

Inhaltsverzeichnis

1	Wie werde ich Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten?	13
1.1	Ausbildungsrichtlinie DGUV Grundsatz 303-001	16
1.2	Ausbildungsinhalte	18
1.3	Aufgaben der Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten	19
1.4	Abgrenzung zu elektrotechnischen Installationen	20
1.5	Übungsaufgaben	20
2	Arbeitsschutz	21
2.1	Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)	21
2.1.1	Allgemeine Grundsätze	21
2.1.2	Beurteilung der Arbeitsbedingungen und Unterweisung (§ 5 und § 12 ArbSchG)	22
2.2	Betriebssicherheitsverordnung	22
2.2.1	Auszug aus der BetrSichV	23
2.3	Technische Regeln für Betriebssicherheit	28
2.3.1	TRBS 1111 Gefährdungsbeurteilung	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	35
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	38
2.4.3.2	Prüffristen für elektrische Betriebsmittel	38
2.4.3.3	Fachliche Qualifikation	39
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 2022).....	41
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)	42
2.5	Fünf Sicherheitsregeln	42
2.5.1	Freischalten	43
2.5.2	Gegen Wiedereinschalten sichern	44
2.5.3	Spannungsfreiheit feststellen	44
2.5.4	Erden und Kurzschließen.....	44
2.5.5	Benachbarte, spannungsführende Teile abdecken oder abschränken	45
2.5.6	Arbeiten in der Nähe spannungsführender Teile.....	45
2.5.7	Arbeiten unter Spannung.....	47
2.6	Technische Regeln	47
2.7	Verfahrensanweisung.....	48
2.8	Betriebsanweisung	49
2.9	Arbeitsanweisung	50
2.9.1	Prinzipieller Aufbau einer Arbeitsanweisung	51
2.9.2	Sicherheit bei der Ausführung	51
2.10	Fach- und Führungsverantwortung.....	52
2.10.1	Arbeitsorganisation.....	52
2.10.2	Anlagenverantwortlicher	52
2.10.3	Arbeitsverantwortlicher.....	52
2.10.4	Überprüfung der Qualifikation	54
2.11	Personen in der Elektrotechnik.....	54
2.11.1	Elektrotechnischer Laie	54
2.11.2	Elektrotechnisch unterwiesene Person (EUP)	54
2.11.3	Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten (EFKffT) ..	54
2.11.4	Elektrofachkraft (EFK).....	54
2.11.5	Verantwortliche Elektrofachkraft (vEFK).....	55
2.12	Arbeitsverantwortung.....	56
2.12.1	Organisationsverantwortung.....	56
2.12.2	Garantenverantwortung.....	56
2.12.3	Arbeitsverantwortlicher (AV)	56
2.12.4	Verantwortlichkeiten	57
2.12.5	Anforderungen an die Arbeitsstelle	59

2.12.6	Arbeiten an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln.....	59
2.13	Übungsaufgaben	60
3	Grundlagen der Elektrotechnik	61
3.1	Potentiale	61
3.2	Elektrisches Feld	63
3.3	Magnetisches Feld	64
3.4	Der Stromkreis	64
3.4.1	Die Spannung.....	65
3.4.2	Spannungsquellen	66
3.4.2.1	Normspannungen und häufig vorkommende Spannungen	66
3.4.3	Der Strom	67
3.4.4	Der Leitwert	67
3.4.5	Der Widerstand	67
3.4.6	Kennzeichnung von Spannungen und Strömen.....	68
3.4.7	Berechnungen im einfachen Stromkreis	68
3.4.8	Der Widerstand von Leitungen	71
3.5	Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen	72
3.5.1	Die Reihenschaltung.....	73
3.5.2	Die Parallelschaltung	75
3.5.3	Widerstandsnetzwerke	77
3.6	Wechselspannung.....	77
3.6.1	Erzeugung von Wechselspannungen.....	77
3.6.2	Wichtige Kenngrößen einer Wechselspannung.....	78
3.6.2.1	Periodendauer.....	78
3.6.2.2	Frequenz.....	78
3.6.2.3	Scheitelwert.....	78
3.6.2.4	Effektivwert	79
3.7	Drehstrom.....	79
3.7.1	Erzeugung von Drehstrom	79
3.7.2	Kennzeichnungen im Drehstromsystem	81
3.7.3	Drehfeld.....	82
3.7.4	Verkettungsfaktor	82
3.7.5	Schaltungen im Drehstromsystem	83
3.7.5.1	Sternschaltung.....	83
3.7.5.2	Dreieckschaltung.....	84
3.7.5.3	Zusammenfassung	85

3.8	Elektrische Leistung und Wirkungsgrad.....	85
3.8.1	Leistung im Gleichstromkreis	85
3.8.2	Leistung im Wechselstromkreis.....	86
3.8.3	Leistung im Drehstromkreis.....	87
3.9	Wirkungsgrad	88
3.10	Elektrische Arbeit	89
3.11	Übungsaufgaben	90
4	Gefahren und Wirkungen des elektrischen Stromes auf Mensch und Tier sowie Sachen	93
4.1	Allgemeine Wirkung des elektrischen Stromes	93
4.2	Wirkung auf den Menschen	93
4.2.1	Ersatzschaltbild des Menschen.....	94
4.2.2	Einwirkungsdauer des Stromes auf den Körper	95
4.2.3	Gefährliche Körperströme	96
4.2.4	Maximale Berührungsspannung.....	97
4.2.5	Lichtbogeneinwirkung.....	98
4.3	Warum fließt ein Strom zur Erde?	99
4.4	Erste Hilfe bei Stromunfällen	100
4.4.1	Die Rettungskette	100
4.4.2	Vorgehen bei Unfällen mit elektrischem Strom.....	101
4.5	Übungsaufgaben	104
5	Schutz gegen elektrischen Schlag	105
5.1	Fehler in Anlagen und Betriebsmitteln	105
5.1.1	Aktive Teile.....	105
5.1.2	Gefährliche Situation für den Menschen	106
5.2	Maßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag.....	106
5.3	Einteilung der Schutzmaßnahmen	108
5.4	Schutz durch Abschaltung mit Basisschutz	108
5.4.1	Basisschutz	108
5.4.2	Schutz durch Isolierung aktiver Teile.....	109
5.4.3	Schutz durch Abdeckung oder Umhüllung.....	109
5.4.3.1	Berührungsschutz.....	110
5.4.4	Schutz durch Abschaltung der Stromversorgung.....	110
5.4.4.1	Netzsysteme.....	111
5.4.4.2	Schutzmaßnahmen im TN-System.....	113
5.4.4.3	Schutzmaßnahmen im TT-System.....	117
5.5	Schutz im IT-System	119
5.6	Doppelte oder verstärkte Isolierung (Schutzisolierung).....	119
5.7	Schutztrennung.....	120

5.8	Schutz durch Schutzkleinspannung	122
5.9	Zusätzlicher Schutz.....	123
5.9.1	Zusätzlicher Schutz in besonderen Fällen	124
5.10	Potentialausgleich.....	125
5.10.1	Zusätzlicher Schutzpotentialausgleich	126
5.10.2	Blitzschutzpotentialausgleich	127
5.11	Schutz von Betriebsmitteln und deren Benutzer	127
5.11.1	Schutzarten (IP-Code)	127
5.11.2	Schutzklassen.....	129
5.12	Übungsaufgaben	130
6	Betriebsmittel der Elektrotechnik	133
6.1	Schutzgeräte.....	133
6.1.1	Schmelzsicherungen	133
6.1.2	Funktions- und Betriebsklassen von Sicherungen.....	134
6.1.2.1	D-Sicherungssystem.....	134
6.1.2.2	D0-Sicherungssystem.....	135
6.1.2.3	NH-Sicherungssystem	136
6.1.2.4	Auslösekennlinie von Sicherungen.....	137
6.1.3	Leitungsschutzschalter.....	138
6.1.4	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)	140
6.1.5	Fehlerstrom-Schutzschalter	142
6.1.6	Motorschutz.....	144
6.1.6.1	Kurzschlussfeste Motoren.....	145
6.1.6.2	Motorschutzschalter	145
6.1.6.3	Motorschutzrelais.....	147
6.1.6.4	Motorvollschutz	148
6.2	Kabel und Leitungen.....	148
6.2.1	Harmonisierte Leitungen	149
6.2.2	Nationale Kennzeichnung von Leitungen	152
6.2.3	Verwendung von Aderfarben	155
6.2.4	Belastbarkeit von Leitungen.....	156
6.2.4.1	Strombelastbarkeit von Leitungen	157
6.2.4.2	Geänderte Umgebungsbedingungen.....	159
6.2.4.3	Häufung von Leitungen	159
6.2.4.4	Anzahl der belasteten Adern.....	159
6.2.5	Festes Verlegen von Leitungen.....	159
6.2.6	Biegeradien	160
6.2.6.1	Kabel NYY oder NYCWY	160
6.2.6.2	Leitungen.....	160
6.2.7	Befestigungsabstände.....	161

6.2.7.1	Befestigungsabstände für Kabel	161
6.2.7.2	Befestigungsabstände für Leitungen	161
6.2.7.3	Verdeckte Leitungsführung	162
6.2.7.4	Mantelleitungen (NYM)	162
6.3	Steckverbindungen	162
6.3.1	Schutzkontakt-Steckverbindungen.....	162
6.3.2	Eurostecker	164
6.3.3	Gerätesteckverbindungen	164
6.3.4	CEE-Steckvorrichtungen	166
6.3.5	Geräteanschlussdosen.....	167
6.4	Schalt- und Steuergeräte	168
6.4.1	Schalter.....	168
6.4.1.1	Reparaturschalter	168
6.4.1.2	Not-Aus-Schalter.....	169
6.4.2	Schütze und Relais	169
6.4.2.1	Hauptkontakte.....	170
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)	171
6.6	Leuchten	173
6.6.1	Leuchtenklemmen.....	173
6.6.2	Sicherheitskennzeichnung von Leuchten	174
6.6.3	Leuchten in besonderen Räumen	176
6.7	Elektrische Maschinen.....	177
6.7.1	Transformatoren	177
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	182
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	192
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 zu- geordneten 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
10.2	Besichtigung	218
10.3	Schutzleiterdurchgang	218
10.4	Isolationsfähigkeit.....	219
10.4.1	Isolationswiderstand	220
10.4.2	Schutzleiterstrom.....	220
10.5	Berührungsstrommessung.....	222
10.6	Prüfung der Aufschriften.....	222
10.7	Funktionsprüfung	223
10.8	Auswertung	223
10.9	Dokumentation	223
10.10	Grenzwerte	223
10.11	Klassifizierung von Betriebsmitteln und die möglichen Prüfverfahren.....	225
10.11.1	Schutzklassen	225
10.11.2	Prüfmatrix	226
10.12	Übungsaufgaben	227
Anhang	229
Literaturverzeichnis		229
Hinweis		229
Fachliteratur.....		229
Normen und Gesetze.....		229
Formelsammlung		232
Lösungshinweise zu den Aufgaben		234
Kapitel 1		234
Kapitel 2		234
Kapitel 3		235
Kapitel 4		237
Kapitel 5		238
Kapitel 6		239
Kapitel 7		240
Kapitel 8		240
Kapitel 10		242
Stichwortverzeichnis.....		243