

Anwendungsbereich

Anwendungsbereich dieser Norm ist ...

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	16
1 Anwendungsbereich.....	17
2 Normative Verweisungen	17
3 Begriffe	18
3.1 Allgemeine Begriffe	18
3.2 Schaltgerätekombinationen.....	21
3.3 Teile von Schaltgerätekombinationen	21
3.4 Schaltgeräte	22
3.5 Teile von Generatorschaltern	25
3.6 Betrieb	28
3.7 Kenngrößen.....	31
3.8 Begriffsindex.....	45
4 Normale und besondere Betriebsbedingungen.....	49
4.1 Normale Betriebsbedingungen.....	49
4.2 Besondere Betriebsbedingungen	49
5 Bemessungsgrößen	49
5.1 Allgemeines	49
5.2 Bemessungsspannung U_r	50
5.3 Bemessungs-Isolationspegel	50
5.4 Bemessungsfrequenz f_r	51
5.5 Bemessungs-Dauerstrom I_r	51
5.5.101 Belastbarkeit im Notbetrieb bei Ausfall der Kühlung.....	51
5.6 Bemessungs-Kurzzeitstrom I_k	53
5.7 Bemessungs-Stoßstrom I_p	53
5.8 Bemessungs-Kurzschlussdauer t_k	53
5.9 Bemessungs-Versorgungsspannung von Ein- und Ausschaltvorrichtungen und von Hilfs- und Steuerstromkreisen U_a	53
5.9.1 Allgemeines	53
5.9.2 Bemessungs-Versorgungsspannung U_a	53
5.10 Bemessungs-Versorgungsfrequenz von Ein- und Ausschaltvorrichtungen und Hilfsstromkreisen	54
5.11 Bemessungsdruck der Druckgasversorgung für gesteuerte Drucksysteme	54
5.101 Bemessungs-Kurzschlussstrom von Generatorschaltern	55
5.101.1 Allgemeines	55
5.101.2 Bemessungs-Kurzschluss-Ausschaltstrom der Netzquelle.....	55

	Seite
5.101.3 Bemessungs-Kurzschluss-Ausschaltstrom der Generatorquelle.....	57
5.101.4 Bemessungswert des einphasigen Erdschlussausschaltstroms	59
5.102 Bemessungswert des Scheitelwertes des Kurzschluss-Einschaltstroms IMC von Generatorschaltern	59
5.103 Bemessungs-Lasteinschalt- und -ausschaltstrom von Generatorschaltern	59
5.104 Bemessungs-Ein- und -Ausschaltstrom unter Asynchronbedingungen für Generatorschalter	59
5.105 Bemessungseinschwingspannung (TRV) bezogen auf die Ausschaltströme von Generatorschaltern	60
5.105.1 Darstellung der Einschwingspannungswellen.....	60
5.105.2 Bemessungswerte der Einschwingspannung	61
5.106 Standardschaltfolge von Generatorschaltern.....	62
5.106.1 Allgemeines.....	62
5.106.2 Bemessungs-Kurzschlussstromschaltfolge	62
5.106.3 Bemessungs-Laststromschaltfolge	62
5.106.4 Bemessungs-Schaltfolge unter Asynchronbedingungen	62
5.107 Bemessungszeitgrößen von Generatorschaltern.....	63
5.107.1 Allgemeines.....	63
5.107.2 Dreiphasige Ausschaltzeit.....	63
5.107.3 Bemessungswert der kleinsten Ausschalteigenzeit.....	64
5.108 Standfestigkeitsklasse hinsichtlich mechanischer Schaltvorgänge von Generatorschaltern, Haupttrennschaltern, Anlassschaltern und BTB-Schaltern der Klassen M1, M2 und M3	64
6 Konstruktion und Bau	64
6.1 Anforderungen an Flüssigkeiten in Generatorschaltern und Generatorschalersystemen	64
6.2 Anforderungen an Gase in Generatorschaltern und Generatorschalersystemen	64
6.3 Erdung von Generatorschaltern und Generatorschalersystemen	65
6.4 Hilfs- und Steuereinrichtungen und -stromkreise	65
6.5 Abhängige Kraftbetätigung.....	66
6.6 Kraftspeicherbetätigung	66
6.7 Unabhängige entriegelte Betätigung (unabhängige Hand- oder Kraftbetätigung).....	66
6.8 Handbetriebene Bedienteile	66
6.9 Arbeitsbedingungen für Auslöser	66
6.9.1 Allgemeines.....	66
6.9.2 Einschalt-Hilfsauslöser	66
6.9.3 Ausschalt-Hilfsauslöser	66
6.9.4 Betätigung von Hilfsauslösern mittels Kondensatoren	66
6.9.5 Unterspannungsauslöser	66
6.9.101 Mehrfachauslöser	66
6.9.102 Betriebsgrenzen von Auslösern	66
6.9.103 Leistungsaufnahme von Auslösern	67
6.10 Gasdruck-/Flüssigkeitspegel-Überwachungseinrichtung	67

	Seite
6.10.1 Gasdruck	67
6.10.2 Flüssigkeitspegel	67
6.11 Leistungsschilder	67
6.11.1 Allgemeines	67
6.11.2 Anwendung auf Generatorschalter	67
6.11.3 Anwendung auf Generatorschaltersysteme	70
6.11.4 Umrüstung von Generatorschaltern	75
6.12 Verriegelungseinrichtungen	75
6.13 Schaltstellungsanzeige	75
6.14 Schutzgrade von Gehäusen	75
6.14.1 Allgemeines	75
6.14.2 Schutz von Personen gegen Berührung gefährlicher Teile sowie Schutz von Anlagen gegen das Eindringen von festen Fremdkörpern (IP-Kodierung)	76
6.14.3 Schutz gegen das Eindringen von Wasser (IP-Kodierung)	76
6.14.4 Schutz gegen mechanische Einwirkung bei normalen Betriebsbedingungen (IK- Kodierung)	76
6.15 Kriechweglängen für Freiluftisolatoren	76
6.16 Gas- und Vakuumdichtheit	76
6.17 Dichtheit von Flüssigsystemen	76
6.18 Brandgefahr (Entflammbarkeit)	76
6.19 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	76
6.20 Röntgenstrahlenemission	76
6.21 Korrosion	76
6.22 Füllstände für Isolation, Schalten und/oder Betätigung	77
6.101 Anforderungen an den Gleichlauf der Pole von Generatorschaltern bei einzelnen Ein- und Ausschaltungen	77
6.102 Allgemeine Anforderungen an den Betrieb von Generatorschaltern	77
6.103 Druckgrenzen des Mediums für Betätigung von Generatorschaltern	77
6.104 Ausblasöffnungen von Generatorschaltern	77
6.105 Warnschilder	78
6.106 Anweisungen	78
6.107 Nieder- und Hochdruck-Verriegelungseinrichtungen	78
7 Typprüfungen	78
7.1 Allgemeines	78
7.1.1 Grundlagen	78
7.1.2 Angaben zur Identifikation von Prüfobjekten	80
7.1.3 Informationen, die in Typprüfberichten enthalten sein müssen	80
7.2 Dielektrische Prüfungen	80
7.2.1 Allgemeines	80
7.2.2 Umgebungsbedingungen während der Prüfungen	80

	Seite
7.2.3	Regenprüfung 81
7.2.4	Prüfaufbau 81
7.2.5	Kriterien für das Bestehen der Prüfung 82
7.2.6	Anlegen der Prüfspannung und Prüfbedingungen 82
7.2.7	Prüfungen an Generatorschaltern und Generatorschaltersystemen mit $U_r \leq 245$ kV 82
7.2.8	Prüfungen an Generatorschaltern und Generatorschaltersystemen mit $U_r > 245$ kV 82
7.2.9	Prüfungen an Freiluftisolatoren mit künstlicher Verschmutzung 82
7.2.10	Teilentladungsprüfungen 82
7.2.11	Dielektrische Prüfungen an Hilfs- und Steuerstromkreisen 83
7.2.12	Spannungsprüfung als Zustandskontrolle 83
7.3	Funk-Störspannungsprüfungen 83
7.4	Messung des Widerstands 83
7.4.1	Messung des Widerstands von Hilfskontakten der Klasse 1 und Klasse 2 83
7.4.2	Messung des Widerstands von Hilfskontakten der Klasse 3 83
7.4.3	Prüfung der dauerhaften Erdung metallischer Teile 83
7.4.4	Messung des Widerstands von Kontakten und Verbindungen im Hauptstromkreis als Zustandsprüfung 83
7.5	Dauerstromprüfung 84
7.5.1	Zustand des Prüfobjekts 84
7.5.2	Prüfaufbau 84
7.5.3	Prüfstrom und Prüfdauer 85
1.1.2	Temperaturmessung während der Prüfung 86
7.5.5	Widerstand des Hauptstromkreises 86
7.5.6	Prüfkriterien 86
7.5.101	Nachweise von Notbedingungen 86
7.6	Kurzzeitstrom- und Stoßstromprüfungen 87
7.6.1	Allgemeines 87
7.6.2	Anordnung des Generatorschalters oder Generatorschaltersystems und des Prüfkreises 87
7.6.3	Prüfstrom und Prüfdauer 87
7.6.4	Zustand des Prüfobjekts nach der Prüfung 87
7.7	Überprüfung des Schutzgrades 87
7.7.1	Prüfung der IP-Kodierung 87
7.7.2	Prüfung der IK-Kodierung 87
7.8	Dichtheitsprüfungen 87
7.9	Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) 88
7.10	Zusätzliche Prüfungen an Hilfs- und Steuerstromkreisen 88
7.10.1	Allgemeines 88
7.10.2	Funktionsprüfungen 88
7.10.3	Nachweis der Betriebskenndaten von Hilfskontakten 88

	Seite
7.10.4 Umweltprüfungen	88
7.10.5 Dielektrische Prüfungen	88
7.11 Prüfverfahren der Röntgenstrahlungs-Emission von Vakuum-Schaltkammern.....	88
7.101 Mechanische Prüfungen und Umweltprüfungen von Generatorschaltern	88
7.101.1 Verschiedene Bestimmungen für mechanische Prüfungen und Umweltprüfungen.....	88
7.101.2 Mechanische Funktionsprüfung bei Umgebungstemperatur	91
7.101.3 Grenztemperaturprüfungen	93
7.101.4 Prüfungen des Schallpegels.....	97
7.102 Verschiedene Bestimmungen für Ein- und Ausschaltprüfungen.....	98
7.102.1 Allgemeines	98
7.102.2 Anzahl von Prüfmustern	98
7.102.3 Anordnung des Generatorschalters für die Prüfungen.....	98
7.102.4 Allgemeines zu den Prüfverfahren	100
7.102.5 Synthetische Prüfungen	106
7.102.6 Leerschaltungen vor den Prüfungen	106
7.102.7 Alternative Antriebe	106
7.102.8 Verhalten des Generatorschalters während der Prüfungen.....	106
7.102.9 Zustand des Generatorschalters nach den Prüfungen	107
7.102.10 Nachweis der schwersten Schaltbedingungen	109
7.102.11 Verfahren zur Ermittlung der unbeeinflussten Einschwingspannungswellen	128
7.103 Kurzschluss-Ein- und -Ausschaltprüfungen der Netzquelle	128
7.103.1 Leistungsfaktor des Prüfkreises	128
7.103.2 Frequenz des Prüfkreises	128
7.103.3 Erdung des Prüfkreises	128
7.103.4 Anschluss des Prüfkreises an den Generatorschalter	130
7.103.5 Anstehende Spannung für die Kurzschluss-Einschaltprüfungen der Netzquelle.....	130
7.103.6 Kurzschluss-Ein- und -Ausschaltstrom der Netzquelle	130
7.103.7 Einschwingspannung (TRV) bei Kurzschluss-Ausschaltprüfungen der Netzquelle.....	131
7.103.8 Messung der Einschwingspannung während der Prüfung.....	131
7.103.9 Betriebsfrequente wiederkehrende Spannung.....	131
7.103.10 Kurzschluss-Prüfschaltfolge für die Netzquelle.....	131
7.103.11 Kurzschluss-Prüfreihe der Netzquelle.....	131
7.103.12 Nachweis der schwersten Kommutierungsbedingungen	132
7.104 Laststrom-Ausschaltprüfungen.....	135
7.104.1 Allgemeines	135
7.104.2 Bedingungen für die Prüfschärfe.....	135
7.104.3 Anzahl der Prüfungen.....	135
7.105 Kurzschlussstrom-Ein- und -Ausschaltprüfungen der Generatorquelle	135
7.105.1 Leistungsfaktor des Prüfkreises	135

	Seite
7.105.2	Frequenz des Prüfkreises 136
7.105.3	Erdung des Prüfkreises 136
7.105.4	Anschluss des Prüfkreises an den Generatorschalter 136
7.105.5	Anstehende Spannung für die Kurzschluss-Einschaltprüfungen der Generatorquelle 136
7.105.6	Kurzschluss-Einschaltstrom der Generatorquelle 137
7.105.7	Kurzschluss-Ausschaltstrom der Generatorquelle 137
7.105.8	Einschwingspannung (TRV) bei Kurzschluss-Ausschaltprüfungen der Generatorquelle 138
7.105.9	Messung der Einschwingspannung während der Prüfung 138
7.105.10	Betriebsfrequente wiederkehrende Spannung 138
7.105.11	Kurzschluss-Prüfschaltfolge für die Generatorquelle 138
7.105.12	Kurzschluss-Prüfschaltfolgen für die Ein- und Ausschaltung der Generatorquelle 138
7.106	Ein- und Ausschaltprüfungen unter Asynchronbedingungen 145
7.106.1	Allgemeines 145
7.106.2	Schaltvermögen für Ströme unter Asynchronbedingungen 145
1.1.3	Bedingungen für die Prüfschärfe 145
7.106.4	Prüfkreis 147
7.106.5	Vor den Einschaltprüfungen unter Asynchronbedingungen anstehende Spannung 148
7.106.6	Einschwingspannung (TRV) bei Ausschaltprüfungen unter Asynchronbedingungen 149
7.106.7	Nachweis der schwersten Schaltbedingungen während der Prüfschaltfolge OP1 149
7.106.8	Nachweis der schwersten Schaltbedingungen während der Prüfschaltfolge OP2 149
7.107	Generatorschalter mit alternativen Antrieben 149
8	Stückprüfungen 150
8.1	Allgemeines 150
8.2	Dielektrische Prüfung des Hauptstromkreises 151
8.3	Prüfungen an Hilfs- und Steuerstromkreisen 151
8.3.1	Inspektion der Hilfs- und Steuerstromkreise und Nachweis der Konformität mit den Schalt- und Verdrahtungsplänen 151
8.3.2	Funktionsprüfungen 151
8.3.3	Nachweis des Schutzes gegen elektrischen Schlag 151
8.3.4	Dielektrische Prüfungen 152
8.4	Messung des Widerstands des Hauptstromkreises 152
8.5	Dichtheitsprüfung 152
8.5.1	Allgemeines 152
8.5.2	Gesteuerte Drucksysteme für Gas 152
8.5.3	Geschlossene Drucksysteme für Gas 152
8.5.4	Hermetisch abgeschlossene Drucksysteme 153
8.5.5	Prüfungen der Flüssigkeitsdichtheit 153
8.6	Konstruktions- und Sichtkontrollen 153
8.101	Mechanische Funktionsprüfungen von Generatorschaltern 153

	Seite
8.102 Dielektrische Prüfungen an dem Gehäuse von Generatorschaltersystemen	155
9 Auswahl von Generatorschaltern oder Generatorschaltersystemen für den Betrieb	155
9.101 Allgemeines	155
9.102 Allgemeine Anwendungsbedingungen	155
9.102.1 Normale Betriebsbedingungen	155
9.102.2 Besondere Betriebsbedingungen	156
9.103 Betrachtungen zur Anwendung	158
9.103.1 Allgemeines	158
9.103.2 Bemessungsspannung	158
9.103.3 Bemessungs-Isolationspegel	158
9.103.4 Bemessungsfrequenz	159
9.103.5 Bemessungs-Dauerstrom	159
9.103.6 Kurzschlussstrombemessung	159
9.103.7 Einschwingspannung für Kurzschlüsse der Netz- und Generatorquelle	174
9.103.8 Bemessungs-Lasteinschalt- und -ausschaltstrom	180
9.103.9 Bemessungswert des asynchronen Ein- und Ausschaltstroms	184
9.103.10 Erregerschaltstrom	185
9.103.11 Kapazitiver Schaltstrom	186
10 Angaben in Anfragen, Angeboten und Bestellungen	186
11 Hinweise für Transport, Lagerung, Aufstellung, Betrieb und Instandhaltung	188
11.1 Allgemeines	188
11.2 Bedingungen während des Transports, der Lagerung und der Aufstellung	188
11.3 Aufstellung	189
11.3.1 Allgemeines	189
11.3.2 Auspacken und Anheben	189
11.3.3 Zusammenbau	189
11.3.4 Montage	189
11.3.5 Anschlüsse	189
11.3.6 Informationen zu Gasen und Gasgemischen für gesteuerte und geschlossene Drucksysteme	189
11.3.7 Endinspektion nach der Aufstellung	190
11.3.8 Grundlegende vom Anwender anzugebende Eingangsdaten	190
11.3.9 Grundlegende vom Hersteller anzugebende Eingangsdaten	190
11.3.101 Inbetriebnahmeprüfungen	191
11.3.102 Inbetriebnahmekontrollen und Programm für die Inbetriebnahmeprüfungen	191
11.4 Betrieb	194
11.5 Instandhaltung	194
11.5.1 Allgemeines	194
11.5.2 Empfehlungen für den Hersteller	194

	Seite
11.5.3 Empfehlungen für den Anwender	196
11.5.4 Fehlerbericht	196
12 Sicherheit	197
12.1 Allgemeines	197
12.2 Vorkehrungen des Herstellers	198
12.3 Vorkehrungen des Anwenders	198
13 Durch das Produkt verursachte Umwelteinflüsse	199
Anhang A (normativ) Toleranzen für Prüfgrößen bei Typprüfungen	200
Anhang B (normativ) Aufzeichnungen und Berichte von Typprüfungen nach 7.6, 7.103, 7.104, 7.105 und 7.106	207
B.1 Aufzunehmende Informationen und Ergebnisse	207
B.2 In die Typprüfberichte aufzunehmende Informationen	207
B.2.1 Allgemeines	207
B.2.2 Geprüftes Gerät	207
B.2.3 Bemessungsgrößen des Generatorschalters einschließlich seiner Antriebe und Hilfseinrichtungen	208
B.2.4 Prüfbedingungen (für jede Prüfserie)	208
B.2.5 Kurzschluss-Ein- und -Ausschaltprüfungen	208
B.2.6 Kurzzeitstromprüfung	209
B.2.7 Leerschaltung	209
B.2.8 Ein- und Ausschaltprüfungen unter Asynchronbedingungen	209
B.2.9 Laststromschaltprüfungen	210
B.2.10 Oszillogramme und andere Aufzeichnungen	210
Anhang C (normativ) Anwendung der mechanischen Kennlinien und zugehörige Anforderungen	212
Anhang D (normativ) Beispiel für die Anwendung eines Generatorschalters	213
D.1 Allgemeines	213
D.2 Eigenschaften des Netzes	213
D.3 Kurzschlussstrom der Netzquelle	215
D.3.1 Wechselstromkomponente des Kurzschluss-Ausschaltstroms der Netzquelle	215
D.3.2 Unsymmetrischer Kurzschluss-Ausschaltstrom der Netzquelle	216
D.4 Kurzschlussstrom der Generatorquelle	217
D.4.1 Wechselstromkomponente des Kurzschluss-Ausschaltstroms der Generatorquelle	217
D.4.2 Unsymmetrischer Kurzschluss-Ausschaltstrom der Generatorquelle	218
D.5 Einschwingspannung	221
D.6 Asynchronbedingungen	221
D.7 Anwendung des Betriebsstroms	224
D.8 Elektrische Kennwerte des Generatorschalters	225
Anhang E (informativ) Beispiel für die Anwendung eines Generatorschalters mit mehreren Generatoren	226
E.1 Allgemeines	226

	Seite
E.2 Kurzschlussstrom der Netzquelle mit zusätzlichem Generatorbeitrag.....	226
E.2.1 Wechselstromkomponente des Kurzschluss-Ausschaltstroms der Netzquelle	227
E.2.2 Unsymmetrischer Kurzschluss-Ausschaltstrom der Netzquelle.....	227
E.3 Kurzschlussstrom der Generatorquelle	227
E.4 Berechnung auf Grundlage der Kraftwerksauslegung	227
E.4.1 Kurzschlussstrom der Netzquelle mit zusätzlichem Generatorbeitrag.....	227
E.4.2 Kurzschlussstrom der Generatorquelle	228
E.5 Kraftwerksauslegung mit zusätzlichem Generatorschalter an den Generatorspannungsklemmen des Aufspanntransformators.....	228
E.5.1 Kurzschluss-Ausschaltstrom der Netzquelle	228
E.5.2 Kurzschluss-Ausschaltstrom von mehreren Generatorquellen	229
E.6 Einschwingspannung.....	229
Anhang F (informativ) Beispiel für die Auswirkungen zusätzlicher Kapazitäten auf die Anforderungen an die Einschwingspannung bei einem Fehler der Netzquelle für Generatorschalter, die mit geschirmten Kabeln mit dem Aufspanntransformator verbunden sind	230
Anhang G (informativ) Kurzzeichen und zugehörige Terminologie.....	233
G.1 Vergleich der Begriffe und Kurzzeichen zwischen IEEE und IEC.....	233
G.2 Vergleich der Terminologie und Kurzzeichen hinsichtlich der Einschwingspannung	235
Anhang H (informativ) Bestimmung des Grades der Unsymmetrie bei Kurzschluss- Ausschaltprüfungen der Generatorquelle.....	237
Anhang I (informativ) Fehler im Falle von Aufspanntransformatoren mit drei Wicklungen	239
Anhang J (normativ) Anforderungen an die Prüfung und Anwendung von Abzweikleistungsschaltern in Kraftwerksauslegungen	242
Anhang K (normativ) Anforderungen an Anwendungen mit doppelt gespeisten Induktionsmaschinen (DFMI)	247
K.1 Allgemeines	247
K.2 Gleichstromkomponente des Kurzschlussstroms	247
K.3 Wechselstromkomponente des Kurzschlussstroms.....	247
K.4 Einfluss des Läuferschlupfes.....	247
K.5 Einfluss des Crowbar-Widerstandes	248
K.6 Einflüsse der Bedingungen vor dem Fehler	248
K.7 Besondere Anforderungen an die Anwendung von Generatorschaltern	248
Anhang L (normativ) Anforderungen an Windparkanwendungen	250
L.1 Allgemeines	250
L.2 Generatoren ohne elektronische Leistungs-Stromrichter.....	250
L.3 Generatoren mit elektronischen Leistungs-Vollumrichtern, die an den Ständer des Generators angeschlossen sind.....	250
L.4 Generatoren mit elektronischen Leistungs-Teilumrichtern, die an den Läufer des Generators angeschlossen sind	251
Anhang M (normativ) Bewertung der Einschwingspannungs-Prüfparameter für das Schalten von Strömen unter Asynchronbedingungen im Falle von Generatorschaltern mit Kondensatoren.....	252
M.1 Schalten von Strömen unter Asynchronbedingungen für die Generatorleistungsklasse	

	Seite
201 MVA – 400 MVA.....	252
Anhang N (normativ) Bewertung der Einschwingspannungs-Prüfparameter für das Schalten von Lastströmen im Falle von Generatorschaltern mit Kondensatoren.....	257
A.1 Schalten von Lastströmen für die Generatorleistungsklasse 201 MVA – 400 MVA.....	257
Literaturhinweise	259
Bilder	
Bild 1 – Typisches Oszillogramm eines Ein-Aus-Schaltspiels bei einem dreipoligen Kurzschluss	39
Bild 2 – Generatorschalter ohne Widerstände – Ausschaltung.....	41
Bild 3 – Generatorschalter ohne Widerstände – Ein-Aus-Schaltspiel	41
Bild 5 – Generatorschalter mit Ausschaltwiderständen – Ein-Aus-Schaltspiel	42
Bild 6 – Beispiel für einen unsymmetrischen Drehstrom.....	43
Bild 7 – Beispiele von möglichen gültigen Unterbrechungen in einer Phase mit Zwischenpegel der Unsymmetrie nach einer großen Teilschwingung und einer entsprechenden Zeit t_1	44
Bild 8 – Beispiele von möglichen gültigen Unterbrechungen in einer Phase mit Zwischenpegel der Unsymmetrie nach einer kleinen Teilschwingung und einer entsprechenden Zeit t_2	45
Bild 9 – Auswirkungen von unterschiedlichen Ausfällen der Kühlung und resultierende Lastverringerungen aufgrund der Temperatur von Generatorschaltern/Generatorschaltersystemen	52
Bild 10 – Typischer unsymmetrischer Kurzschlussstrom der Netzquelle	56
Bild 11 – Grad der Unsymmetrie in Abhängigkeit von der Zeit nach Kurzschlussbeginn.....	56
Bild 12 – Typischer unsymmetrischer Kurzschlussstrom der Generatorquelle mit einer starken Abnahme der Wechselstromkomponente	58
Bild 13 – Zwei-Parameter-Darstellung des Wellenverlaufs der unbeeinflussten Einschwingspannung für die Unterbrechung von dreipoligen symmetrischen Kurzschlüssen.....	61
Bild 14 – Typischer Prüfaufbau für die Erwärmungsprüfung von gekapselten Einphasen-Generatorschaltern (Draufsicht).....	85
Bild 15 – Prüffolgen bei Grenztemperaturprüfungen.....	97
Bild 16 – Bezugskennlinie der mechanischen Bewegung (idealisierte Verlauf)	101
Bild 17 – Bezugskennlinie der mechanischen Bewegung (idealisierte Verlauf) mit den vorgeschriebenen Hüllkurven, die auf die Bezugskurve zentriert sind (+5 %, -5 %), Kontakttrennung in diesem Beispiel bei $t = 20$ ms	102
Bild 18 – Bezugskennlinie der mechanischen Bewegung (idealisierte Verlauf) mit den vorgeschriebenen Hüllkurven, bezüglich der Bezugskurve vollständig nach oben verschoben (+10 %, -0 %), Kontakttrennung in diesem Beispiel bei $t = 20$ ms	102
Bild 19 – Bezugskennlinie der mechanischen Bewegung (idealisierte Verlauf) mit den vorgeschriebenen Hüllkurven, bezüglich der Bezugskurve vollständig nach unten verschoben (+0 %, -10 %), Kontakttrennung in diesem Beispiel bei $t = 20$ ms	103
Bild 20 – Gleichwertiger Prüfaufbau für die Elementprüfung von Generatorschaltern mit mehr als einer getrennten Schaltkammereinheit	104
Bild 21 – Zwei gültige dreiphasige symmetrische Ausschaltungen.....	111
Bild 22 – Dreiphasige unsymmetrische Ausschaltung – Kleinste Lichtbogenzeit in einer Phase mit Zwischenpegel der Unsymmetrie nach einer großen Teilschwingung ($t_{arc\ min}$).....	114
Bild 23 – Dreiphasige unsymmetrische Ausschaltung – Längste Lichtbogenzeit für einen erstlöschenden Pol bei höchsten Unsymmetriekriterien nach einer großen Teilschwingung ($t_{arc\ max}$)	115

	Seite
Bild 24 – Dreiphasige unsymmetrische Ausschaltung – Kleinste Lichtbogenzeit in einer Phase mit Zwischenpegel der Unsymmetrie nach einer kleinen Teilschwingung ($t_{arc\ min\ 2}$)	116
Bild 25 – Dreiphasige unsymmetrische Ausschaltung – Längste Lichtbogenzeit für einen letztlöschenden Pol bei höchsten Unsymmetriekriterien nach einer verlängerten großen Teilschwingung ($t_{arc\ max\ 2}$).....	117
Bild 26 – Einphasige unsymmetrische Ausschaltung – Kleinste Lichtbogenzeit in einer Phase mit Zwischenpegel der Unsymmetrie nach einer großen Teilschwingung ($t_{arc\ min\ 1}$)	120
Bild 27 – Einphasige unsymmetrische Ausschaltung – Längste Lichtbogenzeit für einen erstlöschenden Pol bei höchsten Unsymmetriekriterien nach einer großen Teilschwingung ($t_{arc\ max\ 1}$)	121
Bild 28 – Einphasige unsymmetrische Ausschaltung – Kleinste Lichtbogenzeit in einer Phase mit Zwischenpegel der Unsymmetrie nach einer kleinen Teilschwingung ($t_{arc\ min\ 2}$)	122
Bild 29 – Einphasige unsymmetrische Ausschaltung – Längste Lichtbogenzeit für einen letztlöschenden Pol bei höchsten Unsymmetriekriterien nach einer verlängerten großen Teilschwingung ($t_{arc\ max\ 2}$).....	123
Bild 30 – Erdung von Prüfkreisen für dreiphasige Kurzschlussprüfungen, Polfaktor des erstlöschenden Pols 1,5	129
Bild 31 – Erdung von Prüfkreisen für einphasige Kurzschlussprüfungen, Polfaktor des erstlöschenden Pols 1,5	129
Bild 32 – Beispiel eines gültigen unbeeinflussten Prüfstroms für die Prüfschaltfolge 5	139
Bild 33 – Beispiel einer gültigen Prüfung für die Prüfschaltfolge 5.....	139
Bild 34 – Beispiel einer ungültigen Prüfung für die Prüfschaltfolge 5.....	140
Bild 35 – Zweites Beispiel einer gültigen Prüfung für die Prüfschaltfolge 5	140
Bild 36 – Beispiel eines gültigen unbeeinflussten Prüfstroms für die Prüfschaltfolgen 6A und 6B	141
Bild 37 – Beispiel einer gültigen Prüfung für die Prüfschaltfolgen 6A und 6B.....	141
Bild 38 – Beispiel einer gültigen Prüfung für die Prüfschaltfolgen 6A und 6B.....	141
Bild 39a – Beispiel einer ungültigen Prüfung für die Prüfschaltfolgen 6A und 6B.....	142
Bild 39b – Beispiel einer gültigen Prüfung für die Prüfschaltfolgen 6A und 6B nach Anpassung der Kontakttrennung aus Bild 38a	142
Bild 40 – Prüfkreis für einphasige Prüfungen unter Asynchronbedingungen.....	148
Bild 41 – Prüfkreis für Prüfungen unter Asynchronbedingungen mit zwei Spannungen, die um 120° versetzt sind	148
Bild 42 – Prüfkreis für Prüfungen unter Asynchronbedingungen, bei denen ein Anschluss des Generatorschalters geerdet wird (nach Vereinbarung mit dem Hersteller).....	148
Bild 43 – Allgemeines Schaltbild eines Kraftwerks.....	160
Bild 44 – Kurzschlussstrom der Generatorquelle	162
Bild 45 – Kurzschlussstrom der Generatorquelle im Fall eines stromliefernden Generators mit nachteilendem oder voreilendem Leistungsfaktor vor dem Einsetzen eines Fehlers.....	163
Bild 46 – Kurzschlussstrom bei einem Fehler der Generatorquelle	164
Bild 47 – Kurzschlussstrom mit Leistungsschalter-Lichtbogenspannung nach der Kontakttrennung.....	165
Bild 48 – Einstrich-Netzschema eines Kraftwerks mit zwei Generatoren, die über einen dreiwickligen Aufspanntransformator an das Hochspannungsnetz angeschlossen sind	174
Bild 50 – Einstrich-Netzschema eines Blocksystems mit Transformatoren halber Größe	176
Bild 51 – Einstrich-Netzschema eines Systems mit Generatoren halber Größe.....	177
Bild 52 – Einstrich-Netzschema des Netzes.....	181

	Seite
Bild 53 – Ersatzschaltung des Netzes	181
Bild 54 – Diagramm der Spannung für eine Last mit nachteilendem Leistungsfaktor	182
Bild 55 – Diagramm der Spannung für eine Last mit Leistungsfaktor eins	182
Bild 56 – Wiederkehrende Spannung über dem Generatorschalter	182
Bild 57 – Verlauf der Einschwingspannung für den erstlöschenden Pol.....	183
Bild D.1 – Einstrich-Netzschema einer Station.....	213
Bild D.2 – Unsymmetrischer Kurzschlussstrom der Generatorquelle ohne Lichtbogen an der Fehlerstelle.....	220
Bild D.3 – Unsymmetrischer Kurzschlussstrom der Generatorquelle mit Lichtbogen an der Fehlerstelle.....	220
Bild D.4 – Schematische Darstellung eines Kraftwerks (Einstrich-Netzschema wie in Bild 49)	222
Bild D.5 – Unbeeinflusster Fehlerstrom, der sich aus der Synchronisation unter Asynchronbedingungen ergibt, unter Berücksichtigung des Trägheitsmomentes der Synchronmaschine (Asynchronwinkel $\varphi_0 = 90^\circ$, Einsetzen des Fehlers bei $U_A = 0$).....	223
Bild D.6 – Temperatur und Laststrom des Generatorschalters bei Ausfall des Kühlmittels	224
Bild E.1 – Einstrich-Netzschema mit zwei Generatoren.....	226
Bild E.2 – Einstrich-Netzschema mit zwei Generatoren und drei Generatorschaltern.....	228
Bild F.1 – Steilheit der Einschwingspannung bei Netzquellenfehlern: Transformatoren mit einem Bemessungsbereich von 65,5 MVA bis 100 MVA	231
Bild F.2 – Multiplikatoren für den Scheitelwert der Einschwingspannung (u_c) für Netzquellenfehler: Transformatoren mit einem Bemessungsbereich von 65,5 MVA bis 100 MVA.....	231
Bild F.3 – Steilheit der Einschwingspannung für Netzquellenfehler: Transformatoren mit einem Bemessungsbereich von 10 MVA bis 50 MVA	232
Bild F.4 – Multiplikatoren für den Scheitelwert der Einschwingspannung (u_c) für Netzquellenfehler: Transformatoren mit einem Bemessungsbereich von 10 MVA bis 50 MVA.....	232
Bild G.1 – Zwei-Parameter-Darstellung der Hüllkurve der $1 - \cos$ -Einschwingspannung für die Unterbrechung von dreipoligen symmetrischen Fehlerströmen	236
Bild H.1 – Unbeeinflusster Kurzschlussstrom der Generatorquelle (Einsetzen des Fehlers bei Spannungsnulldurchgang)	238
Bild I.1 – Einstrich-Netzschema eines Kraftwerks mit zwei Generatoren, die über einen dreiwickligen Aufspanntransformator an das Hochspannungsnetz angeschlossen sind	239
Bild I.2 – Von Generatorschalter 1 zu unterbrechender unbeeinflusster Kurzschlussstrom der Netzquelle bei einem dreipoligen Fehler mit Erdberührung an Position F in Bild I.1 (dargestellt ist nur der Strom in der Phase mit dem höchsten Grad der Unsymmetrie, Fehlereintritt bei Spannung = 0).....	240
Bild I.3 – Von Generator 2 gespeister und von Generatorschalter 2 zu unterbrechender unbeeinflusster Fehlerstrom bei einem dreipoligen Fehler mit Erdberührung an Position F (dargestellt ist nur der Strom in der Phase mit dem höchsten Grad der Unsymmetrie, Fehlereintritt bei Spannung = 0).....	241
Bild J.4 – Einstrich-Netzschema eines Kraftwerks mit Abzweikleistungsschalter und Generatorschalter.....	242
Bild J.2 – Elektrische Auslegung eines Kraftwerks mit Abzweikleistungsschalter unter Berücksichtigung der Fehlerstellen bei der Festlegung der Anforderungen an die Anwendung des Abzweikleistungsschalters	243
Bild K.1 – Beispiel des Einflusses des Crowbar-Widerstandes auf den Kurzschlussstrom der Generatorquelle.....	249

Tabellen

Tabelle 1 – Bemessungs-Isolationspegel für Wechselstrom-Generatorschalter und Generatorschaltersysteme	51
Tabelle 2 – Vorzugswerte und Bereiche der Versorgungsspannungen von Ein- und Ausschaltvorrichtungen und von Hilfs- und Steuerstromkreisen von Generatorschaltern und Generatorschaltersystemen	54
Tabelle 3 – Parameter der Einschwingspannung für Kurzschlüsse der Netzquelle.....	61
Tabelle 4 – Parameter der Einschwingspannung für Kurzschlüsse der Generatorquelle.....	61
Tabelle 5 – Parameter der Einschwingspannung für das Schalten von Lastströmen.....	62
Tabelle 6 – Parameter der Einschwingspannung für das Schalten von Strömen unter Asynchronbedingungen.....	62
Tabelle 7 – Angaben auf Leistungsschildern von Generatorschaltern.....	68
Tabelle 9 – Angaben auf Leistungsschildern von Generatorschaltern, die Teil eines Generatorschaltersystems sind.....	72
Tabelle 11 – Typprüfungen.....	79
Tabelle 12 – Bedingungen während der Erwärmungsprüfung.....	86
Tabelle 13 – Anzahl der Schaltfolgen.....	92
Tabelle 14 – Schalthandlungen, die vor und nach dem Prüfprogramm auszuführen sind.....	93
Tabelle 15 – Prüfparameter für unsymmetrische Prüfschaltfolgen mit 50 Hz für einen Ausfall der Netzquelle für den erstlöschenden Pol.....	124
Tabelle 16 – Prüfparameter für unsymmetrische Prüfschaltfolgen mit 60 Hz für einen Ausfall der Netzquelle für den erstlöschenden Pol.....	125
Tabelle 17 – Prüfparameter für unsymmetrische Prüfschaltfolgen mit 50 Hz für einen Ausfall der Netzquelle für den letztlöschenden Pol.....	126
Tabelle 18 – Prüfparameter für unsymmetrische Prüfschaltfolgen mit 60 Hz für einen Ausfall der Netzquelle für den letztlöschenden Pol.....	127
Tabelle 18b – Prüfparameter für Kommutierungsprüfungen bei 50 Hz und 60 Hz.....	132
Tabelle 19 – Prüfschaltfolgen für den Nachweis des Kurzschlussstrom-Ein- und -Ausschaltvermögens der Netzquelle bei dreiphasigen Prüfungen.....	133
Tabelle 20 – Prüfschaltfolgen für den Nachweis des Kurzschlussstrom-Ein- und -Ausschaltvermögens der Netzquelle bei einphasigen Prüfungen.....	134
Tabelle 21 – Prüfschaltfolgen für den Nachweis des Kurzschlussstrom-Ein- und -Ausschaltvermögens der Generatorquelle bei dreiphasigen Prüfungen.....	143
Tabelle 22 – Prüfschaltfolgen für den Nachweis des Kurzschlussstrom-Ein- und -Ausschaltvermögens der Generatorquelle bei einphasigen Prüfungen.....	144
Tabelle 23 – Prüfschaltfolgen zum Nachweis des Schaltvermögens unter Asynchronbedingungen für dreiphasige Prüfungen.....	146
Tabelle 24 – Prüfschaltfolgen zum Nachweis des Schaltvermögens unter Asynchronbedingungen für einphasige Prüfungen.....	147
Tabelle A.1 – Toleranzen von Prüfgrößen bei Typprüfungen.....	201
Tabelle D.1 – Eigenschaften des Netzes.....	214
Tabelle G.2 – Vergleich der Terminologie und Kurzzeichen für die Einschwingspannung, wie sie in IEC 62271-100 und in älteren IEEE/ANSI-Normen verwendet werden.....	235
Tabelle I.1 – Ein Vergleich zwischen den von Generatorschalter 1 zu unterbrechenden unbeeinflussten Kurzschlussströmen der Netzquelle bei einem dreipoligen Fehler mit	

	Seite
Erdberührung an Position F	240
Tabelle J.1 – Parameter der Einschwingspannung für Abzweigleistungsschalter für den Bemessungs-Kurzschluss-Ausschaltstrom von Netzquelle+Generatorquelle (unter der Annahme, dass der Hochspannungs-Leistungsschalter und der Generatorschalter geschlossen bleiben)	245
Tabelle M.1 – Werte für den Parameter K_{E2}	253
Tabelle M.2 – Werte für den Parameter $RRRV0$	253
Tabelle M.3 – Werte für den Parameter K_{RRR-U}	254
Tabelle M.4 – Werte für den Parameter K_{RRR-I}	254
Tabelle M.5 – Werte für den Parameter $td0$	255
Tabelle M.6 – Werte für den Parameter K_{td-U}	255
Tabelle M.7 – Werte für den Parameter K_{td-I}	256
Tabelle N.1 – Werte für den Parameter K_{E2}	257
Tabelle N.2 – Werte für den Parameter $RRRV0$	257
Tabelle N.3 – Werte für den Parameter K_{RRR-U}	257
Tabelle N.4 – Werte für den Parameter K_{RRR-I}	257
Tabelle N.5 – Werte für den Parameter $td0$	257
Tabelle N.6 – Werte für den Parameter K_{td-U}	257
Tabelle N.7 – Werte für den Parameter K_{td-I}	258