

Inhaltsverzeichnis

1	Wie werde ich Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten?	13
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
2	Arbeitsschutz.....	21
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 (EFKft) ..	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
3	Grundlagen der Elektrotechnik	59
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
4	Gefahren und Wirkungen des elektrischen Stromes auf Mensch und Tier sowie Sachen	91
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
5	Schutz gegen elektrischen Schlag	103
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
6	Betriebsmittel der Elektrotechnik	131
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
7	Prüfen der fertigen Arbeiten	191
7.1	Gesetze und Verordnungen	191
7.2	Technische Regeln zum Prüfen	192
7.3	Prüfen und Messen	193
7.4	Übungsaufgaben	194
8	Prüfung elektrischer Anlagen nach DIN VDE 0100-600	195
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
9	Prüfen von Maschinen nach Errichtung und Änderung.....	211
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 Abschaltung 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
10	Prüfung von Betriebsmitteln nach Instandsetzung oder als Wiederholungsprüfung	217
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
	Literaturverzeichnis	229
	Normen und Gesetze	229
	Formelsammlung	231
	Lösungshinweise zu den Aufgaben	233
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
	Stichwortverzeichnis	242