

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort zur 7. Auflage</b> .....	<b>VII</b>
<b>1 Einheiten und Zeichen</b> .....	<b>1</b>
1.1 Basiseinheiten .....	1
1.2 Ableitung der elektrischen Einheiten .....	1
1.3 Abkürzungen von Einheiten .....	1
1.4 Vorsätze von Einheiten .....	2
1.5 Umrechnung von Einheiten .....	3
1.6 Formelzeichen .....	3
1.7 Häufig gebrauchte Schaltsymbole .....	4
1.8 Das griechische Alphabet .....	9
<b>2 Mathematische Grundlagen, Formeln und grafische Lösungsverfahren</b> .....	<b>11</b>
2.1 Satz des Pythagoras .....	11
2.2 Winkelfunktionen (trigonometrische Funktionen) .....	12
2.3 Funktionsgleichungen .....	13
2.4 Formeln .....	14
2.5 Grafische Lösungsverfahren .....	22
2.6 Asynchronmotoren .....	26
<b>3 Einführung</b> .....	<b>31</b>
3.1 Normen, Vorschriften, Richtlinien .....	31
3.2 Einige Sicherheitshinweise .....	32
3.3 Vorgehensweise bei der Projektierung .....	34
3.4 Bemessung der Hausanschlussleitung .....	37
3.5 Bemessungsstromstärke von Lasten .....	40
<b>4 Berechnung von Kurzschlussströmen</b> .....	<b>47</b>
4.1 Allgemeine Gesichtspunkte für die Ermittlung von Kurzschlussströmen .....	47
4.2 Generatorferner Kurzschluss .....	49
4.2.1 Anfangs-Kurzschlusswechselstrom .....	49
4.2.1.1 Wirk- und Blindwiderstände des Hochspannungsnetzes, bezogen auf die Unterspannungsseite des Transformators .....	50
4.2.1.2 Wirk- und Blindwiderstände von Transformatoren .....	50
4.2.1.3 Wirk- und Blindwiderstände des Leitungsnetzes .....	52
4.2.2 Stoßkurzschlussstrom $i_p$ .....	55

4.3	Kleinsten Kurzschlussstrom .....	58
4.3.1	Allgemeine Gesichtspunkte für die Ermittlung des kleinsten Kurzschlussstroms .....	58
4.3.2	Berechnung des kleinsten einpoligen Kurzschlussstroms .....	59
4.4	Generatorsnahe Kurzschlüsse in Niederspannungsnetzen .....	66
<b>5</b>	<b>Spannungsfall auf elektrischen Kabeln und Leitungen .....</b>	<b>79</b>
5.1	Grundsätze für die Ermittlung des Spannungsfalls .....	79
5.2	Spannungsfall bei Gleichstrom .....	80
5.3	Spannungsfall bei Wechselstrom .....	81
5.4	Spannungsfall bei Drehstrom .....	82
<b>6</b>	<b>Schutz durch Abschaltung .....</b>	<b>87</b>
6.1	TN-System mit Überstrom-Schutzeinrichtung .....	87
6.2	TN-System mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtung .....	91
6.3	TT-System mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtung .....	92
6.4	Empfehlungen von Fehlerstrom- und Überstrom-Schutzeinrichtungen .....	93
<b>7</b>	<b>Erdungsanlagen .....</b>	<b>97</b>
7.1	Erdungswiderstand .....	97
7.1.1	Oberflächenerder .....	97
7.1.2	Tiefenerder .....	98
7.1.3	Fundamenterder .....	99
7.2	Ringerder .....	101
7.3	Bauliche Maßnahmen bei Erdungsanlagen .....	104
7.4	Wirksamkeit des Schutzpotentialausgleichs .....	107
7.4.1	Betrachtung des TN-Systems .....	107
7.4.2	Betrachtung des TT-Systems .....	113
7.4.3	Unterbrechung des Schutzleiters .....	116
7.4.4	Vergleich der Ergebnisse .....	117
<b>8</b>	<b>Blitzschutzanlagen .....</b>	<b>119</b>
8.1	Trennungsabstand .....	123
8.2	Innerer Blitzschutz .....	124
8.3	Hauptschutzpotentialausgleich .....	126
8.4	Ausführung der Erdungsanlage für den Potentialausgleich .....	126
8.5	Schutzpotentialausgleichsleiter .....	126
8.6	Haupterdungsklemme .....	127
8.7	Zusätzlicher Schutzpotentialausgleich .....	127
8.8	Auswahl, Installation und Montage von Überspannungsschutzgeräten (SPD) .....	128
8.9	Beispiele für Blitzschutz und Erdung .....	130

<b>9</b>	<b>Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen</b>	<b>133</b>
9.1	Strombelastbarkeit von Leitungen	133
9.1.1	Strombelastbarkeit $I_Z$ bei anderen Umgebungstemperaturen ab 30 °C	137
9.1.2	Strombelastbarkeit $I_Z$ von gehäuft verlegten Leitungen	138
9.1.3	Strombelastbarkeit $I_Z$ von vieladrigen Leitungen	140
9.2	Strombelastbarkeit von Kabeln	141
9.2.1	Strombelastbarkeit $I_Z$ von Kabeln bei Verlegung in Luft und besonderen Umgebungsbedingungen	142
9.2.2	Strombelastbarkeit $I_Z$ von in Erde verlegten Kabeln, die durch Abdeckhauben oder Rohre geschützt werden	142
9.2.3	Strombelastbarkeit $I_Z$ von gehäuft verlegten Kabeln im Erdreich	142
9.2.4	Strombelastbarkeit $I_Z$ von vieladrigen Kabeln bei Verlegung im Erdreich	143
9.3	Strombelastbarkeit $I_Z$ für Leitungen und Kabel mit anderen Grenztemperaturen als 70 °C	143
9.4	Strombelastbarkeit als quadratischer Mittelwert	145
9.5	Strombelastbarkeit $I'_Z$ bei Kurzzeit- und Aussetzbetrieb	146
9.5.1	Kurzzeitbetrieb	147
9.5.2	Aussetzbetrieb	148
9.6	Strombelastbarkeit $I_Z$ parallel geschalteter Leitungen und Kabel	150
9.7	Strombelastbarkeit $I_Z$ bei gleichzeitig mehreren Umrechnungsfaktoren	150
<b>10</b>	<b>Schutz von Leitungen und Kabeln bei Überlast</b>	<b>153</b>
10.1	Auswahl der Schutzeinrichtungen	153
10.2	Überstromschutz von Leitungen	154
10.3	Maximal zulässige Kabel- und Leitungslängen	164
<b>11</b>	<b>Schutz von Leitungen und Kabeln bei Kurzschluss</b>	<b>169</b>
11.1	Gemeinsame Schutzeinrichtung für Überlast und Kurzschluss	169
11.2	Berechnung der zulässigen Ausschaltzeit	170
<b>12</b>	<b>Beispiele zur Bemessung von Leitungen und Kabeln</b>	<b>177</b>
<b>13</b>	<b>Bemessung von Schutzleitern</b>	<b>187</b>
13.1	Bemessung von Schutzleitern durch Tabellen	187
13.2	Bemessung von Schutzleitern durch Berechnung	188
13.3	Bemessung der Schutzpotentialausgleichsleiter	191

<b>14</b>	<b>Prüfung und Inbetriebnahme von Elektroinstallationen</b>	<b>193</b>
14.1	Beurteilung von Messfehlern	193
14.2	Messen des Schleifenwiderstands	193
14.3	Messen des Erdungswiderstands	195
14.4	Messen des Isolationswiderstands	195
<b>15</b>	<b>Transformatoren und deren Parallelbetrieb</b>	<b>201</b>
15.1	Lastverteilung bei gleichen relativen Kurzschlussspannungen	201
15.2	Lastverteilung bei verschiedenen relativen Kurzschlussspannungen	202
<b>16</b>	<b>Selektiver Netzaufbau</b>	<b>203</b>
16.1	Grundsätzliche Anforderungen	203
16.2	Grundsätzliche Vorgehensweise	209
16.3	Selektivitätsnachweis	210
16.3.1	Selektivitätsnachweis durch Messung	211
16.3.2	Selektivitätsnachweis durch Berechnung	213
<b>17</b>	<b>Blindstromkompensation</b>	<b>229</b>
<b>18</b>	<b>Innenraum-Beleuchtungsanlagen</b>	<b>235</b>
18.1	Beleuchtungskonzepte	237
18.1.1	Raumbezogene Beleuchtung	238
18.1.2	Arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung	238
18.1.3	Teilflächenbezogene Beleuchtung	239
18.2	Wartungswert und Wartungsfaktor	239
18.3	Beurteilung der Begrenzung der Direktblendung	240
18.4	Lichttechnische Anforderungen	241
18.5	Beleuchtungsstärke	241
18.6	Berechnung der Beleuchtungsstärke	242
18.7	Erforderliche Leuchtenanzahl $z$	247
18.8	Gleichmäßigkeit der Beleuchtung	248
18.9	Begrenzung der Blendung	249
18.9.1	Begrenzung der Direktblendung	249
18.9.2	Begrenzung der Reflexblendung	254
18.10	Lichtrichtung und Schattigkeit	254
18.11	Lichtfarbe und Farbwiedergabe	254
<b>19</b>	<b>Projektierung einer Lagerhalle</b>	<b>257</b>
<b>20</b>	<b>Literatur</b>	<b>285</b>
	<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>287</b>