

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen der Kurzschlussstromberechnung	11
1.1	Kurzschluss	11
1.1.1	Schaltvorgänge in R - L -Kreisen	12
1.1.2	Kurzschlussarten	22
1.1.3	Lichtbogenfehler	25
1.1.4	Kurzschlussstromberechnung mit reellen Größen	28
1.1.5	Rechnen mit bezogenen Größen	31
1.2	Unsymmetrische Vorgänge	36
1.2.1	Diagonaltransformation	36
1.2.2	Orthonormalkomponenten	39
1.2.3	Symmetrische Komponenten	42
1.2.4	Maximaler Kurzschlussstrom	68
1.2.5	Komponentensysteme	70
1.2.6	Vierleiter-Ersatzschaltung	73
1.3	Betriebsmittel	74
1.3.1	Vereinfachte Ersatzschaltung	75
1.3.2	Netzeinspeisung	80
1.3.3	Passive Lasten und Kondensatoren	82
1.3.4	Freileitungen	83
1.3.5	Längsdrosselspulen	98
1.3.6	Transformatoren	98
1.3.7	Kraftwerke	117
1.3.8	Generatoren	127
1.3.9	Motoren	148
1.3.10	Stromrichter	154
1.4	Vermaschte Netze	155
1.4.1	Kurzschluss mit Vorbelastung	155
1.4.2	Überlagerungsverfahren	159
1.4.3	Ersatzspannungsquelle an den Fehlerstellen	163
1.4.4	Unsymmetrische Fehler	164
1.4.5	Doppelerdkurzschlüsse	165
1.4.6	Stoßkurzschlussstrom	172
1.4.7	Ausschalt- und Dauerkurzschlussstrom	176

2	Vorschriften zur Kurzschlussstromberechnung	177
2.1	Entwicklung der Normung	177
2.2	Bestehende Vorschriften	177
2.3	Voraussetzungen.....	179
2.3.1	Allgemeines zu den Berechnungsverfahren	179
2.3.2	Berücksichtigung von Verbrauchern bei dreipoligen Kurzschlussströmen	181
2.3.3	Berücksichtigung von Verbrauchern bei einpoligen Kurzschlussströmen	184
2.4	Auswahl der Kurzschlussströme und Kurzschlussfälle.....	189
2.5	Grundsätzliche Berechnungsverfahren.....	194
2.5.1	Überlagerungsverfahren	194
2.5.2	Verfahren mithilfe der Ersatzspannungsquelle an der Kurzschlussstelle	196
2.5.3	Spannungsfaktor c	198
2.5.4	Korrekturfaktoren	204
2.6	Impedanzen von Betriebsmitteln.....	205
2.6.1	Netzeinspeisungen.....	205
2.6.2	Generatoren	206
2.6.3	Kraftwerksblock	208
2.6.4	Motoren	210
2.6.5	Freileitungen und Kabel	219
2.6.6	Transformatoren	220
2.6.7	Kondensatoren	225
2.7	Berechnung der Kurzschlussströme	225
2.7.1	Kurzschlussstromverlauf.....	225
2.7.2	Anfangs-Kurzschlusswechselstrom	226
2.7.3	Stoßkurzschlussstrom	226
2.7.4	Ausschaltwechselstrom I_b	234
2.7.5	Dauerkurzschlussstrom.....	244
2.7.6	Thermisch wirksamer Kurzschlussstrom	252
2.8	Unsymmetrische Kurzschlussströme.....	257
3	Auswirkungen des Kurzschlussstroms	259
3.1	Stromkräfte	259
3.2	Thermische Beanspruchung	266
3.3	Spannungsverlagerung	272
3.4	Transiente Stabilität	278
3.5	Erdung	286

3.5.1	Ausbreitungswiderstand	287
3.5.2	Kettenleiter und Wellenwiderstand	291
3.5.3	Schritt- und Berührungsspannungen	294
3.6	Beeinflussung	296
3.6.1	Kopplungen	296
3.6.2	Kompensationsleiter	300
3.6.3	Zusammenfassung von Reduktionsfaktoren.....	305
3.7	Kurzschlusschutz	307
3.7.1	Überstromschutz.....	308
3.7.2	Distanzschutz.....	311
3.7.3	Differentialschutz	313
3.7.4	Abschaltsicherheit	313
3.7.5	Stromwandler	314
3.8	Fehlende Nulldurchgänge.....	317
3.9	Torsionsschwingungen	319
4	Kennwerte von Freileitungen	321
4.1	Kennwerte von Freileitungen	321
4.2	Kennwerte von Kabeln	322
4.3	Kennwerte von Transformatoren.....	323
4.4	Kennwerte von Synchrongeneratoren	324
5	Programme zur Kurzschlussstromberechnung	325
5.1	ELAPLAN®	325
5.2	NEPLAN®	326
6	Literatur	327
6.1	Literatur zu Kapitel 1.....	327
6.2	Literatur zu Kapitel 2.....	328
6.3	Literatur zu Kapitel 3.....	329
6.4	Literatur zu Kapitel 5.....	330
7	Schreibweisen.....	331
7.1	Formelzeichen	331
7.2	Indizes.....	334
7.3	Nebenzeichen, oben rechts	335
	Stichwortverzeichnis	337