

Inhaltsverzeichnis

1	Fachliche Qualifikationen für Arbeiten in elektrischen Anlagen		4.4	Netzqualität	68
1.1	Anforderungen	7	4.4.1	Stromqualität	68
1.2	Betroffene Personen	8	4.4.2	Regelung der Netzspannung	71
1.3	Fach- und Führungsverantwortung	9	4.4.3	Regelung der Netzfrequenz	73
2	Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln, Normen		4.5	Verteilungssysteme	74
2.1	Allgemeines	10	4.5.1	Arten von Leitern	74
2.2	DGUV-Vorschriften	11	4.5.2	TN-System	75
2.3	Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)	12	4.5.3	TT-System	76
2.4	Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)	13	4.5.4	IT-System	77
2.5	Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS)	14	4.5.5	DC-Systeme mit Mittelpunkterdung	77
3	Grundlagen der Elektrotechnik		4.6	SSV-Anlagen	79
3.1	Stromstärke, Widerstand, Spannung	15	5	Planung von elektrischen Anlagen	
3.2	Schaltungen von Zweipolen	18	5.1	Anforderungen	82
3.3	Bezugspfeile	20	5.2	Gefahren in elektrischen Anlagen	82
3.4	Leistung, Arbeit, Energie, Wirkungsgrad, Wärme	22	5.3	Installationsausführungen	83
3.5	Elektrisches Feld	28	5.4	Energieeffizienz	84
3.5.1	Elektrische Ladung	28	6	Schutzmaßnahmen, Schutzeinrichtungen	
3.5.2	Elektrische Feldstärke	29	6.1	Schutz gegen elektrischen Schlag	86
3.5.3	Elektrische Flussdichte	30	6.1.1	Allgemeines	86
3.5.4	Kapazität	30	6.1.2	Berührungsarten	87
3.5.5	Kapazitiver Blindwiderstand	30	6.1.3	Stromgefährdung	87
3.5.6	Elektrisches Feld als Energiespeicher	33	6.1.4	Basisschutz	88
3.5.7	Gleichstrom-Schalten von Kondensatoren	33	6.1.5	Maßnahmen für zugleich Basisschutz und Fehlerschutz	88
3.6	Magnetisches Feld	35	6.1.6	Fehlerschutz	89
3.6.1	Arten magnetischer Stoffe	35	6.1.7	Zusätzlicher Schutz	94
3.6.2	Elektrische Durchflutung	36	6.1.8	Schutz durch RCM	95
3.6.3	Magnetische Feldstärke und Flussdichte	37	6.1.9	Schutz in elektrotechnisch überwachten Anlagen	96
3.6.4	Magnetischer Fluss	39	6.1.10	Schutzleiter und Schutzpotenzialausgleichsleiter	97
3.6.5	Lorentzkraft	40	6.1.11	Schutzklassen der Betriebsmittel	97
3.6.6	Induktion	41	6.1.12	Betätigungselemente in der Nähe berührungsgefährlicher Teile	98
3.6.7	Induktiver Blindwiderstand	45	6.2	Überstromschutz	99
3.6.8	Magnetisches Feld als Energiespeicher	46	6.3	Überspannungsschutz	103
3.6.9	Gleichstrom-Schalten von Spulen	47	6.4	Koordination elektrischer Betriebsmittel mit Schutzfunktionen	105
3.7	Wirkungen des Wechselstroms	48	6.5	Schutz gegen thermische Auswirkungen	105
3.7.1	Darstellung mit Zeigern	48	6.6	Schutzarten elektrischer Betriebsmittel	107
3.7.2	Wechselstromleistungen	49	7	Elektrische Verbindungssysteme	
3.7.3	Wechselstromwiderstände	50	7.1	Leitungen und Kabel	110
3.8	Grundlagen des Transformators	51	7.2	Steckersysteme, Klemmverbindungen	115
4	Versorgung mit elektrischer Energie		7.3	Leitungsauslegung	118
4.1	Grundlagen der Stromversorgung	53	7.3.1	Gleichzeitigkeitsfaktor	118
4.1.1	Allgemeines	53	7.3.2	Bemessungsstromstärke von Lasten	119
4.1.2	Wärme kraftwerke	54	7.3.3	Spannungsfall an Leitungen	121
4.1.3	Regenerative Stromerzeugung	55	7.3.4	Leistungsverlust in Leitungen	124
4.2	Stromtransport	59	7.3.5	Strombelastbarkeit von Installationsleitungen	125
4.2.1	Zweck der Spannungstransformation	59	7.3.6	Einfluss von Oberschwingungen	128
4.2.2	Spannungsebenen	59	7.3.7	Leiterquerschnittsberechnung	131
4.2.3	Umspannwerke	60	7.3.8	Ermittlung maximale Leitungslänge	132
4.2.4	Netzformen von Übertragungsnetzen	61	7.4	Leitungsführung	133
4.2.5	Intelligente Stromnetze (Smart Grids)	62	7.5	Mindestausstattungen	137
4.3	Ströme in öffentlichen Netzen	63	8	Erdung, Hausanschluss, Blitzschutz	
4.3.1	Stromarten für die Stromversorgung	63	8.1	Erdung	140
4.3.2	Erzeugung von Drehstrom	63	8.2	Hausanschluss	143
4.3.3	Spannungen beim Drehstromnetz	64	8.2.1	Ausführung des Hausanschlusses	143
4.3.4	Schaltungen bei Drehstrom	65			
4.3.5	Leistungen bei Drehstrom	66			
4.3.6	Unsymmetrische Belastung bei 3AC	67			

8.2.2	Bemessen der Leitungen bis zu den Stromkreisverteilern	145	14.3.1	Sicherer Betrieb	191
8.2.3	Zählerplatz	147	14.3.2	Sicheres Arbeiten	192
8.2.4	Stromkreisverteiler	148	14.4 Durchführung der Arbeiten	195	
8.3 Blitzschutz	150		14.4.1	Allgemeines	195
8.3.1	Allgemeines	150	14.4.2	Arbeiten unter Spannung	195
8.3.2	Äußerer Blitzschutz	150	14.4.3	Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile	197
8.3.3	Innerer Blitzschutz	152	14.4.4	Durchführung nicht-elektrotechnischer Arbeiten	198
9 Elektromagnetische Verträglichkeit EMV	154		14.4.5	Arbeiten beim Instandhalten elektrischer Anlagen	198
9.1 Elektrostatische, elektromagnetische Störungen	154		14.5 Wiederkehrende Prüfungen	199	
9.2 Maßnahmen	155				
9.3 DGUV Vorschrift 16	161		15 Prüfungen elektrischer Anlagen	203	
10 Einfache Installationsschaltungen	162		15.1 Allgemeines	203	
10.1 Schaltpläne	162		15.2 Besichtigen	204	
10.2 Ausschaltung	163		15.3 Erproben	204	
10.3 Serienschaltung	163		15.4 Prüfen mit Prüfgeräten	205	
10.4 Wechselschaltung	164		15.4.1	Arten der Messungen und Prüfgeräte	205
10.5 Kreuzschaltung	164		15.4.2	Prüfen der Durchgängigkeit	206
10.6 Stromstoßschaltung	165		15.4.3	Messen des Isolationswiderstandes	206
10.7 Treppenlicht-Zeitschaltung	165		15.4.4	Prüfungen bei Schutzmaßnahmen ohne Schutzleiter	208
10.8 Automatikwächter	166		15.4.5	Messen der Fehlerschleifenimpedanz	209
10.9 Elektroinstallation mit Funktechnik	167		15.4.6	Messen des Erdungswiderstandes	210
11 Beleuchtungsanlagen	168		15.4.7	Messungen bei RCDs	211
11.1 Lichttechnische Begriffe	168		15.4.8	Prüfung des Schutzpotenzialausgleichs	212
11.2 Anforderungen an die Beleuchtung	169		15.4.9	Weitere Prüfungen	213
11.3 Farbwiedergabe	169		15.4.10	Zusätzliche Erstprüfungen	213
11.4 Lampen-Schaltungen	169		15.4.11	Prüfprotokoll	216
11.5 Dimmen von LED-Lampen	171		16 Prüfungen bei elektrischen Geräten	218	
11.6 Symbole auf Leuchten	171		16.1 Allgemeines	218	
12 Elektrische Installationen besonderer Orte	173		16.2 Sichtprüfung	218	
12.1 Orte mit Dusche oder Badewanne	173		16.3 Messen des Schutzleiterwiderstandes	218	
12.1.1	Bereiche	173	16.4 Messen des Isolationswiderstandes	219	
12.1.2	Schutz gegen elektrischen Schlag	174	16.5 Messen des Schutzleiterstroms	220	
12.1.3	Kabel- und Leitungsanlagen	175	16.6 Messen des Berührungsstroms	221	
12.2 Landwirtschaftliche und gartenbauliche Betriebsstätten	176		16.7 Messen des Geräteableitstroms	222	
12.2.1	Allgemeines	176	16.8 Prüfen portabler RCDs (PRCDs)	222	
12.2.2	Schutz gegen elektrischen Schlag	176	16.9 Funktionsprüfung, Dokumentation	222	
12.2.3	Brandschutz	177	17 Fehlersuche in elektrischen Anlagen	223	
12.2.4	Leitungen und Kabel	178	17.1 Fehler in der Elektroinstallation	223	
12.2.5	Trennen und Schalten	178	17.1.1	Allgemeines	223
12.2.6	Einrichtungen für Sicherheitszwecke	178	17.1.2	Prüfgeräte	223
12.2.7	Leuchten und Beleuchtungsanlagen	178	17.1.3	Fehlersituationen	224
12.3 Ladestationen für Elektrofahrzeuge	179		17.2 Fehler in elektrischen Geräten	226	
13 PV-Anlagen	181		17.3 Fehler in der Software	226	
13.1 Grundlagen	181		18 Elektrische Maschinen und maschinelle Anlagen	228	
13.2 Installation einer PV-Anlage	182		18.1 Elektrische Maschinen	228	
13.3 Installation einer PV Anlage mit Speichersystem	183		18.1.1	Allgemeines	228
13.4 Energieertrag einer PV-Anlage	184		18.1.2	Gleichstrommaschinen	228
13.5 Blitzschutz, Überspannungsschutz	185		18.1.3	Drehstromantriebe	230
13.6 Mini-PV-Anlagen	186		18.1.4	Frequenzumrichter	233
13.7 Brandschutz	186		18.2 Anlassen von Drehfeldmotoren	234	
13.8 Prüfungen und Prüffristen	187		18.3 Nockenschalter	235	
13.9 Anbindung ans öffentliche Netz	188		18.4 Schützsaltungen	236	
14 Arbeiten an elektrischen Anlagen	190		18.4.1	Schütze	236
14.1 Arbeitsgrundsätze	190		18.4.2	Hilfsstromkreise	239
14.2 Erste Hilfe, Unfallverhütung	190		18.4.3	Einfache Schützsaltungen	242
14.3 Sicherer Betrieb und sicheres Arbeiten	191		18.4.4	Schützsaltung mit Steuergerät	244
			18.4.5	Verdrahtungspläne	246
			18.5 Speicherprogrammierbare Steuerungen	247	
			18.5.1	SPS-Grundlagen	247
			18.5.2	Erstellen von SPS-Programmen	248

18.6	Maschinensicherheit	249	19.3	Kennzeichnung in Schaltplänen	275
18.6.1	EU-Maschinenrichtlinie	249	19.4	Wichtige Schaltzeichen der Elektrotechnik	276
18.6.2	Weg zur sicheren Maschine	250	19.5	Auswahl von RCDs	277
18.6.3	Sicherheitsschaltgeräte	252	19.6	Leitungsberechnungen	278
18.6.4	Abschaltsicherheit in Steuerstromkreisen ..	254	19.7	Blitzschutz	279
18.6.5	Funktionale Sicherheit – Performance-Level	256	19.8	Ausschaltung mit Steckdose	280
18.6.6	Funktionale Sicherheit nach SIL	257	19.9	Wechselschaltung mit Steckdose	281
18.7	Elektrische Ausrüstung von Maschinen ...	259	19.10	Sparwechselschaltung mit Steckdose	282
18.7.1	Allgemeines	259	19.11	Unterverteiler einer Wohnung	283
18.7.2	Anforderungen	259	19.12	Prüfungen an elektrischen Anlagen im	
18.7.3	Netzanschlüsse, Trenneinrichtung, Schalter	261		TN-System	284
18.7.4	Schutz gegen elektrischen Schlag	262	19.13	Geräteprüfungen 1	285
18.7.5	Schutz der Ausrüstung	263	19.14	Geräteprüfungen 2	286
18.7.6	Potenzialausgleich	264	19.15	Wiederkehrende Prüfungen	287
18.7.7	Steuerstromkreise	265	19.16	Prüfbericht	288
18.7.8	Bedienerschnittstellen	267	19.17	Arbeiten an Klemmbrettern	289
18.7.9	Anordnung der Schaltgeräte, Leitungen ...	267	19.18	Stern-Dreieck-Schalter	290
18.7.10	Verdrahtungstechnik	268	19.19	Umschalter, Wendeschalter	291
18.7.11	Sonstige Anforderungen	269	19.20	Schützschtaltung	292
18.7.12	Schaltschrank	270	19.21	Wendeschtzschaltung	293
19	Arbeitsaufgaben		19.22	Schaltpläne einer Folgesteuerung	294
19.1	Verantwortungen bei elektrotechnischen		19.23	Geräte-Verdrahtung einer Folgesteuerung	295
	Tätigkeiten	273	20	Anhang	296
19.2	Schaltungsanalyse	274		Sachwortverzeichnis	302