

Inhaltsverzeichnis

1	Wie werde ich Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten?	19
1.1	Ausbildungsrichtlinie BGG 944	21
1.2	Ausbildungsinhalte	23
1.3	Aufgaben der Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten	25
1.4	Abgrenzung zu elektrotechnischen Installationen	25
1.5	Übungsaufgaben	26
2	Arbeitsschutz	27
2.1	Arbeitsschutzgesetz	27
2.1.1	Allgemeine Grundsätze	27
2.1.2	Beurteilung der Arbeitsbedingungen	28
2.2	Betriebssicherheitsverordnung	28
2.2.1	Auszug aus der BetrSichV	29
2.3	Technische Regeln für Betriebssicherheit	32
2.3.1	TRBS 1201 Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen	33
2.3.1.1	Prüfen	33
2.3.1.2	Prüfarten nach TRBS 1201	33
2.3.2	TRBS 1203 Befähigte Person	35
2.3.2.1	Anforderungen an befähigte Personen	35
2.3.3	TRBS 1203 – Befähigte Person bei elektrischen Gefährdungen	36
2.3.4	Anforderungsprofil an Prüfer	37
2.3.5	Prüfaufgaben	38
2.3.6	TRBS 2131 Elektrische Gefährdung	38
2.4	Gesetzliche Unfallversicherung	42
2.4.1	Struktur der Unfallverhütungsvorschriften	43
2.4.2	BGV A1 – Grundsätze der Prävention	44
2.4.3	BGV A3 – Elektrische Anlagen und Betriebsmittel	45
2.4.3.1	Prüffristen für elektrische Anlagen	45
2.4.3.2	Prüffristen für elektrische Betriebsmittel	46
2.4.3.3	Fachliche Qualifikation	46
2.4.4	Zitate aus BGV A3 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel Ausgabe 2005-01	47

2.4.5	BGI 608 (ZH1 271) – Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen	48
2.4.6	BGG 944 – Ausbildungskriterien für festgelegte Tätigkeiten im Sinne der Durchführungsanweisungen zur Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlage und Betriebsmittel“ (BGV A2, VBG 4)	49
2.5	5 Sicherheitsregeln	49
2.5.1	Freischalten	50
2.5.2	Gegen Wiedereinschalten sichern	50
2.5.3	Spannungsfreiheit feststellen	50
2.5.4	Erden und Kurzschließen	50
2.5.5	Benachbarte, spannungsführende Teile abdecken oder abschränken	50
2.6	Technische Regeln	51
2.7	Verfahrensanweisung	51
2.8	Betriebsanweisung	52
2.9	Arbeitsanweisung	53
2.9.1	Prinzipieller Aufbau einer Arbeitsanweisung	54
2.9.2	Sicherheit bei der Ausführung	55
2.10	Fach- und Führungsverantwortung	55
2.10.1	Arbeitsorganisation	55
2.10.2	Anlagenverantwortlicher	56
2.10.3	Arbeitsverantwortlicher	56
2.10.4	Überprüfung der Qualifikation	57
2.11	Personen in der Elektrotechnik	57
2.11.1	Elektrotechnischer Laie	57
2.11.2	Elektrotechnisch unterwiesene Person (EUP)	57
2.11.3	Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten (EFKft)	57
2.11.4	Elektrofachkraft (EFK)	58
2.11.5	Verantwortliche Elektrofachkraft (vEFK)	58
2.12	Arbeitsverantwortung	59
2.12.1	Organisationsverantwortung	59
2.12.2	Garantenverantwortung	59
2.12.3	Arbeitsverantwortlicher	59
2.12.4	Arbeitsverantwortlicher vor Ort – AVO	60
2.12.5	Verantwortlichkeiten	60

2.12.6	Anforderungen an die Arbeitsstelle	62
2.12.7	Arbeiten an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln	62
2.13	Übungsaufgaben	63
3	Gleichstrom, Wechselstrom, Drehstrom, Leistung	65
3.1	Potentiale	65
3.2	Elektrisches Feld	67
3.3	Magnetisches Feld	68
3.4	Der Stromkreis	69
3.4.1	Die Spannung	69
3.4.2	Spannungsquellen	70
3.4.2.1	Normspannungen und häufig vorkommende Spannungen	70
3.4.3	Der Strom	71
3.4.4	Der Leitwert	71
3.4.5	Der Widerstand	72
3.4.6	Kennzeichnung von Spannungen und Strömen	72
3.4.7	Berechnungen im einfachen Stromkreis	73
3.4.8	Der Widerstand von Leitungen	74
3.5	Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen	77
3.5.1	Die Reihenschaltung	77
3.5.2	Die Parallelschaltung	79
3.5.3	Widerstandsnetzwerke	81
3.6	Wechselspannung	82
3.6.1	Erzeugung von Wechselspannungen	82
3.6.2	Wichtige Kenngrößen einer Wechselspannung	82
3.6.2.1	Periodendauer	82
3.6.2.2	Frequenz	83
3.6.2.3	Scheitelwert	83
3.6.2.4	Effektivwert	83
3.7	Drehstrom	84
3.7.1	Erzeugung von Drehstrom	84
3.7.2	Kennzeichnungen im Drehstromsystem	86
3.7.3	Drehfeld	86
3.7.4	Verkettungsfaktor	87
3.7.5	Schaltungen im Drehstromsystem	87
3.7.5.1	Sternschaltung	88

3.7.5.2	Dreieckschaltung	89
3.7.5.3	Zusammenfassung	89
3.8	Elektrische Leistung und Wirkungsgrad	90
3.8.1	Leistung im Gleichstromkreis	90
3.8.2	Leistung im Wechselstromkreis	91
3.8.3	Leistung im Drehstromkreis	92
3.9	Wirkungsgrad	92
3.10	Elektrische Arbeit	93
3.11	Übungsaufgaben	95
4	Gefahren und Wirkungen des elektrischen Stromes	
	auf Mensch und Tier sowie Sachen	99
4.1	Allgemeine Wirkung des elektrischen Stromes	99
4.2	Wirkung auf den Menschen	99
4.2.1	Ersatzschaltbild des Menschen	100
4.2.2	Einwirkungsdauer des Stromes auf den Körper	101
4.2.3	Gefährliche Körperströme	102
4.2.4	Maximale Berührungsspannung	103
4.2.5	Lichtbogeneinwirkung	104
4.3	Warum fließt ein Strom zur Erde?	105
4.4	Erste Hilfe bei Stromunfällen	106
4.4.1	Die Rettungskette	106
4.4.2	Vorgehen bei Unfällen mit elektrischen Strom	107
4.5	Übungsaufgaben	111
5	Schutz gegen elektrischen Schlag	113
5.1	Fehler in Anlagen und Betriebsmitteln	113
5.1.1	Aktive Teile	113
5.1.2	Gefährliche Situation für den Menschen	114
5.2	Maßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag	114
5.3	Einteilung der Schutzmaßnahmen	116
5.4	Schutz durch Abschaltung	116
5.4.1	Basisschutz	117
5.4.2	Schutz durch Isolierung aktiver Teile	117
5.4.3	Schutz durch Abdeckung oder Umhüllung	117
5.4.3.1	Berührungsschutz	118
5.5	Schutz durch Abschaltung	119
5.5.1	Netzsysteme	119

5.5.2	Schutzmaßnahmen im TN-System	121
5.5.2.1	Notwendige Ströme zur Abschaltung der Schutzeinrichtungen	123
5.5.3	Schutzmaßnahmen im TT-System	125
5.6	Doppelte oder verstärkte Isolierung (Schutzisolierung)	127
5.7	Schutztrennung	128
5.8	Schutz durch Schutzkleinspannung	130
5.9	Zusätzlicher Schutz	131
5.9.1	Zusätzlicher Schutz in besonderen Fällen	132
5.10	Potentialausgleich	133
5.10.1	Zusätzlicher Schutzpotentialausgleich	135
5.10.2	Blitzschutzpotentialausgleich	135
5.11	Schutz bei Betriebsmitteln	136
5.11.1	Schutzart nach DIN VDE 0470 Teil 1, Schutz gegen direktes Berühren	136
5.11.2	Schutzklassen	136
5.12	Übungsaufgaben	139
6	Prüfen der fertigen Arbeiten	143
6.1	Gesetze und Verordnungen	143
6.2	Technische Regeln zum Prüfen	144
6.3	Prüfen und Messen	145
6.4	Übungsaufgaben	146
7	Prüfung elektrischer Anlagen nach DIN VDE 0100-600	147
7.1	Allgemeines, Prinzip der Prüfung	147
7.1.1	Grundsätzliches	147
7.1.1.1	Notwendige Unterlagen	148
7.2	Besichtigung	148
7.2.1	Allgemeine Besichtigung	149
7.2.2	Schutzmaßnahme gegen direktes Berühren	149
7.2.3	Schutzmaßnahmen mit Schutzleiter	149
7.2.4	Schutzmaßnahmen ohne Schutzleiter	150
7.3	Erproben und Messen	151
7.3.1	Eigenschaften der Messgeräte	151
7.3.2	Schutzleiterdurchgang	152
7.3.3	Isolationswiderstand der elektrischen Anlage	153
7.3.4	Messung des Anlagenerdungswiderstandes	156

7.3.5	Abschaltbedingung im TN-System	156
7.3.6	Abschaltbedingung im TT-System	158
7.3.6.1	Prüfverfahren von Fehlerstromschutzeinrichtungen	159
7.3.6.2	Mögliche gefährliche Situationen	160
7.3.7	Drehfeldmessung	161
7.3.8	Auswertung	161
7.3.9	Dokumentation	161
7.4	Übungsaufgaben	162
8	Prüfen von Maschinen nach Errichtung und Änderung	163
8.1	Abgrenzung zur Anlage	163
8.2	Erforderliche Prüfungen	164
8.2.1	Überprüfung der technischen Dokumentation	164
8.2.2	Prüfung des Schutzes durch automatische Abschaltung der Versorgungsspannung	165
8.2.2.1	Prüfung 1 – Überprüfung der Durchgängigkeit des Schutzleitersystems	165
8.2.2.2	Prüfung 2 – Überprüfung der Impedanz der Fehlerschleife und der Eignung der zuge- ordneten Überstrom-Schutzeinrichtung	165
8.2.3	Isolationswiderstandsprüfungen	166
8.2.4	Spannungsprüfungen	166
8.2.5	Schutz gegen Restspannungen	166
8.2.6	Funktionsprüfungen	167
8.2.7	Dokumentation	167
9	Prüfung von Betriebsmitteln nach Instandsetzung oder Herstellung (DIN VDE 0701-0702)	169
9.1	Allgemeines, Prinzip der Prüfung	169
9.1.1	Grundsätzliches	169
9.1.2	Besichtigung	169
9.1.3	Schutzleiterdurchgang	170
9.1.4	Isolationsfähigkeit	171
9.1.5	Berührungsstrommessung	174
9.1.6	Prüfung der Aufschriften	174
9.1.7	Funktionsprüfung	174
9.1.8	Auswertung	174
9.1.9	Dokumentation	175

9.2	Grenzwerte	176
9.2.1	Klassifizierung von Betriebsmitteln und die möglichen Prüfverfahren	176
9.2.2	Prüfmatrix	177
9.3	Übungsaufgaben	180
10	Festgelegte Tätigkeiten	181
10.1	Werkzeuge des Elektrotechnikers	181
10.1.1	Kennzeichnung von Werkzeugen	182
10.2	Messgeräte	183
10.2.1	Sicherheitsanforderungen an Messgeräte	184
10.2.2	Technische Anforderungen	184
10.3	Pläne in der Elektrotechnik	186
10.3.1	Gliederung von Plänen	187
10.3.1.1	Installationsplan	187
10.3.1.2	Anordnungsplan	189
10.3.1.3	Verdrahtungsplan	189
10.3.1.4	Stromlaufplan	190
10.3.1.5	Verdrahtungsliste	193
10.3.1.6	Übersichtsschaltplan	193
10.3.1.7	Betriebsmittelliste	194
10.3.1.8	Kennzeichnung von Betriebsmitteln	194
10.3.2	Speicherprogrammierbare Steuerungen	196
10.4	Grundsaltungen der Elektrotechnik	197
10.4.1	Grundsaltungen der Installationstechnik	198
10.4.1.1	Ausschaltung	198
10.4.1.2	Serienschaltung	198
10.4.1.3	Wechselschaltung	198
10.4.2	Schützsaltungen zur Steuerung von Betriebsmitteln	200
10.4.2.1	Selbsthaltung	200
10.4.2.2	Schutz vor Fehlbedienung	200
10.4.2.3	Schützverriegelung	201
10.4.2.4	Hand-Automatik-Schaltung	203
10.4.2.5	Wendeschützsaltung	204
10.4.2.6	Frostschützsaltung	205
10.4.2.7	Sammelstörung	205
10.4.2.8	Speicherprogrammierbare Kleinststeuerungen SPS	205

10.4.3	Aufbau von Schaltschränken	206
10.4.3.1	Temperatur in Schaltschränken	206
10.4.3.2	EMV Gesichtspunkte	207
10.4.3.3	Überspannungsschutz	208
10.5	Übungsaufgaben	209
11	Betriebsmittel der Elektrotechnik	211
11.1	Schutzgeräte	211
11.1.1	Schmelzsicherungen	211
11.1.2	Funktions- und Betriebsklassen von Sicherungen	211
11.1.2.1	D-Sicherungssystem	212
11.1.2.2	D0-Sicherungssystem	213
11.1.2.3	NH-Sicherungssystem	214
11.1.2.4	Auslösekennlinie von Sicherungen	215
11.1.3	Leitungsschutzschalter	216
11.1.4	Fehlerstromschutzeinrichtung	218
11.1.5	Allstromsensitive Fehlerstrom- Schutzeinrichtungen	220
11.1.6	Motorschutz	222
11.1.6.1	Kurzschlussfeste Motoren	222
11.1.6.2	Motorschutzschalter	222
11.1.6.3	Motorschutzrelais	225
11.1.6.4	Motorvollschutz	226
11.2	Kabel und Leitungen	226
11.2.1	Harmonisierte Leitungen	227
11.2.1.1	Häufig verwendete Leitungstypen nach europäischer Kennzeichnung	231
11.2.2	Nationale Kennzeichnung von Leitungen	231
11.2.2.1	Häufig verwendete Leitungstypen	234
11.2.2.2	Verwendung von Aderfarben	234
11.2.3	Belastbarkeit von Leitungen	235
11.2.3.1	Strombelastbarkeit von Leitungen	236
11.2.3.2	Geänderte Umgebungsbedingungen	237
11.2.3.3	Häufung von Leitungen	238
11.2.3.4	Anzahl der belasteten Adern	238
11.2.4	Festes Verlegen von Leitungen	238
11.2.5	Biegeradien	239
11.2.5.1	Kabel NYY oder NYCWY	239

11.2.5.2	Leitungen	239
11.2.6	Befestigungsabstände	240
11.2.6.1	Befestigungsabstände für Kabel	240
11.2.6.2	Befestigungsabstände für Leitungen	240
11.2.6.3	Verdeckte Leitungsführung	241
11.2.6.4	Mantelleitungen (NYM)	241
11.3	Steckverbindungen	241
11.3.1	Schukosteckverbindungen	241
11.3.1.1	Anschluss von Betriebsmitteln der Schutzklasse II	243
11.3.2	Eurostecker	243
11.3.3	Gerätesteckverbindungen	244
11.3.4	CEE-Steckverbindungen	246
11.3.5	Geräteanschlussdosen	247
11.4	Schalt- und Steuergeräte	248
11.4.1	Schalter	248
11.4.1.1	Reparaturschalter	248
11.4.1.2	Notschalter	249
11.4.2	Schütze und Relais	250
11.4.2.1	Hauptkontakte	250
11.4.2.2	Hilfskontakte	251
11.4.2.3	Schützspule	251
11.5	Widerstände	251
11.5.1	Heizwiderstände	251
11.5.2	Heißleiter (NTC-Widerstände)	252
11.5.3	Kaltleiter PTC-Widerstände	252
11.6	Leuchten	254
11.6.1	Leuchtenklemmen	254
11.6.2	Sicherheitskennzeichnung von Leuchten	254
11.6.2.1	Leuchten in besonderen Räumen	258
11.7	Elektrische Maschinen	258
11.7.1	Transformatoren	258
11.7.2	Einsatz von Transformatoren in Steuerungen von Maschinen	259
11.7.3	Motoren	261
11.7.3.1	Allgemeines Funktionsprinzip	261
11.7.3.2	Kurzschlussläufer	264
11.7.3.3	Anschlussbilder von Motoren	266
11.8	Übungsaufgaben	272

12 Grundlegende Tätigkeiten	273
12.1 Auswahl von Leitungen	273
12.2 Herrichten von Leitungen zum Anschluss	273
12.2.1 Abmanteln	273
12.2.2 Abisolieren	275
12.2.2.1 Abisolierzange	275
12.2.2.2 Ösen biegen	276
12.2.2.3 Aderendhülsen aufbringen	278
12.2.2.4 Kabelschuhe aufpressen	278
12.2.2.5 Herrichten für Federzugklemmen	278
12.3 Anschließen von Betriebsmitteln	280
12.3.1 Allgemeine Anforderungen	280
12.3.2 Besondere Vorschriften für Leiterquerschnitte und Leitungsarten	281
12.3.2.1 Leiterarten und Querschnitte	282
12.3.3 Handgeführte Betriebsmittel	284
12.3.4 Schutz gegen Eindringen von Feuchtigkeit und Fremdkörpern	285
12.3.5 Zugentlastung	287
12.3.6 Leiteranschlüsse	287
12.4 Leiterverbindungen	288
12.4.1 Verteilerdosen	288
12.5 Messen elektrotechnischer Größen	289
12.6 Arbeitsanweisungen für grundlegende Tätigkeiten	292
12.6.1 Auswechseln eines Schukosteckers	292
12.6.2 Auswechseln eines CEE-Steckers	295
12.6.3 Wechsellspannungs-Verlängerungsleitung	298
12.6.4 Prüfung der Verlängerungsleitung	300
12.7 Prüfen der vom Kunden bereitgestellten Versorgung	304
12.7.1 Arbeitsanweisung zum Prüfen der Versorgung	306
12.8 Instandhaltung an elektrotechnischen Anlagen	314
12.8.1 Auswechseln einer Steckdose	315
12.8.2 Anschließen eines Elektroherdes an das Niederspannungsnetz	316
12.8.3 Anschlussarbeiten auf der Baustelle	322
12.8.4 Fehlersuche bei Körperschluss	324
12.9 Instandhaltung an Maschinen	325
12.9.1 Prüfen von Schaltungen nach dem Aufbau	325

12.9.2	Aufbau einer Versuchsschaltung	326
12.9.3	Fehlersuche in Steuerungen	328
12.9.4	Schütz überprüfen	329
12.9.5	Schütz auswechseln	330
12.9.6	Motor auswechseln	331
12.10	Elektrischer Anschluss von SHK-Anlagen	334
12.10.1	Anschluss einer Heizungsanlage	334
12.10.2	Elektrischer Anschluss einer Umwälzpumpe	338
12.10.2.1	Herstellervorgaben	339
12.10.2.2	Anschluss über eine Steckdose	339
12.10.3	Arbeitsschritte zum Anschluss an eine Umwälzpumpe	340
12.10.4	Funktionsprüfung von Temperaturfühlern	342
12.10.5	Herstellen eines zusätzlichen Schutz- potentialausgleichs für eine metallische Abgasanlage	345
12.11	Übungsaufgaben	347
Literaturverzeichnis		349
Normen und Gesetze		349
Formelsammlung		351
Lösungshinweise zu den Aufgaben		353
Stichwortverzeichnis		365