

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort zur 6. 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
<b>3 Einführung .....</b>	<b>27</b>
3.1 Normen, Vorschriften, Richtlinien .....	27
3.2 Einige Sicherheitshinweise .....	28
3.3 Vorgehensweise bei der Projektierung .....	30
3.4 Bemessung der Hausanschlussleitung .....	33
3.5 Bemessungsstromstärke von Lasten .....	36
<b>4 Berechnung von Kurzschlussströmen .....</b>	<b>41</b>
4.1 Allgemeine Gesichtspunkte für die Ermittlung von Kurzschlussströmen .....	41
4.2 Generatorferner Kurzschluss .....	43
4.2.1 Anfangs-Kurzschlusswechselstrom .....	43
4.2.1.1 Wirk- und Blindwiderstände des Hochspannungsnetzes, bezogen auf die Unterspannungsseite des Transformatoren .....	44
4.2.1.2 Wirk- und Blindwiderstände von Transformatoren .....	44
4.2.1.3 Wirk- und Blindwiderstände des Leitungsnetzes .....	46

4.2.2	Stoßkurzschlussstrom $i_p$ . . . . .	49
4.3	Kleinster Kurzschlussstrom . . . . .	52
4.3.1	Allgemeine Gesichtspunkte für die Ermittlung des kleinsten Kurzschlussstroms . . . . .	52
4.3.2	Berechnung des kleinsten einpoligen Kurschlusstroms . . . . .	53
4.4	Generatornahe Kurzschlüsse in Niederspannungsnetzen . . . . .	60
<b>5</b>	<b>Spannungsfall auf elektrischen Kabeln und Leitungen</b> . . . . .	<b>73</b>
5.1	Grundsätze für die Ermittlung des Spannungsfalls . . . . .	73
5.2	Spannungsfall bei Gleichstrom . . . . .	74
5.3	Spannungsfall bei Wechselstrom . . . . .	75
5.4	Spannungsfall bei Drehstrom . . . . .	76
<b>6</b>	<b>Schutz durch Abschaltung</b> . . . . .	<b>81</b>
6.1	TN-System mit Überstrom-Schutzeinrichtung . . . . .	81
6.2	TN-System mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtung . . . . .	85
6.3	TT-System mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtung . . . . .	85
<b>7</b>	<b>Erdungsanlagen</b> . . . . .	<b>87</b>
7.1	Erdungswiderstand . . . . .	87
7.1.1	Oberflächenerder . . . . .	87
7.1.2	Tiefenerder . . . . .	88
7.1.3	Fundamenterder . . . . .	89
7.2	Ringerder . . . . .	91
7.3	Bauliche Maßnahmen bei Erdungsanlagen . . . . .	94
<b>8</b>	<b>Blitzschutzanlagen</b> . . . . .	<b>99</b>
8.1	Trennungsabstand . . . . .	103
8.2	Innerer Blitzschutz . . . . .	104
8.3	Hauptpotentialausgleich . . . . .	106
8.4	Ausführung der Erdungsanlage für den Potentialausgleich . . . . .	106
8.5	Schutzzentialausgleichsleiter . . . . .	106
8.6	Haupterdungsklemme . . . . .	107
8.7	Zusätzlicher Potentialausgleich . . . . .	107
8.8	Auswahl, Installation und Montage von Überspannungsschutzgeräten (SPDs) . . . . .	108
8.9	Beispiele für Blitzschutz und Erdung . . . . .	110
<b>9</b>	<b>Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen</b> . . . . .	<b>113</b>
9.1	Strombelastbarkeit von Leitungen . . . . .	113

9.1.1	Strombelastbarkeit $I_Z$ bei anderen Umgebungs-temperaturen ab 30 °C .....	117
9.1.2	Strombelastbarkeit $I_Z$ von gehäuft verlegten Leitungen.....	118
9.1.3	Strombelastbarkeit $I_Z$ von vieladrigen Leitungen .....	120
9.2	Strombelastbarkeit von Kabeln .....	121
9.2.1	Strombelastbarkeit $I_Z$ von Kabeln bei Verlegung in Luft und besonderen Umgebungsbedingungen .....	122
9.2.2	Strombelastbarkeit $I_Z$ von in Erde verlegten Kabeln, die durch Abdeckhauben oder Rohre geschützt werden.....	122
9.2.3	Strombelastbarkeit $I_Z$ von gehäuft verlegten Kabeln im Erdreich .....	122
9.2.4	Strombelastbarkeit $I_Z$ von vieladrigen Kabeln bei Verlegung im Erdreich.....	123
9.3	Strombelastbarkeit $I_Z$ für Leitungen und Kabel mit anderen Grenztemperaturen als 70 °C.....	123
9.4	Strombelastbarkeit als quadratischer Mittelwert .....	125
9.5	Strombelastbarkeit $I'_Z$ bei Kurzzeit- und Aussetzbetrieb.....	126
9.5.1	Kurzzeitbetrieb.....	127
9.5.2	Aussetzbetrieb .....	128
9.6	Strombelastbarkeit $I_Z$ parallel geschalteter Leitungen und Kabel.....	130
9.7	Strombelastbarkeit $I_Z$ bei gleichzeitig mehreren Umrechnungsfaktoren .....	130
<b>10</b>	<b>Schutz von Leitungen und Kabeln bei Überlast .....</b>	<b>133</b>
10.1	Auswahl der Schutzeinrichtungen .....	133
10.2	Überstromschutz von Leitungen.....	134
<b>11</b>	<b>Schutz von Leitungen und Kabeln bei Kurzschluss .....</b>	<b>145</b>
11.1	Gemeinsame Schutzeinrichtung für Überlast und Kurzschluss .....	145
11.2	Berechnung der zulässigen Ausschaltzeit.....	146
<b>12</b>	<b>Beispiele zur Bemessung von Leitungen und Kabeln .....</b>	<b>153</b>
<b>13</b>	<b>Bemessung von Schutzleitern .....</b>	<b>163</b>
13.1	Bemessung von Schutzleitern durch Tabellen.....	163
13.2	Bemessung von Schutzleitern durch Berechnung.....	164
13.3	Bemessung der Schutzzpotentialausgleichsleiter .....	167
<b>14</b>	<b>Beurteilung von Messfehlern .....</b>	<b>169</b>
14.1	Messen des Schleifenwiderstands .....	169
14.2	Messen des Erdungswiderstands.....	170
14.3	Messen des Isolationswiderstands.....	170

<b>15</b>	<b>Transformatoren und deren Parallelbetrieb .....</b>	173
15.1	Lastverteilung bei gleichen relativen Kurzschlussspannungen.....	173
15.2	Lastverteilung bei verschiedenen relativen Kurzschlussspannungen ..	174
<b>16</b>	<b>Selektiver Netzaufbau .....</b>	175
16.1	Grundsätzliche Anforderungen.....	175
16.2	Grundsätzliche Vorgehensweise .....	181
16.3	Selektivitätsnachweis.....	182
16.3.1	Selektivitätsnachweis durch Messung.....	183
16.3.2	Selektivitätsnachweis durch Berechnung.....	185
<b>17</b>	<b>Blindstromkompensation.....</b>	201
<b>18</b>	<b>Innenraum-Beleuchtungsanlagen .....</b>	207
18.1	Beleuchtungskonzepte .....	209
18.1.1	Raumbezogene Beleuchtung .....	210
18.1.2	Arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung.....	210
18.1.3	Teilflächenbezogene Beleuchtung.....	211
18.2	Wartungswert und Wartungsfaktor.....	211
18.3	Beurteilung der Begrenzung der Direktblendung.....	212
18.4	Lichttechnische Anforderungen .....	213
18.5	Beleuchtungsstärke .....	213
18.6	Berechnung der Beleuchtungsstärke.....	214
18.7	Erforderliche Leuchtenanzahl z.....	219
18.8	Gleichmäßigkeit der Beleuchtung.....	220
18.9	Begrenzung der Blendung .....	221
18.9.1	Begrenzung der Direktblendung.....	221
18.9.2	Begrenzung der Reflexblendung .....	226
18.10	Lichtrichtung und Schattigkeit .....	226
18.11	Lichtfarbe und Farbwiedergabe.....	226
<b>19</b>	<b>Projektierung einer Lagerhalle .....</b>	229
<b>Literaturverzeichnis .....</b>		257
<b>Stichwortverzeichnis .....</b>		259