

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 Betriebssicherheit	26
2.3.1	TRBS 1111 Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung	27
2.3.2	TRBS 1201 Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen	28
2.3.2.1	Prüfen	28
2.3.2.2	Prüfarten nach TRBS 1201	28
2.3.3	TRBS 1203 Befähigte Person	30
2.3.3.1	Anforderungen an befähigte Personen	30
2.3.4	TRBS 1203 – Befähigte Person bei elektrischen Gefährdungen	31
2.3.5	Anforderungsprofil an Prüfer	32
2.4	Gesetzliche Unfallversicherung	33
2.4.1	Struktur der Unfallverhütungsvorschriften	34
2.4.2	DGUV Vorschrift 1 – Grundsätze der Prävention	35
2.4.3	DGUV Vorschrift 3 – Elektrische Anlagen und Betriebsmittel	35
2.4.3.1	Prüffristen für elektrische Anlagen	36
2.4.3.2	Prüffristen für elektrische Betriebsmittel	36
2.4.3.3	Fachliche Qualifikation	37
2.4.4	Zitate aus DGUV Vorschrift 3 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel Ausgabe 2005-01	39

2.4.5	DGVU Information 203-006 – Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen	40
2.4.6	DGVU 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	41
2.5.1	Freischalten	42
2.5.2	Gegen Wiedereinschalten sichern	42
2.5.3	Spannungsfreiheit feststellen	42
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	43
2.5.7	Arbeiten unter Spannung	44
2.6	Technische Regeln	44
2.7	Verfahrensanleitung	44
2.8	Betriebsanleitung	45
2.9	Arbeitsanleitung	46
2.9.1	Prinzipieller Aufbau einer Arbeitsanleitung	47
2.9.2	Sicherheit bei der Ausführung	48
2.10	Fach- und Führungsverantwortung	48
2.10.1	Arbeitsorganisation	48
2.10.2	Anlagenverantwortlicher	49
2.10.3	Arbeitsverantwortlicher	49
2.10.4	Überprüfung der Qualifikation	50
2.11	Personen in der Elektrotechnik	50
2.11.1	Elektrotechnischer Laie	50
2.11.2	Elektrotechnisch unterwiesene Person (EUP)	50
2.11.3	Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten (EFKfT)	50
2.11.4	Elektrofachkraft (EFK)	51
2.11.5	Verantwortliche Elektrofachkraft (vEFK)	51
2.12	Arbeitsverantwortung	52
2.12.1	Organisationsverantwortung	52
2.12.2	Garantenverantwortung	52
2.12.3	Arbeitsverantwortlicher	53
2.12.4	Arbeitsverantwortlicher vor Ort – AVO	53
2.12.5	Verantwortlichkeiten	53
2.12.6	Anforderungen an die Arbeitsstelle	55

2.12.7	Arbeiten an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln	56
2.13	Übungsaufgaben	57
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	64
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
3.6.2.1	Periodendauer	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	89
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 elektrischen Strom	101
4.5	Übungsaufgaben	105
5	Schutz gegen elektrischen Schlag	107
5.1	Fehler in Anlagen und Betriebsmitteln	107
5.1.1	Aktive Teile	107
5.1.2	Gefährliche Situation für den Menschen	108
5.2	Maßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag	108
5.3	Einteilung der Schutzmaßnahmen	110
5.4	Schutz durch Abschaltung	110
5.4.1	Basisschutz	110
5.4.2	Schutz durch Isolierung aktiver Teile	111
5.4.3	Schutz durch Abdeckung oder Umhüllung	111
5.4.3.1	Berührungsschutz	112
5.5	Schutz durch Abschaltung	112
5.5.1	Netzsysteme	113
5.5.2	Schutzmaßnahmen im TN-System	115
5.5.2.1	Notwendige Ströme zur Abschaltung der Schutzeinrichtungen	116
5.5.3	Schutzmaßnahmen im TT-System	118
5.6	Doppelte oder verstärkte Isolierung (Schutzisolierung)	120

5.7	Schutztrennung	121
5.8	Schutz im IT-System	122
5.9	Schutz durch Schutzkleinspannung	123
5.10	Zusätzlicher Schutz	124
5.10.1	Zusätzlicher Schutz in besonderen Fällen	125
5.11	Potentialausgleich	126
5.11.1	Zusätzlicher Schutzpotentialausgleich	127
5.11.2	Blitzschutzpotentialausgleich	128
5.12	Schutz von Betriebsmitteln und deren Benutzer	128
5.12.1	Schutzarten (IP-Code)	128
5.12.2	Schutzklassen	131
5.13	Übungsaufgaben	132
6	Betriebsmittel der Elektrotechnik	135
6.1	Schutzgeräte	135
6.1.1	Schmelzsicherungen	135
6.1.2	Funktions- und Betriebsklassen von Sicherungen.....	136
6.1.2.1	D-Sicherungssystem	136
6.1.2.2	D0-Sicherungssystem	137
6.1.2.3	NH-Sicherungssystem.....	137
6.1.2.4	Auslösekennlinie von Sicherungen.....	139
6.1.3	Leitungsschutzschalter	139
6.1.4	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung	142
6.1.5	Allstromsensitive Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen	145
6.1.6	Motorschutz.....	146
6.1.6.1	Kurzschlussfeste Motoren.....	146
6.1.6.2	Motorschutzschalter	147
6.1.6.3	Motorschutzrelais.....	149
6.1.6.4	Motorvollschutz	150
6.2	Kabel und Leitungen	150
6.2.1	Harmonisierte Leitungen	151
6.2.2	Nationale Kennzeichnung von Leitungen	154
6.2.3	Belastbarkeit von Leitungen.....	158
6.2.3.1	Strombelastbarkeit von Leitungen.....	159
6.2.3.2	Geänderte Umgebungsbedingungen.....	161
6.2.3.3	Häufung von Leitungen	161
6.2.3.4	Anzahl der belasteten Adern.....	161
6.2.4	Festes Verlegen von Leitungen.....	162
6.2.5	Biegeradien.....	162

6.2.5.1	Kabel NYY oder NYCWY	162
6.2.5.2	Leitungen	163
6.2.6	Befestigungsabstände.....	163
6.2.6.1	Befestigungsabstände für Kabel.....	163
6.2.6.2	Befestigungsabstände für Leitungen	163
6.2.6.3	Verdeckte Leitungsführung	164
6.2.6.4	Mantelleitungen (NYM).....	165
6.3	Steckverbindungen.....	165
6.3.1	Schukosteckverbindungen	165
6.3.2	Eurostecker.....	167
6.3.3	Gerätesteckverbindungen.....	167
6.3.4	CEE-Steckverbindungen	169
6.3.5	Geräteanschlussdosen	170
6.4	Schalt- und Steuergeräte	171
6.4.1	Schalter	171
6.4.1.1	Reparaturschalter	171
6.4.1.2	Not-Aus-Schalter.....	172
6.4.2	Schütze und Relais	172
6.4.2.1	Hauptkontakte	173
6.4.2.2	Hilfskontakte.....	173
6.4.2.3	Schützspule.....	173
6.5	Widerstände.....	174
6.5.1	Heizwiderstände	174
6.5.2	Heißleiter (NTC-Widerstände)	175
6.5.3	Kaltleiter (PTC-Widerstände)	176
6.6	Leuchten	176
6.6.1	Leuchtenklemmen	176
6.6.2	Sicherheitskennzeichnung von Leuchten	177
6.6.3	Leuchten in besonderen Räumen.....	179
6.7	Elektrische Maschinen	180
6.7.1	Transformatoren.....	180
6.7.2	Einsatz von Transformatoren in Steuerungen von Maschinen	181
6.7.3	Motoren.....	183
6.7.3.1	Allgemeines zu Motoren.....	183
6.7.3.2	Betriebsarten von Motoren	185
6.7.3.3	Kurzschlussläufer	185
6.7.3.4	Anschlussbilder von Motoren	187
6.7.3.5	Einphasen-Wechselstrommotoren	189
6.7.3.6	Kondensatormotor.....	189

6.7.3.7	Spaltpolmotor.....	190
6.7.3.8	Universalmotor	191
6.8	Übungsaufgaben	191
7	Prüfen der fertigen Arbeiten.....	193
7.1	Gesetze und Verordnungen	193
7.2	Technische Regeln zum Prüfen	194
7.3	Prüfen und Messen	195
7.4	Übungsaufgaben	195
8	Prüfung elektrischer Anlagen nach DIN VDE 0100-600	197
8.1	Allgemeines, Prinzip der Prüfung.....	197
8.1.1	Grundsätzliches	197
8.1.1.1	Notwendige Unterlagen.....	198
8.2	Besichtigung	198
8.2.1	Allgemeine Besichtigung	199
8.2.2	Schutzmaßnahme gegen direktes Berühren.....	199
8.2.3	Schutzmaßnahmen mit Schutzleiter.....	199
8.2.4	Schutzmaßnahmen ohne Schutzleiter	200
8.3	Erproben und Messen	201
8.3.1	Eigenschaften der Messgeräte	201
8.3.2	Schutzleiterdurchgang.....	202
8.3.3	Isolationswiderstand der elektrischen Anlage	203
8.3.4	Messung des Anlagenerdungswiderstandes	206
8.3.5	Abschaltbedingung im TN-System.....	206
8.3.6	Abschaltbedingung im TT-System.....	208
8.3.6.1	Prüfverfahren von Fehlerstromschutzeinrichtungen	209
8.3.6.2	Mögliche gefährliche Situationen	210
8.3.7	Drehfeldmessung	211
8.3.8	Auswertung	211
8.3.9	Dokumentation	211
8.4	Übungsaufgaben	212
9	Prüfen von Maschinen nach Errichtung und Änderung.....	213
9.1	Abgrenzung zur Anlage	213
9.2	Erforderliche Prüfungen	214
9.2.1	Überprüfung der technischen Dokumentation.....	214
9.2.2	Prüfung des Schutzes durch automatische Abschaltung der Versorgungsspannung	215
9.2.2.1	Prüfung 1 – Überprüfung der Durchgängigkeit des Schutzleitersystems	215

9.2.2.2	Prüfung 2 – Überprüfung der Impedanz der Fehlerschleife und der Eignung der zugeordneten Überstrom-Schutzeinrichtung.....	215
9.2.3	Isolationswiderstandsprüfungen.....	216
9.2.4	Spannungsprüfungen.....	216
9.2.5	Schutz gegen Restspannungen	216
9.2.6	Funktionsprüfungen	217
9.2.7	Dokumentation	217
10	Prüfung von Betriebsmitteln nach Instandsetzung oder Herstellung (DIN VDE 0701-0702).....	219
10.1	Allgemeines, Prinzip der Prüfung.....	219
10.1.1	Grundsätzliches	219
10.1.2	Besichtigung	219
10.1.3	Schutzleiterdurchgang.....	220
10.1.4	Isolationsfähigkeit	221
10.1.5	Berührungsstrommessung	224
10.1.6	Prüfung der Aufschriften	224
10.1.7	Funktionsprüfung.....	224
10.1.8	Auswertung	224
10.1.9	Dokumentation	225
10.2	Grenzwerte.....	226
10.2.1	Klassifizierung von Betriebsmitteln und die möglichen Prüfverfahren.....	226
10.2.2	Prüfmatrix	227
10.3	Übungsaufgaben	229
	Literaturverzeichnis	231
	Normen und Gesetze	231
	Formelsammlung	233
	Lösungshinweise zu den Aufgaben	235
	Kapitel 1.....	235
	Kapitel 2.....	235
	Kapitel 3.....	236
	Kapitel 4.....	238
	Kapitel 5.....	239
	Kapitel 6.....	240
	Kapitel 7.....	241
	Kapitel 8.....	241
	Kapitel 10.....	243
	Stichwortverzeichnis.....	245