.2.1	Überprüfung der technischen Dokumentation.....	212
9.2.2	Prüfung des Schutzes durch automatische Ab- schaltung der Versorgungsspannung.....	213
9.2.2.1	Prüfung 1 – Überprüfung der Durchgängigkeit des Schutzleitersystems .....	213

9.2.2.2	Prüfung 2 – Überprüfung der Impedanz der Fehlerschleife und der Eignung der zugeordneten Überstrom-Schutzeinrichtung .....	213
9.2.3	Isolationswiderstandsprüfungen .....	214
9.2.4	Spannungsprüfungen .....	214
9.2.5	Schutz gegen Restspannungen .....	214
9.2.6	Funktionsprüfungen .....	215
9.2.7	Dokumentation .....	215
<b>10</b>	<b>Prüfung von Betriebsmitteln nach Instandsetzung oder als Wiederholungsprüfung .....</b>	<b>217</b>
10.1	Allgemeines, Prinzip der Prüfung .....	217
10.1.1	Grundsätzliches .....	217
10.1.2	Besichtigung .....	218
10.1.3	Schutzleiterdurchgang .....	218
10.1.4	Isolationsfähigkeit .....	219
10.1.5	Berührungsstrommessung .....	222
10.1.6	Prüfung der Aufschriften .....	222
10.1.7	Funktionsprüfung .....	222
10.1.8	Auswertung .....	223
10.1.9	Dokumentation .....	223
10.2	Grenzwerte .....	224
10.2.1	Klassifizierung von Betriebsmitteln und die möglichen Prüfverfahren .....	224
10.2.2	Prüfmatrix .....	225
10.3	Übungsaufgaben .....	227
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>229</b>
	<b>Normen und Gesetze .....</b>	<b>229</b>
	<b>Formelsammlung .....</b>	<b>231</b>
	<b>Lösungshinweise zu den Aufgaben .....</b>	<b>233</b>
	Kapitel 1 .....	233
	Kapitel 2 .....	233
	Kapitel 3 .....	234
	Kapitel 4 .....	236
	Kapitel 5 .....	237
	Kapitel 6 .....	238
	Kapitel 7 .....	239
	Kapitel 8 .....	239
	Kapitel 10 .....	241
	<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>242</b>