

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 abschranken	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 (EFKfT) ..	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