

Inhalt

Vorwort zur 9. Auflage	5
1 Einheiten und Zeichen	13
1.1 Basiseinheiten	13
1.2 Ableitung der elektrischen Einheiten	13
1.3 Abkürzungen von Einheiten	14
1.4 Vorsätze von Einheiten	15
1.5 Umrechnung von Einheiten	15
1.6 Formelzeichen	16
1.7 Häufig gebrauchte Schaltsymbole	17
1.8 Das griechische Alphabet	20
2 Mathematische Grundlagen, Formeln und grafische Lösungsverfahren	21
2.1 Satz des Pythagoras	21
2.2 Winkelfunktionen (trigonometrische Funktionen)	22
2.3 Funktionsgleichungen	23
2.4 Formeln	24
2.5 Grafische Lösungsverfahren	32
2.6 Asynchronmotoren	36
3 Einführung	41
3.1 Normen, Vorschriften, Richtlinien	41
3.2 Einige Sicherheitshinweise	43
3.3 Vorgehensweise bei der Projektierung	45
3.4 Bemessung der Hauptleitung	48
3.5 Bemessungsstromstärke von Lasten	51
4 Berechnung von Kurzschlussströmen	59
4.1 Einführung	59
4.2 Allgemeine Gesichtspunkte für die Ermittlung von Kurzschluss- strömen	60
4.3 Generatorferner Kurzschluss	62
4.3.1 Anfangs-Kurzschlusswechselstrom I_k''	62
4.3.1.1 Wirk- und Blindwiderstände des Hochspannungsnetzes, bezogen auf die Unterspannungsseite des Transformators	63

4.3.1.2	Wirk- und Blindwiderstände von Transformatoren	63
4.3.1.3	Wirk- und Blindwiderstände des Leitungsnetzes	65
4.3.2	Stoßkurzschlussstrom i_p	68
4.4	Kleinster Kurzschlussstrom I''_{kl}	71
4.4.1	Allgemeine Gesichtspunkte für die Ermittlung des kleinsten Kurzschlussstroms	71
4.4.2	Berechnung des kleinsten einpoligen Kurzschlussstroms I''_{kl}	72
4.5	Generatornahe Kurzschlüsse in Niederspannungsnetzen	79
5	Spannungsfall auf elektrischen Kabeln und Leitungen	93
5.1	Grundsätze für die Ermittlung des Spannungsfalls	93
5.2	Spannungsfall bei Gleichstrom	94
5.3	Spannungsfall bei Wechselstrom	97
5.4	Spannungsfall bei Drehstrom	103
6	Schutz durch Abschaltung	109
6.1	TN-System mit Überstrom-Schutzeinrichtung	109
6.2	TN-System mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtung	113
6.3	TT-System mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtung	114
6.4	Empfehlungen von Fehlerstrom- und Überstrom- Schutzeinrichtungen	115
7	Erdungsanlagen für Gebäude	119
7.1	Änderungen	119
7.2	Funktionen von Erdungsanlagen	120
7.3	Planung und Errichtung von Erdungsanlagen	121
7.4	Erdungswiderstand	121
7.4.1	Oberflächenerder	122
7.4.2	Tiefenerder	122
7.4.3	Fundamenterder	124
7.5	Arten von Erdern	126
7.6	Ausführung von Erdungsanlagen	126
7.7	Ringerder	127
7.8	Bauliche Maßnahmen bei Erdungsanlagen	131
7.9	Wirksamkeit des Schutzpotentialausgleichs	133
7.9.1	Betrachtung des TN-Systems	135
7.9.2	Betrachtung des TT-Systems	139
7.9.3	Unterbrechung des Schutzleiters	142
7.9.4	Vergleich der Ergebnisse	143
7.10	Auswahl von Werkstoffen und Bauteilen	143

7.11	Überprüfung auf Übereinstimmung und Dokumentation	144
7.11.1	Dokumentation	144
7.11.2	Durchgangsmessung	144
7.12	Beispiele zur Erdung	145
8	Blitzschutzanlagen	147
8.1	Trennungsabstand	151
8.2	Innerer Blitzschutz	152
8.3	Hauptschutzpotentialausgleich	154
8.4	Ausführung der Erdungsanlage für den Potentialausgleich.	154
8.5	Schutzpotentialausgleichsleiter	154
8.6	Haupterdungsklemme	155
8.7	Zusätzlicher Schutzpotentialausgleich.	155
8.8	Auswahl, Installation und Montage von Überspannungsschutzgeräten (SPD)	156
8.9	Beispiele für Blitzschutz und Erdung	158
9	Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen	161
9.1	Strombelastbarkeit von Leitungen.	161
9.1.1	Strombelastbarkeit I_Z bei anderen Umgebungstemperaturen ab 30 °C	164
9.1.2	Strombelastbarkeit I_Z von gehäuft verlegten Leitungen	165
9.1.3	Strombelastbarkeit I_Z von vieladrigen Leitungen	166
9.2	Strombelastbarkeit von Kabeln	167
9.2.1	Strombelastbarkeit I_Z von Kabeln bei Verlegung in Luft und besonderen Umgebungsbedingungen	168
9.2.2	Strombelastbarkeit I_Z von in Erde verlegten Kabeln, die durch Abdeckhauben oder Rohre geschützt werden	168
9.2.3	Strombelastbarkeit I_Z von gehäuft verlegten Kabeln im Erdreich.	169
9.2.4	Strombelastbarkeit I_Z von vieladrigen Kabeln bei Verlegung im Erdreich	169
9.3	Strombelastbarkeit I_Z für Leitungen und Kabel mit anderen Grenztemperaturen als 70 °C.	170
9.4	Strombelastbarkeit als quadratischer Mittelwert.	171
9.5	Strombelastbarkeit I'_Z bei Kurzzeit- und Aussetzbetrieb	172
9.5.1	Kurzzeitbetrieb	173
9.5.2	Aussetzbetrieb	174
9.6	Strombelastbarkeit I_Z parallel geschalteter Leitungen und Kabel	176
9.7	Strombelastbarkeit I_Z bei gleichzeitig mehreren Umrechnungsfaktoren	177

10	Schutz von Leitungen und Kabeln bei Überlast	179
10.1	Auswahl der Schutzeinrichtungen	179
10.2	Überstromschutz von Leitungen	180
10.3	Maximal zulässige Kabel- und Leitungslängen	190
11	Schutz von Leitungen und Kabeln bei Kurzschluss	195
11.1	Gemeinsame Schutzeinrichtung für Überlast und Kurzschluss	195
11.2	Berechnung der zulässigen Ausschaltzeit	196
12	Beispiele zur Bemessung von Leitungen und Kabeln	203
13	Bemessung von Schutzleitern	213
13.1	Bemessung von Schutzleitern durch Tabellen	213
13.2	Bemessung von Schutzleitern durch Berechnung	214
13.3	Bemessung der Schutzpotentialausgleichsleiter	217
14	Prüfung und Inbetriebnahme von Elektroinstallationen	219
14.1	Beurteilung von Messfehlern	219
14.2	Messen des Schleifenwiderstands	220
14.3	Messen des Erdungswiderstands	221
14.4	Messen des Isolationswiderstands	222
15	Transformatoren und deren Parallelbetrieb	227
15.1	Lastverteilung bei gleichen relativen Kurzschlussspannungen	227
15.2	Lastverteilung bei verschiedenen relativen Kurzschlussspannungen ..	228
16	Selektiver Netzaufbau	229
16.1	Grundsätzliche Anforderungen	229
16.2	Grundsätzliche Vorgehensweise	235
16.3	Selektivitätsnachweis	236
16.3.1	Selektivitätsnachweis durch Messung	237
16.3.2	Selektivitätsnachweis durch Berechnung	239
17	Blindstromkompensation	255
18	Innenraum-Beleuchtungsanlagen	261
18.1	Beleuchtungskonzepte	263
18.1.1	Raumbezogene Beleuchtung	264
18.1.2	Arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung	264
18.1.3	Teilflächenbezogene Beleuchtung	265

18.2	Wartungswert und Wartungsfaktor	265
18.3	Beurteilung der Begrenzung der Direktblendung	266
18.4	Lichttechnische Anforderungen	267
18.5	Beleuchtungsstärke	267
18.6	Berechnung der Beleuchtungsstärke	268
18.7	Erforderliche Leuchtenanzahl z	273
18.8	Gleichmäßigkeit der Beleuchtung	274
18.9	Begrenzung der Blendung	275
18.9.1	Begrenzung der Direktblendung	276
18.9.2	Begrenzung der Reflexblendung	280
18.10	Lichtrichtung und Schattigkeit	280
18.11	Lichtfarbe und Farbwiedergabe	280
19	Projektierung einer Lagerhalle	283
Literatur		309
Stichwortverzeichnis		311