

Inhalt

1	Bestimmungen für Niederspannungsgeräte und -Schaltgerätekombinationen	13	1.4.4	Aufstellen und Anschließen von Schaltanlagen und Verteilern	52
1.1	Kurzbezeichnungen der Normungsgremien	13	1.4.5	Luft- und Kriechstrecken	54
1.2	Niederspannungsgeräte	15	1.5	Ausrüstungsbestimmungen und relevante Normen	55
1.2.1	Übersicht über Bestimmungen und Approbationen	15	1.5.1	Hauptschalter	56
1.2.2	Bestimmungen und Approbationen in europäischen Ländern	15	1.5.2	Not-Aus-Einrichtungen	56
1.2.3	Bestimmungen und Approbationen in den USA, in Kanada und Australien	20	1.5.3	Ausschaltgerät für mechanische Wartung (Service- bzw. Reparaturschalter)	58
1.3	Typ- und partiell typgeprüfte Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen (TSK und PTSK)	24	1.5.4	Elektrische Ausrüstung von Industriemaschinen für den Export	58
1.3.1	Übersicht über Bestimmungen und Normen	24	1.5.5	Farben für Drucktaster, Leuchtdrucktaster und Leuchtmelder	60
1.3.1.1	Baubestimmungen	24	1.5.6	IP-Schutzarten für Berührungs-, Fremdkörper- und Wasserschutz	61
1.3.1.2	Horizontalbestimmungen	29	1.5.6.1	IP-Schutzarten nach DIN und IEC	61
1.3.1.3	Ausrüstungsbestimmungen	29	1.5.6.2	Schutzarten nach anderen nationalen Bestimmungen	62
1.3.1.4	Errichtungsbestimmungen	30	1.6	Betriebs- und Umgebungsbedingungen	63
1.3.1.5	Relevante DIN-Normen für Schaltgerätekombinationen (SK)	31	1.6.1	Normalbedingungen	63
1.4	Schutz von Personen und Sachwerten	31	1.6.1.1	Umgebungstemperatur	63
1.4.1	Schutz gegen direktes Berühren	31	1.6.1.2	Aufstellungshöhe	63
1.4.1.1	Berührungsschutz nach DIN VDE 0100	31	1.6.1.3	Umwelteinflüsse	64
1.4.1.2	Schutz gegen elektrischen Schlag, Anordnung von Betätigungselementen in der Nähe berührungsfährlicher Teile	32	1.6.1.4	Einflußgrößen und Schadstoffwerte zu den Klimaklassen nach IEC 721 und Siemens-Norm SN 29070, Teil 1	66
1.4.1.3	Maßnahmen bei Umbau oder Erweiterung einer im Einsatz befindlichen Schaltgerätekombination (SK)	36	1.6.1.5	Korrosionsschutz, Ausführungsfestlegungen für technische Erzeugnisse	66
1.4.1.4	„Sichere Trennung“ bei Niederspannungsgeräten	36	1.6.1.6	Dekontaminierbarkeit	67
1.4.2	Schutz bei indirektem Berühren	38	1.6.1.7	Klimatische Einsatzbedingungen für elektronische Betriebsmittel	68
1.4.2.1	Erläuterungen zu den netzformabhängigen Schutzmaßnahmen	40	1.6.2	Sonstige Bedingungen bei Transport, Lagerung und Betrieb	70
1.4.3	Schutz durch Schutzisolierung	51	1.6.2.1	Erschwerte Betriebsbedingungen	70
			1.6.2.2	Einfluß von α -, β - und γ -Strahlen	70
			1.6.2.3	Beanspruchung durch Erschütterungen und Stoß	71
			1.6.2.4	Auslegung gegen induzierte Erschütterungen	71
			1.6.2.5	Termitenbeständigkeit	72
			1.6.2.6	Umweltverträglichkeit	72
			1.6.2.7	Funk-Entstörung	72

2	Netzdaten und Betriebsarten	74	3.3.4.1	Auswahl von Schützen	116
2.1	Netzdaten	74	3.3.4.2	Auswahl von Lastschaltern, Trennern, Lasttrennschaltern und Schalter- Sicherungs-Einheiten	118
2.1.1	Nennspannungen und Nennfrequenzen	74	3.4	Schutz bei Überstrom und Übertemperatur	119
2.1.2	Kurzschlußstrom	77	3.4.1	Allgemeine Aufgaben	119
2.1.3	Kurzschlußarten	79	3.4.1.1	Schutz bei Überlast	119
2.1.3.1	Beitrag von angeschlossenen Motoren zum Kurzschlußstrom	81	3.4.1.2	Schutz bei Kurzschluß	120
2.1.4	Wirkungen des Kurzschlußstroms	82	3.4.1.3	Schutz bei Übertemperatur	120
2.1.5	Diagramme zur Widerstands- und Kurzschlußstrombestimmung, PC-Auswahlhilfe-Programm KUBS	83	3.4.2	Bestimmungen	120
2.1.6	Einfluß der Transformatoren und Leitungen auf den Kurzschlußstrom	94	3.4.2.1	Bestimmungen für Überlastschutz- geräte	120
2.2	Betriebsarten	96	3.4.2.2	Servicefaktoren nach UL-/CSA- Vorschriften	121
2.2.1	Dauerbetrieb	96	3.4.2.3	Bestimmungen für Überstromschutz- geräte	122
2.2.2	Kurzzeitbetrieb	96	3.4.2.4	Bestimmungen für Übertemperatur- schutzgeräte	122
2.2.3	Aussetzbetrieb	97	3.4.3	Schutzgeräte	122
2.2.4	Betrieb bei ungleichmäßiger Belastung	100	3.4.3.1	Sicherungen	122
3	Auswahlkriterien für Niederspan- nungsgeräte in Hauptstromkreisen	102	3.4.3.2	Leistungsschalter	125
3.1	Netz- und Betriebsbedingungen	102	3.4.3.3	Leitungsschutzschalter (LS-Schalter)	127
3.1.1	Bemessungsspannung und Netz- frequenz	102	3.4.3.4	Überlastrelais	128
3.1.2	Bemessungs-Kurzschlußfestigkeit und Bemessungsschaltvermögen	102	3.4.3.5	Elektronische Überlastrelais	132
3.1.3	Bemessungsströme	104	3.4.3.6	Thermistor-Motorschutzgeräte	134
3.2	Schaltaufgaben und -bedingungen	104	3.4.3.7	Unverzögerte elektromagnetische Überstromrelais	135
3.2.1	Schaltaufgaben	104	3.4.4	Schaltkombinationen	135
3.2.1.1	Trennen	104	3.4.4.1	Schaltkombinationen mit Sicherungen	136
3.2.1.2	Leerschalten	104	3.4.4.2	Schaltkombinationen ohne Sicherungen (Sicherungslose Bauweise)	137
3.2.1.3	Lastschalten	105	3.4.4.3	Schaltkombinationen mit Thermistor-Motorschutzgeräten	139
3.2.1.4	Motorschalten	105	3.4.4.4	Schutzigenschaften von Schaltkombinationen	140
3.2.1.5	Leistungsschalten	105	3.4.4.5	Vergleich der Schutzigenschaften von Schaltkombinationen	142
3.2.2	Bedingungen beim Schalten von Anlagenkomponenten	108	3.4.4.6	Auswahl von Leistungsschaltern für Verteilungen mit und ohne Sicherungen	144
3.2.2.1	Anlassen von Niederspannungs- motoren	108	3.4.5	Schutz von Anlagenkomponenten	146
3.2.2.2	Schalten von Hochspannungsmotoren	111	3.4.5.1	Schutz von Drehstrommotoren	146
3.2.2.3	Schalten von Kondensatoren	112	3.4.5.2	Schutz von Leitungen und Kabeln außerhalb von Schaltgeräte- kombinationen	155
3.2.2.4	Schalten von Elektrowärmegegeräten	112	3.4.5.3	Schutz von Transformatoren	156
3.2.2.5	Schalten von Lampen in Beleuch- tungsanlagen	113	3.4.5.4	Schutz von Kondensatoren	158
3.2.2.6	Schalten von Niederspannungs- transformatoren	113	3.4.6	Selektivität	159
3.3	Schalthäufigkeit und Lebensdauer	115	3.4.6.1	Selektivität in Strahlennetzen	160
3.3.1	Zulässige Schalthäufigkeit	115			
3.3.2	Mechanische Lebensdauer	115			
3.3.3	Elektrische Lebensdauer	115			
3.3.4	Auswahl nach Gebrauchskategorien	115			

3.4.6.2	Verwendung von Selektivitätstabellen	168	3.7.6.1	Schalten mit Leistungsschaltern	190
3.4.6.3	Selektivität in Maschennetzen	169	3.7.6.2	Schalten mit Schützen	190
3.5	Schutz bei Überspannungen	170	3.7.6.3	Einschalten von einzelnen Kondensatoren	190
3.5.1	Schaltüberspannungen beim Einsatz von Vakuumschaltgeräten	170	3.7.6.4	Schalten von Kondensatorbatterien	190
3.5.2	Vakuum-Hochspannungsschütze 3TL6 zum Schalten von Drehstrom- Asynchronmotoren mit Schleifring- oder Kurzschlußläufern über 1 bis 12 kV	173	3.7.6.5	Schalten kleiner Kondensator- leistungen	191
3.5.3	Vakuumschütze 3TF6. und 3WS zum Schalten und Schützen von Drehstrom-Asynchronmotoren mit Schleifring- oder Kurzschlußläufern bis 1000 V	177	3.7.7	Auswahl der Schütze 3TF und 3TB nach Schaltstücklebensdauer und Gebrauchskategorien	191
3.6	Fehlerstrom- und Erdschlußschutz	178	3.7.8	Auswahl der Schütze 3TF und 3TB für Kurzzeit- und Aussetzbetrieb	195
3.6.1	Aufbau und Wirkungsweise	178	3.7.9	Auswahl von Schützen für polumschaltbare Drehstrom- Asynchronmotoren	198
3.6.2	Fehlerstrom-Schutzschalter für Wechsel- und pulsierende Gleich- Fehlerströme	179	3.7.10	Auswahl der Schütze 3TF und 3TK sowie der Leitungsschutzschalter zum Schalten von Lampen	200
3.6.3	Selektive Fehlerstrom-Schutzschalter	179	3.7.11	Schalten von Drehstrom- transformatoren bis 1000 V mit Schützen 3TF	204
3.6.4	Typenprogramm der Siemens-Fehler- strom-Schutzschalter	179	3.7.12	Anlassen von Drehstrom-Asynchron- motoren mit Schleifringläufer	204
3.7	Einsatzbedingungen für Niederspan- nungsgeräte in Hauptstromkreisen	180	3.7.12.1	Ölgekühlte Anlasser 3PA3	205
3.7.1	Parallel- und Reihenschaltung von Strombahnen	180	3.7.12.2	Anlaßschalter und Anlaßstellschalter	212
3.7.2	Einsatz von vierpoligen Schaltgeräten	181	3.7.13	Anlassen von Drehstrom-Asynchron- motoren mit Ständervorwiderstand	213
3.7.3	Einfluß von Netzfrequenz und Strom- oberwellen auf die Schaltgeräte- funktionen	182	3.7.14	Direktanlassen von Drehstrom-Asyn- chronmotoren mit Motorstarter 3TW	215
3.7.3.1	Thermische Belastbarkeit von Strom- bahnen und Leitern in Abhängigkeit von der Netzfrequenz	182	3.7.15	Elektronische Motorsteuergeräte, SIKOSTART 3RW und SIVOLT K	217
3.7.3.2	Schaltvermögen bei Netzfrequenzen ungleich 50 Hz	183	4	Auswahlkriterien für Niederspan- nungsgeräte in Hilfsstromkreisen	223
3.7.3.3	Schaltstücklebensdauer	184	4.1	Betätigungsspannungen in Hilfsstromkreisen	223
3.7.3.4	Ansprechverhalten der Auslöser und Relais	184	4.1.1	Kontaktsicherheit bei Klein- spannungen	223
3.7.3.5	Einfluß von Stromoberwellen auf das Ansprechverhalten von Überlastrelais und -auslösern	186	4.1.2	Maßnahmen in spannungsinstabilen Hilfsstromkreisen	223
3.7.3.6	Elektrische Antriebe für Schaltgeräte	186	4.2	Betriebsbedingungen	224
3.7.4	Verwendung von Wechselstrom- Schaltgeräten in Gleichstromnetzen	187	4.2.1	Gebrauchskategorien nach DIN VDE und IEC	224
3.7.4.1	Belastbarkeit der Strombahnen	187	4.2.2	Besonderheiten bei der Auswahl und beim Einsatz von Niederspannungs- geräten in Kanada und in den USA	225
3.7.4.2	Schaltstücklebensdauer	187	4.2.3	Schutz bei Kurzschluß in Hilfsstrom- kreisen	226
3.7.4.3	DC-Schaltvermögen	187	4.2.4	Schutz von Steuertransformatoren bei Kurzschluß und Überlast	226
3.7.5	Verwendung von Wechselstromschüt- zen bei Rechteck-Wechselspannungen	189	4.2.5	Thermistor-Transformatorschutz	227
3.7.6	Schaltgeräte zum Schalten von Drehstromkondensatoren	190			

4.3	Einsatzbedingungen für Niederspannungsgeräte in Hilfsstromkreisen	227	6.1.2	Ultraschall-Näherungsschalter Sonar-BERO	274
4.3.1	Vermeiden von Betriebsstörungen in Schützsteuerungen	227	6.2	Elektronikgerechte Ansteuerung und Signalgabe von Niederspannungs-Schaltgeräten	278
4.3.2	Lange Steuerleitungen – Probleme und Dimensionierung	232	6.2.1	Systemgerechte Betätigung	278
4.3.3	Begrenzung von Schaltüberspannungen beim Ausschalten von Schützen (Überspannungsschutz)	238	6.2.2	Anpassung des Arbeitsbereichs	279
4.3.3.1	Entstehung von Überspannungen	238	6.2.3	Überspannungsschutz	280
4.3.3.2	Beschaltung mit RC-Gliedern	239	6.2.4	Kontaktzuverlässigkeit	280
4.3.3.3	Beschaltung mit Freilaufdioden	242	6.3	Bewertungskriterien für elektromechanische und elektronische Steuerungen	283
4.3.3.4	Beschaltung mit Varistoren	242	7	Typgeprüfte Schaltgeräte-kombinationen (TSK)	285
4.3.4	Einsatz von Hilfsschützen in Sicherheitsstromkreisen	243	7.1	Allgemeines	285
4.3.5	Auswahlkriterien für Niederspannungstransformatoren	246	7.1.1	Ausführungsformen	285
4.3.5.1	Einsatzbedingungen	247	7.1.2	Bauformen	288
4.3.5.2	Betriebsarten	248	7.1.3	Auswahlkriterien	292
4.3.5.3	Ausführungsarten	249	7.2	Schaltanlagen in Standardausführung	294
4.3.6	Einsatz und Auswahl von Positionsschaltern 3SE	255	7.2.1	Einführung	294
4.3.6.1	Positionsschalter mit Sicherheitsfunktion	260	7.2.2	Standard-Schaltanlagen 8PU	298
			7.2.3	Transformator-Schwerpunkt-(S-) Stationen bis 24 kV und 1250 kVA	305
5	Handhabung und Wartung der Schaltgeräte	262	7.3	Verteilersysteme	313
5.1	Befestigung	262	7.3.1	Stahlblechgekapseltes Verteilersystem 8HS	313
5.1.1	Montagehilfen	262	7.3.2	Stahlblechgehäuse 8HU	314
5.1.2	Gebrauchslage	263	7.3.3	Isolierstoffgekapseltes Verteilersystem 8HP	314
5.1.3	Freizuhaltender Raum für Schaltgase	263	7.3.4	Isolierstoffgekapseltes Schienen-Verteilersystem 8PL (L-System)	315
5.2	Anschluß	264	7.3.5	Aufbausysteme 8L für Steuerungen	316
5.2.1	SIGUT-Anschlußtechnik	264	7.3.6	Schranksystem 8MF für Schaltanlagen, Verteiler und Steuerungen	317
5.2.2	Flachsteckanschlüsse	265	7.4	Projektierungshinweise für Niederspannungs-Schaltanlagen, -verteiler und Steuerungen	318
5.2.3	Rahmenklemmen	266	7.4.1	Allgemeines	318
5.3	Bedienung	266	7.4.2	Niederspannungs-Schaltanlagen 8PU	322
5.3.1	Handantrieb	266	7.4.3	Verteilersysteme 8HS, 8HP und 8HU	324
5.3.2	Kraftantriebe	267	7.4.4	Aufbausysteme 8L für Steuerungen	324
5.4	Maßnahmen zur Erleichterung der Austausch-, Überwachungs- und Wartungsarbeiten	268	7.4.5	Installationsverteiler	324
5.5	Kontrolle des Schaltstückzustands und Beurteilungskriterien bei Wechselstromschützen 3TF	268	7.4.5.1	Kleinverteiler 8GB	326
			7.4.5.2	STAB-Wand-/SIKUS-Standverteiler 8GD und 8GA	327
6	Signalgeber und Signalverarbeitungssysteme	270	7.4.5.3	SIKUS-Standverteiler 8GA	330
6.1	Auswahlkriterien für Näherungsschalter BERO	271	7.4.5.4	SIPRO-Universalsystem, Zähler-schränke, Zählerteilerschränke, Verteilerschränke, Standverteiler	332
6.1.1	Induktive und kapazitive Näherungsschalter für Schaltabstände bis 65 mm	271	7.4.5.5	Kabel-, Verteiler- und Zähleranschlußschränke 8MB, 8MM und 8GR für Freiluftaufstellung	333

7.4.6	Klimatisierung von Anlagen und Schränken	334
7.4.6.1	Allgemeines	334
7.4.6.2	Wärmeaustauscher 8ME78	337
7.4.6.3	Filterlüfter 8MR11	338
7.4.6.4	Kühlgeräte 8MR17	339
7.4.6.5	Heizgeräte 8MR21	340
7.4.6.6	Erwärmung in Isolierstoff- und Stahlblechkästen	341
7.4.7	Schutzarten, Klima- und Umgebungsbedingungen	343
7.4.8	Kompensation von Blindleistung mit und ohne Netzoverschwingungen	346
7.4.8.1	Grundlagen	346
7.4.8.2	Kompensationsarten	348
7.4.8.3	Kompensation von Blindleistung bei Drehstrom-Asynchronmotoren und Transformatoren	349
7.4.8.4	Projektierung	352
7.4.8.5	Spannungserhöhung durch Kondensatoren	355
7.4.8.6	Kompensation in Netzen mit Oberschwingungen	355
7.4.8.7	Einsatz von Tonfrequenzsperrern	360
7.4.8.8	Typenprogramm zur Kompensation von Blindleistung	362
7.5	Ladegeräte für stationäre Batterieanlagen	364
7.6	Stromwandler	367
7.6.1	Grundausführungen	367
7.6.2	Stromwandler für bestimmte Verwendungszwecke	367
7.6.2.1	Zwischenwandler	367
7.6.2.2	Summenstromwandler	367
7.6.2.3	Fädewandler	369
7.6.2.4	Kabelumbauwandler	369
7.6.2.5	Gießharzwandler	369
7.6.2.6	Explosions- und schlagwettergeschützte Stromwandler	369
7.6.2.7	Schutzwandler	369
7.6.2.8	Stromwandler für Blindleistungsregler	370
7.6.3	Genauigkeitsklassen für Stromwandler	370
7.6.4	Sekundärstrom bei Stromwandlern	371
7.6.5	Bemessungsleistung und Bemessungs-Überstromfaktor bei Stromwandlern	371
7.6.6	Spannungen an den Sekundärklemmen eines Stromwandlers	372
7.6.7	Auswahlkriterien für Stromwandler	374
7.6.8	Eigenverbrauch in Wandlerstromkreisen	374

8	Grundsaltungen	377
8.1	Allgemeines	377
8.1.1	Anschlußbezeichnungen	377
8.1.2	Schaltzeichen nach DIN, ANSI, BS und IEC	380
8.1.3	Kennzeichnung von Betriebsmitteln, Leitern und allgemeinen Funktionen	388
8.1.4	Schaltpläne	390
8.1.4.1	Schaltplanarten	390
8.1.4.2	Benutzung oder Abwandlung der Grundsaltungen	392
8.1.5	Schalten mit Schützen	392
8.1.5.1	Schütze mit Ausschaltverzögerer bei flatterhafter Kommandogabe	392
8.1.5.2	Verlängerte Hilfsschaltglieder bei Schützen (vornehmlich bei Gleichstrombetätigung)	394
8.1.5.3	Ausschaltverzögerer für Schütze	394
8.1.5.4	Schützsicherheitskombinationen	394
8.2	Direktes Schalten von Drehstrom-Asynchronmotoren	395
8.2.1	Ein- und Ausschalten von Drehstrom-Asynchronmotoren	395
8.2.2	Umschalten von Drehstrom-Asynchronmotoren zur wahlweisen Speisung aus zwei verschiedenen Netzen	396
8.2.3	Selbsttätige Folgeschaltung für Drehstrom-Asynchronmotoren	398
8.2.4	Umsteuern der Drehrichtung von Drehstrom-Asynchronmotoren (Wendestarter)	400
8.2.5	Schalten von polumschaltbaren Drehstrom-Asynchronmotoren	402
8.2.5.1	Polumschaltbarer Drehstrom-Asynchronmotor mit <u>einer</u> Wicklung (Dahlander-Schaltung), zwei Drehzahlen, <u>einer</u> Drehrichtung	402
8.2.5.2	Polumschaltbarer Drehstrom-Asynchronmotor mit <u>einer</u> Wicklung (Dahlander-Schaltung), zwei Drehzahlen, <u>zwei</u> Drehrichtungen	404
8.2.5.3	Polumschaltbarer Drehstrom-Asynchronmotor mit <u>zwei</u> getrennten Wicklungen, zwei Drehzahlen, <u>einer</u> Drehrichtung	406
8.2.5.4	Polumschaltbarer Drehstrom-Asynchronmotor mit <u>zwei</u> getrennten Wicklungen, zwei Drehzahlen, <u>zwei</u> Drehrichtungen	408

8.2.5.5	Polumschaltbarer Drehstrom-Asynchronmotor mit <u>drei</u> Drehzahlen, <u>einer</u> Drehrichtung, eine Wicklung in Dahlander-Schaltung, eine getrennte Wicklung für die <u>niedrige</u> Drehzahl . . .	410	8.4	Schaltungen mit Thermistor-Motorschutz	442
8.2.5.6	Polumschaltbarer Drehstrom-Asynchronmotor mit <u>drei</u> Drehzahlen, <u>einer</u> Drehrichtung, eine Wicklung in Dahlander-Schaltung, eine getrennte Wicklung für die <u>mittlere</u> Drehzahl . . .	412	8.4.1	Thermistor-Motorschutz mit Kaltleiter-Temperaturfühlern	442
8.2.5.7	Polumschaltbarer Drehstrom-Asynchronmotor mit <u>drei</u> Drehzahlen, <u>einer</u> Drehrichtung, eine Wicklung in Dahlander-Schaltung, eine getrennte Wicklung für die <u>hohe</u> Drehzahl . . .	414	8.4.1.1	Thermistor-Motorschutz für einen polumschaltbaren Drehstrom-Asynchronmotor mit <u>zwei</u> getrennten Wicklungen und <u>zwei</u> Drehzahlen . . .	442
8.2.5.8	Polumschaltbarer Drehstrom-Asynchronmotor mit <u>drei</u> Drehzahlen, <u>zwei</u> Drehrichtungen, eine Wicklung in Dahlander-Schaltung, eine getrennte Wicklung für die <u>niedrige</u> Drehzahl . . .	416	8.4.1.2	Thermistor-Motorschutz mit Warnung und Abschalten eines Drehstrom-Asynchronmotors mit sechs Fühlern über einen Leistungsschalter für den Motorschutz mit Überlast- und Überstromauslöser	444
8.2.5.9	Polumschaltbarer Drehstrom-Asynchronmotor mit <u>vier</u> Drehzahlen, <u>einer</u> Drehrichtung und <u>zwei</u> getrennten Wicklungen	420	8.4.1.3	Thermistor-Motorschutz für das Abschalten von sechs Drehstrom-Asynchronmotoren über Schütze	446
8.3	Anlassen von Drehstrom-Asynchronmotoren	424	8.4.2	Thermistor-Motorschutz mit Heißeleiter-Temperaturfühlern	448
8.3.1	Stern-Dreieck-Anlassen von Drehstrom-Asynchronmotoren mit Sternschütz, Dreieckschütz und Netzschütz	424	8.5	Schaltungen mit Wächtern	450
8.3.2	Stern-Dreieck-Anlassen von Drehstrom-Asynchronmotoren mit unterbrechungsloser Umschaltung . . .	426	8.5.1	Schaltungen mit Drehzahlwächter	450
8.3.3	Vier-Stufen-Stern-Dreieck-Anlassen	428	8.5.1.1	Direktes Ein- und Ausschalten von Drehstrom-Asynchronmotoren mit Gegenstrombremsung	450
8.3.4	Stern-Dreieck-Anlassen von Drehstrom-Asynchronmotoren in <u>zwei</u> Drehrichtungen	430	8.5.1.2	Direktes Ein- und Ausschalten von Drehstrom-Asynchronmotoren mit Gegenstrombremsung. Schaltung mit Hilfsschütz	452
8.3.5	Stern-Dreieck-Anlassen von Drehstrom-Asynchronmotoren mit Blindstromkompensation	432	8.5.1.3	Direktes Umsteuern von Drehstrom-Asynchronmotoren mit Gegenstrombremsung in beiden Drehrichtungen	454
8.3.6	Selbsttätiges Anlassen von Drehstrom-Asynchronmotoren mit Käfigläufer in KUSA-Schaltung mit Zeitrelais	434	8.5.2	Schaltung mit Bandwächter	456
8.3.7	Selbsttätiges Anlassen von Drehstrom-Asynchronmotoren über dreipolige Widerstände mit Zeitrelais	436	8.5.3	Schaltung mit Druckwächter in Schützsteuerung	458
8.3.8	Selbsttätiges Anlassen von Drehstrom-Asynchronmotoren mit Schleifringläufer	438	8.6	Schaltungen mit Positionsschaltern	459
8.3.9	Geschlossenes Umschalten von Anlaßtransformatoren mit drei Wicklungen (Korndörfer-Schaltung)	440	8.6.1	Wendesaltung mit Positionsschaltern (z.B. Torschaltung)	459
			8.6.2	Positionsschalter mit Leuchtmelder	460
			8.7	Reihenklemmen	462
			8.7.1	Schaltungen mit schaltbaren Wandler-Reihenklemmen	462
			8.7.2	Schutzschalterklemmen für Hilfsstromkreise	464
			8.8	Schaltungen mit Fehlerstrom-(Differenzstrom-)Schutzeinrichtungen	466
			8.9	Koppelglieder	467

8.10	Schaltungen mit Zeitrelais in Hilfsstromkreisen	468	9.3.4	Thermische Belastbarkeit von Stromschiene	und Geräteanschlußklemmen	505
8.10.1	Stern-Dreieck-Anlassen von Drehstrom-Asynchronmotoren mit Sternschütz, Dreieckschütz, Netzschütz und Zeitrelais	468	9.3.5	Widerstand von Kupfer- und Aluminiumleitern		507
8.10.2	Funktionsmöglichkeiten des motorischen Zeitrelais 7PR4140	470	9.4	Bemessungsströme von Drehstrom-Asynchronmotoren		509
8.11	Schalten einer elektrischen Heizung mit Thermostat und Schütz	471	9.5	Drehstrom-Leistungstransformatoren		511
8.12	Ersatzstromversorgungsanlagen	472	9.5.1	Schaltzeichen und Schaltgruppen von Drehstrom-Leistungstransformatoren		514
8.12.1	Dreipoliges Umschalten mit Schützen von Netzbetrieb auf Ersatzstromversorgung (Generatorbetrieb)	472	9.6	Auslöseverhalten von Leitungs- und Schaltgeräteschutzeinrichtungen		514
8.12.2	Umschalten von Netzbetrieb auf Ersatzstromversorgung mit vierpoliger Abschaltung des Verteilungsnetzes durch zwei dreipolige Schütze	474	9.6.1	Auslösekennlinien für Leistungsschalter, Leitungsschutzschalter und Überlastrelais		514
8.13	Projektierungshilfen	476	9.6.2	Schmelzeit-Strom-Kennlinien von Sicherungen (Betriebsklassen gL/gG und aM)		515
9	Anhang	479	9.6.3	Kennlinien und Auslöseverhalten von Leitungsschutzschaltern		517
9.1	Elektrische Grundformeln, Kenngrößen und Einheiten	479	9.6.4	Strombegrenzungsdiagramme von Sicherungen		519
9.1.1	Grundformeln der Elektrotechnik	479	9.6.5	Selektivität von Sicherungen und Leitungsschutzschaltern		521
9.1.2	Elektrische Kenngrößen und Einheiten nach DIN VDE und IEC	480	9.7	Kurzschlußströme		524
9.1.3	Unterschiede in den Publikationen IEC 157-1 und IEC 947-2	482	9.7.1	Dämpfung von Kurzschlußströmen durch Leitungen und Kabel		524
9.1.4	Formelzeichen und SI-Einheiten	483	9.7.2	Kraftwirkung des Kurzschlußstroms		525
9.1.5	Umrechnung internationaler, britischer und amerikanischer Einheiten	487	9.8	Anzahl der Schaltspiele von Schaltgeräten bei unterschiedlicher Benutzungsdauer je Tag		526
9.2	Klimawerte, Temperatureinflüsse und Wärmeleitung	492	9.9	Internationale Netzspannungen und -frequenzen		527
9.2.1	Klimawerte	492	9.10	EG-Richtlinie für Niederspannungs-Betriebsmittel		533
9.2.2	Temperatureinflüsse und Wärmeleitung	492	9.11	Fachbegriffe, kurz erläutert		534
9.3	Strombelastbarkeit und Schutz von Leitungen, Kabeln und Stromschiene bei Überstrom	495	9.12	Anschriften wichtiger Vorschriften-Normen- und Prüfstellen		583
9.3.1	Zuordnung von Schutzeinrichtungen	495	9.13	Veröffentlichungen über Niederspannungsgeräte, -Schaltgerätekombinationen, -verteiler und Aufbaumaterial		585
9.3.1.1	Schutz bei Überlast	495	9.13.1	Siemens-Kataloge		585
9.3.1.2	Schutz bei Kurzschluß	496	9.13.2	Bücher		586
9.3.2	Strombelastbarkeit	499	9.13.3	Druckschriften		587
9.3.3	Belastung isolierter Leitungen bei Umgebungstemperaturen von 30 bis 70 °C und Zuordnung von Leitungsschutzsicherungen nach US-amerikanischen und kanadischen Bestimmungen	503	Stichwortverzeichnis			591