

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 sicherheitstechnische 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	40

2.4.5	DGUV Information 203-006 – Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen (Letzte Änderung: Mai 2012)	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	43
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	45
2.6	Technische Regeln.....	46
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	50
2.10	Fach- und Führungsverantwortung.....	50
2.10.1	Arbeitsorganisation	50
2.10.2	Anlagenverantwortlicher	51
2.10.3	Arbeitsverantwortlicher.....	51
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 (EFKffT) ..	52
2.11.4	Elektrofachkraft (EFK)	53
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.....	55
2.12.5	Verantwortlichkeiten.....	55

2.12.6	Anforderungen an die Arbeitsstelle	57
2.12.7	Arbeiten an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln	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
3.6.2.1	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	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.....	133
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	161
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	193
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 Fehlerstromschutzeinrichtungen	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 Fehler- schleife und der Eignung der zugeordneten Über- strom-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 (DIN VDE 0701-0702).....	217
10.1	Allgemeines, Prinzip der Prüfung.....	217
10.1.1	Grundsätzliches.....	217
10.1.2	Besichtigung.....	217
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.....	243

Stichwortverzeichnis

A

Abdeckungen 107
Ableiter 125
Abschaltung 106
Aderzahl 147
aktive Teile 103, 104, 125
Anlagenerder 114
Anlaufkondensator 186
Anlaufstromhöhe 185
Anschlussleitungen 38
Arbeitsabläufe 48
Arbeitsanweisung 13, 48
Arbeitsschutz 21
Arbeitsschutzgesetz 48, 191
ArbSchutzG 48
Atom 59
AuS 39
Auslösekennlinien 146
Auslösespule 139
Außenleiter 98

B

Basisschutz 105, 106, 117
Baustellen 38
Bearbeitungsmaschinen 211
befähigte Person 14, 23, 30
Befestigungsabstände 147, 159
Belastbarkeit von Leitungen 156
Bemessungsdifferenzstrom 115
Bemessungsstrom 139
Berufsausbildung 31

Berufserfahrung 31
Berufsgenossenschaften 13, 35
Berührungsspannung 95, 115, 207
Besichtigung 195, 217
Betriebsanweisung 47
Betriebsklassen 132
Betriebskondensator 186
Betriebssicherheitsverordnung 48, 217
BetrSichV 48
BGR 36
Biegeradius 147, 159
Blitzschutzanlage 124
Blitzschutzpotentialausgleich 124
Brandgefahr 175

C

CE-Zeichen 106
CEE-Steckverbindungen 165

D

D-Sicherungssystem 132
Diazed-System 132
Differenzstrommessung 219
Dokumentationen 196
doppelte Isolierung 117
Drehfeld 80, 208
Drehstrom 180
Drehstromgenerator 78
Drehstrommotor 183

E

Effektivwert 77
EFK 53
EFKfT 52
Einstellbereiche 146
Eisenkern 139
Elektrofachkraft 38
Elektrofachkraft für festgelegte Tätigkeiten 13, 33, 39
elektromagnetischer Schnellauslöser 143
Elektronen 59
Endstromkreise 201
Entladezeit 215
Erden 44
Erdungswiderstand 209
Erproben und Messen 195
Errichternorm 191
Ersatzableitstrommessung 219
Ersatzwiderstand 75
Erstprüfungen 191
EUP 52
europäische Richtlinien 192

F

Farbe 107
Farbkennzeichnungen 154
Fehlerarten 103
Fehlerschutz 105
Fehlerstrom-Schutzeinrichtung 38, 138, 139
Fehlerstromkreis 114, 120
Fremdkörper 125

- Frequenz 76
 Funktionsklassen 132
 Funktionsprüfung 222
- G**
- Gefährdung 22
 Gefährdungsanalyse 23
 Gefährdungsbeurteilung 22
 Gefahren 91
 Gefahrstoffe 47
 Gefahrstoffverordnung 47
 Generatoren 176
 Geräteanschlussdosen 167
 gesetzliche Unfallversicherung 34
 Gleichspannungsquellen 64
- H**
- Hauptkontakte 169
 Heißgerätesteckverbindungen 164
 Heißleiter 171
 Heizungsmaschinen 211
 Herzkammerflimmern 91
 Hilfskontakte 170
- I**
- Installateurverzeichnis 158
 Installationstester 115
 Isolationsfähigkeit 201
 Isolationswiderstand 202, 209, 214, 219
 Isolierband 107
- K**
- Kabel 147
 Kaltgerätesteckverbindungen 164
 Kaltleiter 172
 Kennzeichnungen 218
 Kernbuchstaben 148
 Knotenpunktregel 71
 Kondensatormotoren 186
 Konformitätserklärung 106
 Körperschluss 111
 Korrekturfaktoren 158
 Korrosionserscheinungen 201
 Kosten 87
 Kurzschließen 44
 Kurzschluss 135
 Kurzschlussauslösung 135
 kurzschlussfest 143
 Kurzschlussläufer 183
 Kurzschlusschutz 185
 Kurzschlussstrom 111
- L**
- Ladungsdifferenz 61
 Ladungsträger 59, 60
 Ladungstrennung 60
 Laiendefibrillator 100
 landwirtschaftliche Betriebsstätten 175
 Leistung 83, 87
 Leistung im Drehstromkreis 85
 Leistung im Wechselstromkreis 84
 Leistungsschild 180
 Leiterschleife 62
 Leitungen 147
 Leitungsschutzschalter 135
 Leitungstypen 150
 Leuchtenklemmen 173
 Lichtbogen 60, 91, 96
 Loslassgrenze 94
 Loslassschwelle 91
 Lüftungsmaschinen 211
- Lüsterklemmen 173
- M**
- Magnetfeld 62, 139
 magnetischer Auslöser 135
 Maschinen 158, 211
 Messfehler 201
 Mindestquerschnitte 147, 158
 Montageanleitung 49
 Motoren 62, 176
 Motorschutzrelais 144, 146
 Motorschutzschalter 143
 Motorvollschutz 146
 MSR-Technik 62
- N**
- Netzsysteme 109
 Neutralleiter 147, 167
 NH-Sicherungen 133
 Niederspannungsrichtlinie 34
 Not-Aus-Taster 168
- O**
- Öffner 170
 Ohmsches Gesetz 66
 Ordnungsprüfungen 29
 ortsfeste Betriebsmittel 37
- P**
- Passring 133
 Passschraube 133
 PE-Leiter 138
 PELV-Stromkreise 119
 Periodendauer 76
 Phasenwender 166
 Polzahl 166
 Potentialausgleich 122
 Potentialtrennung 63
 Produktnorm 191

- Prüfarten 29
Prüfen 29
Prüffristen 38
Prüftaster 140
Prüfungsumfang 192
Prüfungen nach Instandsetzung 191
- R**
Rechtsdrehfeld 166
Reparaturschalter 168
Restspannung 214
Rohrleitungssystem 200
- S**
Schaltpläne 196
Schaltungsunterlagen 197
Scheitelwert 76
Schleifenimpedanz 204, 209
Schließer 170
Schmelzeinsätze 132
Schraubkappe 133
Schrumpfmuffen 107
Schukosteckverbindungen 161
Schutzarten 34, 107, 125
Schütze 169
Schutzklassen 34, 127
Schutzklasse 1 161
Schutzklasse 2 163
Schutzleiter 119, 150
Schutzleiterstrommessung 219
Schutzleitersystem 213
Schutzleiterverbindung 218
Schutzleiterwiderstand 200
Schutzmaßnahmen 34, 38, 103, 106
Schutzpotentialausgleich 122
- Schutztrennung 117
selbstregulierende Heizbänder 171
SELV-Stromkreise 119
Sicherheitsanforderungen 196
Sicherheitstransformatoren 119
Sicherungssysteme 131
Sichtprüfung 213, 217
Spaltpolmotor 185, 186
Spannungen 170
Spannungsprüfung 214
Spannungsquellen 64
Spartransformator 177
spezifische Leitfähigkeit 70
Stand der Technik 21
statische Aufladung 60
Staub 125
Staubablagerung 175
Sternpunkt 97
Steuerspannung 179
Steuertransformatoren 179
Strom 65
Stromaufnahme 183
Strombelastbarkeit 147, 156
Stromkreise 196
Summenstromwandler 139
- T**
technische Prüfungen 29
technische Stromrichtung 66
Temperaturanstieg 154
thermischer Auslöser 135
thermischer Überstromauslöser 143
Transformatoren 62, 176
- TRBS 91, 92
TREI-Lehrgang 20
Trenntransformator 118
TT-System 114
- U**
Überlast 135
Überstromauslösung 135
Umgebungstemperaturen 154, 156, 157
Umhüllungen 107
Unfallverhütungsvorschrift 35, 217
Universalmotor 187
unterwiesene Person 30
- V**
VDE-Vorschriften 91
VDE-Vorschriftenwerk 46
vEFK 53
verantwortliche Elektrofachkraft 33
Verbrennungen 96
Verfahrensanweisungen 46
Verkettung 85
Verkettungsfaktor 80
verstärkte Isolierung 117
Verteilungsnetzbetreiber 19
Vorschaltgeräte 173
- W**
Wahrnehmungsschwelle 94
Wärme 83
Warmgerätesteckverbindungen 164
Wasser 125
Wechselspannung 76
Wechselstromkreis 167

- Wechselstrommotoren
185
- Weiterbildung 32
- Werkstätten 38
- Widerstandslegierungen
170
- Widerstandsnetzwerke
75
- Wiederholungs-
prüfungen 191
- Wind- oder Solarenergie
63

- Z**
- zusätzlicher Schutz-
potentialausgleich
123
- Zusatzschutz 105