SIEMENS

Ingenuity for life

Technisches Handbuch

SIMARIS design

SIMARIS project

siemens.de/simaris

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlegende und spezielle Informationen zur Netzberechnung und Anlagenplanung mit den SIMARIS Planungstools 5

1.1 Netzsysteme nach Art der Erdverbindung 5
1.1.1 Einführung Netzsysteme 5
1.1.2 TN-S-System 6
1.1.2.1 Merkmale 6
1.1.2.2 Vorteile 6
1.1.2.3 Nachteile 6
1.1.2.4 Vorbeugende Maßnahmen 6
1.1.3 TN-C-System 7
1.1.3.1 Merkmale 7
1.1.3.2 Vorteile 7
1.1.3.3 Nachteile 7
1.1.3.4 Vorbeugende Maßnahmen 7
1.1.4 TN-C-S-System 8
1.1.4.1 Merkmale 8
1.1.4.2 Vorteile 8
1.1.4.3 Nachteile 8
1.1.4.4 Vorbeugende Maßnahmen 8
1.1.5 TT-System 9
1.1.5.1 Merkmale 9
1.1.5.2 Vorteile 9
1.1.5.3 Nachteile 9
1.1.6 IT-System 10
1.1.6.1 Merkmale 10
1.1.6.2 Vorteile 10
1.1.6.3 Nachteile 10

1.2 Schutzarten für elektrische Betriebsmittel 11
1.2.1 Struktur der Schutzartbezeichnung 11
1.2.2 Schutzarten gegen feste Fremdkörper (erste Kennziffer) 11
1.2.3 Schutzarten gegen Wasser (zweite Kennziffer) 12

1.3 Erläuterungen zur Berücksichtigung des Funktionserhalts in den SIMARIS Planungstools 12
1.3.1 Grundlagen Funktionserhalt 12
1.3.1.1 Brandschutzvorkehrungen bei baulichen Anlagen besonderer Art und Nutzung 13
1.3.1.2 Auswahl der Brandabschnitte für die Berechnung des Spannungsfalls und der Abschaltbedingung 13
1.3.1.3 Berechnungsgrundlagen 13
1.3.1.4 Arten des Funktionserhalts und deren Berücksichtigung in SIMARIS design 14
1.3.2 Berücksichtigung des Funktionserhalts in SIMARIS project 20
1.3.2.1 Vorbemerkung 20
1.3.2.2 Funktionserhalt für die Schienenverteilersysteme BD2, LD und LI 20

1.4 Typisierung von Leistungsschaltern in Mittelspannungs-Schaltanlagen 22
1.4.1 NX PLUS C (primäre Verteilungsebene) 22
1.4.2 8DJH (sekundäre Verteilungsebene) 23
1.4.3 8DJH36 (sekundäre Verteilungsebene) 23
1.4.4 SIMOSEC (sekundäre Verteilungsebene) 24
1.4.5 NXAIR (primäre Verteilungsebene) 24

1.5 Schienenverteilersysteme SIVACON 8PS 25
1.5.1 Systemübersicht Schienenverteilersysteme von 40 bis 6.300 A 25
1.5.2 Projektierungsregeln für Schienenverteilersysteme 31
1.5.2.1 Mögliche Verlegearten der Schienenverteilersysteme 31
1.5.2.2 Mögliche Kombinationen unterschiedlicher Schienenverteilersysteme innerhalb eines Strangabschnittes 33
1.5.2.3 Richtlinien für den Direktanschluss am Schaltgerät und die Einspeisung über Kabel für Schienenverteilersysteme 35
1.5.2.4 Mögliche Schalt-/Schutzgeräte in Abgangskästen für Schienenverteilersysteme 36
1.5.2.5 Geräteauswahl der Schalt-/Schutzgeräte für Schienenverteilersysteme im Bereich Energieverteilung 37
1.5.2.6 Zuordnungstabelle für Abgangskästen an Schienenverteilersystemen 38
1.5.2.7 Besonderheiten hinsichtlich des Gleichzeitigkeitsfaktors bei Schienenverteilersystemen für die Energieverteilung 40

1.6 Berücksichtigung der Aufstellungshöhe der Energieverteilungsanlagen 41
1.6.1 Isoliervermögen bei Mittelspannungs-Schaltanlagen NXAIR, NXPLUS C und 8DJH in Abhängigkeit von der Aufstellungshöhe 41

1.6.2 Korrekturfaktoren für Bemessungsströme von Niederspannungs-Schaltanlagen S8 in Abhängigkeit von der Aufstellungshöhe 42
1.6.3 Reduktionsfaktoren für Schienenverteilersysteme in Abhängigkeit von der Aufstellungshöhe der Anlagen 43
1.6.3.1 Schienenverteilersystem SIVACON 8PS – LD....43
1.6.4 Reduktionsfaktoren für Geräte in Abhängigkeit von der Aufstellungshöhe der Anlagen....43

1.7 Berücksichtigung von Kompensationsanlagen in der Planung mit den SIMARIS Planungstools....44
1.7.1 Dimensionierung von Kompensationsanlagen....44
1.7.1.1 Elektrotechnische Grundlagen: Leistung im Wechselstromkreis....44
1.7.1.2 Zentralkompensation....45
1.7.1.3 Blindleistungsregler....46
1.7.1.4 Berücksichtigung der Blindleistungskompensation in SIMARIS design....46
1.7.2 Kompensationsanlagen in Netzen mit Oberschwingungen....48
1.7.2.1 Auswirkungen von linearen und nicht-linearen Lasten auf das Netz....48
1.7.2.2 Kompensationsanlagen in Netzen mit Oberschwingungen....49
1.7.2.3 Verdrosselung von Kompensationsanlagen....51
1.7.2.4 Rundsteuerfrequenz und deren Bedeutung für die Kompensationsanlage....52
1.7.2.5 Berücksichtigung von Verdrosselungsgrad und Tonfrequenzsperren in SIMARIS project....53

1.8 Frequenzumrichter....54

1.9 Technische Schriftenreihe von Totally Integrated Power....55

1.10 Planungshandbücher von Totally Integrated Power....55

2 Spezielle technische Informationen zur Netzberechnung mit SIMARIS design....56

2.1 Symbole zur Darstellung des Netzplans in SIMARIS design....56

2.2 Energiequellen....62

2.3 Kupplungen....64
2.3.1 Aufbau und Prinzip Sammelschienenkupplung und Kupplungen mit Kabel/Schiene....64
2.3.2 Umschalteinrichtung nach DIN VDE 0100 Teil 710 (IEC 60364-7-71) (medizinisch genutzte Räume)....64
2.3.3 Erstellung von Sicherheitsstromversorgungs-Systemen....65

2.4 Dimensionierung von Generatoren....66
2.4.1 Generatoren im Inselbetrieb....66
2.4.2 Generatoren im Netzparallelbetrieb....67

2.5 Dimensionierung von Energieübertragungs- und Energieverteilungsstrecken....68

2.6 Spannungsfallberechnung in SIMARIS design....70
2.6.1 Bezugspunkt der Spannungsfallberechnung....70
2.6.2 Kumulierter Spannungsfall, Spannungsfall über ein Element und Spannung....70

2.7 Hinweis zur Dimensionierung von Schienenverteilersystemen 8 PS....72

2.8 Selektivität und Backup-Schutz....73
2.8.1 Back-up-Schutz....73
2.8.2 Dimensionierungsziel Back-up-Schutz in SIMARIS design....73
2.8.3 Selektivität....74
2.8.4 Dimensionierungsziel kein Back Up Schutz in SIMARIS design....76

2.9 Dimensionierung des Netzes nach Icu bzw. Icn....77
2.9.1 Einsatzbereiche von Leitungsschutzschaltern....77
2.9.2 Auswahl der Leitungsschutzschalter nach Icn oder Icu in SIMARIS design....78

2.10 Überstromzeitschutz....79
2.10.1 UMZ (Unabhängiger Maximalstromzeitschutz)....79
2.10.2 AMZ (Abhängiger Maximalstromzeitschutz)....80

2.11 Transformatoren mit Lüfteranbau....81

2.12 Erläuterung zu den Energieeffizienz-Betrachtungen in SIMARIS design....83

2.13 Verlegearten (Auszug) von Kabeln und Leitungen....86
2.13.1 Verlegearten nach IEC 60364-5-523/99 (Auszug)....86
2.13.2 Berücksichtigung der Verlegearten in SIMARIS design....88

2.14 Häufung von Kabeln und Leitungen....89

2.15 Spezielle Gegebenheiten in Motorstromkreisen und deren Berücksichtigung in SIMARIS design....90
2.15.1 Spezielle Verhaltenseigenschaften in Motorstromkreisen....90
2.15.1.1 Kurzschlussverhalten....90

2.15.1.2 Einschalt- und Anlaufverhalten....90
2.15.1.3 Verwendung spezieller Schalt- und Schutzgeräte in Motorstromkreisen....91
2.15.2 Motorverbraucher mit einfachem Motorschutz....91
2.15.3 Motorverbraucher als Motorstarterkombination....92
2.15.4 Beschreibung der Motorparameter....95

2.16 Frequenzumrichter....98
2.16.1 Auswahl über Applikationsmatrix....98
2.16.2 Standardlastspiel....99
2.16.3 Einsatz im IT-Netz....99
2.16.4 Kabeldimensionierung....100
2.16.5 Auslegung des Transformators....100
2.16.6 Aufstellungshöhe....100
2.16.7 Kompensationsanlagen in Netzen mit Oberschwingungen....102
2.16.8 Auswahl der Motoren....102

2.17 Normen zur Berechnung in SIMARIS design....103

2.18 Zusätzlicher Schutz durch RCDs gemäß DIN VDE 0100-410 (IEC 60364-4-41)....104
2.18.1 Maximale Abschaltzeiten in TN- und TT-Systemen gemäß DIN VDE 0100-410....104
2.18.2 Nationale Abweichungen zu IEC 60364-4-41....105
2.18.2.1 Niederlande....105
2.18.2.2 Norwegen....105
2.18.2.3 Belgien....105
2.18.2.4 Irland....106

2.19 Länderspezifika....106
2.19.1 Indien....106

2.20 Verwendete Formelzeichen....107

3 Spezielle technische Informationen zur Anlagenplanung mit SIMARIS project....116

3.1 Technische Daten Gasisolierte Mittelspannungs-Schaltanlagen 8DJH....116
3.1.1 Anforderungen der Energieversorgungs-Unternehmen (EVU)....116
3.1.2 Wandler....116
3.1.3 Felder....116
3.1.4 Bildung Schaltfeldblöcke....120

3.2 Technische Daten Gasisolierte Mittelspannungs-Schaltanlagen 8DJH Compact....120

3.3 Technische Daten Gasisolierte Mittelspannungs-Schaltanlagen 8DJH36....121
3.3.1 Anforderungen der Energieversorgungs-Unternehmen (EVU)....121
3.3.2 Wandler....121
3.3.3 Felder....121
3.3.4 Bildung Schaltfeldblöcke....123
3.3.5 Zuordnung von HH-Sicherungen und Transformatorleistung....123

3.4 Technische Daten Gasisolierte Mittelspannungs-Schaltanlagen NX PLUS C....123
3.4.1 Anforderungen der Energieversorgungs-Unternehmen (EVU)....123
3.4.2 Wandler....123
3.4.3 Felder....124
3.4.4 Schaltspiele....127
3.4.5 Zuordnung von HH-Sicherungen und Transformatorleistung....127

3.5 Technische Daten Luftisolierte Mittelspannungs-Schaltanlagen SIMOSEC....127
3.5.1 Anforderungen der Energieversorgungs-Unternehmen (EVU)....127
3.5.2 Wandler....127
3.5.3 Felder....128
3.5.4 Zuordnung von HH-Sicherungen und Transformatorleistung....131

3.6 Technische Daten Luftisolierte Mittelspannungs-Schaltanlagen NXAIR....132
3.6.1 Anforderungen der Energieversorgungs-Unternehmen (EVU)....132
3.6.2 Wandler....132
3.6.3 Wichtige Projektierungshinweise....132
3.6.4 Felder....133
3.6.4.1 NXAIR 17,5 kV....133
3.6.4.2 NXAIR 24 kV....137

3.7 Technische Daten Mittelspannungs-Schaltanlage 8DA10 bis 3150A....140
3.7.1 Anforderungen der Energieversorgungs-Unternehmen (EVU)....140
3.7.2 Wandler....140

3.7.3 Felder 140

3.8 Technische Daten Luftisolierte Mittelspannungs-Schaltanlagen NXAir (nur für China) 142
3.8.1 NXAir 12 kV 142
3.8.1.1 Stromwandler 142
3.8.1.2 Felder 142
3.8.2 NXAir 24 kV 144
3.8.2.1 Stromwandler 144
3.8.2.2 Felder 144

3.9 Schutzgeräte ANSI-Codes 147

3.10 Mittelspannungs-Schutzgeräte Beschreibung 149

3.11 Kapazitive Spannungsprüfsysteme 151

3.12 Lüfteranbau bei GEAFOL- und GEAFOL neo-Transformatoren 153

3.13 Technische Daten Niederspannungs-Schaltanlagen SIVACON S4 153
3.13.1 Felder 153
3.13.2 Kabelanschluss 155
3.13.3 Bestückungsregeln für belüftete Felder mit 3- bzw. 4-poligen Leisten 155

3.14 Technische Daten Niederspannungs-Schaltanlagen SIVACON S8 156
3.14.1 Felder 156
3.14.2 Kabelanschluss 159
3.14.3 Schienenverteilerbaugröße bei Anschlussart "Schienenverteiler für Leistungsschaltertechnik" 160
3.14.4 Störlichtbogenstufen 162
3.14.5 Bestückungsregeln für belüftete Felder mit 3- bzw. 4-poligen Leisten 163
3.14.6 Derating-Tabellen 164
3.14.6.1 Bemessungsstrom für offene Leistungsschalter (ACB) 3WL 164
3.14.6.2 Bemessungsstrom für offene Leistungsschalter (ACB) 3WT 167
3.14.6.3 Bemessungsstrom für Kompaktleistungsschalter (MCCB) 3VL (Einzelfeld) 169
3.14.7 Frequenzumrichter 170
3.14.7.1 Einbaugeräte 170
3.14.7.2 Schrankgeräte für Applikation „Pumpen, Lüften, Verdichten“ 170
3.14.7.3 Schrankgeräte für Applikation „Bewegen“ und „Verarbeiten“ 171
3.14.8 Aufstellung – Abstände und Gangbreiten 171

3.15 Technische Daten Niederspannungs-Schaltanlagen SIVACON 8PT (nur für China) 173
3.15.1 Felder 173
3.15.2 Derating-Tabellen 176
3.15.2.1 Bemessungsstrom für 1 Leistungsschalter/Feld bei 3WT 176
3.15.2.2 Bemessungsstrom für 2 Leistungsschalter/Feld bei 3WT 177
3.15.2.3 Bemessungsstrom für 3 Leistungsschalter/Feld mit 3WT 178
3.15.2.4 Bemessungsstrom für 1 Leistungsschalter/Feld bei 3WL 179
3.15.2.5 Bemessungsstrom für 2 Leistungsschalter/Feld bei 3WL, rückseitiger Anschluss 180
3.15.2.6 Bemessungsstrom für 2 Leistungsschalter/Feld bei 3WL, Frontanschluss 181
3.15.2.7 Bemessungsstrom für 3 Leistungsschalter/Feld bei 3WL 182
3.15.2.8 Bemessungsstrom für 1 Leistungsschalter/Feld bei 3VL 182

3.16 Formen der inneren Unterteilung bei Niederspannungs-Schaltanlagen (Formen 1-4) 183

3.17 Elektronische Überstromauslöser ETU für Leistungsschalter 3WL 185

3.18 Schutz bei Störlichtbögen durch Brandschutzschalter und deren Berücksichtigung in SIMARIS project 186
3.18.1 Fehlerlichtbögen in Endstromkreisen 186
3.18.1.1 Ursachen 186
3.18.1.2 Entstehung eines Lichtbogens in Folge einer Störstelle in der Leitung 187
3.18.2 Schließen der Schutzlücke bei seriellen und parallelen Fehlerlichtbögen 188
3.18.3 Anwendungsbereiche Brandschutzschalter für Endstromkreise bis 16 A 190
3.18.4 Berücksichtigung von Brandschutzschaltern in der Projektplanung mit SIMARIS project 190

3.19 Normen in SIMARIS project 191
3.19.1 Normen in der Projektplanung mit SIMARIS project 191
3.19.2 Erläuterungen zur Norm für Mittelspannungs-Schaltanlagen (IEC 62271-200) 193
3.19.2.1 Kategorie der Betriebsverfügbarkeit 193
3.19.2.2 Art des Zugangs zu Schotträumen 193
3.19.2.3 Störlichtbogenqualifikation IAC 194

1 Grundlegende und spezielle Informationen zur Netzberechnung und Anlagenplanung mit den SIMARIS Planungstools

1.1 Netzsysteme nach Art der Erdverbindung

1.1.1 Einführung Netzsysteme

Netzsysteme werden unterschieden nach

- Art und Anzahl der aktiven Leiter
- Art der Erdverbindung
- und Ausführung der Erdverbindung.

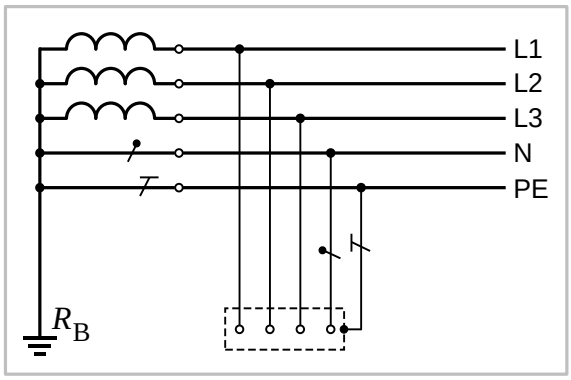
Die Kennbuchstaben haben folgende Bedeutung:

Kennbuch-stabe	Bedeutung Französisch	Bedeutung Englisch/Deutsch
T	terre	earth / Erde
I	isolé	isolated / isoliert
N	neutre	neutral / neutral
S	séparé	separated / getrennt
C	combiné	combined / kombiniert

Die Bezeichnung der Netzform wird folgendermaßen aus den Kennbuchstaben aufgebaut:

erster Buchstabe: kennzeichnet die Erdungsbedingung der speisenden Stromquelle	**T**	Stromquelle direkt geerdet
	I	Isolierung aktiver Teile von Erde oder Verbindung mit Erde über Impedanz
zweiter Buchstabe: kennzeichnet die Erdungsbedingung leitfähiger Körper der elektrischen Anlage	**T**	leitfähige Körper einzeln, in Gruppen oder gemeinsam mit Erde verbunden
	N	leitfähige Körper über Schutzleiter direkt mit dem geerdeten Punkt der elektrischen Anlage verbunden
weitere Buchstaben: kennzeichnen die Anordnung des Neutralleiters N und des Schutzleiters PE im TN-Netz.	**S**	Neutralleiter und Schutzleiter sind als getrennte Leiter verlegt
	C	Neutralleiter und Schutzleiter sind kombiniert in einem Leiter (PEN) verlegt

1.1.2 TN-S-System



1.1.2.1 Merkmale

- Im TN-S-System ist der Sternpunkt des Spannungserzeugers direkt geerdet (Betriebserder).
- Leitfähige Körper werden über eine definierte Verbindung mit dem Sternpunkt der Quelle verbunden.
- Im gesamten Netz wird der Schutzleiter getrennt vom Neutralleiter verlegt.
- Es existiert für jedes Teilnetz nur ein zentraler Erdungspunkt (ZEP), wo die Aufteilungsbrücke von PEN auf PE+N erfolgt.
- Im weiteren Verlauf darf N+PE nicht mehr verbunden werden.
- Das gesamte System ist somit von der Hauptverteilung bis zum Verbraucher als 5-Leiter-Netz aufzubauen.

1.1.2.2 Vorteile

- Ein Körperschluss wird zu einem Kurzschluss mit entsprechend hohem Fehlerstrom.
- Einfache Schutzeinrichtungen wie Sicherungen oder Leistungsschalter können die Aufgabe übernehmen das fehlerhafte Betriebsmittel abzuschalten.
- Durch die Trennung PE / N im gesamten System ist sichergestellt, dass keine vagabundierenden Ströme über Gebäudekonstruktion oder Schirme von Leitern fließen, welche zu Störungen in den informationstechnischen Anlagen führen sowie Korrosion verursachen können.

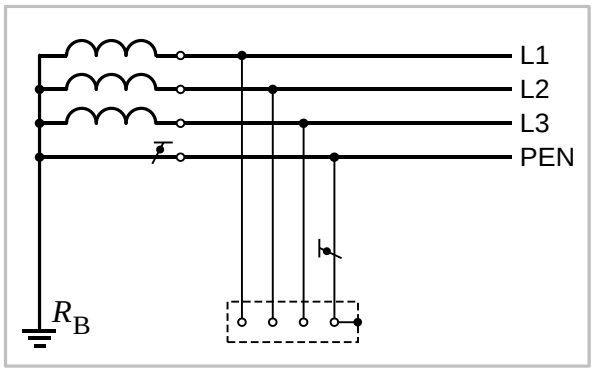
1.1.2.3 Nachteile

- Es werden im gesamten System 5 Leiter benötigt.
- Bei Verbindung von Teilnetzen ist ein Netzparallelbetrieb nicht zulässig.
- Die Teilnetze müssen durch 4-polige Schaltgeräte getrennt sein.
- Häufig werden versehentlich Verbindungen zwischen PE+N im weiteren Verlauf des Netzes eingebaut.

1.1.2.4 Vorbeugende Maßnahmen

- Bei der Errichtung bzw. bei Erweiterungen ist darauf zu achten, dass nach dem zentralen Erdungspunkt keine weitere Aufteilungsbrücke innerhalb eines Teilnetzes verbaut wird (Achtung: Errichtergewohnheiten HKL!).
- Zudem ist der Einbau eines Wandlers auf den zentralen Erdungspunkt zur Überwachung der Ströme über PE mit Hilfe eines Stromwächtermessgeräts und entsprechende Meldung vorzusehen.

1.1.3 TN-C-System



1.1.3.1 Merkmale

- Im TN-C-System ist der Sternpunkt des Spannungserzeugers direkt geerdet (Betriebserder).
- Leitfähige Körper werden über eine definierte Verbindung mit dem Sternpunkt der Quelle verbunden.
- Von der Einspeisung ausgehend bis zu den Verbrauchern wird die Funktion PE+N über einen kombinierten Leiter abgedeckt, dem PEN-Leiter.
- Es ist dabei zu beachten, dass der PEN im gesamten Verlauf, auch innerhalb der Schaltanlagen, isoliert zu verlegen ist. Der Querschnitt des PEN-Leiters ist dabei für Kupfer ≥ 10 mm^2 und für Aluminium ≥ 16 mm^2 aus mechanischen Gründen bindend vorgeschrieben.

1.1.3.2 Vorteile

- Ein Körperschluss wird zu einem Kurzschluss mit entsprechend hohem Fehlerstrom.
- Einfache Schutzeinrichtungen wie Sicherungen oder Leistungsschalter können die Aufgabe übernehmen, das fehlerhafte Betriebsmittel abzuschalten.
- Im gesamten Netz werden maximal 4-Leiter-Kabel verlegt, was im Vergleich zum TN-S-Netz zu Einsparungen bei der Kabelanlage führt.
- Die Verwendung von 3-poligen Schutzgeraten ist ausreichend.

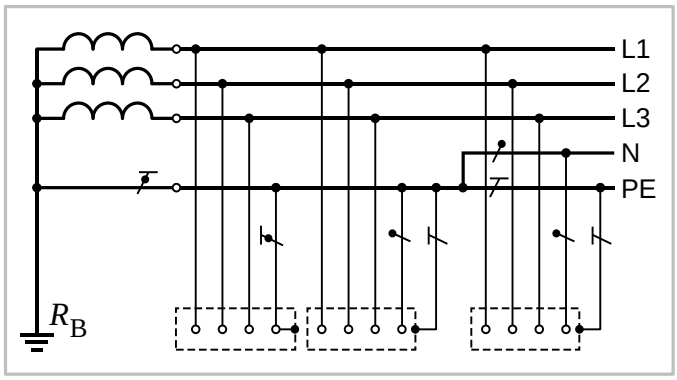
1.1.3.3 Nachteile

- Durch den gemeinsam verlegten PE+N in Form eines PEN-Leiters im gesamten Netz ergeben sich unerwünschte Effekte und gefährliche Folgeschäden, die durch vagabundierende Ströme hervorgerufen werden.
  Diese belasten elektrische sowie metallische mechanische Systeme.
- Beispiele für dadurch entstehende Schäden sind Korrosion an der Gebäudekonstruktion, Belastung und mögliche Entflammung von Schirmen von Datenleitungen, Beeinflussung und Verstümmelung von Datenpaketen durch Induktion etc.

1.1.3.4 Vorbeugende Maßnahmen

- Bei der Neuerrichtung und Erweiterungen von Anlagen ist auf das TN-S-System zurückzugreifen.

1.1.4 TN-C-S-System



1.1.4.1 Merkmale

- Im TN-C-S-System ist der Sternpunkt des Spannungserzeugers direkt geerdet (Betriebserder).
- Leitfähige Körper werden über eine definierte Verbindung mit dem Sternpunkt der Quelle verbunden.
- Von der Einspeisung ausgehend bis zu einem bestimmten Teil des Netzes wird die Funktion PE+N über einen kombinierten Leiter abgedeckt, den PEN-Leiter.
- Dabei ist zu beachten, dass in den Bereichen des verlegten PEN dieser im gesamten Verlauf, auch innerhalb der Schaltanlagen, isoliert zu verlegen ist. Der Querschnitt des PEN-Leiters ist dabei für Kupfer ≥ 10 mm^2 und für Aluminium ≥ 16 mm^2 aus mechanischen Gründen bindend vorgeschrieben.
- Ausgehend von diesem Teilnetz zweigen ein oder mehrere 5-Leiter-Netze (TN-S-Netz) mit separatem PE+N ab.

1.1.4.2 Vorteile

- Ein Körperschluss wird zu einem Kurzschluss mit entsprechend hohem Fehlerstrom.
- Einfache Schutzeinrichtungen wie Sicherungen oder Leistungsschalter können die Aufgabe übernehmen, das fehlerhafte Betriebsmittel abzuschalten.
- In Teilen des Netzes werden maximal 4-Leiter-Kabel verlegt, was im Vergleich zum reinen TN-S-Netz zu Einsparungen bei der Kabelanlage führt.

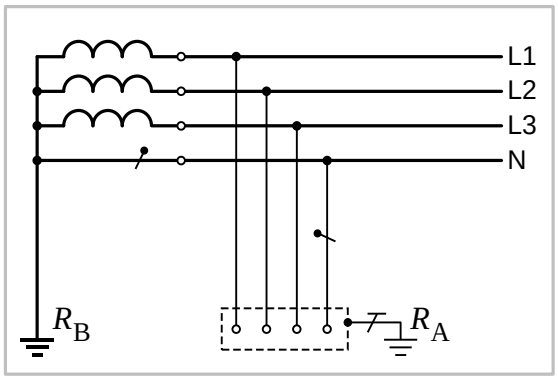
1.1.4.3 Nachteile

- Wird über die Hauptverteilung hinaus ein gemeinsamer PEN verlegt, ergeben sich unerwünschte Effekte und gefährliche Folgeschäden, die durch vagabundierende Ströme hervorgerufen werden. Diese belasten elektrische sowie metallische mechanische Systeme.
- Beispiele für dadurch entstehende Schäden sind Korrosion an der Gebäudekonstruktion, Belastung und mögliche Entflammung von Schirmen von Datenleitungen, Beeinflussung und Verstümmelung von Datenpaketen durch Induktion etc.

1.1.4.4 Vorbeugende Maßnahmen

- Bei der Neuerrichtung und Erweiterungen von Anlagen ist von der Hauptverteilung abgehend auf das TN-S-System zurückzugreifen.

1.1.5 TT-System



1.1.5.1 Merkmale

- Im TT-System ist der Sternpunkt des Spannungserzeugers direkt geerdet (Betriebserder).
- Die leitfähigen Körper der elektrischen Anlage sind ebenfalls direkt geerdet.
- Betriebserder und Schutzerdung der Körper sind nicht galvanisch über Leiter miteinander verbunden.
- Die Erdungsanlage für den Betriebserder muss mindestens 20 m von dem der Schutzerdung entfernt sein.

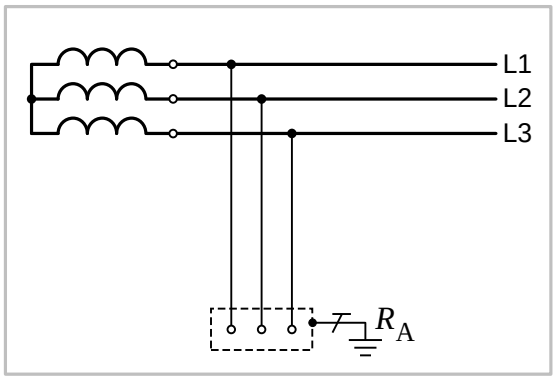
1.1.5.2 Vorteile

- Über Schutzleiter werden Betriebsmittel der Schutzklasse I an ihrem Standort geerdet.
- Damit nehmen Standort und Körper auch im Fall eines Körperschlusses näherungsweise gleiches Potenzial an, so dass die Berührungsspannung $U_T = 0\,V$ ist.
- Ein Körperschluss wird nur zum Erdschluss und nicht zu einem Kurzschluss, wie im TN-System.
- Daher ist der Fehlerstrom im Vergleich zum TN-System niedrig.

1.1.5.3 Nachteile

- Die Fehlerströme sind nicht definiert.
- Wird der Körpererder unterbrochen, fließt der gesamte Fehlerstrom über den menschlichen Körper.
- Bei ungünstigen Verhältnissen ist dieser Strom kleiner dem Auslösestrom eines FI-Schalters. Es besteht jedoch Lebensgefahr.
- Aufgrund des geringen Fehlerstromes sind Schutzeinrichtungen wie Sicherungen in der Regel nicht möglich. Üblicherweise werden RCDs (residual current device, ehemals FI, DI) erforderlich.

1.1.6 IT-System



1.1.6.1 Merkmale

- Im IT-System sind der Außenleiter und – sofern vorhanden – auch der Neutralleiter des Spannungserzeugers im ungestörten Betriebsfall gegen Erde isoliert oder hochohmig geerdet.
- Die Körper der Betriebsmittel in der Anlage sind einzeln oder über einen gemeinsamen Schutzleiter mit Erde verbunden.

1.1.6.2 Vorteile

- Bei einem einzigen Körper- oder Erdschluss kann kein gefährlicher Körperstrom fließen.
- Der Fehler muss nur gemeldet und nicht abgeschaltet werden (Isolationsüberwachung).
- Der Fehler kann nach Meldung in Ruhe gesucht werden, das Netz kann weiterhin in Betrieb bleiben.
- Beim zweiten Fehler muss analog zum TN- oder TT-System abgeschaltet werden.
- Hohe Verfügbarkeit sowie ideale Versorgung für EX-Bereiche auf Grund des fehlenden Lichtbogens beim ersten Fehler.

1.1.6.3 Nachteile

- Spannungserhöhung in den gesunden Phasen nach Eintritt des ersten Fehlers → bei der Auswahl der Geräte ist der benötigte erhöhte Isolationswert zu beachten.
- Zusätzlich zur Isolationsüberwachung ist der Schutz bei Überlast mit Sicherungen bzw. Leistungsschaltern sicherzustellen.
- Da nach dem ersten Fehler die Verhältnisse nicht immer identisch mit denen des TN-Systems sind, sondern auf Grund undefinierter Erdverbindungen dem TT-System entsprechen können, ist es teilweise erforderlich zusätzlich FI-Schalter zum Trennen bei kleinen Fehlerströmen einzusetzen.

1.2 Schutzarten für elektrische Betriebsmittel

1.2.1 Struktur der Schutzartbezeichnung

- Die Schutzartbezeichnung beginnt immer mit den Buchstaben IP (Bedeutung?).
- Es folgt eine zweistellige Zahl. Diese zeigt an, welchen Schutzumfang ein Gehäuse bezüglich
  - Berührung bzw. Fremdkörper (erste Ziffer)
  - und Feuchtigkeit (zweite Ziffer)

  bietet.
- Fakultativ kann nach den beiden Zahlen ein zusätzlicher sowie ein ergänzender Buchstabe folgen. Der zusätzliche Buchstabe hat eine Bedeutung für den Schutz von Personen und trifft eine Aussage über den Schutz gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit
  - Handrücken (A)
  - Finger (B)
  - Werkzeug (C)
  - und Draht (D).

1.2.2 Schutzarten gegen feste Fremdkörper (erste Kennziffer)

Erste Kennziffer	Kurzbeschreibung	Definition
0	nicht geschützt	--
1	Geschützt gegen feste Fremdkörper 50 mm Durchmesser und größer	Die Objektsonde, Kugel 50 mm Durchmesser, darf nicht voll eindringen *)
2	geschützt gegen feste Fremdkörper 12,5 mm Durchmesser und größer	Die Objektsonde, Kugel 12,5 mm Durchmesser, darf nicht voll eindringen *)
3	geschützt gegen feste Fremdkörper 2,5 mm Durchmesser und größer	Die Objektsonde, 2,5 mm Durchmesser, darf überhaupt nicht eindringen
4	geschützt gegen feste Fremdkörper 1 mm Durchmesser und größer	Die Objektsonde, 1 mm Durchmesser, darf überhaupt nicht eindringen
5	staubgeschützt	Eindringen von Staub ist nicht vollständig verhindert, aber Staub darf nicht in einer solchen Menge eindringen, dass das zufriedenstellende Arbeiten des Gerätes oder die Sicherheit beeinträchtigt wird
6	Staubdicht	Kein Eindringen von Staub

*) Anmerkung: Der volle Durchmesser der Objektsonde darf nicht durch eine Öffnung des Gehäuses hindurchgehen

1.2.3 Schutzarten gegen Wasser (zweite Kennziffer)

Zweite Kennziffer	Kurzbeschreibung	Definition
0	nicht geschützt	--
1	geschützt gegen Tropfwasser	Senkrecht fallende Tropfen dürfen keine schädliche Wirkung haben
2	geschützt gegen Tropfwasser, wenn das Gehäuse bis zu 15° geneigt ist	Senkrecht fallende Tropfen dürfen keine schädliche Wirkung haben, wenn das Gehäuse um einen Winkel bis zu 15° beiderseits der Senkrechten geneigt ist
3	geschützt gegen Sprühwasser	Wasser, das in einem Winkel bis zu 60° beiderseits der Senkrechten gesprüht wird, darf keine schädliche Wirkung haben
4	geschützt gegen Spritzwasser	Wasser, das aus jeder Richtung gegen das Gehäuse spritzt, darf keine schädliche Wirkung haben
5	geschützt gegen Strahlwasser	Wasser, das aus jeder Richtung als Strahl gegen das Gehäuse gerichtet ist, darf keine schädliche Wirkung haben
6	geschützt gegen starkes Strahlwasser	Wasser, das aus jeder Richtung als starker Strahl gegen das Gehäuse spritzt, darf keine schädliche Wirkung haben
7	geschützt gegen die Wirkungen beim zeitweiligen Untertauchen in Wasser	Wasser darf nicht in einer Menge eintreten, die schädliche Wirkungen verursacht, wenn das Gehäuse unter genormten Druck- und Zeitbedingungen zeitweilig in Wasser untergetaucht ist
8	geschützt gegen die Wirkungen beim dauernden Untertauchen in Wasser	Wasser darf nicht in einer Menge eintreten, die schädliche Wirkungen verursacht, wenn das Gehäuse dauernd unter Wasser getaucht ist unter Bedingungen, die zwischen Hersteller und Anwender vereinbart werden müssen. Die Bedingungen müssen jedoch schwieriger sein als für Kennziffer 7.

1.3 Erläuterungen zur Berücksichtigung des Funktionserhalts in den SIMARIS Planungstools

1.3.1 Grundlagen Funktionserhalt

Die Bauordnungen stellen an elektrische Versorgungssysteme von Sicherheitseinrichtungen besondere Anforderungen. Danach muss die Funktion der Leitungsanlage auch in einem Brandfall über einen bestimmten Zeitraum gewährleistet sein.

Dies kann geschehen indem Leitungen sowie Schienenverteilersysteme nach DIN 4102-12 in einer Funktionserhaltsklasse E30, E60 oder E90 entsprechend den Zulassungsbestimmungen der Produkte verwendet werden.

Dies setzt voraus, dass die Leitungen, Kabel oder Schienenverteilersysteme einem Brand standhalten können, ohne ihre Funktion durch Kurzschluss, Unterbrechung oder Isolationsverlust aufzugeben.

Es sind die Einhaltung des Spannungsfalls sowie die Abschaltbedingungen für den Personenschutz (VDE 0100 Teil 410) unter erhöhten Brandtemperaturen nachzuweisen.

1.3.1.1 Brandschutzvorkehrungen bei baulichen Anlagen besonderer Art und Nutzung

"Brandschutzeinrichtungen und Brandschutzvorkehrungen“ für elektrische Anlagen sind insbesondere bei baulichen Anlagen besonderer Art und Nutzung erforderlich. Solche baulichen Anlagen sind z. B. Krankenhäuser oder Versammlungsstätten. Hier müssen die elektrischen Anlagen laut DIN VDE 0100-560 (Vorgänger DIN VDE 0100-718) "Bauliche Anlagen für Menschenansammlungen" und DIN VDE 0100-710 (Vorgänger DIN VDE 0107) "Medizinisch genutzte Bereiche" auch bei einem Brand für bestimmte Zeiten funktionstüchtig bleiben.

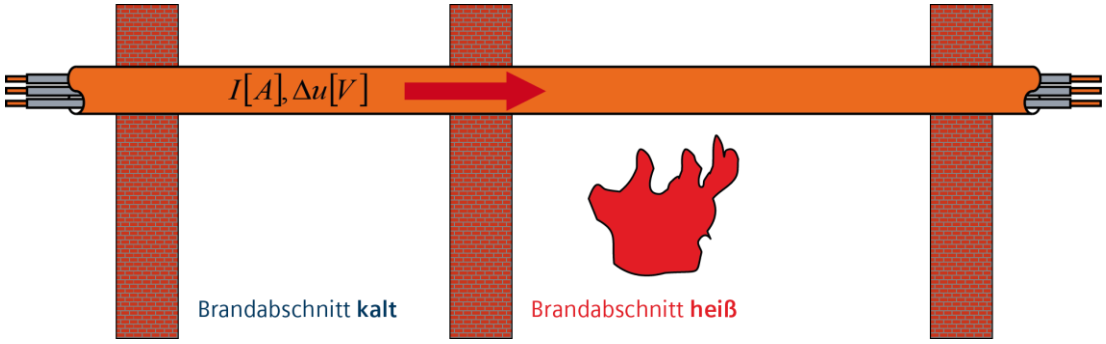
Gemäß dieser Vorschriften müssen die sicherheitsrelevanten Anlagen für eine bestimmte Zeit funktionsfähig bleiben.

Dies sind z.B.:

- Brandmeldeanlagen
- Anlagen zur Alarmierung und Erteilung von Anweisungen an Besucher und Beschäftigte
- Sicherheitsbeleuchtung
- Lüftungsanlagen von Sicherheitstreppen, Fahrschächten und Triebwerksräumen von Feuerwehraufzügen, für die unter Vollbrandbedingungen mindestens eine Funktionsfähigkeit von 90 min sichergestellt sein muss
- Wasserdruckerhöhungsanlagen zur Löschwasserversorgung
- Entrauchungsanlagen
- Personenaufzugsanlagen mit Evakuierungsschaltung, die unter Vollbrandbedingungen im Zuleitungsbereich mindestens 30 Minuten funktionsfähig bleiben müssen.

1.3.1.2 Auswahl der Brandabschnitte für die Berechnung des Spannungsfalls und der Abschaltbedingung

Bei der Berechnung für den Funktionserhalt unter erhöhten Brandtemperaturen wird davon ausgegangen, dass die Brandtemperatur nur in einem Brandabschnitt auftreten kann und dass die Brandwände mit der Feuerwiderstandsklasse F90 eine Ausbreitung des Brandes verhindern. Damit können die Kabel bzw. Schienenverteilersysteme in mehrere Abschnitte aufgeteilt werden, von denen ein Abschnitt der Brandtemperatur und die übrigen Abschnitte der normalen Raumtemperatur ausgesetzt sind. Wird mit einer Leitungsanlage mehr als 1 Brandabschnitt durchquert, so sollte der Brandabschnitt mit der längsten Strecke in die Berechnung einfließen, denn dadurch wird immer der ungünstigste Fall angenommen und berechnet.



1.3.1.3 Berechnungsgrundlagen

- Bei der Berechnung wird der erhöhte Wirkwiderstand, der aufgrund der durch den Brand erhöhten Temperatur entsteht, ermittelt.
- Der Spannungsfall wird für jeden Abschnitt, also für den heißen (= definierter größter Brandabschnitt) und alle kalten Brandabschnitte einzeln berechnet. Dabei wird im "Brandabschnitt heiß" zur Berechnung die höhere Temperatur verwendet.
- Für die Überprüfung und Ausgabe wird dann der gesamte Spannungsfall aller Abschnitte verwendet.
- Der minimale Kurzschlussstrom wird mit der größten Impedanz berechnet. Die Gesamtimpedanz ist die Summe der einzelnen Impedanzen in den Brandabschnitten, abhängig von der höheren Temperatur im heißen Abschnitt und der Impedanz in den kalten Abschnitten mit normaler Temperatur.

1.3.1.4 Arten des Funktionserhalts und deren Berücksichtigung in SIMARIS design

Folgende Möglichkeiten stehen zur Sicherstellung des Funktionserhalts einer Leitungsanlage zur Verfügung:

- Schutz durch Einhausung für Schienenverteilersysteme
- Schutz durch Einhausung von Standardkabeln
- Verlegung von Kabeln mit integriertem Funktionserhalt

1.3.1.4.1 Einhausung von Schienenverteilern

Zur Berechnung für Schienenverteilersysteme wird empfohlen, die Temperatur mit 150 °C anzusetzen. Dies gilt für alle Funktionserhaltklassen. Diese Temperatur wird nur für die Berechnung des Spannungsfalls und der Abschaltbedingung im größten Brandabschnitt gesetzt und verwendet. Diese Vorbelegung kann jedoch je nach Gegebenheiten im konkreten Projekt nachträglich geändert werden.

Bei eingehausten Schienenverteilersystemen muss immer mit Derating-Faktoren gerechnet werden. Dies muss unabhängig davon erfolgen, ob ein Brandabschnitt definiert ist oder nicht.

Die Stromtragfähigkeit der Schienenverteiler muss für die Dimensionierung entsprechend der systemspezifischen Deratingtabellen reduziert werden.

Eine Einhausung der Schienenverteiler ist nur bei den Systemen BD2, LD, und LI (jeweils Al und Cu) zulässig.

Die Deratingtabellen für die verschiedenen Schienenverteilersysteme sind in SIMARIS design hinterlegt. Der Zugriff auf die Tabellen erfolgt automatisch durch die Software im Rahmen der Berechnungen, sobald für die Schienenverteiler eine entsprechende Einhausung angegeben wird. Der Anwender hat jedoch in der Software keinen Zugriff auf die Tabellen zur Anzeige der Daten etc.

Folgende Deratingtabellen zu den verschiedenen Schienenverteilersystemen sind in SIMARIS design hinterlegt. In den Tabellen ist nur die höchste zulässige Funktionserhaltsklasse angegeben. Die Schienenverteilersysteme sind aber auch für die niedrigeren Funktionserhaltsklassen geeignet.

System BD2

Aufbaulage horizontal flach und vertikal	Maximaler Strom, frei belüftet	I_e mit 50 mm Platten-stärke	Funktions-erhalt Klasse
System	$I_e[A]$	$I_e[A]$	
BD2A-160	160	100	E90
BD2A-250	250	160	E90
BD2A-400	400	250	E90
BD2A-630	630	400	E90
BD2A-800	800	500	E90
BD2A-1000	1000	630	E90

Aufbaulage horizontal flach und vertikal	Maximaler Strom, frei belüftet	I_e mit 50 mm Platten-stärke	Funktions-er-halt Klasse
System	$I_e[A]$	$I_e[A]$	
BD2C-160	160	100	E90
BD2C-250	250	160	E90
BD2C-400	400	250	E90
BD2C-630	630	400	E90
BD2C-800	800	500	E90
BD2C-1000	1000	630	E90
BD2C-1250	1250	800	E90

System LD

Aufbaulage	Maximaler Strom,	Strom gerechnet mit	Reduktionsfaktor	Funktions-erhalt Klasse	Strom gerechnet mit	Reduktionsfaktor	Funktions-erhalt Klasse	Strom gerechnet mit	Reduktionsfaktor	Funktions-erhalt Klasse
horizontal hochkant	IP34 frei belüftet	20 mm Platten			40 mm Platten			45 mm Platten [1)]		
System	$I_e[A]$	$I_e[A]$			$I_e[A]$			$I_e[A]$		
LDA1	1100	675	0,61	E60	603	0,55	E90	550	0,50	E90
LDA2	1250	750	0,60	E60	670	0,54	E90	625	0,50	E90
LDA3	1600	912	0,57	E60	804	0,50	E90	800	0,50	E90
LDA4	2000	1140	0,57	E90	1005	0,50	E90	900	0,45	E90
LDA5	2500	1425	0,57	E90	1250	0,50	E90	1125	0,45	E90
LDA6	3000	1710	0,57	E90	1500	0,50	E90	1350	0,45	E90
LDA7	3700	2109	0,57	E90	1850	0,50	E90	1665	0,45	E90
LDA8	4000	2280	0,57	E90	2000	0,50	E90	1800	0,45	E90
LDC2	2000	1200	0,60	E60	1072	0,54	E90	1040	0,52	E90
LDC3	2600	1500	0,58	E60	1340	0,52	E90	1352	0,52	E90
LDC6	3400	1950	0,57	E90	1742	0,51	E90	1530	0,45	E90
LDC7	4400	2508	0,57	E90	2200	0,50	E90	1980	0,45	E90
LDC8	5000	2850	0,57	E90	2500	0,50	E90	2250	0,45	E90

Aufbaulage	Maximaler Strom,	Strom gerechnet mit	Reduktionsfaktor	Funktions-erhalt Klasse	Strom gerechnet mit	Reduktionsfaktor	Funktions-erhalt Klasse	Strom gerechnet mit	Reduktionsfaktor	Funktions-erhalt Klasse
horizontal hochkant	IP54 frei belüftet	20 mm Platten			40 mm Platten			45 mm Platten [1)]		
System	$I_e[A]$	$I_e[A]$			$I_e[A]$			$I_e[A]$		
LDA1	900	675	0,75	E60	603	0,67	E90	540	0,60	E90
LDA2	1000	750	0,75	E60	670	0,67	E90	600	0,60	E90
LDA3	1200	900	0,75	E60	804	0,67	E90	720	0,60	E90
LDA4	1500	1125	0,75	E90	1005	0,67	E90	900	0,60	E90
LDA5	1800	1350	0,75	E90	1206	0,67	E90	1080	0,60	E90
LDA6	2000	1500	0,75	E90	1340	0,67	E90	1200	0,60	E90
LDA7	2400	1800	0,75	E90	1608	0,67	E90	1440	0,60	E90
LDA8	2700	2025	0,75	E90	1809	0,67	E90	1620	0,60	E90
LDC2	1600	1200	0,75	E60	1072	0,67	E90	960	0,60	E90
LDC3	2000	1500	0,75	E60	1340	0,67	E90	1200	0,60	E90
LDC6	2600	1950	0,75	E90	1742	0,67	E90	1560	0,60	E90
LDC7	3200	2400	0,75	E90	2144	0,67	E90	1920	0,60	E90
LDC8	3600	2700	0,75	E90	2412	0,67	E90	2160	0,60	E90

System LD

Aufbaulage	Maximaler Strom,	Strom gerechnet mit	Reduktionsfaktor	Funktions-erhalt Klasse	Strom gerechnet mit	Reduktionsfaktor	Funktions-erhalt Klasse	Strom gerechnet mit	Reduktionsfaktor	Funktions-erhalt Klasse
horizontal flach	IP34/ IP54 frei belüftet	20 mm Platten			40 mm Platten			45 mm Platten [1)]		
System	$I_e[A]$	$I_e[A]$			$I_e[A]$			$I_e[A]$		
LDA1	700	602	0,86	E60	545	0,78	E90	486	0,69	E90
LDA2	750	645	0,86	E60	584	0,78	E90	521	0,69	E90
LDA3	1000	860	0,86	E60	778	0,78	E90	694	0,69	E90
LDA4	1200	1032	0,86	E90	934	0,78	E90	833	0,69	E90
LDA5	1700	1462	0,86	E90	1323	0,78	E90	1180	0,69	E90
LDA6	1800	1548	0,86	E90	1400	0,78	E90	1250	0,69	E90
LDA7	2200	1892	0,86	E90	1712	0,78	E90	1527	0,69	E90
LDA8	2350	2021	0,86	E90	1828	0,78	E90	1631	0,69	E90
LDC2	1200	1032	0,86	E60	934	0,78	E90	833	0,69	E90
LDC3	1550	1333	0,86	E60	1206	0,78	E90	1076	0,69	E90
LDC6	2000	1720	0,86	E90	1556	0,78	E90	1388	0,69	E90
LDC7	2600	2236	0,86	E90	2023	0,78	E90	1804	0,69	E90
LDC8	3000	2580	0,86	E90	2334	0,78	E90	2082	0,69	E90

Aufbaulage	Maximaler Strom,	Strom gerechnet mit	Reduktionsfaktor	Funktions-erhalt Klasse	Strom gerechnet mit	Reduktionsfaktor	Funktions-erhalt Klasse	Strom gerechnet mit	Reduktionsfaktor	Funktions-erhalt Klasse
vertikal	IP34 frei belüftet	20 mm Platten			40 mm Platten			45 mm Platten [1)]		
System	$I_e[A]$	$I_e[A]$			$I_e[A]$			$I_e[A]$		
LDA1	950	675	0,71	E60	603	0,63	E90	475	0,50	E90
LDA2	1100	750	0,68	E60	670	0,61	E90	550	0,50	E90
LDA3	1250	900	0,72	E60	804	0,64	E90	625	0,50	E90
LDA4	1700	1125	0,66	E90	1005	0,59	E90	748	0,44	E90
LDA5	2100	1350	0,64	E90	1206	0,57	E90	924	0,44	E90
LDA6	2300	1500	0,65	E90	1340	0,58	E90	1012	0,44	E90
LDA7	2800	1800	0,64	E90	1608	0,57	E90	1232	0,44	E90
LDA8	3400	2025	0,60	E90	1809	0,53	E90	1496	0,44	E90
LDC2	1650	1200	0,73	E60	1072	0,65	E90	792	0,48	E90
LDC3	2100	1500	0,71	E60	1340	0,64	E90	1008	0,48	E90
LDC6	2700	1950	0,72	E90	1742	0,65	E90	1296	0,48	E90
LDC7	3500	2400	0,69	E90	2144	0,61	E90	1680	0,48	E90
LDC8	4250	2700	0,64	E90	2412	0,57	E90	2040	0,48	E90

System LD

Aufbau-lage	Maxima-ler Strom,	Strom gerech-net mit	Reduktions-fak-tor	Funktions-er-halt Klasse	Strom gerech-net mit	Reduktions-fak-tor	Funktions-er-halt Klasse	Strom gerech-net mit	Reduktions-fak-tor	Funktions-er-halt Klasse
vertikal	IP54 frei belüftet	20 mm Platten			40 mm Platten			45 mm Platten [1]		
System	$I_e[A]$	$I_e[A]$			$I_e[A]$			$I_e[A]$		
LDA1	900	675	0,75	E60	603	0,67	E90	475	0,53	E90
LDA2	1000	750	0,75	E60	670	0,67	E90	550	0,55	E90
LDA3	1200	900	0,75	E60	804	0,67	E90	625	0,52	E90
LDA4	1500	1125	0,75	E90	1005	0,67	E90	748	0,50	E90
LDA5	1800	1350	0,75	E90	1206	0,67	E90	924	0,51	E90
LDA6	2000	1500	0,75	E90	1340	0,67	E90	1012	0,51	E90
LDA7	2400	1800	0,75	E90	1608	0,67	E90	1232	0,51	E90
LDA8	2700	2025	0,75	E90	1809	0,67	E90	1496	0,55	E90
LDC2	1600	1200	0,75	E60	1072	0,67	E90	792	0,50	E90
LDC3	2000	1500	0,75	E60	1340	0,67	E90	1008	0,50	E90
LDC6	2600	1950	0,75	E90	1742	0,67	E90	1296	0,50	E90
LDC7	3200	2400	0,75	E90	2144	0,67	E90	1680	0,53	E90
LDC8	3600	2700	0,75	E90	2412	0,67	E90	2040	0,57	E90

System LI

Aufbau-lage	Maxima-ler Strom,	Strom gerech-net mit	Reduktions-fak-tor	Funktions-er-halt Klasse	Strom gerech-net mit	Reduktions-fak-tor	Funktions-er-halt Klasse	Strom gerech-net mit	Reduktions-fak-tor	Funktions-erhalt Klasse
	IP55 frei belüftet	45 mm Platten Horizontal hochkant			45 mm Platten Horizontal flach			45 mm Platten vertikal		
System	$I_e[A]$	$I_e[A]$			$I_e[A]$			$I_e[A]$		
LI-A.0800	800	440	0,55	E90	440	0,55	E90	440	0,55	E90
LI-A.1000	1000	560	0,56	E90	560	0,56	E90	560	0,56	E90
LI-A.1250	1250	663	0,53	E90	663	0,53	E90	663	0,53	E90
LI-A.1600	1600	832	0,52	E90	832	0,52	E90	832	0,52	E90
LI-A.2000	2000	1120	0,56	E90	1120	0,56	E90	1120	0,56	E90
LI-A.2500	2500	1375	0,55	E90	1375	0,55	E90	1375	0,55	E90
LI-A.3200	3200	1824	0,57	E90	1824	0,57	E90	1824	0,57	E90
LI-A.4000	4000	2200	0,55	E90	2200	0,55	E90	2200	0,55	E90
LI-A.5000	5000	2700	0,54	E90	2700	0,54	E90	2700	0,54	E90
LI-C.1000	1000	570	0,57	E90	570	0,57	E90	570	0,57	E90
LI-C.1250	1250	663	0,53	E90	663	0,53	E90	663	0,53	E90
LI-C.1600	1600	832	0,52	E90	832	0,52	E90	832	0,52	E90
LI-C.2000	2000	1040	0,52	E90	1040	0,52	E90	1040	0,52	E90
LI-C.2500	2500	1200	0,48	E90	1200	0,48	E90	1200	0,48	E90
LI-C.3200	3200	1728	0,54	E90	1728	0,54	E90	1728	0,54	E90
LI-C.4000	4000	2000	0,50	E90	2000	0,50	E90	2000	0,50	E90
LI-C.5000	5000	2600	0,52	E90	2600	0,52	E90	2600	0,52	E90
LI-C.6300	6300	3654	0,58	E90	3654	0,58	E90	3654	0,58	E90

[1] auf Anfrage

1.3.1.4.2 Einhausung von Standardkabeln

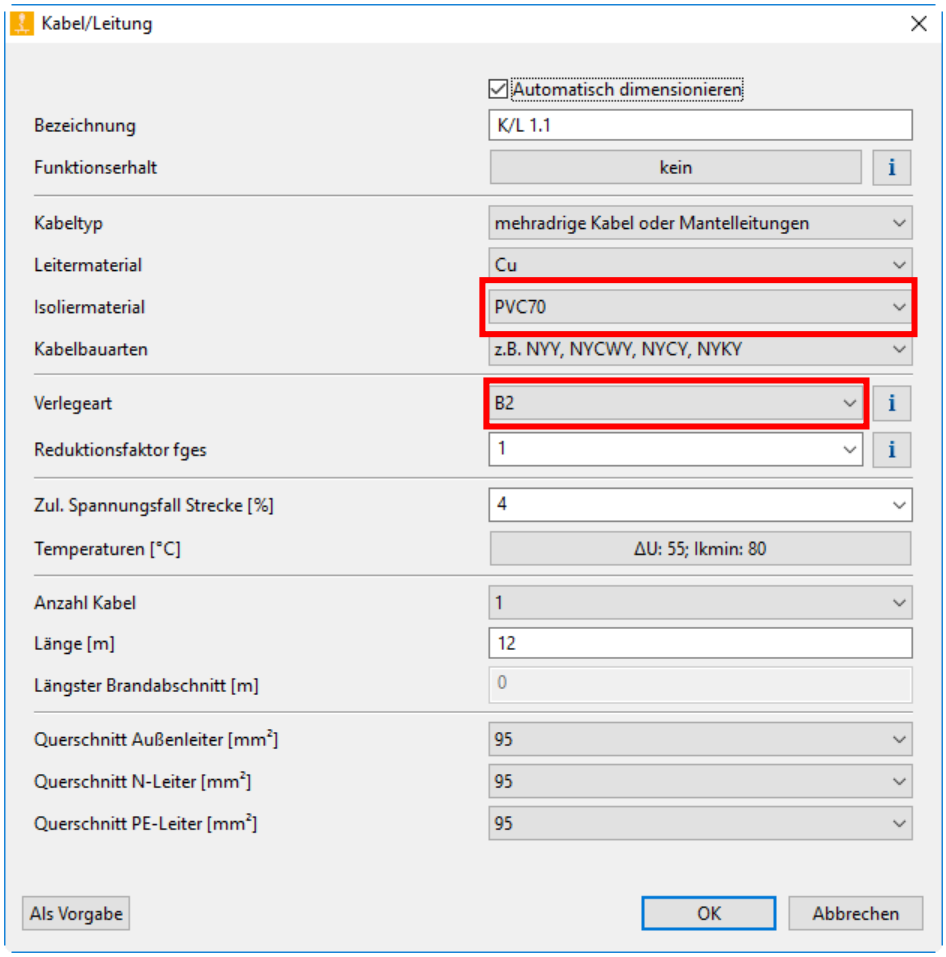
Zur Berechnung für Kabel und Leitungen wird empfohlen, die Temperatur mit 150 °C anzusetzen. Dies gilt für alle Funktionserhaltklassen. (Lit.: Heinz-Dieter Fröse, Brandschutz für Kabel und Leitungen, Hüthig & Pflaum, 2005)

Diese Temperatur wird nur für die Berechnung des Spannungsfalls und der Abschaltbedingung im größten Brandabschnitt gesetzt und verwendet. Die Vorbelegung kann jedoch je nach Gegebenheiten im konkreten Projekt nachträglich geändert werden.

Die Stromtragfähigkeit eingehauster Kabel ist mit der Verlegung in baulichen Hohlräumen vergleichbar.

Daher wird bei der Einhausung von Standardkabeln in SIMARIS design als Default anstelle der Verlegeart C die Verlegeart B2 (= mehradriges Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitung in einem Elektro-Installationsrohr auf einer Wand) automatisch vorausgewählt. Eine nachträgliche Änderung durch den Nutzer ist jedoch möglich. Eine Einschränkung der Verlegearten erfolgt also nicht, sondern sie kann jederzeit durch den Nutzer in eigener Verantwortung verändert werden.

Als Isoliermaterial stehen im Falle der Einhausung alle Isolationsmaterialien zur Auswahl, wobei als Default PVC70 automatisch eingestellt wird.

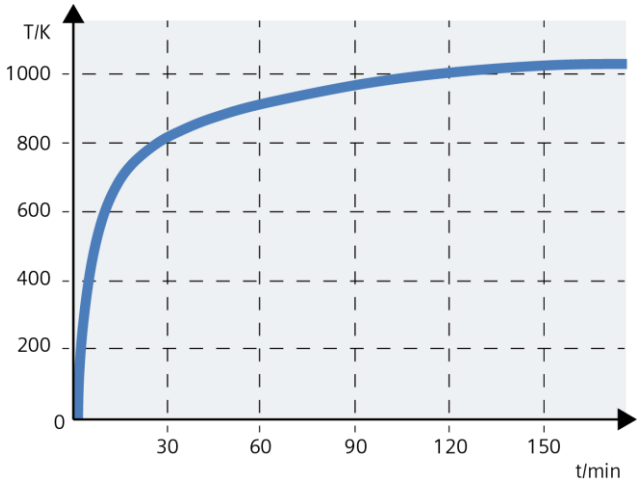


1.3.1.4.3 Kabel mit integriertem Funktionserhalt

Die Ermittlung der Stromtragfähigkeit des Kabelquerschnittes erfolgt unter den gleichen Bedingungen wie im Normalbetrieb entsprechend DIN VDE 0298.

Die Temperatur für die Berechnung des Spannungsfalls und der Abschaltbedingung des Brandabschnitts wird aus nachfolgender Kurve/ Tabelle entnommen, der Einheits-Temperatur- Zeitkurve im Brandfall nach DIN 4102-2.

Der Zugriff auf diese Daten erfolgt während der Berechnung automatisch durch die Software.



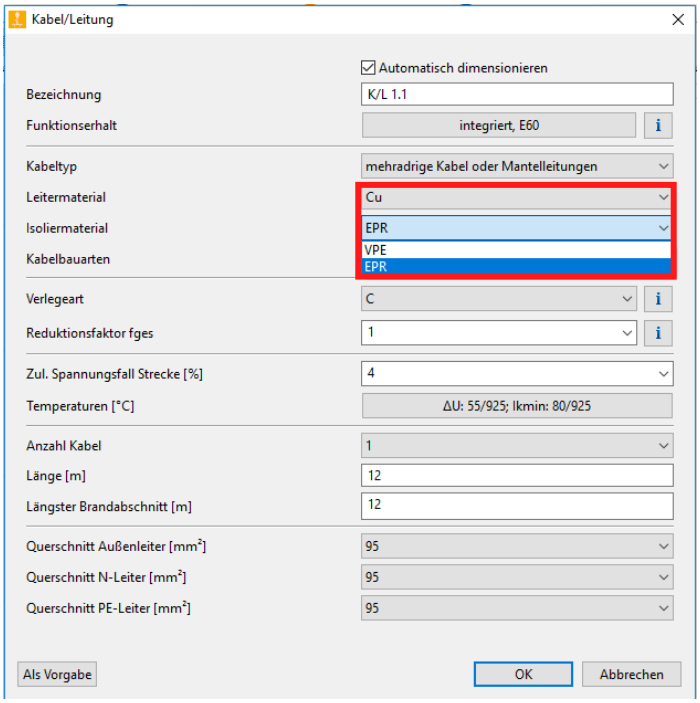
t min	$\vartheta - \vartheta_0$ K	entspricht
0	0	
5	556	
10	658	
15	719	
30	**822**	**E30**
60	**925**	**E60**
90	**986**	**E90**
120	**1029**	**E120**
180	1090	
240	1133	
360	1194	

$\vartheta - \vartheta_0$ = 345 lg (8t + 1)
ϑ = Brandtemperatur in [K]
ϑ_0 = Temperatur der Probekörper bei Versuchsbeginn in [K]
t = Zeit in Minuten

Bei Verwendung von Kabeln mit integriertem Funktionserhalt gibt es keine Einschränkung bezüglich der Stromtragfähigkeit und der Auswahl der Verlegeart.

Jedoch wird die Auswahl des
- Leitermaterials auf Kupfer
- Isolationsmaterials auf EPR und VPE

eingeschränkt.



1.3.2 Berücksichtigung des Funktionserhalts in SIMARIS project

1.3.2.1 Vorbemerkung

In SIMARIS project kann der Funktionserhalt für Kabel nicht berücksichtigt werden. Im Allgemeinen werden mehrere Kabel gemeinsam auf Kabeltrassen verlegt. Daher macht es keinen Sinn die Promatierung für einzelne Kabel zu berücksichtigen, sondern es müsste die Promatierung für die gesamte jeweilige Kabeltrasse ermittelt werden. Dies ist jedoch mit den in SIMARIS project verfügbaren Angaben nicht möglich, da diese keinerlei Bezug zum realen Verlauf der Kabel bzw. Kabeltrassen im Gebäude beinhalten.

Aus diesem Grund wird im Folgenden nur die Berücksichtigung des Funktionserhalts für Schienenverteilersysteme erläutert.

1.3.2.2 Funktionserhalt für die Schienenverteilersysteme BD2, LD und LI

1.3.2.2.1 Geltende Vorschriften

Eine kurze Einführung zu den relevanten Vorschriften finden Sie im Kapitel Brandschutzvorkehrungen bei baulichen Anlagen besonderer Art und Nutzung.

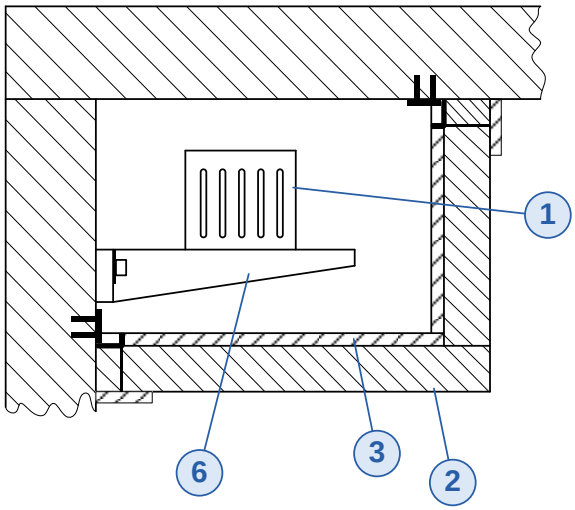
Um den geforderten Funktionserhalt für Schienenverteiler anbieten zu können, wurden u. a. auch in Zusammenarbeit mit der Firma Promat erfolgreich Prüfungen für die Schienenverteilersysteme BD2, LD und LI bei der Materialprüfanstalt Braunschweig durchgeführt.

1.3.2.2.2 Ausführung

Wesentliche Bestandteile zur Erfüllung des Funktionserhalts sind spezielle Bauteile für den Funktionserhaltkanal sowie die Tragekonstruktion für Kanal und Schienenverteilersysteme BD2, LD und LI. Abhängig von den Umgebungsbedingungen sind verschiedene Ausführungen des Kanals (4-, 3- und 2-seitige Schottungen) und der Tragekonstruktion (Befestigung mit Gewindestäben oder Wandausleger) möglich. Hierbei sind die Vorgaben aus bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen zu befolgen bzw. zu erfüllen:

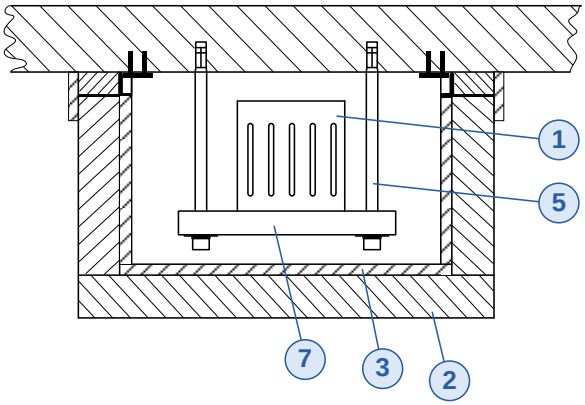
- Einhaltung der maximal zulässigen Abstände zwischen den Befestigungen sowie einer maximal zulässigen Zugspannung von 6 N/mm²
- ausschließlich Einsatz von bauamtlich zugelassenem Befestigungszubehör und dem Schottungsmaterial inkl. Schottungszubehör

Je nach Installation der Schienenverteilersysteme im Gebäude kann eine 2-, 3-, oder 4-seitige Schottung erforderlich sein.



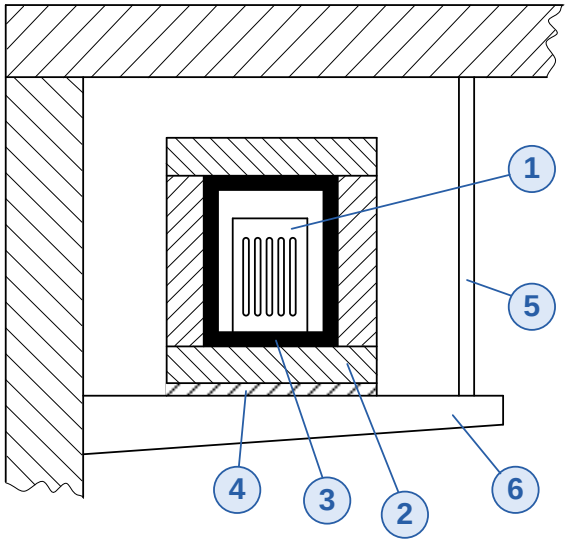
Funktionserhalt mit 2-seitiger Schottung:

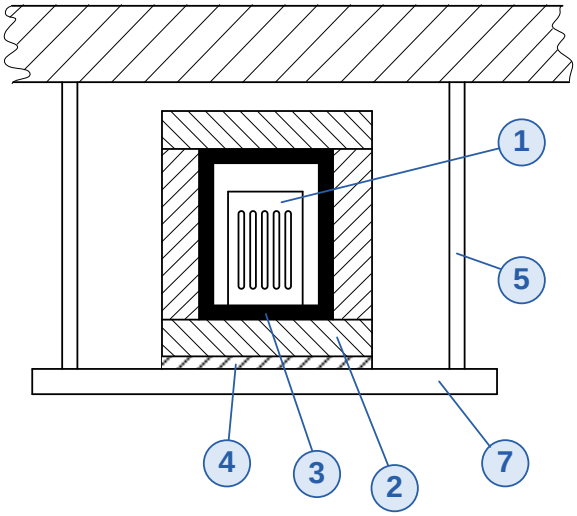
1. Schienenverteilersystem
2. Schottung
3. Schottungsverdichtung an den Stoßkanten
6. Ausleger nach Statik



Funktionserhalt mit 3-seitiger Schottung:

1. Schienenverteilersystem
2. Schottung
3. Schottungsverdichtung an den Stoßkanten
5. Gewindestange (M12/M16)
7. Tragprofil nach Statik





Funktionserhalt mit 4-seitiger Schottung:

1. Schienenverteilersystem
2. Schottung
3. Schottungsverdichtung an den Stoßkanten
4. Lastverteilplatte
5. Gewindestange (M12/M16)
6. Ausleger nach Statik
7. Tragprofil nach Statik

4 + 5 + 6 bzw.

4 + 5 + 7 =

Sondertragkonstruktion
(wie in Ausschreibung aufgeführt)

Die Sondertragkonstruktion ist preislich zusätzlich zu berücksichtigen.

Hinweis:
4-seitige Schottung ist nur bei horizontaler Verlegung möglich.

- Die erforderlichen Reduktionsfaktoren werden entsprechend der für das Projekt gewählten Funktionserhaltklasse und Einbaulage von SIMARIS project automatisch berücksichtigt.
- Beim Import eines Projektes aus SIMARIS design werden die dort festgelegte Funktionserhaltklasse und das ermittelte Schienenverteilersystem übernommen.
- Die passende Plattendicke wird von SIMARIS project automatisch anhand der ausgewählten Funktionserhaltklasse ausgewählt.
- Die Gewichtsvorgaben der Promatierung basieren auf den Angaben des Herstellers.

1.4 Typisierung von Leistungsschaltern in Mittelspannungs-Schaltanlagen

Legende zu den folgenden Tabellen		
•	Ausführungsvariante	
–	Nicht lieferbar	
AR	Automatic reclosing	automatische Wiedereinschaltung
NAR	Non automatic reclosing	ohne automatische Wiedereinschaltung
CB-f	Circuit Breaker – fixed mounted	Leistungsschalter Festeinbau

Wird in SIMARIS design ein Transformator mit Mittelspannung als Einspeisung gewählt, so stehen auf der Mittelspannungsebene zwei verschiedene Typen von Leistungsschaltern als "Art des Schaltgerätes" zur Auswahl.

In SIMARIS project findet sich eine entsprechende Auswahlmöglichkeit bei der Projektierung von Mittelspannungs-Schaltanlagen 8DJH über die Auswahl der Feldart. Bei den weiteren Mittelspannungs-Schaltanlagen in SIMARIS project finden sich andere Merkmale/Bezeichnungen zur Typisierung der Schaltgeräte, die Sie aus den Tabellen der folgenden Kapitel entnehmen können.

1.4.1 NX PLUS C (primäre Verteilungsebene)

Die folgende Tabelle stellt die Typisierung der Leistungsschalter für die Mittelspannungs-Schaltanlagen NX PLUS C differenziert dar.

Leistungsschalter		**3AH55 CB-f AR**	**3AH25 CB-f AR**	**3AH55 CB-f AR**
Bemessungs-Spannung		bis 15 kV	bis 15 kV	bis 24 kV
Kurzschlussausschaltstrom		bis 31,5 kA	bis 31,5 kA	bis 25 kA
Bemessungs-Schaltfolge				
O - 0,3 s - CO - 3 min - CO		•	•	•
O - 0,3 s - CO - 15 s - CO		•	•	•
O - 3 min - CO - 3 min - CO		•	•	•
Anzahl				
Ausschaltungen I_r		10.000	30.000	10.000
Kurzschlussausschaltungen I_{SC}		bis 50	bis 50	bis 50
im Einzelfeld	600 mm	•	•	•
im Einzelfeld	900 mm	•	–	•

1.4.2 8DJH (sekundäre Verteilungsebene)

Die folgende Tabelle stellt die Typisierung der Leistungsschalter für die Mittelspannungs-Schaltanlagen 8DJH differenziert dar.

Leistungsschalter		**Typ 1.1 (CB-f AR)**	**Typ 2 (CB-f NAR)**
Bemessungs-Spannung		bis 24 kV	bis 24 kV
Kurzschlussausschaltstrom		bis 25 kA	bis 20 kA *)
Bemessungs-Schaltfolge			
O - 0,3 s - CO - 3 min - CO		•	–
O - 0,3 s - CO - 15 s - CO		auf Anfrage	–
O - 3 min - CO - 3 min - CO		–	•
Anzahl			
Ausschaltungen I_r		10.000	2.000
Kurzschlussausschaltungen I_{SC}		bis 50	bis 20
im Einzelfeld	430 mm	•	•
	500 mm	•	•
im Schaltfeldblock	430 mm	•	•

*) Bis 21 kA bei 60 Hz

1.4.3 8DJH36 (sekundäre Verteilungsebene)

Die folgende Tabelle stellt die Typisierung der Leistungsschalter für die Mittelspannungs-Schaltanlagen 8DJH36 differenziert dar.

Leistungsschalter		**Typ 1.1 (CB-f AR)**	**Typ 2 (CB-f NAR)**
Bemessungs-Spannung		bis 36 kV	bis 36 kV
Kurzschlussausschaltstrom		bis 20 kA	bis 20 kA
Bemessungs-Schaltfolge			
O - 0,3 s - CO - 3 min - CO		•	–
O - 0,3 s - CO - 15 s - CO		auf Anfrage	–
O - 3 min - CO - 3 min - CO		–	•
Anzahl			
Ausschaltungen I_r		10.000	2.000
Kurzschlussausschaltungen I_{SC}		bis 50	bis 20
im Einzelfeld	590 mm	•	•
im Schaltfeldblock	590 mm	•	•

1.4.4 SIMOSEC (sekundäre Verteilungsebene)

Die folgende Tabelle stellt die Typisierung der Leistungsschalter für die Mittelspannungs-Schaltanlagen SIMOSEC differenziert dar.

Leistungsschalter		**CB-f AR**	**CB-f NAR**
Bemessungs-Spannung		bis 24 kV	bis 24 kV
Kurzschlussausschaltstrom		bis 25 kA	bis 25 kA
Bemessungs-Schaltfolge			
O - 0,3 s - CO - 3 min - CO		•	–
O - 0,3 s - CO - 15 s - CO		auf Anfrage	–
O - 3 min - CO - 3 min - CO		–	•
Anzahl			
Ausschaltungen I_r		10.000	2.000
Kurzschlussausschaltungen I_{SC}		30 Option: 50	20
im Einzelfeld	590 mm	•	•
	750 mm	•	•

1.4.5 NXAIR (primäre Verteilungsebene)

Die folgende Tabelle stellt die Typisierung der Leistungsschalter für die Mittelspannungs-Schaltanlagen NXAIR differenziert dar.

Leistungsschalter		**CB-f AR**	**CB-f AR**	**CB-f AR**
Bemessungs-Spannung		bis 17,5 kV	bis 17,5 kV	bis 24 kV
Kurzschlussausschaltstrom		bis 40 kA	bis 50 kA	bis 25 kA
Bemessungs-Schaltfolge				
O - 0,3 s - CO - 3 min - CO		•	–	•
O - 0,3 s - CO - 15 s - CO		•	•	•
O - 3 min - CO - 3 min - CO		•	•	–
Anzahl				
Ausschaltungen I_r		10.000	10.000	10.000
Kurzschlussausschaltungen I_{SC}		bis 300	bis 300	bis 300
im Einzelfeld	600 mm	•	•	–
	800 mm	•	•	•
	1000 mm	•	•	•

1.5 Schienenverteilersysteme SIVACON 8PS

1.5.1 Systemübersicht Schienenverteilersysteme von 40 bis 6.300 A

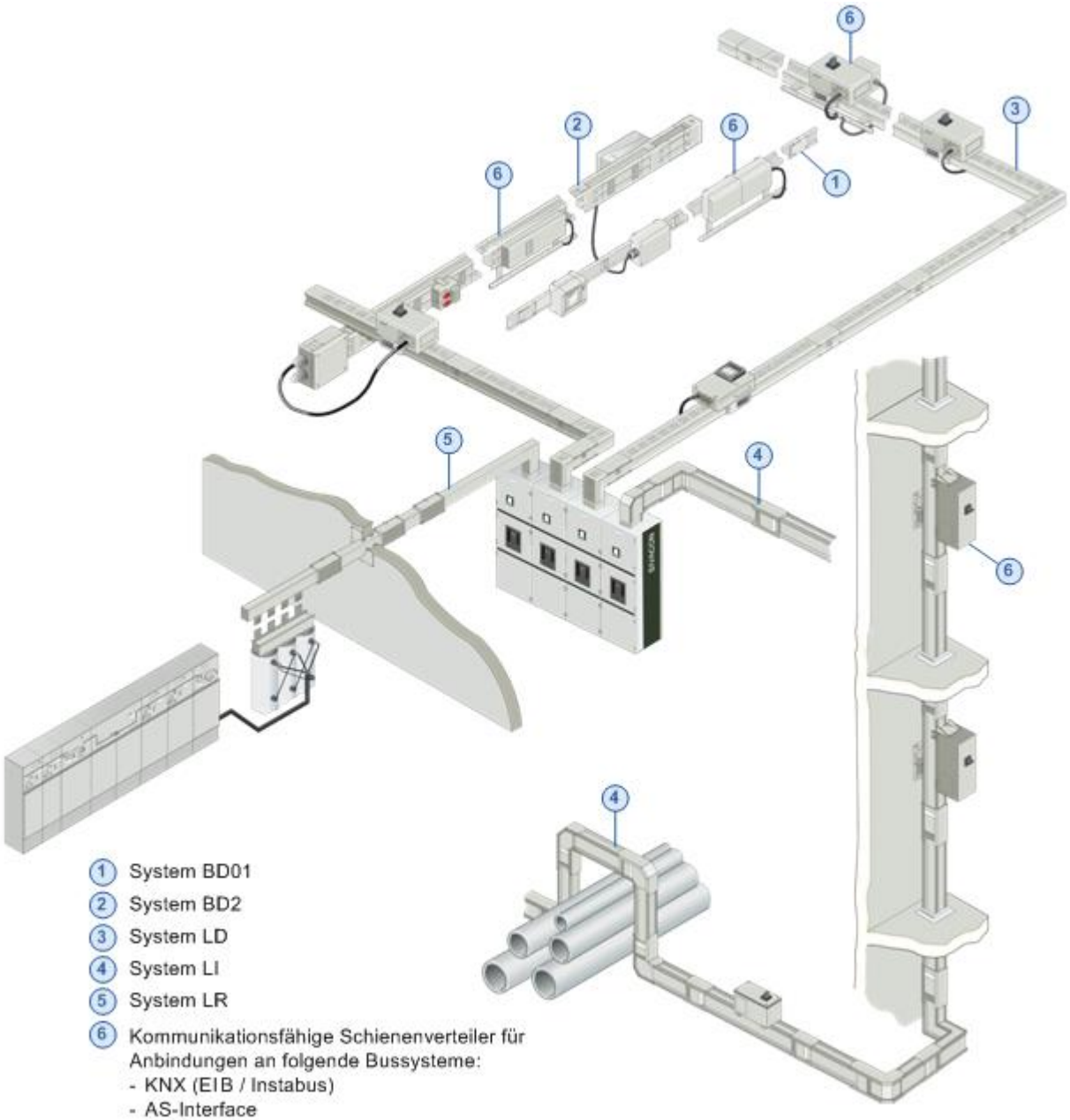
Schienenverteiler-system	Bemessungsstrom Spannung Schutzart	Leiterkonfiguration	Abgangsstellen	Abgangskästen steckbar	Abmessungen B x H [cm]	Durchbrüche bei Brand-schottungen B x H [cm]	Empf. Befestigungs-abstände horizontal	Entscheidungs-kriterien	Einsatz z.B. in
BD01 für Kleinverbraucher z. B. Maschinen oder Beleuchtung 	40 A (Al) 63 A (Al) 100 A (Al) 125 A (Al) 160 A (Cu) 400 V AC IP54 / IP55	L1, L2, L3, N, PE	1-seitig alle 0,5 / 1 m	bis 63 A	9x2,5	19x13	3 m	Flexible Richtungsänderungen horizontale Verlegung	Werkstätten Möbel-häusern Waren-häusern

Schienenverteiler-system	Bemes-sungsstrom Spannung Schutzart	Leiterkonfi-guration	Abgangs-stellen	Abgangs-kästen steckbar	Abmessun-gen B x H [cm]	Durchbrü-che bei Brand-schot-tungen B x H [cm]	Empf. Befesti-gungsabstände horizontal	Entscheidungs-kri-terien	Einsatz z.B. in
BD2 für mittlere Ströme z. B. Etagenversor-gung Fertigungen 	160 – 1000 A (Al) 160 – 1250 A (Cu) 690 V AC IP52 / 54 / IP55	L1, L2, L3, N, 1/2 PE L1, L2, L3, N, PE	ohne 2-seitig alle 0,25 m (ver-setzt)	bis 630 A	16,7x6,8 bis 400 A 16,7x12,6 ab 500 A	27x17 bis 400 A 27x23 ab 500 A	1 x Befestigung je Schienenkasten 2,5 m bei 1000 A	kleines System bei hoher Flexibilität durch verschiedene Richtungsänderun-gen Abgangskasten ab 16 A mit unter-schiedlichster Bestü-ckung kein Derating bei vertikaler Verlegung bis 1000 A	Hochhäusern Hotels Altenheimen Fertigungen Einkaufszentren Büros Schulen / Universitäten
LD belüftetes System für hohe Ströme z. B. Industrie 	1100 – 4000 A (Al) 2000 – 5000 A (Cu) 1000 V AC IP34 / 54	L1, L2, L3, N, PE L1, L2, L3, 1/2 N, 1/2 PE L1, L2, L3, N ,1/2 PE L1, L2, L3, PEN L1, L2, L3, 1/2 PEN	ohne 1-seitig alle 1 m 2-seitig alle 1 m	bis 1250 A	18x18 bis 2600 A 24x18 bis 5000 A	42x42 bis 2600 A 48x42 bis 5000 A	1 x Befestigung je Schienenkasten IP34 2 m bei 5000 A / IP34	Energieverteilung überwiegend hori-zontal IP34 ausreichend steckbare Verbrau-cherabgänge bis 1250 A hohe Kurzschlussfes-tigkeit der Verbrau-cherabgänge niedrige EMV-Werte	Kliniken Flughafen Fertigungen Chemie, Pharma Messehallen Tunneln Windkraftanla-gen

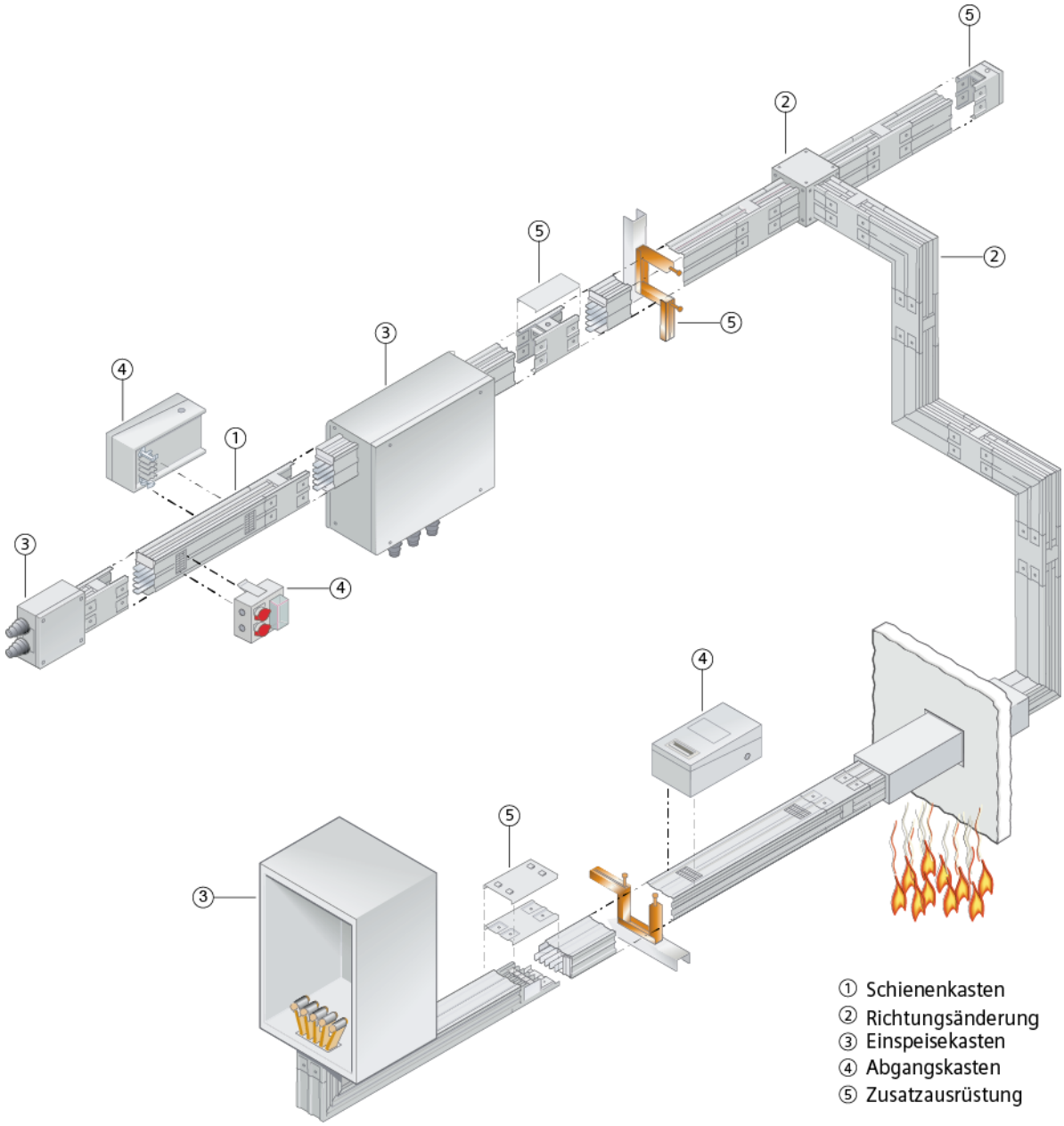
Schienenverteiler-system	Bemes-sungsstrom Spannung Schutzart	Leiterkonfi-guration	Abgangs-stellen	Abgangs-kästen steckbar	Abmes-sungen B x H [cm]	Durchbrü-che bei Brand-schot-tungen B x H [cm]	Empf. Befesti-gungsabstände horizontal	Entscheidungs-kri-terien	Einsatz z.B. in
LI zum Energietrans-port hoher Ströme und Energieverteilung in mehrge-schossigen Gebäuden 	800 – 5000 A (AL) 1000 – 6300 A (AL) 1000 V AC IP55	L1, L2, L3, PE L1, L2, L3, PEN L1, L2, L3, N, PE L1, L2, L3, 2N, PE L1, L2, L3, N, CE, PE L1, L2, L3, 2N, CE, PE	ohne 1-seitig alle 0,66m (max. 3 pro Schienen-kasten) 2-seitig alle 0,66m (max. 6 pro Schienen-kasten)	Bis 1250A	15,5x11,1 bei 800A (AL) 1000A (CU) 15,5x11,7 bei 1250A (CU) 15,5x13,2 bei 1000A (AL) 15,5x14,6 bei 1250A (AL) 1600A (CU) 15,5x17,4 bei 2000A (CU) 15,5x18,2 bei 1600A (AL) 15,5x21,3 bei 2500A (CU) 15,5x23,0 bei 2000A (AL) 15,5x28,0 bei 3200A (CU) 15,5x29,7 bei 2500A (AL) 41,0 x 17,4 bei 4000A (CU) 41,0 x 18,2 bei 3200A (AL) 41,0 x 21,3 bei 5000A (CU) 41,0 x 23,0 bei 4000A (AL) 41,0 x 28,0 bei 6300A (CU) 41,0 x 29,7 bei 5000A (AL)	35x31 bei 800 A (AL) 1000 A (CU) 35x33 bei 1000 A (AL) 1250 A (CU) 35x35 bei 1250 A (AL) 1600 A (CU) 35x38 bei 1600 A (AL) 2000 A (CU) 35x43 bei 2000 A (AL) 2500 A (CU) 35x50 bei 2500 A (AL) 3200 A (CU) 61x38 bei 3200 A (AL) 4000 A (CU) 61x43 bei 4000 A (AL) 5000 A (CU) 61x50 bei 5000 A (AL) 6300 A (CU)	hochkant 3m flach 2m	hoher Schutzgrad hohe Kurzschlussfes-tigkeit niedriger Span-nungsfall Flexibilität der Ab-gangskästen erhöhter Quer-schnitt des N-Leiters (doppelt) erforder-lich Clean-Earth-Anfor-derung nach separa-tem PE-Leiter, iso-liert gegen das Schienenverteiler-Gehäuse	Mehrstöckigen Gebäuden Rechenzentren Infrastruktur Verarbeitende Industrie

Schienenverteiler-system	Bemes-sungsstrom Spannung Schutzart	Leiterkonfi-guration	Abgangs-stellen	Abgangs-kästen steckbar	Abmes-sun-gen B x H [cm]	Durchbrü-che bei Brand-schot-tungen B x H [cm]	Empf. Befesti-gungsabstände horizontal	Entscheidungs-kri-terien	Einsatz z.B. in
LR zum Energietrans-port hoher Ströme bei hoher Schutzart 	630 – 6300 A (Cu) 1000 V AC IP68	L1, L2, L3, N, PE L1, L2, L3, PEN	ohne	--	9x9 bis 1000 A 12x12 bei 1350 A 12x15 bis 1700 A 12x19 bei 2000 A 12x22 bei 2500 A 12x24 bei 3150 A 12x38 bei 4000 A 12x44 bei 5000 A 12x48 bei 6300 A	19x19 bis 1000 A 22x22 bis 1350 A 22x25 bis 1700 A 22x29 bei 2000 A 22x32 bei 2500 A 22x34 bei 3150 A 22x48 bei 4000 A 22x54 bei 5000 A 22x58 bei 6300 A	1,5 m	Gießharzsystem für hohe Schutzart Nur Energietrans-port	ungeschütze Au-ßenbereiche aggressive Um-gebungsbedin-gungen

Die folgende Abbildung zeigt eine Übersicht zu den verfügbaren Schienenverteilersystemen in grafischer Form.



In der folgenden Übersicht finden Sie die Bezeichnungen der verschiedenen Komponenten einer Schienenverteilung, beispielhaft dargestellt am System BD2.



1.5.2 Projektierungsregeln für Schienenverteilersysteme

1.5.2.1 Mögliche Verlegearten der Schienenverteilersysteme

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die für das jeweilige Schienenverteilersystem möglichen Verlegearten bzw. Schienenaufbaulagen.

Bedeutung der verwendeten Abkürzungen	
HH	horizontal / hochkant
HF	horizontal / flach
V	vertikal

Schienenverteilersystem	mögliche Verlegearten / Aufbauarten
BD 01	HH , HF , V
BD 2	HH , HF , V
LD	HH , HF , V
LI	HH , HF , V
LR	HH , HF , V

Die Dimensionierung der Schienenverteilersysteme hinsichtlich Ihrer Stromtragfähigkeit ist im Allgemeinen von der Verlegeart / Aufbauart unabhängig. Jedoch gibt es Ausnahmen, die im Folgenden näher erläutert werden.

SIMARIS design berücksichtigt bei der Dimensionierung und Überprüfung von Schienenverteilersystemen 8PS alle im Folgenden aufgeführten Projektierungsregeln.

System LD

SIMARIS design berücksichtigt bei der Dimensionierung und Überprüfung das Derating der LD-Schienenverteilersysteme in Abhängigkeit von der Schutz- und Verlegeart.

Der folgende Typenschlüssel ermöglicht eine genaue Definition des benötigten Systems.

Grundtyp					
LD					

Leitermaterial

Al	**A**
Cu	**C**

Bemessungsstrom I_e [A]

IP34						IP54				
horizontal hochkant						horizontal hochkant und vertikal		horizontal flach		
einschließlich Höhenversprüngen										
< 1,3 m		> 1,3 m		vertikal						
Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	
1100		950		950		900		700		**1**
1250	2000	1100	1650	1100	1650	1000	1600	750	1200	**2**
1600	2600	1250	2100	1250	2100	1200	2000	1000	1550	**3**
2000		1700		1700		1500		1200		**4**
2500		2100		2100		1800		1700		**5**
3000	3400	2300	2700	2300	2700	2000	3400	1800	2000	**6**
3700	4400	2800	3500	2800	3500	2400	4400	2200	2600	**7**
4000	5000	3400	4250	3400	4250	2700	5000	2350	3000	**8**

Ausführung

4 Leiter	**4**
5 Leiter	**6**

N / PEN

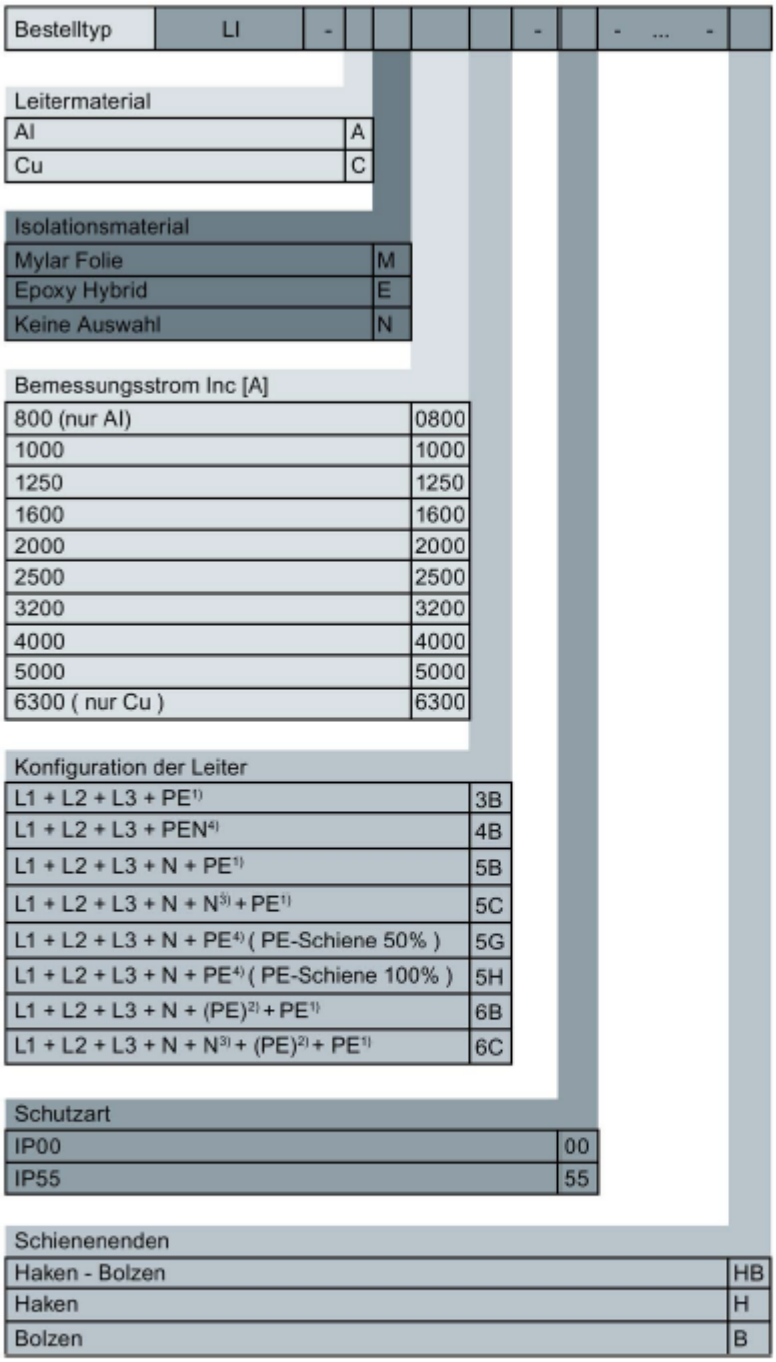
½ L	**1**
L	**2**

Schutzart

IP34	**3**
IP54	**5**

System LI

Die Basiskomponenten des Systems LI werden mit einem Typenschlüssel bestimmt. In Abhängigkeit des Bemessungsstroms, des Leitermaterials und der Netzform oder der Leiterkonfiguration wird der Typ beschrieben und ausgewählt. Der folgende Typenschlüssel ermöglicht eine genaue Definition des Systems.



Bestelltyp	LI	-					-		- ... -	

Leitermaterial	
Al	A
Cu	C

Isolationsmaterial	
Mylar Folie	M
Epoxy Hybrid	E
Keine Auswahl	N

Bemessungsstrom Inc [A]	
800 (nur Al)	0800
1000	1000
1250	1250
1600	1600
2000	2000
2500	2500
3200	3200
4000	4000
5000	5000
6300 (nur Cu)	6300

Konfiguration der Leiter	
L1 + L2 + L3 + PE[1]	3B
L1 + L2 + L3 + PEN[4]	4B
L1 + L2 + L3 + N + PE[1]	5B
L1 + L2 + L3 + N + N[3] + PE[1]	5C
L1 + L2 + L3 + N + PE[4] (PE-Schiene 50%)	5G
L1 + L2 + L3 + N + PE[4] (PE-Schiene 100%)	5H
L1 + L2 + L3 + N + (PE)[2] + PE[1]	6B
L1 + L2 + L3 + N + N[3] + (PE)[2] + PE[1]	6C

Schutzart	
IP00	00
IP55	55

Schienenenden	
Haken - Bolzen	HB
Haken	H
Bolzen	B

1) PE-Leiter = Gehäuse
2) Separat geführter PE-Leiter durch eine zusätzliche isolierte Stromschiene (Clean Earth)
3) Doppelter Querschnitt des Neutralleiters (200 %) durch eine zusätzliche Stromschiene
4) PE- oder PEN-Leiter = Gehäuse und zusätzliche Stromschiene

1.5.2.2 Mögliche Kombinationen unterschiedlicher Schienenverteilersysteme innerhalb eines Strangabschnittes

Schienenverteilersystem	mögliche Kombinationen mit anderen Typen
BD 01	keine
BD 2A	keine
BD 2C	keine
LDA	LRA, LRC
LDC	LRA, LRC
LIA	LRA, LRC
LIC	LRA, LRC
LRA	LDA, LIA,
LRC	LDC, LIC

1.5.2.3 Richtlinien für den Direktanschluss am Schaltgerät und die Einspeisung über Kabel für Schienenverteilersysteme

System BD01

Dieses Schienenverteilersystem ist generell nur mit Kabelanschlusskasten einzuspeisen. Es gibt keine Möglichkeit für den Direktanschluss am Schaltgerät in der Schaltanlage. Deshalb ist dieses System für den Energietransport ungeeignet und in SIMARIS design für diese Funktion nicht wählbar.

System BD 2

Die Systeme BD2 sind hinsichtlich ihres gesamten Strombereiches (160 – 1250 A) mittels Kabelanschlusskasten sowie für den Direktanschluss am Schaltgerät in der Schaltanlage geeignet. Es gibt hier keinerlei Einschränkungen. Deshalb sind diese Systeme technisch auch für den Energietransport geeignet und dementsprechend in SIMARIS design auswählbar.

Systeme LD

Die Systeme LD sind hinsichtlich ihres gesamten Strombereiches (1100 A – 5000 A) für den Direktanschluss am Schaltgerät in der Schaltanlage geeignet. Folgende Tabellen geben einen Überblick, welche Systeme zusätzlich auch mit einem Kabelanschlusskasten eingespeist werden können.

Leitermaterial	Typbezeichnung	Kabelanschluss möglich
Aluminium	LDA 1…	•
	LDA 2…	•
	LDA 3…	•
	LDA 4…	•
	LDA 5…	•
	LDA 6…	–
	LDA 7…	–
	LDA 8…	–
Kupfer	LDC 2…	•
	LDC 3…	•
	LDC 6…	–
	LDC 7…	–
	LDC 8…	–

Systeme LI

Die Verbindung von Verteiler- und Schienenverteiler LI erfolgt über ein eingebautes Schienenverteiler-Anschluss-Stück für Bemessungsströme bis 6300 A (Ie = 6300 A auf Anfrage). Die Schienen können angeschlossen werden:

- Von oben
- Von unten (auf Anfrage)

Folgende Tabellen geben einen Überblick, welche Systeme zusätzlich auch mit einem Kabelanschlusskasten eingespeist werden können.

Leitermaterial	Typbezeichnung	Kabelanschluss möglich
Aluminium	LIA 08...	•
	LIA 10...	•
	LIA 12...	•
	LIA 16...	•
	LIA 20...	•
	LIA 25...	•
	LIA 32...	•
	LIA 40...	–
	LIA 50...	–
Kupfer	LIC 10...	•
	LIC 12...	•
	LIC 16...	•
	LIC 20...	•
	LIC 25...	•
	LIC 32...	•
	LIC 40...	–
	LIC 50...	–
	LIC 63...	–

1.5.2.4 Mögliche Schalt-/Schutzgeräte in Abgangskästen für Schienenverteilersysteme

Art des Schaltgerätes oben	Schienenverteilersystem				
	BD 01	BD 2	LD	LI	LX
Leistungsschalter	•	•	•	•	•
Lasttrenner mit Sicherung [1)]	–	•	–	•	•
Sicherungs-Lastrennschalter [1)]	–	•	•	•	–
Sicherung mit Sockel	–	•	–	•	–

[1)] Keine Ausführung als Leiste zulässig!

1.5.2.5 Geräteauswahl der Schalt-/Schutzgeräte für Schienenverteilersysteme im Bereich Energieverteilung

Generell werden im Bereich Abgangskästen für Schienenverteilersysteme keine Sicherungsleisten bzw. offene Leistungsschalter ACB dimensioniert. Durch Handauswahl sind alle Schaltgeräte im jeweiligen Strombereich des Abgangs wählbar. Hier sollte aber zwingend eine Klärung bezüglich der Ausführbarkeit eines Sonderabgangskastens mit einer Siemens Vertriebsniederlassung durchgeführt werden.

Schienen-verteilersystem	Geräteauswahl automatische Dimensionierung
BD01	Leitungsschutzschalter MCB bis 63 A Sicherung mit Sockel NEOZED bis 63 A
BD 2	Kompaktleistungsschalter MCCB bis 530A Leitungsschutzschalter MCB bis 125 A Lastrenner mit Sicherungen bis 320A Sicherungslastrenner bis 125 A Sicherung mit Sockel NEOZED bis 63 A Sicherung mit Sockel NH bis 530A
LD	Leistungsschalter MCCB bis 1250 A Sicherungslasttrennerschalter bis 630 A
LI	Leistungsschalter MCCB bis 1250 A Lastrenner mit Sicherungen bis 630 A Sicherungslastrenner bis 630 A Sicherung mit Sockel NH bis 630 A

1.5.2.6 Zuordnungstabelle für Abgangskästen an Schienenverteilersystemen

Zu den in SIMARIS design dimensionierten Sicherungen und Geräten, die beim Aufbau der Anlage in Abgangskästen von Schienenverteilersystemen eingebaut werden müssen, können mit Hilfe der folgenden Tabelle die zu verwendenden Abgangskästen ermittelt werden.

Schienen-verteiler-system	Geräteauswahl			
	dimensioniertes Gerät		auszuschreibende bzw. zu bestellende Geräte	
BD01	Leitungsschutzschalter MCB bis 63 A	**5SJ.., 5SP.., 5SQ.., 5SX.., 5SY.**	Abgangskasten:	**BD01-AK1../..** **BD01-AK2../..**
BD2	Leistungsschalter MCCB bis 520 A	**3VA...**	Abgangskasten: bis 125 A bis 250 A bis 400 A bis 520 A	**BD2-AK03/..** **BD2-AK04/..** **BD2-AK05/..** **BD2-AK06/..**
	Leitungsschutzschalter MCB bis 63 A	**5SJ.., 5SP.., 5SQ.., 5SX.., 5SY...**	Abgangskasten: bis 16 A bis 63 A	**BD2-AK1/..** **BD2-AK02M/..** **BD2-AK2M/..**
	Lasttrenner mit Sicherungen bis 125 A Sicherung:	**3KL5..,** **3NA3.. Gr.00**	Abgangskasten: bis 125 A Sicherung:	**BD2-AK3X/..** **3NA3..Gr. 00**
	Sicherungslasttrenner bis 400 A Sicherung:	**3NP4..** **3NA3.. bis Gr.2**	Abgangskasten: bis 125 A bis 250 A bis 400 A Sicherung:	**BD2-AK03X/..** **BD2-AK04/..** **BD2-AK05/..** **3NA3.. bis Gr.2**
	Sicherungssockel NEOZED bis 63 A Sicherung:	**5SG5..** **5SE23..**	Abgangskasten: bis 63 A Sicherung:	**BD2-AK02X/..** **BD2-AK2X/..** **5SE23..**
	DIAZED bis 63 A: Sicherung:	**5SF..** **5SA.., 5SB..**	Sicherung:	**5SA.., 5SB...**
LD	Leistungsschalter MCCB bis 860 A	**3VA**	Abgangskasten:	**LD-K-AK./..**
	Leistungsschalter MCCB bis 1250 A	**3VL**	Abgangskasten:	**LD-K-AK./..**
	Sicherungslastrenner bis 630 A Sicherung:	**3NP4..** **3NA3.. bis Gr.3**	Abgangskasten: Sicherung:	**LD-K-AK./..** **3NA3.. bis Gr.3**

Schienen-verteiler-system	Geräteauswahl			
	dimensioniertes Gerät		auszuschreibende bzw. zu bestellende Geräte	
LI	Leistungsschalter MCCB bis 630 A	**3VA**	Abgangskasten:	**LI-T-...-..-..3VA....**
	Leistungsschalter MCCB bis 1250 A	**3VL**	Abgangskasten:	**LI-T-...-..-..3VL....**
	Lasttrenner mit Sicherungen bis 630 A	**FSF...**	Abgangskasten:	**LI-T-...-..-..FSF....**
	Sicherung	**3NA3.. bis Gr.3**	Sicherung:	**3NA3.. bis Gr.3**
	Sicherungslastrenner bis 630 A	**3NP11..**	Abgangskasten:	**LI-T-...-..-..3NP11....**
	Sicherung	**3NA3.. bis Gr.3**	Sicherung:	**3NA3.. bis Gr.3**
	Sicherungssockel NH bis 630 A	**NH**	Abgangskasten	**LI-T-...-..-..NH....**
	Sicherung	**3NA3.. bis Gr.3**	Sicherung:	**3NA3.. bis Gr.3**

1.5.2.7 Besonderheiten hinsichtlich des Gleichzeitigkeitsfaktors bei Schienenverteilersystemen für die Energieverteilung

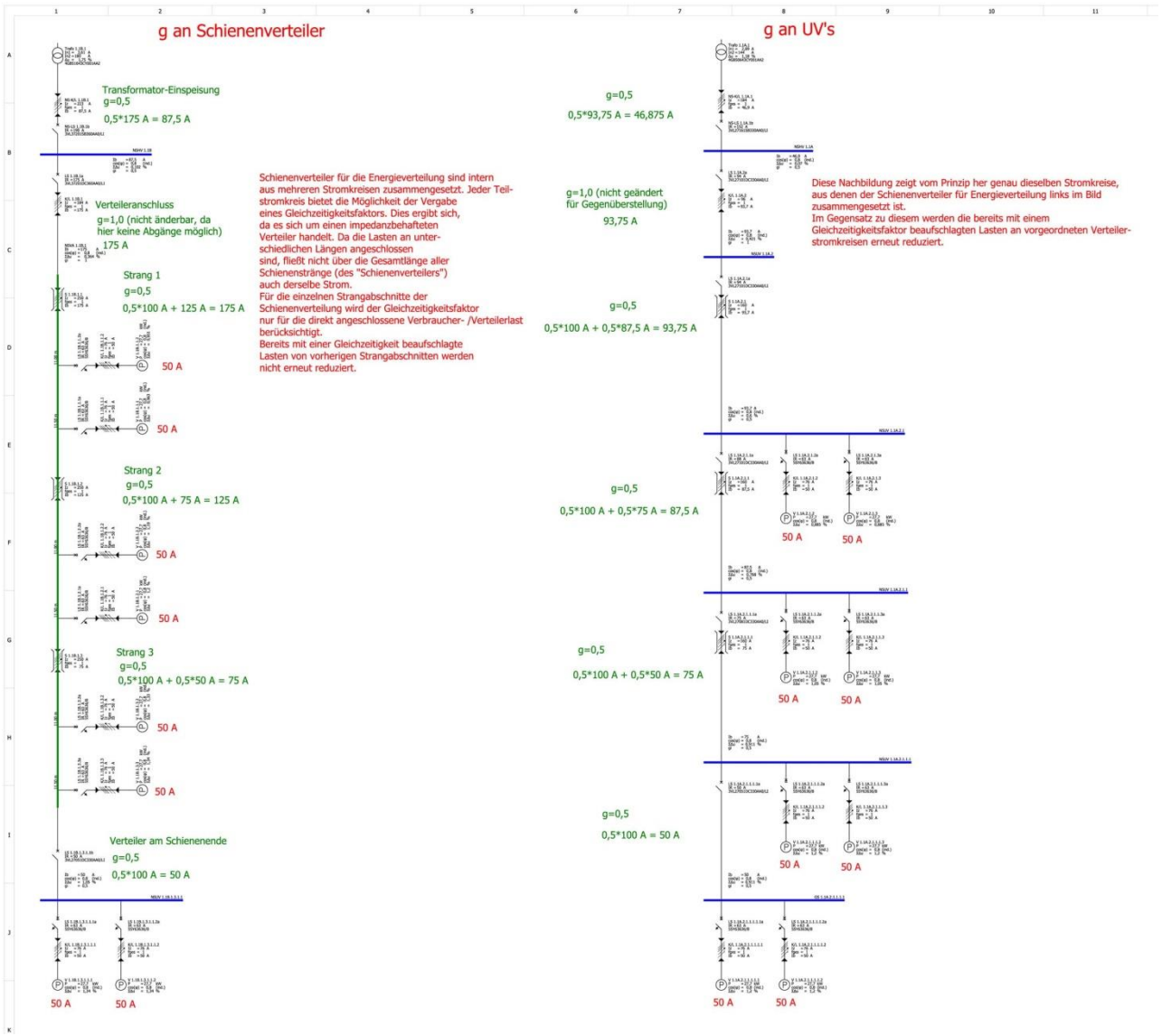
Schienenverteilersysteme für die Energieverteilung können aus mehreren Strangabschnitten bestehen. Für jeden einzelnen Strangabschnitt kann in SIMARIS design für die angeschlossenen Verbraucher ein separater Gleichzeitigkeitsfaktor eingeben werden. Strangabschnitte, die mit einem Gleichzeitigkeitsfaktor beaufschlagt wurden, reduzieren die vorgeordneten Strangabschnitte jedoch nicht.

Das Verhalten in der Berechnung mit SIMARIS design ist also in diesem Fall anders als für Punktverteiler, denn bei Punktverteilern werden die am vorgeordneten Verteiler angeschlossen Lasten erneut reduziert.

Die folgenden Grafiken zeigen eine entsprechende vergleichende Darstellung der beiden Fälle inklusive der jeweiligen technischen Daten in den möglichen Darstellungen des Netzplans in SIMARIS design.

Die technischen Daten in diesen Darstellungen sind nur lesbar, wenn Sie das Dokument sehr stark vergrößern, z.B. auf 500 %., da leider eine lesbare Darstellung des Netzplans im Format des vorliegenden Handbuchs (DIN A4) nicht realisierbar war.

Netzplan mit Lastfluss / Lastverteilung:



1.6 Berücksichtigung der Aufstellungshöhe der Energieverteilungsanlagen

1.6.1 Isoliervermögen bei Mittelspannungs-Schaltanlagen NXAIR, NXPLUS C und 8DJH in Abhängigkeit von der Aufstellungshöhe

- Das Isoliervermögen wird nachgewiesen durch Prüfen der Schaltanlage mit Bemessungs-Werten der Kurzzeit-Steh-wechselspannung und Stehblitzstoßspannung entsprechend IEC 62271-1 / VDE 0671-1.
- Die Bemessungswerte beziehen sich auf Meereshöhe NN und auf normale Luftverhältnisse (1013 hPa, 20 °C, 11 g/m³ Wassergehalt entsprechend IEC 60071 und VDE 0111).
- Mit steigender Höhe nimmt das Isoliervermögen ab. Für Aufstellungshöhen über 1000 m (über NN) geben die Normen keine Richtlinien für die Isolationsbemessung an, sondern überlassen dies Sonderabmachungen.

Alle unter Hochspannung stehenden Teile innerhalb des Anlagenbehälters sind gegen die geerdete Außenkapselung mit SF_6-Gas isoliert.

Die Gasisolierung mit einem Gasüberdruck von 50 kPa ermöglicht die Aufstellung der Anlage in beliebiger Höhe über NN ohne Beeinträchtigung der Spannungsfestigkeit. Dies gilt auch für den Kabelanschluss bei Verwendung von

- Steckendverschlüssen bei Anlagen NXPLUS C
- Kabel-T-Steckern oder Kabel-Winkelsteckern bei Anlagen 8DJH.

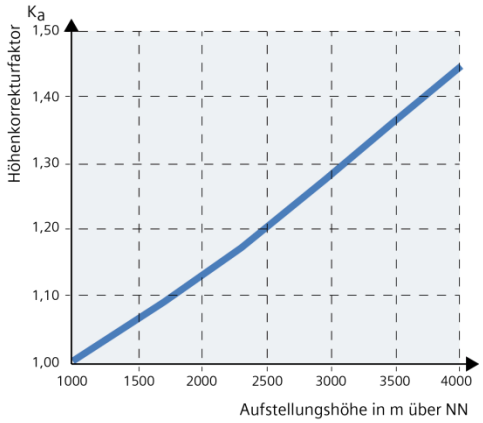
- Bei den Anlagen NXPLUS C muss lediglich bei Schaltfeldern mit HH-Sicherungen,
- bei Anlagen 8DJH muss sowohl bei Schaltfeldern mit HH-Sicherungen als auch bei luftisolierten Messfeldern

die Abnahme (Minderung) des Isoliervermögens bei steigender Aufstellungshöhe berücksichtigt werden.

Für Aufstellungshöhen über 1000 m ist ein höherer Isolationspegel zu wählen, der sich aus der Multiplikation des Bemessungs-Isolationspegels für 0 bis 1000 m mit einem Höhenkorrekturfaktor K_a ergibt
(siehe Grafik und Beispiel).

Für Aufstellungshöhen über 1000 m wird der Höhenkorrekturfaktor K_a abhängig von der Aufstellungshöhe über NN empfohlen.

Kurve $\boldsymbol{m = 1}$ gilt für Bemessungs-Kurzzeit-Stehwechselspannung und Bemessungs-Stehblitzstoßspannung entsprechend IEC 62271-1.



(Nur bei Schaltfeldern mit HH-Sicherung)

Beispiel:

- Aufstellungshöhe der Anlage 3000 m über NN ($\boldsymbol{K_a = 1,28}$)
- Bemessungs-Spannung der Schaltanlage 17,5 kV
- Bemessungs-Stehblitzstoßspannung 95 kV
- Zu wählende Bemessungs-Stehblitzstoßspannung $= \boldsymbol{95\ kV \cdot 1,28 = 122\ kV}$

Ergebnis:

Nach obiger Tabelle ist eine Anlage für Bemessungs-Spannung 24 kV mit Bemessungs-Stehblitzstoßspannung 125 kV zu wählen.

1.6.2 Korrekturfaktoren für Bemessungsströme von Niederspannungs-Schaltanlagen S8 in Abhängigkeit von der Aufstellungshöhe

Die geringe Luftdichte in Höhenlagen höher als 2000 m über N.N. wirkt sich auf die elektrischen Kenndaten der Schaltanlage aus.

Bei Aufstellungshöhen höher als 2000 m über N.N. sind daher die folgenden Korrekturfaktoren für die Bemessungsströme zu beachten.

Höhenlage des Aufstellungsortes	Korrekturfaktor
bis 2000 m	1
bis 2500 m	0,93
bis 3000 m	0,88
bis 3500 m	0,83
bis 4000 m	0,79
bis 4500 m	0,76
bis 5000 m	0,70

Bei Aufstellungshöhen höher als 2000 m über N.N. ist außerdem die Reduzierung der Schaltleistung von Geräten zu beachten. Die Korrekturfaktoren für die Geräte sind den technischen Unterlagen der jeweiligen Geräte zu entnehmen.

1.6.3 Reduktionsfaktoren für Schienenverteilersysteme in Abhängigkeit von der Aufstellungshöhe der Anlagen

1.6.3.1 Schienenverteilersystem SIVACON 8PS – LD...

Das System SIVACON 8PS - LD... kann für den Energietransport bis zu einer Aufstellungshöhe von 5000 Metern über dem Meeresspiegel ohne Reduzierung der Bemessungsstoßspannungsfestigkeit und des Stroms betrieben werden.

Die Einflüsse der Wärmeabfuhr können im Allgemeinen vernachlässigt werden.

Die geringere Kühlung wird durch die mit zunehmender Aufstellungshöhe abnehmenden Umgebungstemperaturen ausgeglichen, so dass keine Reduzierung der Strombelastung erforderlich ist.

Ausnahme:

Wird der Schienenverteiler in einem klimatisierten bzw. beheizten Schaltanlagenraum installiert, ist die Begründung hinfällig und der Strom ist um den Faktor aus der Tabelle zu reduzieren.

Reduktionsfaktoren für Bemessungsströme in Abhängigkeit der Aufstellungshöhe:

Bemessungsstoßspannungsfestigkeit U_{imp} [kV] **8**	**Prüfspannungen und entsprechende Aufstellungshöhen**											
	Aufstellungshöhe [m]											
	0	200	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
	Raumtemperatur [°C]											
	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Luftdruck [kPa]											
	101,3	98,5	95,5	89,9	84,6	79,5	74,7	70,1	65,8	61,6	57,7	54,0
	relative Luftdichte [kg/m³]											
	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6
	Korrekturfaktor											
	1,22	1,18	1,15	1,08	1,02	1,00	0,90	0,84	0,79	0,74	0,69	0,65
	U1,2/50 Stoß bei AC und DC [kV]											
	16,5	16,0	15,5	14,6	13,8	13,6	12,2	11,4	10,7	10,0	9,4	8,8
	Stromreduktionsfaktor											
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85	0,82

1.6.4 Reduktionsfaktoren für Geräte in Abhängigkeit von der Aufstellungshöhe der Anlagen

Die Umgebungsbedingungen in Aufstellungshöhen ab ca. 2000 m über N.N. können, je nach den tatsächlichen Gegebenheiten vor Ort, sehr weitreichenden Einfluss auf die elektrischen und/oder die elektromechanischen Eigenschaften von Schalt- und Schutzgeräten mit sich bringen.

Dies erfordert eine individuelle (projektspezifische) Betrachtung bei der Gerätedimensionierung.

Neben den Derating-Faktoren müssen weitere Faktoren berücksichtigt werden, die unter "normalen Umgebungsbedingungen" bei der Gerätedimensionierung vernachlässigt werden können.

Da diese Faktoren jedoch nicht einheitlich für alle Geräte angegeben werden können, sondern von der jeweiligen Geräteart abhängen, müssen diese jeweils explizit erfragt und entsprechend berücksichtigt werden.

1.7 Berücksichtigung von Kompensationsanlagen in der Planung mit den SIMARIS Planungstools

1.7.1 Dimensionierung von Kompensationsanlagen

1.7.1.1 Elektrotechnische Grundlagen: Leistung im Wechselstromkreis

Wird ein **induktiver bzw. kapazitiver** Widerstand an eine Wechselspannung angeschlossen, so tritt analog zu den **Widerständen** neben dem schon vorhandenen Wirkanteil zusätzlich noch ein Blindanteil in Erscheinung.

Der Blindanteil kommt durch die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung der **Induktivität** bzw. der **Kapazität** zustande. Bei einem rein **ohmschen Widerstand** liegen Strom und Spannung in gleicher Phase, daher hat ein rein ohmscher Widerstand keinen Blindanteil.

Der Blindanteil der Leistung wird als **Blindleistung Q [var]** bezeichnet.

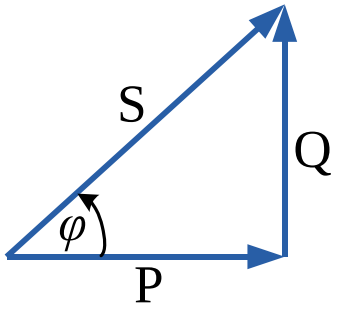
Der Wirkanteil wird als **Wirkleistung P [W]** bezeichnet.

Die Gesamtleistung im Wechselstromkreis ist die **Scheinleistung S [VA]**.

Die Scheinleistung lässt sich aus der Wirkleistung P und der Blindleistung Q berechnen:

$$S = \sqrt{Q^2 + P^2}$$

Zwischen der Wirkleistung P und der Blindleistung Q gibt es eine Phasenverschiebung von 90°.
Die Zusammenhänge zwischen Schein-, Wirk- und Blindleistung werden im folgenden Leistungsdreieck verdeutlicht.



Übersicht zur Berechnung der verschiedenen Leistungen im Wechselstromkreis:

	Formelzeichen	Einheit	Formel	Formel
Scheinleistung	S	VA	$S = U \cdot I$	$S = \sqrt{Q^2 + P^2}$
Wirkleistung	P	W	$P = U \cdot I \cdot cos\varphi = S \cdot cos\varphi$	$P = \sqrt{S^2 + Q^2}$
Blindleistung	Q	var	$Q = U \cdot I \cdot sin\varphi = S \cdot sin\varphi$	$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$

Der **Leistungsfaktor $cos\varphi$** wird als Wirkleistungsfaktor oder kurz als Leistungsfaktor bezeichnet. Dieser wird häufig auch auf den Typenschildern von Elektromotoren angegeben.

Der Leistungsfaktor $cos\varphi$ cosφ ist das Verhältnis zwischen Wirkleistung P und Scheinleistung S:

$$cos\varphi = \frac{P}{S}$$

Er gibt an, welcher Teil der Scheinleistung in die gewünschte Wirkleistung umgesetzt wird.
Der Blindleistungsfaktor sinφ gibt das Verhältnis zwischen Blindleistung Q und Scheinleistung S an:

$$sin\varphi = \frac{Q}{S}$$

1.7.1.2 Zentralkompensation

Bei einer Zentralkompensation wird die gesamte Kompensation an zentraler Stelle, z. B. beim Niederspannungs-Hauptverteiler, angeordnet. Es wird damit der gesamte Bedarf an Blindleistung abgedeckt. Die Kondensatorleistung ist auf mehrere Schaltstufen aufgeteilt und wird durch einen automatischen Blindleistungsregler über Schaltschütze den Lastverhältnissen angepasst.

Die Kompensationsanlage setzt sich aus Einzelmodulen bestehend aus Sicherungs-Lasttrenner als Kurzschlussschutz, Schaltschütz mit Entladewiderständen und der Kondensatorbaugruppe zusammen. In der Regel werden die Module an ein internes vertikales Feldsammelschienensystem angeschlossen.

Eine solche Zentralkompensation wird heute in den meisten Fällen realisiert. Die zentral angeordnete Kompensation kann leicht überwacht werden. Moderne Blindleistungsregler gestatten eine laufende Kontrolle von Schaltzustand, $\boldsymbol{cos\varphi}$ und auch der Wirk- und Blindströme. Meist kommt man mit einer niedrigeren Gesamtleistung der Kondensatoren aus, da der Gleichzeitigkeitsfaktor des ganzen Betriebes bei der Auslegung berücksichtigt werden kann. Die installierte Kondensatorleistung wird besser ausgenutzt.

Allerdings wird das betriebsinterne Leitungsnetz selbst nicht vom Blindstrom entlastet, was bei ausreichenden Querschnitten kein Nachteil ist. Diese Anwendung kann also immer eingesetzt werden, soweit das innerbetriebliche Leitungsnetz nicht unterdimensioniert ist.

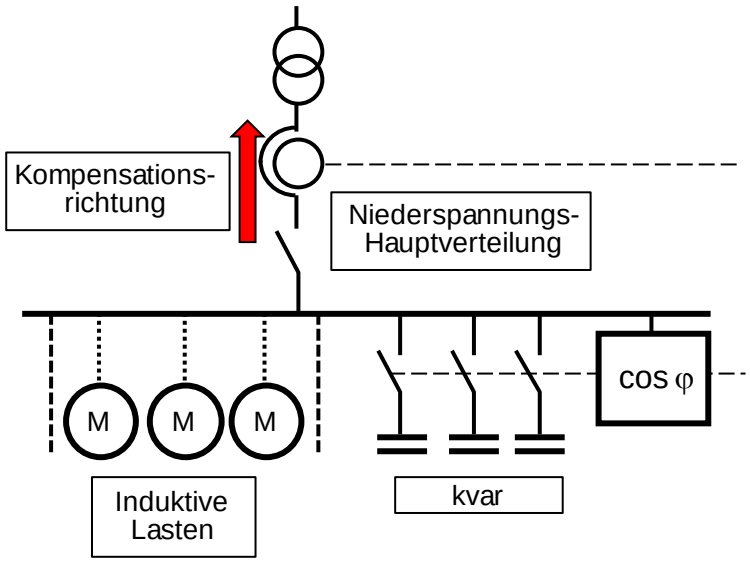
Die Zentralkompensationsfelder können direkt in das Hauptsammelschienensystem der NSHV integriert oder über einen vorgelagerten Gruppenschalter an der Schaltanlage angeschlossen werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Felder über ein Kabel bzw. ein Schienenverteilersystem in die NSHV einzubinden. Hierbei muss allerdings ein Schalt-/Schutzgerät als Abgang des Verteilers vorgesehen werden.

Vorteile:

- überschaubares Konzept
- gute Nutzung der installierten Kondensatorleistung
- meist einfachere Installation
- weniger Kondensatorleistung, da der Gleichzeitigkeitsfaktor berücksichtigt werden kann
- bei oberschwingungshaltigen Netzen kostengünstiger, da geregelte Anlagen einfacher zu verdrosseln sind.

Nachteile:

- das innerbetriebliche Netz wird nicht entlastet
- zusätzliche Kosten für die automatische Regelung



1.7.1.3 Blindleistungsregler

Die modernen mikroprozessorgesteuerten Blindleistungsregler lösen komplexe Aufgaben, die weit über die reine Blindleistungsregelung auf einen vorgewählten Ziel-$cos\varphi$ hinausgehen. Das innovative Regelverhalten löst alle Anforderungen moderner Industrienetze und macht diese Regler universell einsetzbar.

Hervorzuheben ist die hohe Genauigkeit und Sensibilität, auch in stark oberschwingungsbelasteten Netzen, ebenso wie das Beherrschen von dauernder oder sporadischer Rückspeisung in Netzen mit Eigenstromerzeugung.

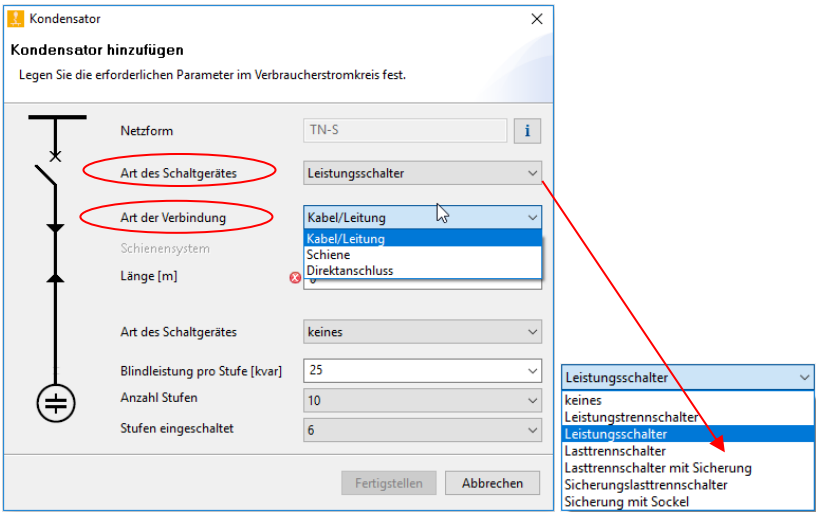
Alle Bauteile der Kompensationsanlage werden durch diese Regler schonend betrieben und vor Überlastung geschützt. Dies führt zu einer wesentlich längeren Lebenserwartung der Anlage.

1.7.1.4 Berücksichtigung der Blindleistungskompensation in SIMARIS design

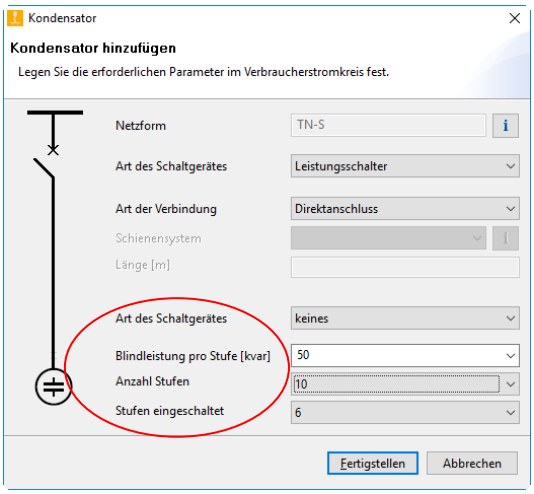
In SIMARIS design wird eine regelbare Blindleistungs-Kompensationsanlage mit verschiedenen Blindleistungsstufen hinsichtlich der Kondensatorleistung nachgebildet.

Diese Kompensationsanlage kann mit "Art der Verbindung" direkt im Hauptsammelschienensystem der Schaltanlage integriert werden oder über Kabel bzw. Schienenverteilersystem mit einem vorgeschalteten Schutzgerät angeschlossen werden.

Außerdem kann man mit der "Art des Schaltgerätes" den Direktanschluss am Hauptsammelschienensystem bzw. den Anschluss über einen Gruppen-Vorschalter auswählen.



Die Blindleistung pro Stufe in kvar, die Anzahl der Stufen und die eingeschalten Stufen können in diesem Fenster ebenfalls festgelegt werden.



Zunächst ermittelt man grob die Gesamtkondensatorenleistung, die benötigt wird, um das entsprechende Netz zu kompensieren.

Variante 1:

Diese kann man mit folgenden Faktoren abschätzen:
- 25 - 30 % der Transformatorenleistung bei $\boldsymbol{cos\varphi}$ = 0,9
- 40 - 50 % der Transformatorenleistung bei $\boldsymbol{cos\varphi}$ = 1,0

Variante 2:

- Auf dem Netzplan von SIMARIS design wird in der Ansicht "Energiebilanz" die Blindleistung $\boldsymbol{Q} = -$ ... kvar ausgegeben.

Mit folgender Formel kann die erforderliche Kondensatorleistung berechnet werden:

$$\boldsymbol{Q_C[kvar] = P[kW] \cdot (tan\varphi_1 - tan\varphi_2)}$$

$$\boldsymbol{tan\varphi = \sqrt{\frac{1 - cos^2\,\varphi}{cos^2\,\varphi}}}$$

Tabelle: ($\boldsymbol{tan\varphi 1 - tan\varphi 2}$)-Werte zur Bestimmung der Kondensatorleistung $\boldsymbol{Q_C}$ bei Kompensation von $\boldsymbol{cos\varphi 1}$ **a**uf $\boldsymbol{cos\varphi 2}$
aus: Planungsleitfaden für Energieverteilungsanlagen, H.Kiank, W.Fruth, 2011, S.299

Ist-Leistungsfaktor $cos\varphi 1$ \ Ziel-Leistungsfaktor $cos\varphi 2$	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,92	0,94	0,95	0,96	0,98	1,00
0,40	1,27	1,41	1,54	1,67	1,81	1,87	1,93	1,96	2,00	2,09	2,29
0,45	0,96	1,10	1,23	1,36	1,50	1,56	1,62	1,66	1,69	1,78	1,98
0,50	0,71	0,85	0,98	1,11	1,25	1,31	1,37	1,40	1,44	1,53	1,73
0,55	0,50	0,64	0,77	0,90	1,03	1,09	1,16	1,19	1,23	1,32	1,52
0,60	0,31	0,45	0,58	0,71	0,85	0,91	0,97	1,00	1,04	1,13	1,33
0,65	0,15	0,29	0,42	0,55	0,68	0,74	0,81	0,84	0,88	0,97	1,17
0,70	---	0,14	0,27	0,40	0,54	0,59	0,66	0,69	0,73	0,82	1,02
0,75	---	---	0,13	0,26	0,40	0,46	0,52	0,55	0,59	0,68	0,88
0,80	---	---	---	0,13	0,27	0,32	0,39	0,42	0,46	0,55	0,75
0,85	---	---	---	---	0,14	0,19	0,26	0,29	0,33	0,42	0,62
0,90	---	---	---	---	---	0,06	0,12	0,16	0,19	0,28	0,48

Beispiel:

In einem unkompensierten Netz mit einer Wirkleistung von 780 kW und einem Leistungsfaktor $\boldsymbol{cos\varphi 1 = 0,8}$ soll auf eine Ziel $\boldsymbol{cos\varphi 2 = 0,98}$ kompensiert werden.

Mit oben stehenden Formeln, bzw. aus obenstehender Tabelle erhält man $\tan\varphi 1 - \tan\varphi 2 = 0{,}55$.
Daraus ergibt sich eine benötigte Kompensationsleistung:

$$\boldsymbol{Q_C[kvar] = P[kW] \cdot (tan\varphi_1 - tan\varphi_2) = 780\ kW \cdot 0,55 = 429\ kvar}$$

Im oben dargestellten Fenster können entsprechend die Blindleistung pro Stufe, die Anzahl der Stufen und die eingeschalteten Stufen eingestellt werden.

1.7.2 Kompensationsanlagen in Netzen mit Oberschwingungen

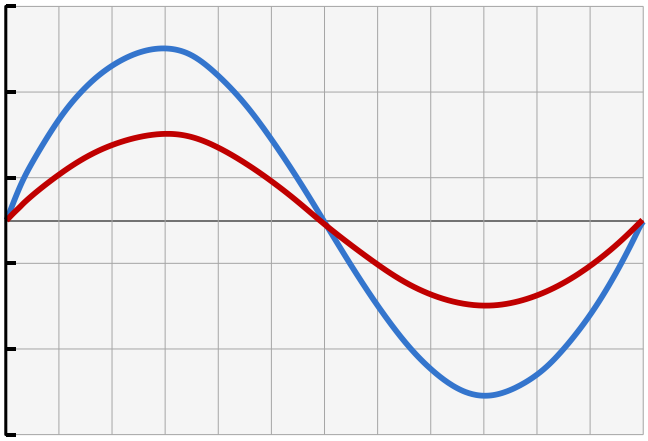
Die Inhalte (Texte und Grafiken) der Kapitel Auswirkungen von linearen und nicht-linearen Lasten auf das Netz, Kompensationsanlagen in Netzen mit Oberschwingungen, Verdrosselung von Kompensationsanlagen und Rundsteuerfrequenz und deren Bedeutung für die Kompensationsanlage sind einer Broschüre der Lechwerke AG (Schaezlerstraße 3, 86250 Augsburg) entnommen.

Titel:
Unser Service für Sie
- Blindstrom
- Kompensationsanlagen
- richtige Verdrosselung.

Laut Impressum verantwortlich für den Inhalt der Broschüre: Steffen Götz

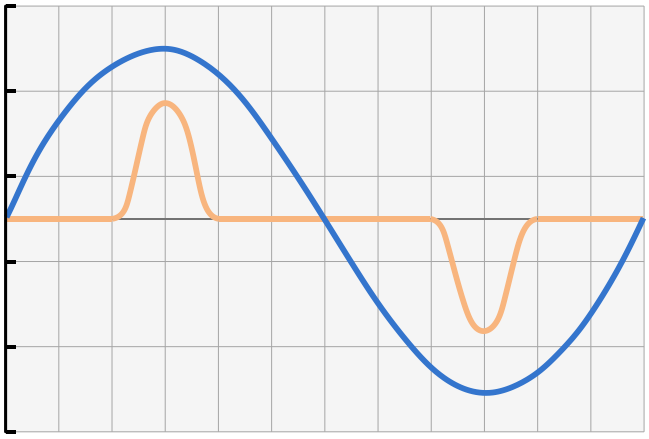
1.7.2.1 Auswirkungen von linearen und nicht-linearen Lasten auf das Netz

Lineare Lasten, wie z.B. Glühlampen beziehen einen **sinusförmigen Strom**. Der Verlauf des Stroms ist somit grundlegend von der gleichen Form wie die **sinusförmige Spannung**. Dieser sinusförmige Strom bewirkt an den Netzimpedanzen (Wechselstromwiderständen) einen Spannungsabfall, der ebenfalls eine Sinusform aufweist. Die Spannung wird dadurch nur in ihrer Höhe, nicht aber im grundlegenden Verlauf beeinflusst. Der Sinusverlauf der Spannung wird daher nicht verzerrt.



Verlauf des Stroms (rot) bei einer linearen Last

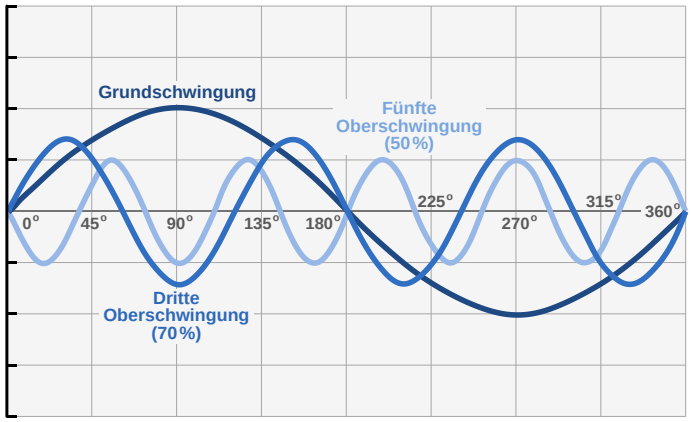
In heutigen Stromversorgungsnetzen findet man zunehmend nicht-lineare Verbrauchsgeräte, die dem Versorgungsnetz einen Strom entnehmen, der stark von der Sinusform abweicht. Dieser **nicht-sinusförmige Strom** erzeugt an den Impedanzen der Leitungen einen Spannungsabfall, der ebenfalls nicht sinusförmig ist. Somit wird die Spannung nicht nur in ihrer Höhe, sondern auch in ihrer Form verändert. Die ursprünglich sinusförmige **Netzspannung** wird verzerrt. Diese verzerrte Spannungsform kann in die Grundschwingung (Netzfrequenz) und in die einzelnen Oberschwingungen (Harmonische) zerlegt werden. Die Frequenzen der Oberschwingungen sind ganzzahlige Vielfache der Grundschwingung und werden mit der Ordnungszahl "n" gekennzeichnet (siehe unten).



Verlauf des Stroms (orange) bei einer nicht-linearen Last

Oberschwingungen und ihre Frequenzen mit der Ordnungszahl "n"

Grundfrequenz 50 Hz
2. Oberschwingung 100 Hz
3. Oberschwingung 150 Hz
4. Oberschwingung 200 Hz
5. Oberschwingung 250 Hz
6. Oberschwingung 300 Hz
7. Oberschwingung 350 Hz

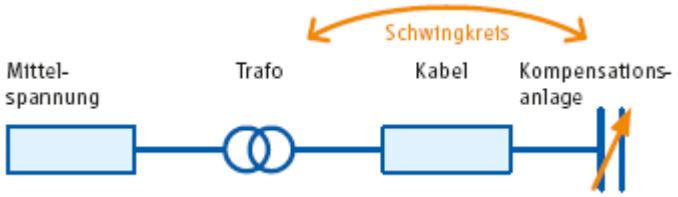


Nicht lineare Verbraucher erzeugen also Stromoberschwingungen, Stromoberschwingungen bewirken Spannungsoberschwingungen.

Lineare Verbraucher sind:
- Ohmsche Widerstände (Widerstandsheizungen, Glühlampen,...)
- Drehstrommotoren
- Kondensatoren

Nicht lineare Verbraucher (Oberschwingungserzeuger) sind:
- Stromrichter
- Gleich- und Umrichter
- Einphasige, getaktete Stromversorgungen für elektronische Verbraucher wie Fernseher, Computer, elektronische Vorschaltgeräte und Kompakt-Energiesparleuchten

1.7.2.2 Kompensationsanlagen in Netzen mit Oberschwingungen



Kondensatoren bilden mit den Induktivitäten im Netz (Transformatoren, Motoren, Kabel und Drosselspulen) einen Schwingkreis. Die Resonanzfrequenz dieses Schwingkreises lässt sich einfach errechnen nach der Faustformel

$$f_r = 50\ Hz \times \sqrt{\frac{S_k}{Q_c}}$$

f_r = Resonanzfrequenz [Hz]
S_k = Kurzschlussleistung am Anschlusspunkt der Kompensationsanlage [kVA]
Q_c = Blindleistung der Kompensationsanlage [kvar]

oder nach der Formel

$$f_r = 50\ Hz \times \sqrt{\frac{S_{Tr}}{Q_c \times u_k}}$$

f_r = Resonanzfrequenz [Hz]
S_{Tr} = Transformatornennleistung [kVA]
u_k = relative Kurzschlussspannung des Trafos (z.B. 0,06 bei 6 %)
Q_c = Blindleistung der Kompensationsanlage [kvar]

Beispiel:
Betrieb einer Kompensationsanlage, 400 kVA in 8 Stufen, unverdrosselt, versorgt über Transformator mit einer Nennleistung S_{Tr} von 630 kVA und einer relativen Kurzschlussspannung u_k von 6 %.
Es ergeben sich je nach Zuschaltung der Kondensatoren Resonanzfrequenzen zwischen 256 Hz und 725 Hz (siehe folgende Tabelle).

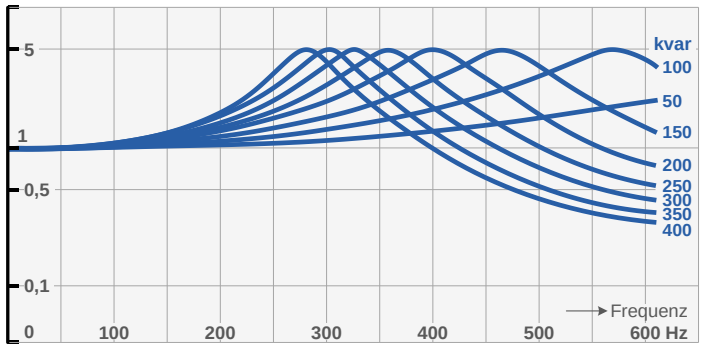
Resonanzfrequenzen bei unterschiedlicher Kompensationsleistung und Trafo mit S_{Tr} = 630 kVA und u_k = 6 %

Kondensatorleistung Q_c [kvar]	Resonanzfrequenz f_r [Hz]
50	725
100	512
150	418
200	362
250	324
300	296
350	274
400	256

Es zeigt sich, dass die Werte der Resonanzfrequenz f_r in mehreren Fällen in der Nähe der Frequenz einer Oberschwingung liegen.

Fällt die Resonanzfrequenz mit einer Oberschwingung zusammen, so führt dies zum einen zu einer resonanzbedingten Anhebung der Oberschwingungsspannungen.

Zum anderen erhöht sich der Strom zwischen Induktivität und Kapazität, der dann auf ein Vielfaches des Wertes ansteigt, der vom Oberschwingungserzeuger in das Netz fließt.



Verstärkungsfaktoren der Oberschwingungsspannungen bei unverdrosselten Kompensationsanlagen an einem 1000-kVA-Transformator

Die Anhebung der Oberschwingungsspannung erhöht zwar den Effektivwert der Spannung nur gering, allerdings kann sich der Scheitelwert der Spannung je nach Oberschwingung und Phasenlage deutlicher erhöhen (bis ≈ 15 %). Die Erhöhung des Oberschwingungsstromes hat eine deutliche Erhöhung des Effektivwertes des Kondensatorstromes zur Folge. Zusammen bedeutet dies unter Umständen eine Überlastung des Kondensators und eine zusätzliche Belastung der Verbrauchsgeräte und des Transformators.

Bei einer Kompensationsanlage sollten deshalb nur Kondensatoren mit ausreichender Nennspannung und einer hohen Strombelastbarkeit zum Einsatz kommen.

Um diese Resonanzerscheinungen und die dadurch entstehende Überlastung der Kondensatoren zu verhindern, müssen verdrosselte Kompensationsanlagen eingesetzt werden.

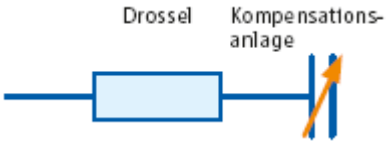
1.7.2.3 Verdrosselung von Kompensationsanlagen

Eine Kompensationsanlage sollte verdrosselt werden, wenn das Verhältnis von Oberschwingungen der erzeugenden Geräte zu der Gesamtleistung des Betriebes einen Wert von 15 % überschreitet. Dieses Verhältnis muss auch in Schwachlastzeiten beachtet werden, da sich hier Verschiebungen einstellen können (keine Netzdämpfung durch Verbraucher), die zu einer Resonanzbildung beitragen. Als weiteren Richtwert für den Einsatz von verdrosselten Anlagen kann eine Oberschwingungsspannung von 2 % bei der 5. Oberschwingung (250 Hz) oder von 3 % beim Gesamtoberschwingungsgehalt, bezogen auf die Nennspannung, herangezogen werden.

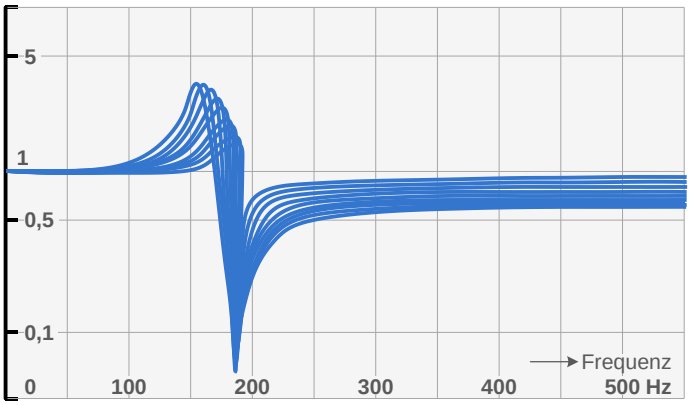
Aufgrund des vermehrten Einsatzes von nichtlinearen Verbrauchsgeräten werden diese Werte in vielen Netzen – zumindest zeitweise – erreicht. Zur detaillierten Bestimmung der Werte für ein betrachtetes Netz ist eine Netzanalyse notwendig.

Es ist aber zu beachten, dass zum einen, z.B. durch Integration weiterer Oberschwingungen erzeugender Verbraucher in das Netz, die Werte der vorhandenen Oberschwingungspegel im Netz in der Zukunft tendenziell steigen werden. Zum anderen können aber auch schon bei geringeren Oberschwingungsanteilen Resonanzen auftreten. Eine Verdrosselung ist daher prinzipiell zu empfehlen.

Bei verdrosselten Kompensationsanlagen wird zu jeder Kondensatorstufe eine Drossel in Reihe geschaltet.
Somit entsteht ein Reihenschwingkreis. Mit der Dimensionierung der Drossel wird die Reihenresonanzfrequenz des Reihenschwingkreises festgelegt. Die Resonanzfrequenz muss unterhalb der niedrigsten vorkommenden Oberschwingung liegen (meist die 5. Harmonische).



Ein Reihenschwingkreis wird oberhalb der Resonanzfrequenz induktiv. Deshalb kann hier keine Resonanz mehr angeregt werden. Unterhalb seiner Resonanzfrequenz ist er kapazitiv und dient zur Kompensation der Blindleistung.



Dämpfung der Oberschwingungsspannungen einer Kompensationsanlage mit 7 % Verdrosselung bei unterschiedlichen Kondensatorstufen.

Die Resonanzfrequenz f_r einer verdrosselten Kompensationsanlage errechnet sich aus dem Verdrosselungsfaktor p der Anlage:

$$f_r = 50\ Hz \times \sqrt{\frac{1}{p}}$$

f_r = Resonanzfrequenz [Hz]
p = Verdrosselungsfaktor

Beispiel:
Ist eine Kompensationsanlage mit 7 % (= 0,07) verdrosselt, liegt die Resonanzfrequenz bei 189 Hz. Somit liegt die Resonanzfrequenz wie oben beschrieben unterhalb der 5. Oberschwingung (250 Hz).

Der Verdrosselungsfaktor $\boldsymbol{p}$ gibt das Verhältnis der Reaktanzen an, also das Verhältnis des induktiven Blindwiderstandes der Drossel zum kapazitiven Blindwiderstand des Kondensators bei Netzfrequenz.

$$\mathrm{p} = \frac{\mathrm{X_L}}{\mathrm{X_C}}$$

$\boldsymbol{p}$ = Verdrosselungsfaktor
$\boldsymbol{X_L}$ = induktiver Blindwiderstand der Drossel (bei 50 Hz) [Ω]
$\boldsymbol{X_C}$ = kapazitiver Blindwiderstand des Kondensators (bei 50 Hz)

Ist eine Kompensationsanlage mit 7 % verdrosselt, so beträgt die Reaktanz (induktiver Blindwiderstand) der Drossel 7 % der Reaktanz (kapazitiver Blindwiderstand) des Kondensators bei Netzfrequenz (50 Hz). Die Blindwiderstände errechnen sich aus der Kondensatorkapazität bzw. aus der Drosselinduktivität nach folgenden Formeln:

$$\boldsymbol{X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}}$$

$\boldsymbol{X_C}$ = kapazitiver Blindwiderstand des Kondensators (bei 50 Hz) [Ω]
$\boldsymbol{f}$ = Frequenz [Hz]
$\boldsymbol{C}$ = Kondensatorkapazität [F]

$$\boldsymbol{X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L}$$

$\boldsymbol{X_L}$ = induktiver Blindwiderstand der Drossel [Ω]
$\boldsymbol{f}$ = Frequenz [Hz]
$\boldsymbol{L}$ = Drosselinduktivität [H]

1.7.2.4 Rundsteuerfrequenz und deren Bedeutung für die Kompensationsanlage

Die meisten Verteilnetzbetreiber (VNB) senden Rundsteuersignale (Tonfrequenzen), um Nachtspeicherheizungen, Tarifumschaltungen und Straßenbeleuchtung etc. zu steuern. Die dem Netz überlagerten Signale für Tonfrequenz-Rundsteueranlagen (TRA) liegen je nach VNB zwischen 110 Hz und 2000 Hz. Die Signale werden von Tonfrequenzempfängern aufgenommen, welche dann die gewünschte Schaltung durchführen. Dabei ist es wichtig, dass die Signale nicht beeinflusst werden und mit einer ausreichend hohen Spannung übertragen werden bzw. beim Empfänger ankommen.

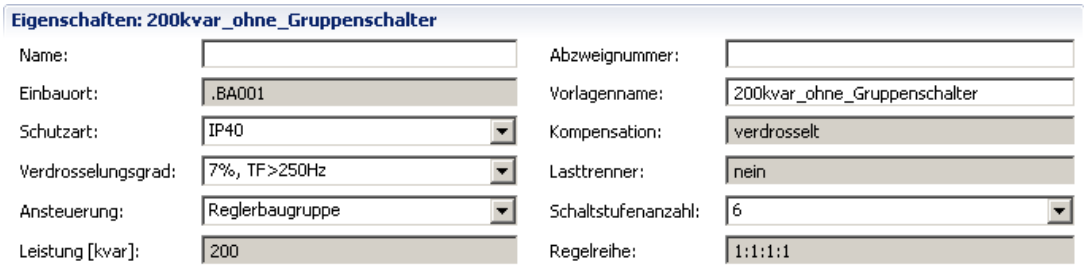
Um dies zu ermöglichen, ist der Einsatz einer Tonfrequenzsperre erforderlich, die das Absaugen der Rundsteuersignale aus dem Netz durch die Kompensationsanlage verhindert.

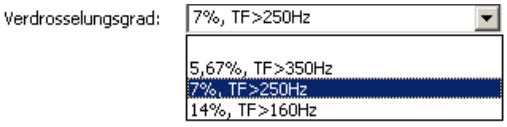
Die einzusetzende Tonfrequenzsperre ist abhängig von der Frequenz des Rundsteuersignals des jeweiligen Verteilnetzbetreibers.

1.7.2.5 Berücksichtigung von Verdrosselungsgrad und Tonfrequenzsperren in SIMARIS project

In SIMARIS project können Niederspannungs-Schaltanlagen SIVACON S8 inklusive einer ggf. erforderlichen Blindleistungskompensation geplant werden. Zur Einstellung der für das konkrete Projekt erforderlichen Werte sind in den Eigenschaften der Blindstromkompensationsbaugruppe der Verdrosselungsgrad und die entsprechende Tonfrequenzsperre auswählbar.

Die Eigenschaften werden angezeigt im Programmschritt "Anlagenplanung" → "Frontansicht", sobald die betreffende Blindstromkompensationsbaugruppe in der Grafik markiert ist.





In der Projektausgabe "Ausschreibungstexte " werden die Parameter entsprechend Ihrer getroffenen Auswahl übernommen und in die Beschreibung integriert.

1.8 Frequenzumrichter

In den SIMARIS Planungstools stehen Frequenzumrichter für den Einbau in einer Schaltanlage (Merkmal: Einbaugerät) und Frequenzumrichter, welche in einem separatem Schrank geliefert werden (Merkmal: Schrank), zur Verfügung.

Weiterführende Informationen zum Thema Frequenzumrichter, befinden sich in folgenden Kapiteln:

2.14 Frequenzumrichter in SIMARIS design

3.13.7 Frequenzumrichter in SIMARIS project

Umrichtertyp	Aufbauform	Leistungsbereich [kW] 3AC380 - 480V	Leistungsbereich [kW] 3AC500 - 600V	Leistungsbereich [kW] 3AC660 - 690V
G110D	Dezentral	0,75 – 7,5	-	-
G110M	Dezentral	0,37 - 4	-	-
G120D	Dezentral	0,75 – 7,5	-	-
G120X	Einbaugerät	0,55 - 250	7,5 - 132	7,5 - 132
G120 (PM240-2)	Einbaugerät	0,55 – 132	11 - 132	11 - 132
G120P cabinet	Schrank	110 – 400	-	-
G150	Schrank	110 – 560	110 - 560	75 - 800

Güte / Verwendung	kontinuierliche Bewegung			
	Einfach		Mittel	
Pumpen/ Lüften/ Verdichten	Kreiselpumpen Radial-/Axiallüfter Kompressoren	G120X G150 G120P cabinet	Kreiselpumpen Radial-/Axiallüfter Kompressoren	G120X G150 G120P cabinet
Bewegen	Förderbänder Rollenförderer Kettenförderer	G120 G150 G110D G110M G120D	Förderbänder Rollenförderer Kettenförderer Heber/Senker Aufzüge Roll-/Fahrtreppen Hallenkrane Schiffsantriebe Seilbahnen	G120 G150 G120D
Verarbeiten	Mühlen Mixer Kneter Brecher Rührwerke Zentrifugen	G120 G150	Mühlen Mixer Kneter Brecher Rührwerke Zentrifugen Extruder Drehöfen	G120 G150

1.9 Technische Schriftenreihe von Totally Integrated Power

Zu einigen speziellen Fällen in der Netzplanung bietet Ihnen die technische Schriftenreihe von Totally Integrated Power weiterführende technische Unterstützung. In jeder Ausgabe dieser Schriftenreihe wird jeweils ein spezieller Anwendungsfall und dessen Darstellung bzw. Berücksichtigung bei der Netzplanung und -berechnung mit SIMARIS design betrachtet.

Folgende Themen stehen aktuell zur Verfügung:

- Modellierung von IT-Trenntransformatoren in SIMARIS design für die Anwendung in Krankenhäusern
- Anwendung von Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen in der Mittelspannung zum Schutz von Verteiltransformatoren
- Modellierung von Anlagen zur unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) in SIMARIS design für die Anwendung in Rechenzentren
- Modellierung des Einsatzes von Selektiven Hauptleitungsschutzschaltern ohne Steuerstromkreis (SHU) mit SIMARIS design 8.0
- Einfluss der Lastgänge im Einspeisestromkreis auf die Lebenszyklus-Energiekosten
- Sonderapplikation: Kurzschlussschutz für das "Isoliert-parallele" USV-System
- Der Störlichtbogen in Mittelspannungs- und Niederspannungs-Schaltanlagen
- Energiespeicher SIESTORAGE – eine Technik für die Energiewende
- Elektrische Infrastruktur für E-car Ladestationen
- Liberalisierter Energiemarkt Smart Grid – Micro Grid
- Energiemanagement-Norm DIN EN ISO 50001
- Kabelerdverlegung in SIMARIS design
- Elektrische Energieverteilung im Rechenzentrum mit L-PDU
- Einfluss moderner Technik auf Oberschwingungen im Verteilungsnetz
- Gleich- und Wechselstromversorgungssysteme im Rechenzentrum
- Transformatorauswahl in Abhängigkeit von Belastungsprofilen
- Energieeffizienz bei der Planung von Niederspannungsanlagen

Sollten Sie Interesse an den Inhalten der technischen Schriftenreihe haben, so können Sie die PDF-Dokumente unter www.siemens.de/tip-cs/technische-schriften herunterladen.

1.10 Planungshandbücher von Totally Integrated Power

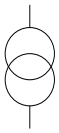
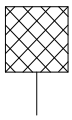
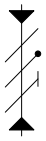
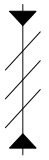
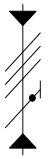
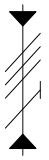
Grundlegende Unterstützung bei der Planung Ihrer Projekte finden Sie auch in den Planungshandbüchern von Totally Integrated Power, die unter www.siemens.de/tip-cs/downloadcenter in der entsprechenden Rubrik zum Download bereitstehen.

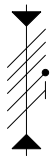
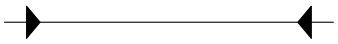
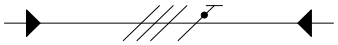
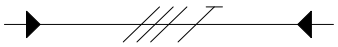
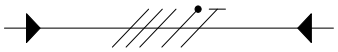
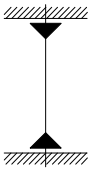
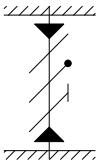
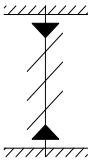
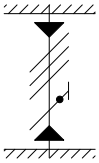
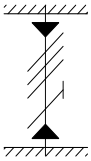
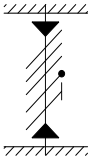
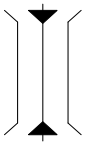
Folgende Planungshandbücher stehen aktuell zur Verfügung:

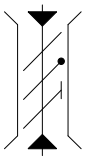
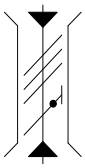
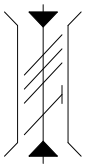
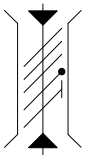
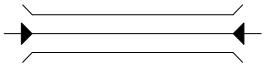
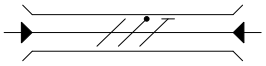
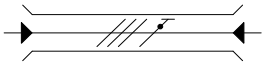
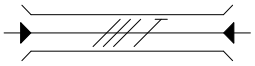
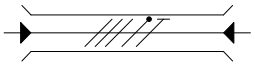
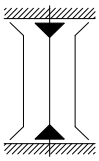
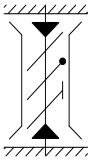
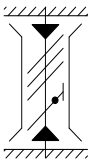
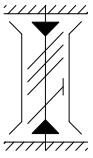
- Planung der elektrischen Energieverteilung – Technische Grundlagen
- Produkte und Systeme | Mittelspannung
- Produkte und Systeme | Schienenverteiler-Systeme SIVACON 8PS
- Applikationen für die elektrische Energieversorgung – Hochhäuser
- Applikationen für die elektrische Energieversorgung – Rechenzentren
- Applikationen für die elektrische Energieversorgung – Krankenhäuser
- Applikationen für die elektrische Energieversorgung – Energietransparenz

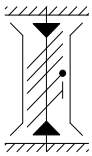
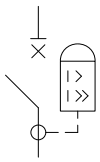
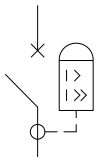
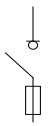
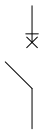
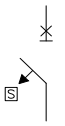
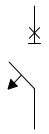
2 Spezielle technische Informationen zur Netzberechnung mit SIMARIS design

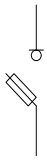
2.1 Symbole zur Darstellung des Netzplans in SIMARIS design

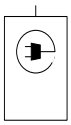
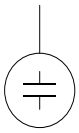
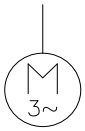
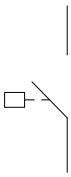
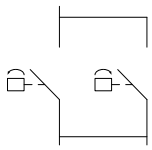
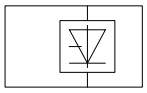
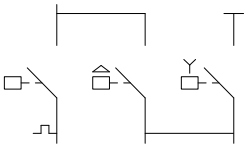
Symbol im Netzplan	Bedeutung
Einspeisungen	
	Transformator
	Generator ohne UMZ-Schutz
	Netzeinspeisung (neutral, Definition über Impedanzen, Schleifenimpedanz oder Kurzschlussströme)
	Erneuerbare Energien
Kabelverbindungen	
	Kabel
	Kabel, 3-adrig, mit N und PE
	Kabel, 3-phasig
	Kabel, 4-adrig, mit PEN
	Kabel, 4-adrig, mit PE

Symbol im Netzplan	Bedeutung
	Kabel, 5-adrig, mit N und PE
Kabelverbindungen	
	Kabel innerhalb einer Kupplung
	Kabel innerhalb einer Kupplung, 3-adrig, mit N und PE
	Kabel innerhalb einer Kupplung, 4-adrig, mit PEN
	Kabel innerhalb einer Kupplung, 4-adrig, mit PE
	Kabel innerhalb einer Kupplung, 5-adrig, mit N und PE
	Kabel, von Wand zu Wand
	Kabel, 3-adrig, mit N und PE, von Wand zu Wand
	Kabel, 3-phasig, von Wand zu Wand
	Kabel, 4-adrig, mit PEN, von Wand zu Wand
	Kabel, 4-adrig, mit PE, von Wand zu Wand
	Kabel, 5-adrig, mit N und PE, von Wand zu Wand
Stromschienenverbindungen	
	Stromschiene

Symbol im Netzplan	Bedeutung
	Stromschiene, 3-adrig, mit N und PE
Stromschienenverbindungen	
	Stromschiene, 4-adrig, mit PEN
	Stromschiene, 4-adrig, mit PE
	Stromschiene, 5-adrig, mit N und PE
	Stromschiene innerhalb einer Kupplung
	Stromschiene innerhalb einer Kupplung, 3-adrig, mit N und PE
	Stromschiene innerhalb einer Kupplung, 4-adrig, mit PEN
	Stromschiene innerhalb einer Kupplung, 4-adrig, mit PE
	Stromschiene innerhalb einer Kupplung, 5-adrig, mit N und PE
	Stromschiene, von Wand zu Wand
	Stromschiene, 3-adrig, mit N und PE, von Wand zu Wand
	Stromschiene, 4-adrig, mit PEN, von Wand zu Wand
	Stromschiene, 4-adrig, mit PE, von Wand zu Wand

Symbol im Netzplan	Bedeutung
	Stromschiene, 5-adrig, mit N und PE, von Wand zu Wand
Sonstige Symbole innerhalb von Verteilungen	
	Ersatzimpedanz
Schalt- und Schutzgeräte, Sicherungen	
	Leistungstrennschalter Mittelspannung
	Leistungsschalter Mittelspannung
	Lasttrennschalter Niederspannung
	Lasttrennschalter mit Sicherung Niederspannung
	Leistungstrennschalter Niederspannung
	Leistungsschalter Niederspannung
	Hauptleitungs-Schutzschalter (SHU) Niederspannung
	Leitungsschutzschalter Niederspannung
	Fehlerstrom-Schutzschalter Niederspannung
	DI-Baustein für Leistungsschalter Niederspannung, mit mechanischer Auslösung der Abschaltung

Symbol im Netzplan	Bedeutung
	DI-Baustein für Leistungsschalter Niederspannung, mit elektronischer Auslösung der Abschaltung
Schalt- und Schutzgeräte, Sicherungen	
	(Überlast-)Relais
	Sicherung
	Sicherung mit Sockel
	Sicherungs-Lasttrennschalter
	Überspannungsableiter Typ1
	Überspannungsableiter Typ2
	Überspannungsableiter Typ3
	Überspannungsableiter Typ1/Typ2
Verbraucher	
	Verbraucher mit Festanschluss
	Steckdosenstromkreis (Verbraucher)

Symbol im Netzplan	Bedeutung
	Steckdosenstromkreis Außenbereich, Nassbereich
Verbraucher	
	Ladeeinheit für Elektroautos als Verbraucher
	Kondensator
	Ersatzlast (Definition über Nennstrom und Wirkleistung)
	Motor
	Motor, an Stern-Dreieck-Schaltung
	Motorstarter, Direktstarter
	Motorstarterkombination, Reversierbetrieb
	Motorstarterkombination, Softstarter
	Motorstarterkombination, Stern-Dreieck-Starter
	Frequenzumrichter
	Frequenzumrichter, Filter
	Frequenzumrichter, Drossel

Symbol im Netzplan	Bedeutung
Sonstige Symbole	
	Zugang
	Abgang
	Erde

2.2 Energiequellen

Energiequellen	Transformator	Generator	USV
Auswahl	Anzahl und Leistung entsprechend der benötigten Leistung für die normale Stromversorgung	Anzahl und Leistung entsprechend der Gesamtleistung der Verbraucher, welche versorgt werden, falls die Transformatoren keine Energie liefern können	Anzahl, Leistung und Energie abhängig von der Zeitdauer für die Bereitstellung der unabhängigen Stromversorgung und der Gesamtleistung der Verbraucher, welche von der USV versorgt werden
Anforderung	■ hohe Versorgungssicherheit ■ Überlastfähigkeit ■ geringe Verlustleistung ■ geringe Geräuschpegel ■ keine Einschränkungen für Aufstellung ■ Einhaltung der Umwelt-Klima- und Brandschutzklassen	■ Deckung der Energie für die Ersatzstromversorgung ■ bei Turbolader-Motoren Übernahme der Last in Stufen ■ Verfügbarkeit von ausreichender Dauerkurzschlussleistung zur Gewährleistung der Abschaltbedingungen	■ stabile Ausgangsspannung ■ Verfügbarkeit von ausreichender Dauerkurzschlussleistung zur Gewährleistung der Abschaltbedingungen ■ wartungsarme Pufferbatterien zur Energieversorgung Einhaltung von Geräuschpegelgrenzwerten ■ geringe Oberwellenbelastung für das vorgeordnete Netz
Nennstrom	$I_N = \frac{S_N}{\sqrt{3} \cdot U_N}$	$I_N = \frac{S_N}{\sqrt{3} \cdot U_N}$	$I_N = \frac{S_N}{\sqrt{3} \cdot U_N}$

Energiequellen	Transformator	Generator	USV
Energiequellen	**Transformator**	**Generator**	**USV**
Kurzschluss-ströme	■ Dauerkurzschlussstrom 3-polig: $I_{K3} \approx \frac{I_N \cdot 100\,\%}{U_K}$ ■ Dauerkurzschlussstrom 2-polig: $I_{K2} \approx I_{K3} \frac{\sqrt{3}}{2}$ ■ Dauerkurzschlussstrom 1-polig $I_{K1} \approx I_{K3}$	■ Dauerkurzschlussstrom 3-polig: $I_{K3,D} \approx 3 \cdot I_N$ ■ Dauerkurzschlussstrom 1-polig: $I_{K1,D} \approx 5 \cdot I_N$ ■ Anfangskurzschlusswechselstrom: $I_K'' \approx \frac{I_N \cdot 100\,\%}{x_d''}$	■ Kurzschlussstrom 3-polig: $I_{K3} \approx 2{,}1 \cdot I_N$ (für 0,02 s) $I_{K3} \approx 1{,}5 \cdot I_N$ (für 0,02 – 5 s) ■ Kurzschlussstrom 1-polig: $I_{K1} \approx 3 \cdot I_N$ (für 0,02 s) $I_{K1} \approx 1{,}5 \cdot I_N$ (für 0,02 – 5 s)

Legende	
I_N	Nennstrom
U_N	Nennspannung
U_K	Bemessungskurzschlussspannung
S_N	Nennscheinleistung

Energiequellen	Transformator	Generator	USV
Vorteile	■ hohe Übertragungsleistungen möglich ■ stabile Kurzschlussströme ■ galvanische Trennung	■ dezentrale Verfügbarkeit ■ autarke Energieerzeugung	■ geringe Verluste ■ Spannungsstabilität ■ galvanische Trennung
Nachteile	■ hohe Einschaltströme ■ Abhängigkeit vom öffentlichen Netz	■ Netzinstabilität bei Netzschwankungen ■ kleine Kurzschlussströme	■ sehr geringe Kurzschlussströme

2.3 Kupplungen

2.3.1 Aufbau und Prinzip Sammelschienenkupplung und Kupplungen mit Kabel/Schiene

Sammelschienenkupplungen sind Kupplungen mit nicht festgelegter Energieflussrichtung zur Abbildung der Verbindung von Sammelschienenabschnitten.

Kupplungen mit Kabel/Schiene sind zum Aufbau eines Versorgungsnetzes mit allgemeiner und Sicherheitsstromversorgung erforderlich. Der klassische Anwendungsfall für Kupplungen mit Kabel/Schiene sind Krankenhäuser, bei denen das Energieversorgungsnetz nach VDE 0100 Teil 710 (Krankenhaus AV- / SV-Netz) aufgebaut wird.

2.3.2 Umschalteinrichtung nach DIN VDE 0100 Teil 710 (IEC 60364-7-71) (medizinisch genutzte Räume)

Eine Umschalteinrichtung ist eine Schaltungskombination, um Netze der allgemeinen Stromversorgung mit der Sicherheitsstromversorgung zu koppeln.

In der Norm wird für die selbsttätigen Umschalteinrichtungen eine zuverlässige Trennung zwischen den Systemen gefordert. Die maximal auftretende Gesamtausschaltzeit (vom Fehlereintritt bis zur Löschung des Lichtbogens in der Überstrom-Schutzeinrichtung) muss kleiner sein als die minimale Umschaltverzögerungszeit der selbsttätigen Umschalteinrichtung.

Die Leitungen zwischen der selbsttätigen Umschalteinrichtung und der nachgeordneten Überstrom-Schutzeinrichtung sind kurzschluss- und erdschlusssicher zu verlegen.

Umschalteinrichtungen im Sinne dieser Norm sollen automatisch für die Stromversorgung direkt an jedem Verteilerpunkt (Hauptverteiler und Verteiler für medizinisch genutzte Bereiche der Gruppe 2) aus den beiden unabhängigen Systemen sorgen.

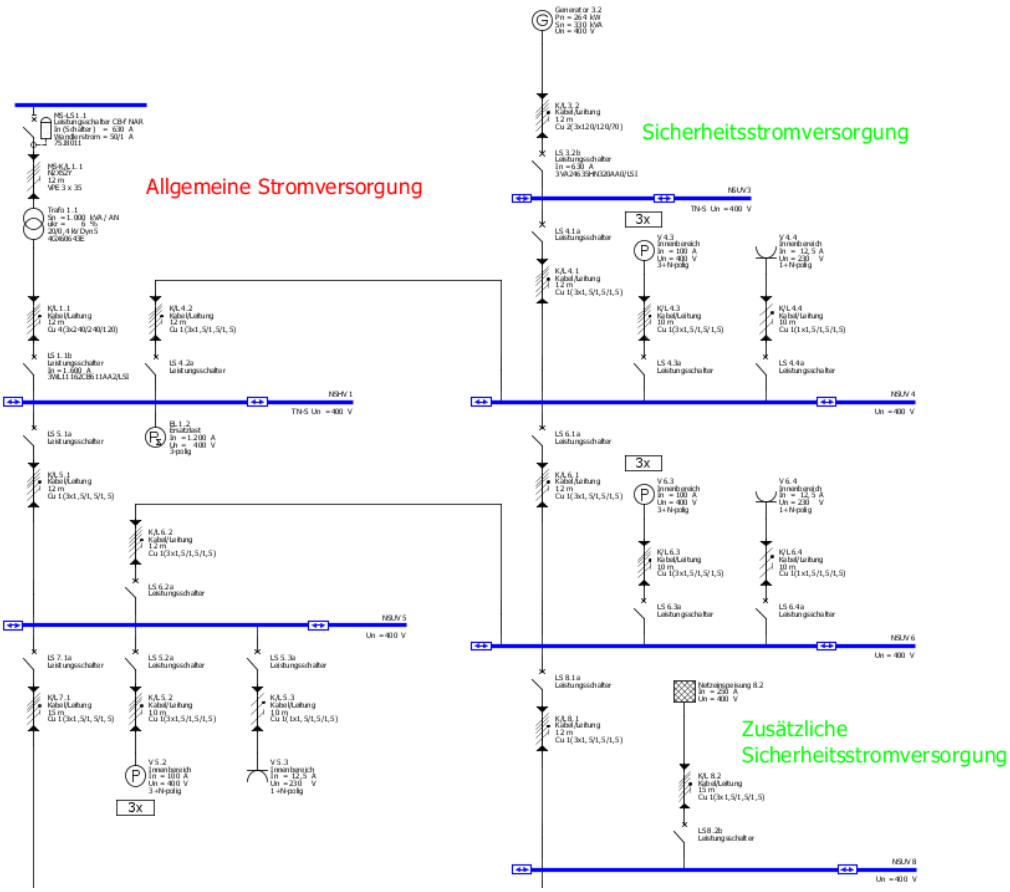
Die dauernde Funktionsfähigkeit muss gesichert sein.

Das heißt, wenn die Spannung am Hauptverteiler in einem oder mehreren Außenleitern ausfällt, muss eine Sicherheitsstromversorgung den Weiterbetrieb automatisch übernehmen. Die Versorgungsübernahme sollte verzögert sein, damit Kurzzeitunterbrechungen überbrückt werden können.

In der Praxis werden diese Umschalteinrichtungen je nach Netzaufbau verwendet.

In der DIN VDE 0100 Teil 710 sind die Berechnung der Netze und Nachweise (Selektivität) zwingend gefordert, d.h. die entsprechenden Unterlagen müssen als Dokumentation zur Verfügung stehen.

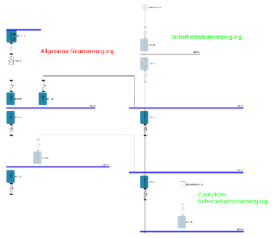
Bei der Planung mit SIMARIS design kann die Forderung der DIN berücksichtigt werden, indem die Umschaltverbindung zwischen der allgemeinen Stromversorgung und der Sicherheitsstromversorgung entsprechend abgebildet und dimensioniert wird.



Beispiel für die Darstellung einer Umschalteinrichtung mit SIMARIS design professional

2.3.3 Erstellung von Sicherheitsstromversorgungs-Systemen

Beispiel

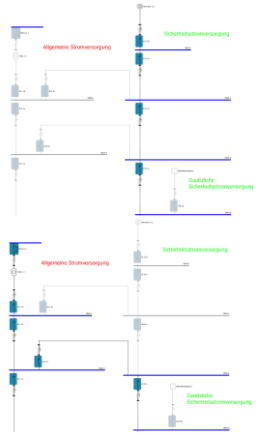


- **Normalbetrieb**

In einem aktiven Sicherheitsstromversorgungs-System ist der Kuppelschalter in der NSHV im Normalbetrieb als einzige Verbindung der beiden Netze geschlossen.

Im Gebäudehauptverteiler und den Unterverteilern sind die Kuppelschalter geöffnet und die Einspeiseschalter eingeschaltet.

Die AV- und SV-Netze sind beide aktiv und werden separat betrieben.



- **Betrieb im Störungsfall:**
  - Fällt die allgemeine Stromversorgung (AV) aufgrund eines Fehlers aus, versorgt die SV ihre Verbraucher unabhängig davon weiter.
  - Tritt in der SV ein Fehler auf, sichert die der Fehlerstelle am nächsten gelegene Umschalteinrichtung den Weiterbetrieb der SV-Verbraucher durch die AV.

Deshalb muss die AV-Quelle für die Last von AV- und SV-Verbrauchern dimensioniert werden.

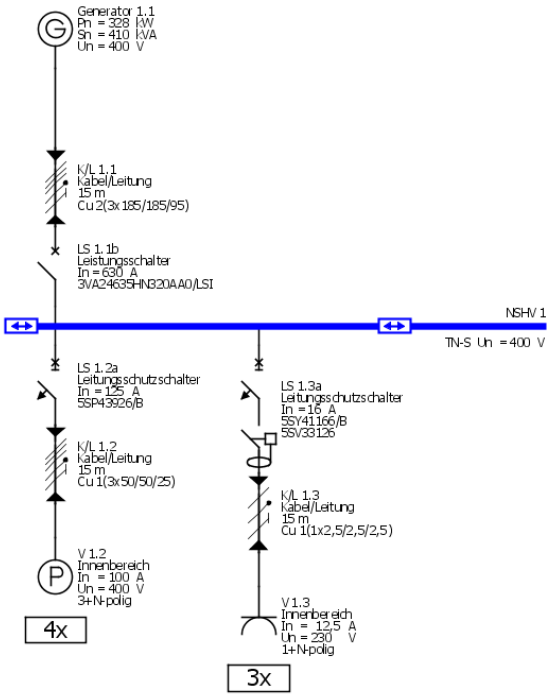
2.4 Dimensionierung von Generatoren

2.4.1 Generatoren im Inselbetrieb

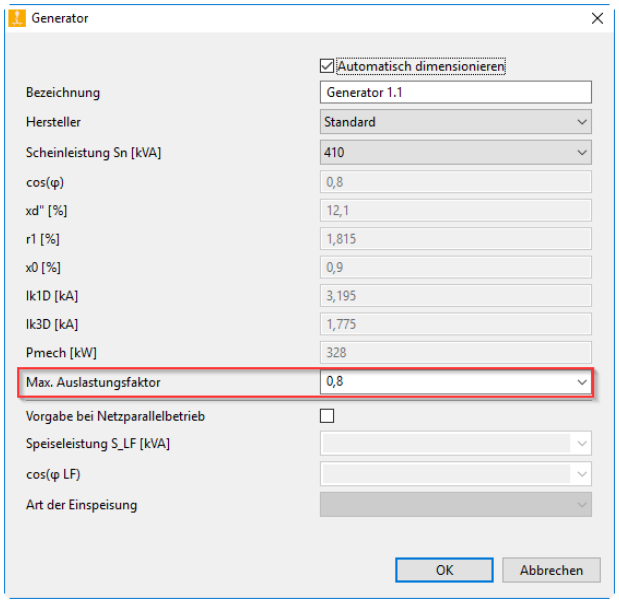
Im Inselbetrieb können Generatoren sowohl automatisch dimensioniert als auch manuell ausgewählt werden.

Wird der Generator manuell ausgewählt, so wird durch SIMARIS design überprüft, ob der ausgewählte Generator in der Lage ist, die benötigte Leistung bereitzustellen. Ist dies nicht der Fall, erscheint in SIMARIS design eine Fehlermeldung.

Soll der Generator automatisch dimensioniert werden, sucht SIMARIS design den kleinsten Generator, welcher die benötigte Leistung zur Verfügung stellen kann. Mit dem „Max. Auslastungsfaktor" wird die Scheinleistung, welche der Generator maximal abgeben kann, reduziert. Diese wird anschließend auch in der automatischen Dimensionierung und Überprüfung verwendet.



Generator im Inselbetrieb



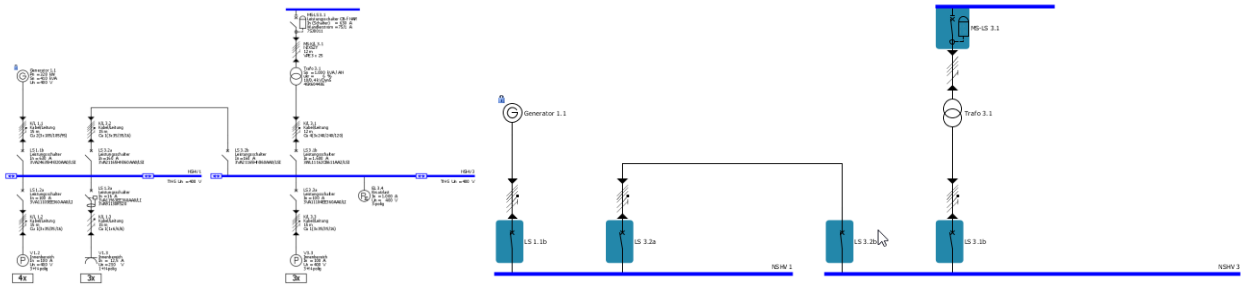
Generatordialog mit Auslastungsfaktor 0,8

2.4.2 Generatoren im Netzparallelbetrieb

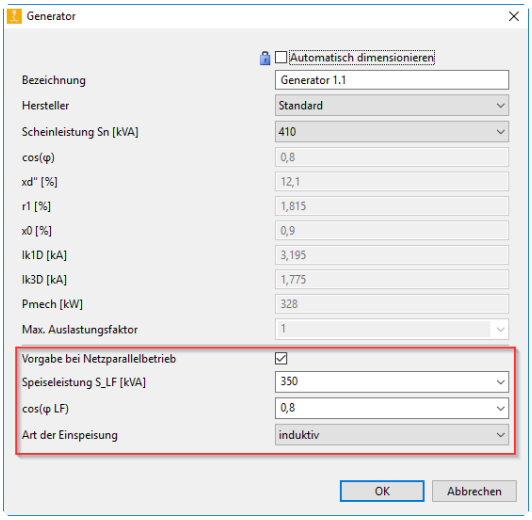
Der Netzparallelbetrieb von Generatoren mit anderen Quellen ist mit SIMARIS design professional möglich.

Die automatische Dimensionierung des Generators ist auch hier möglich. Die Leistung wird hier auf Basis der Impedanzen der Quellen aufgeteilt. Der „Max. Auslastungsfaktor" des Generators wird auch hier berücksichtigt und der Generator somit ggf. überdimensioniert.

In der Regel speisen Generatoren im Netzparallelbetrieb aber eine feste Leistung ein. Wird der Generator manuell ausgewählt, so kann die Speiseleistung für den Netzparallelbetrieb dort frei eingegeben werden. Bei der Dimensionierung des restlichen Netzes wird diese Leistung dann berücksichtigt und die anderen Quellen so ausgelegt, dass sie die zusätzlich benötigte Leistung bereitstellen können.



Netzparallelbetrieb Generator und Transformator. Links Netzplanansicht und rechts Betriebsartenansicht.



Im unteren Abschnitt des Generator Dialogs kann die Vorgabe bei Netzparallelbetrieb aktiviert werden. Wird diese aktiviert kann hier eine Leistung kleiner gleich der Nennleistung des Generators eingegeben werden. Diese wird anschließend fest in das Netz eingespeist. Zum Generator parallel geschaltete Transformatoren speisen die zusätzlich benötigte Leistung ins Netz. Ist die Vorgabe der Speiseleistung des Generators größer als die Summe der Lasten im Netz, so wird die übrige Last über die Transformatoren zurück ins Mittelspannungsnetz gespeist.

2.5 Dimensionierung von Energieübertragungs- und Energieverteilungsstrecken

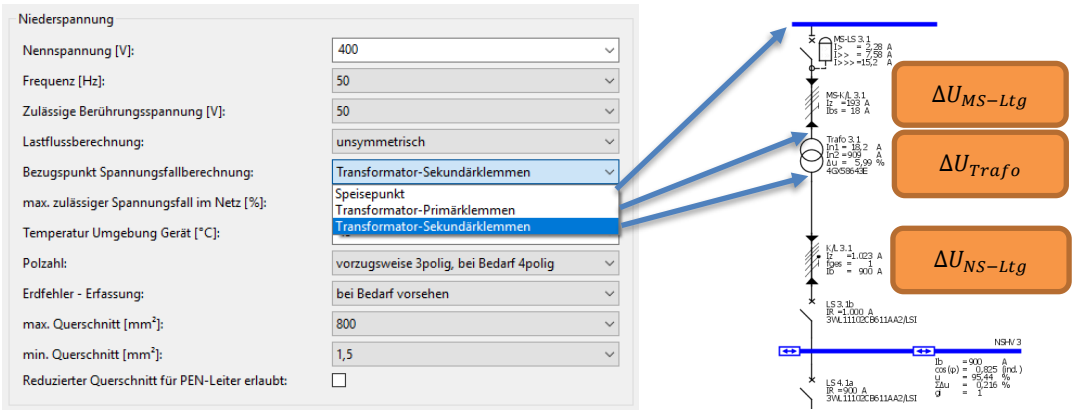
	Überlastschutz	Kurzschlussschutz	Schutz durch Abschaltung im TN-Netz	Spannungsfall
Anforderung	Durch den Schutz bei Überlast von Verbindungsstrecken soll verhindert werden, dass weder die Verbindung selbst (Leiterisolierung, Anschluss- und Verbindungsstellen etc.) noch deren Umgebung durch übermäßige Erwärmung Schaden nehmen kann, bzw. hervorgerufen wird.	Durch den Schutz bei Kurzschluss von Verbindungsstrecken muss verhindert werden, dass weder die Verbindung selbst (Leiterisolierung, Anschluss- und Verbindungsstellen etc.) noch deren Umgebung durch übermäßige Erwärmung sowie mechanische Wirkung Schaden nehmen kann, bzw. hervorgerufen wird. Der Kurzschlussschutz muss in seinem Ausschaltvermögen so bemessen sein, dass er den maximal auftretenden Kurzschluss am Einbauort ausschalten kann.	Die Schleifenimpedanz $\boldsymbol{Z_S}$ der Versorgungsstrecke muss so dimensioniert sein, dass der sich ergebende Kurzschlussstrom die automatische Abschaltung der Schutzeinrichtung innerhalb der festgelegten Zeit zur Folge hat. Dabei ist davon auszugehen, dass ein Fehler zwischen einem Außen- und einem Schutzleiter oder einem Körper irgendwo in der Anlage mit vernachlässigbarer Impedanz auftritt.	Bei der Bemessung der Kabel ist der für die Verbraucher max. zulässige Spannungsfall zu berücksichtigen.
Merkmale	$I_B \leq I_N \leq I_Z$ Die Kabelbelastbarkeit $\boldsymbol{I_Z}$ ist für den max. möglichen Betriebsstrom $\boldsymbol{I_B}$ des Stromkreises und den Nennstrom$\boldsymbol{I_N}$ der Schutzeinrichtung dimensioniert. $I_2 \leq 1{,}45 \cdot I_Z$ Der große Prüfstrom $\boldsymbol{I_2}$, definiert durch die vorgeschaltete Schutzeinrichtung, und ist kleiner, maximal gleich dem 1,45-fachen der zulässigen Kabelbelastbarkeit $\boldsymbol{I_Z}$.	$I^2 \cdot t \leq k^2 \cdot S^2$ Die Zeit t bis zum Ausschalten eines Kurzschlussstromes $\boldsymbol{I}$, an einem beliebigen Punkt im Stromkreis, darf maximal so lange sein, dass die durch den Kurzschlussstrom verursachte Energie nicht die Energie überschreitet, die zur Schädigung oder Zerstörung der Verbindungsstrecke führt.	$Z_S \cdot I_a \leq U_o$ Die Schleifenimpedanz $\boldsymbol{Z_S}$ der Versorgungsstrecke muss so dimensioniert sein, dass der sich ergebende Kurzschlussstrom die automatische Abschaltung der Schutzeinrichtung innerhalb der festgelegten Zeit zur Folge hat. Dabei ist davon auszugehen, dass ein Fehler zwischen einem Außen- und einem Schutzleiter oder einem Körper irgendwo in der Anlage mit vernachlässigbarer Impedanz auftritt.	Spannungsfall im Drehstromnetz $\Delta U = \frac{I \cdot L \cdot \sqrt{3} \cdot (R'_W \cdot cos\varphi + X'_L \cdot sin\varphi)}{U_N} \cdot 100\ \%$ Spannungsfall im Wechselstromnetz $\Delta U = \frac{2 \cdot I \cdot L \cdot (R'_W \cdot cos\varphi + X'_L \cdot sin\varphi)}{U_N} \cdot 100\ \%$

	Überlastschutz	Kurzschlussschutz	Schutz durch Abschaltung im TN-Netz	Spannungsfall
Besonderheiten	■ Überlastschutzgeräte können am Anfang oder Ende der zu schützenden Kabelstrecke eingesetzt werden. ■ Die zulässige Belastbarkeit I_Z von Kabel und Leitungen ist gem. VDE 0298 Teil 4 entsprechend den tatsächlichen Verlegebedingungen zu bestimmen. ■ Bei Einsatz von gL-Sicherungen als einziges Schutzorgan ist bei Einhaltung der Merkmale Überlastschutz der Kurzschlussschutz ebenfalls erfüllt.	■ Kurzschlussschutz ist immer am Anfang der Kabelstrecke einzubauen. ■ Bei der Überprüfung des Kurzschlussschutzes ist auch der PE / PEN-Leiter mit einzubeziehen. ■ Im Auslösebereich < 100 ms sind für I^2t die Werte der Gerätehersteller zu berücksichtigen.	■ Die zulässige Abschaltzeit, erzielt durch I_a bei Verbrauchern ≤ 32 A beträgt 0,4 s bei AC und 5 s bei DC. ■ Die zulässige Abschaltzeit, erzielt durch I_a bei Verbrauchern > 32 A und Verteilungsstromkreise beträgt 5 s. ■ Zusätzlicher Schutz durch RCD (≤ 30 mA) ist bei Steckdosen ≤ 20 A, die zur Benutzung von Laien und zur allgemeinen Verwendung bestimmt sind, erforderlich ■ Zusätzlicher Schutz durch RCD (≤ 30 mA) ist erforderlich bei Endstromkreisen für im Außenbereich verwendete tragbare Betriebsmittel mit einem Bemessungsstrom ≤ 32 A.	$R_W = R_{55°C} = 1{,}14 \cdot R_{20°C}$ $R_{80°C} = 1{,}24 \cdot R_{20°C}$ ■ der Widerstandsbelag einer Leitung ist temperaturabhängig ■ bei der Dimensionierung von Kabeln und Leitungen mit Funktionserhalt ist der erhöhte Widerstand im Brandfall zu berücksichtigen, um ein fehlerfreies Anlaufen von sicherheitsrelevanten Verbrauchern zu garantieren ■ es ist immer der Spannungsfall am Trafo, z. B. 400 V, mit zu betrachten, die Sekundärspannung am Trafo ist eine Leerlaufspannung! ■ Spannungstoleranzen für Geräte und Anlagen sind gem. IEC 60038 festgelegt

Erklärung der Formelzeichen, siehe Kap. 2.20

2.6 Spannungsfallberechnung in SIMARIS design

2.6.1 Bezugspunkt der Spannungsfallberechnung



In SIMARIS design können folgende Punkte als Bezugspunkt für die Spannungsfallberechnung gewählt werden:

Speisepunkt (Blaue Schiene der Mittelspannung)

$$\sum \Delta U = \Delta U_{MS-Ltg} + \Delta U_{Trafo} + \Delta U_{NS-Ltg}$$

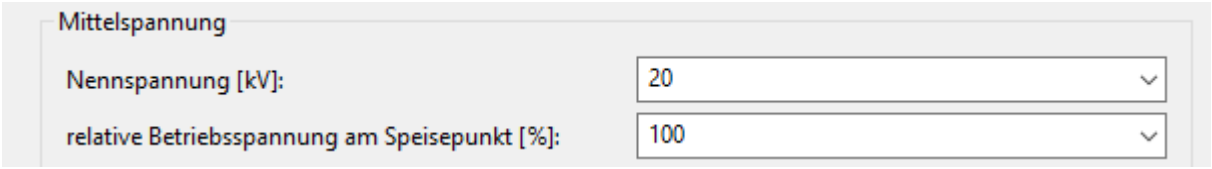
Transformator-Primärklemmen

$$\sum \Delta U = \Delta U_{Trafo} + \Delta U_{NS-Ltg}$$

Transformator-Sekundärklemmen

$$\sum \Delta U = \Delta U_{NS-Ltg}$$

Unabhängig vom Bezugspunkt für die Berechnung des kumulierten Spannungsfalls kann auch noch die relative Betriebsspannung am Speisepunkt gewählt werden. Diese bezieht sich immer auf den Speisepunkt, welcher in SIMARIS design der Nennspannung der Mittelspannung entspricht. Stellt man hier 103% ein entspricht dies annähernd 100% Spannung an den Trafosekundärklemmen.



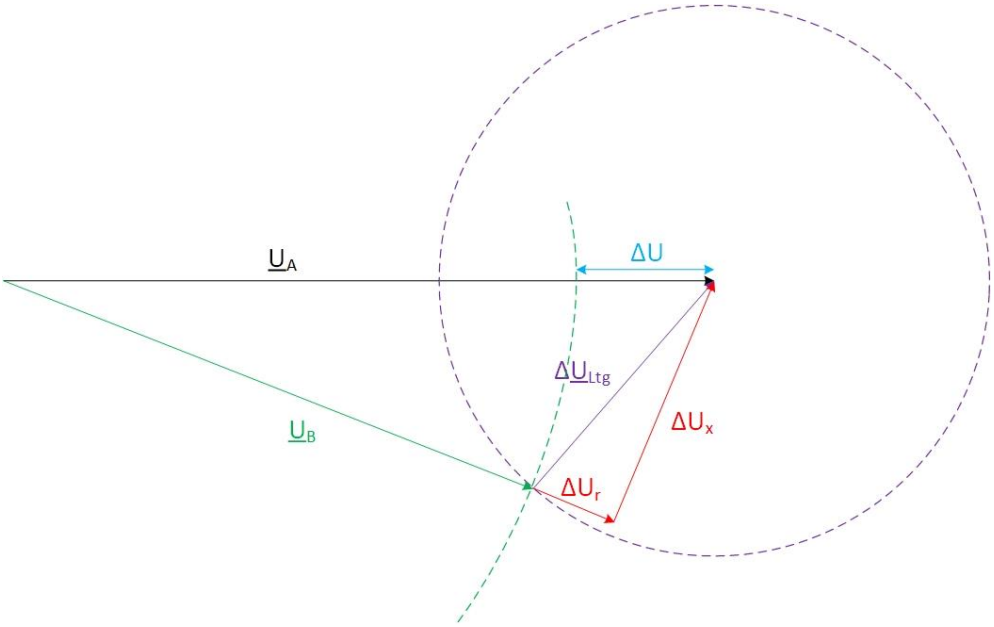
2.6.2 Kumulierter Spannungsfall, Spannungsfall über ein Element und Spannung

Mit SIMARIS design können die Spannung, der Spannungsfall über ein Element und der Kumulierte Spannungsfall ab dem Bezugspunkt ermittelt werden.

Die Spannung u wird in Prozent dargestellt und gibt das Verhältnis der Spannung an einem Ort bezogen zur Netznennspannung an.

Der Spannungsfall über ein Element stellt den Quer und Längsspanungsfall über ein Element dar und wird sowohl als absoluter und relativer Wert angegeben.

Der kumulierte Spannungsfall ΣΔu stellt den Spannungsfall bezogen auf den Bezugspunkt dar.



Reeller Spannungsfall: $\Delta U_r = I \cdot (R \cdot \cos\varphi \pm X \sin\varphi)$

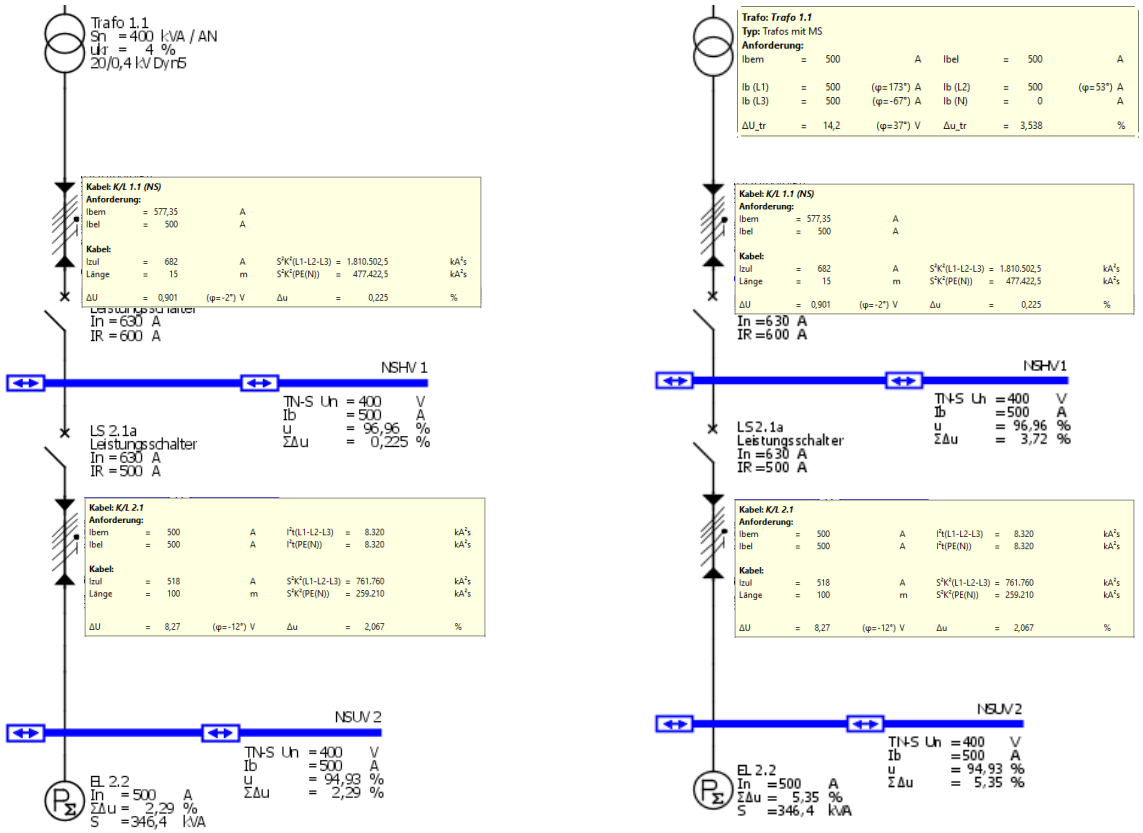
„-" bei induktiver Last
„+" bei kapazitiver Last

Imaginärer Spannungsfall: $\Delta U_x = I \cdot (X \cdot \cos\varphi \pm R \sin\varphi)$

„-" bei induktiver Last
„+" bei kapazitiver Last

Spannungsfall über das Element (Kabel, Drossel, ...): $\Delta U_{Ltg} = \sqrt{\Delta U_r{}^2 + \Delta U_x{}^2} = |\underline{U}_A - \underline{U}_B|$

Planungsrelevanter Spannungsfall $\Delta U = |\underline{U}_A| - |\underline{U}_B|$



Das Beispiel links zeigt den Spannungsfall für den Bezugspunkt Trafo Sekundärklemmen. Das Beispiel auf der rechten Seite zeigt den Spannungsfall für den Bezugspunkt Trafo Primärklemmen. Durch die Berücksichtigung des reellen und imaginären Spannungsfalls kann der kumulierte Spannungsfall nicht durch die Addition der relativen Spannungsfälle der Elemente ermittelt werden. Dieser muss durch die geometrische Addition der Spannungsfälle berechnet werden.

2.7 Hinweis zur Dimensionierung von Schienenverteilersystemen 8 PS

Schienenverteilersysteme werden auf thermische Kurzschlussfestigkeit und Überlastschutz geprüft.

Die dynamische Kurzschlussfestigkeit ist gegeben, wenn beide Attribute erfüllt sind (siehe IEC 60364-4-43 Abschnitt 434). Es erfolgt keine Überprüfung der dynamischen Kurzschlussfestigkeit.

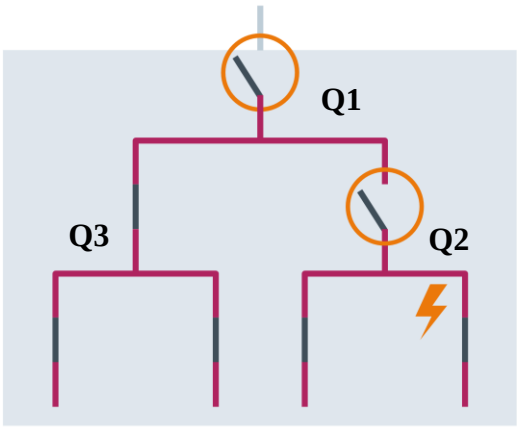
In der Regel ist bei Schienenverteilersystemen auf Grund Ihrer konstruktiven Merkmale und deren nach Herstellerangaben speziellen Installationsweisen das Auftreten des maximalen zu erwartenden theoretischen Stoßkurzschlussstromes nach VDE 0102 bzw. IEC 60 909 auszuschließen.

In Sonderfällen ist die Überprüfung diesbezüglich vom Anwender durchzuführen.

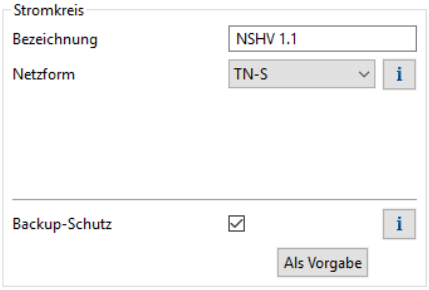
2.8 Selektivität und Backup-Schutz

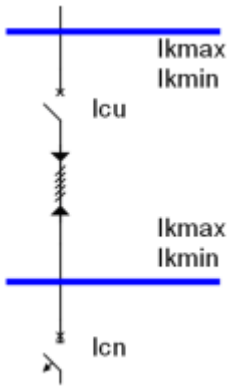
2.8.1 Back-up-Schutz

Voraussetzung ist, dass $\boldsymbol{Q1}$ ein strombegrenzendes Gerät ist. Ist im Falle eines Kurzschlusses der Fehlerstrom höher als das Bemessungsausschaltvermögen des nachgeordneten Schutzgerätes, so wird dieses durch das vorgeordnete Schutzgerät geschützt. $\boldsymbol{Q2}$ kann mit einem $\boldsymbol{I_{cu}}$ bzw. $\boldsymbol{I_{cn}}$ kleiner $\boldsymbol{I_{kmax}}$ $\boldsymbol{Q2}$ gewählt werden. Dadurch wird jedoch nur Teilselektivität erreicht (siehe folgende Abb.).



2.8.2 Dimensionierungsziel Back-up-Schutz in SIMARIS design



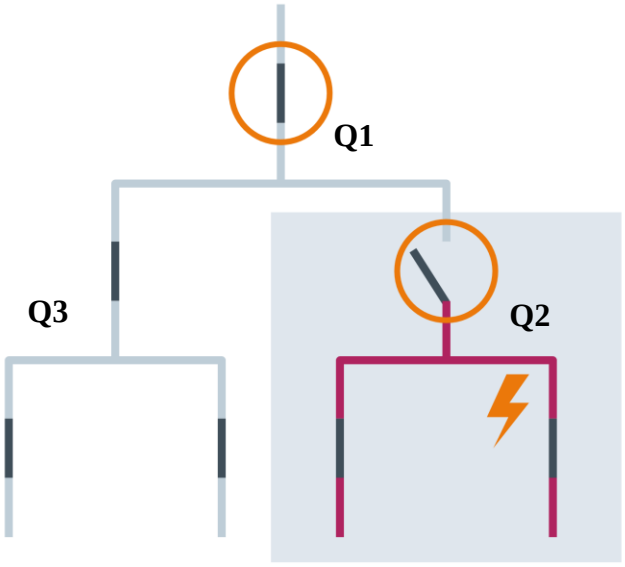


Bei eingestelltem Dimensionierungsziel "Back-up-Schutz" werden von SIMARIS design die Schalt- und Schutzgeräte automatisch so ausgewählt, dass sie bei eventuell auftretenden Kurzschlüssen durch sich selbst oder durch ein vorgeschaltetes Schutzgerät geschützt sind. Der eingesetzte Algorithmus kann dazu führen, dass Abweichungen zu den veröffentlichten Back-up-Schutz-Tabellen auftreten können.

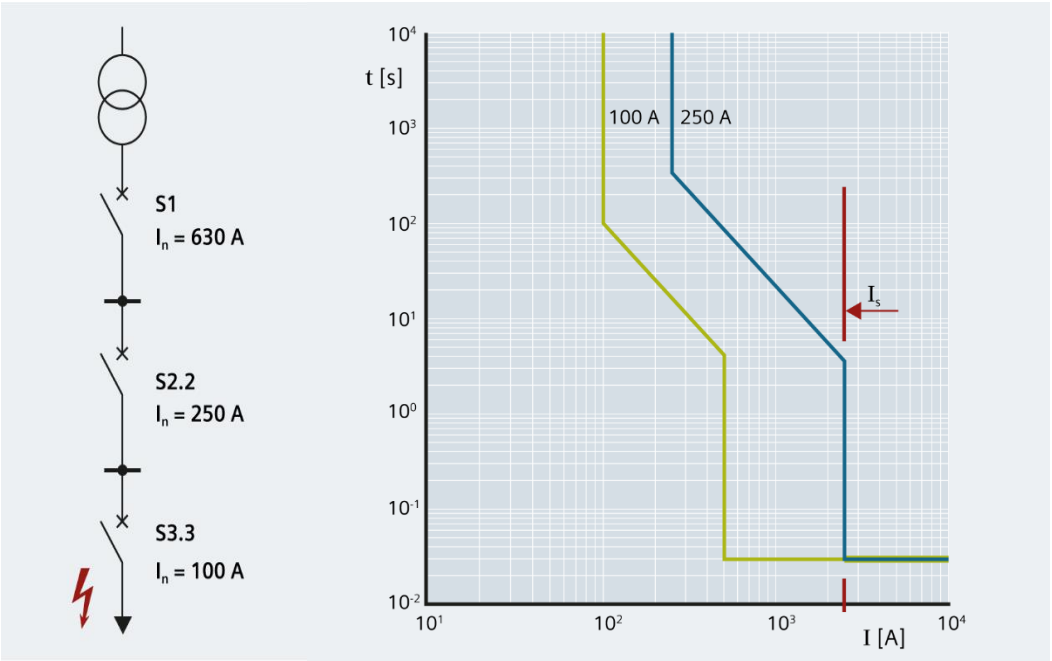
2.8.3 Selektivität

Bei der Zusammenarbeit in Reihe liegender Schutzeinrichtungen zum gestaffelten Abschalten muss das der

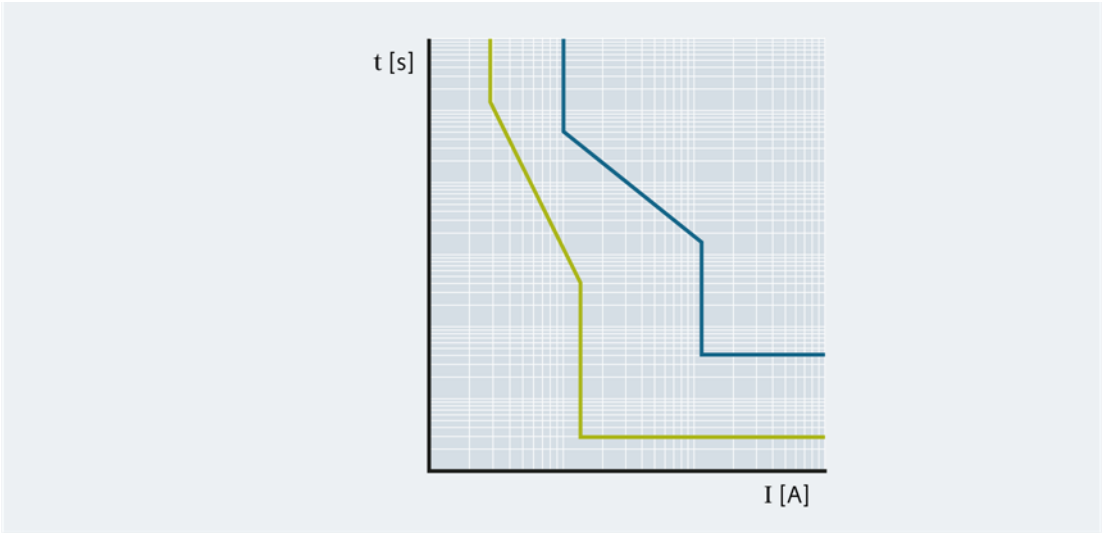
Fehlerstelle nächstliegende vorgeordnete Schutzgerät (***Q2***) abschalten. Die anderen vorgeordneten Geräte (z.B. ***Q1***) bleiben in Betrieb. Die Auswirkungen eines Fehlers werden räumlich und zeitlich auf ein Minimum begrenzt, da nicht betroffene Abzweige (z.B. ***Q3***) weiterhin versorgt werden.



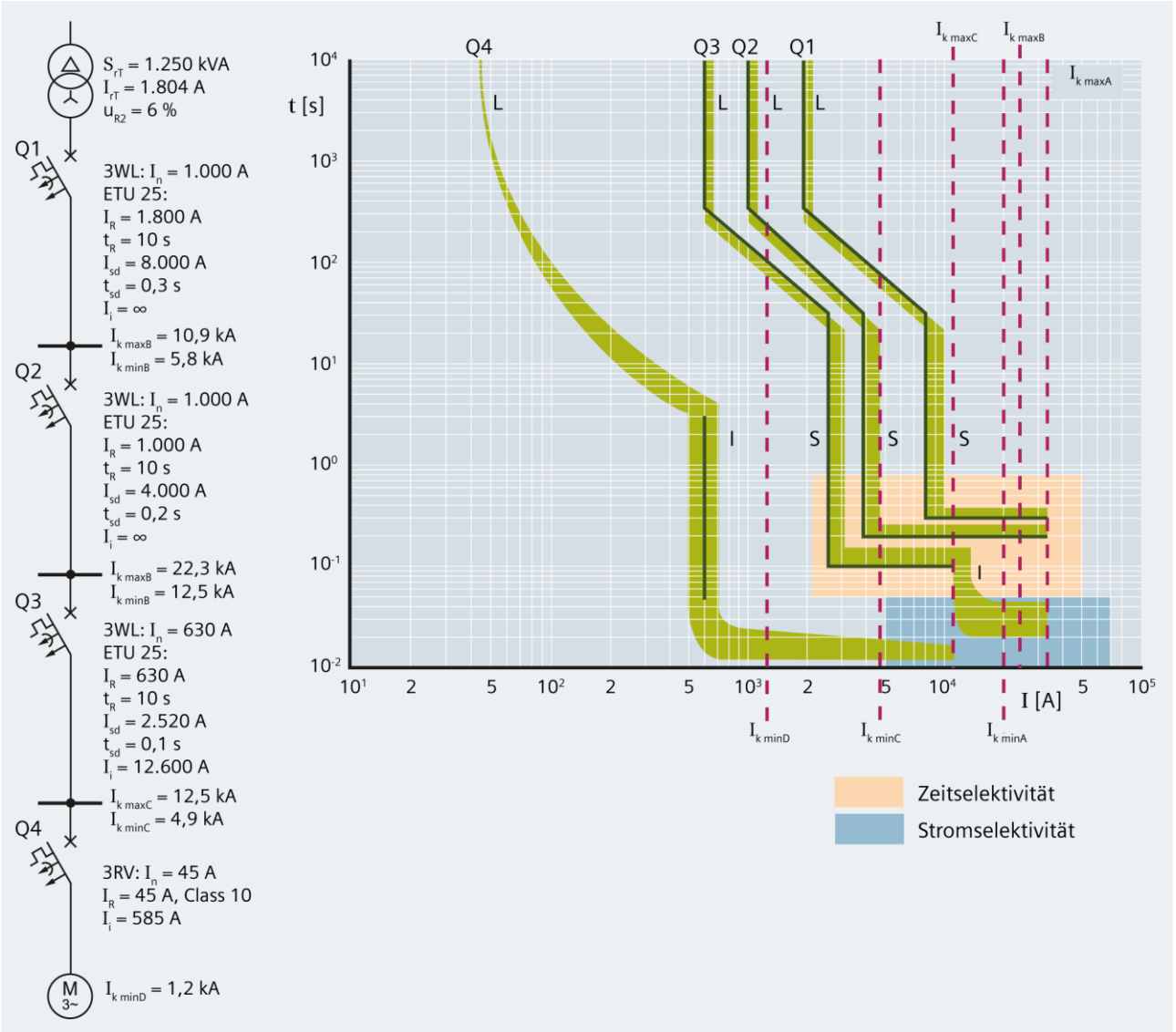
- Stromselektivität wird durch unterschiedlich hohe Auslöseströme der Schutzorgane erreicht



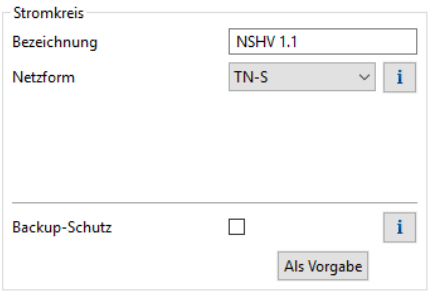
- Zeitselektivität wird durch zeitliche Verzögerung der Auslösung der vorgeschalteten Schutzorgane erreicht

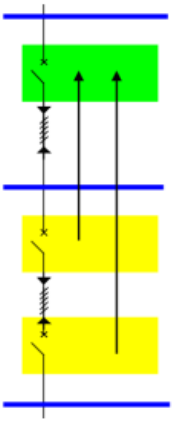


- Darstellung der selektiven Auslegung des Netzwerkes



2.8.4 Dimensionierungsziel kein Back Up Schutz in SIMARIS design





Bei deaktiviertem Dimensionierungsziel Back Up Schutz werden bei Leistungsschaltern elektronische Auslöser mit einem zeitverzögerten Kurzschlussauslöser "S" eingesetzt, mit denen zusätzlich Zeitselektivität hergestellt werden kann.

Die Selektivitätsbeurteilung erfolgt anhand vorhandener Grenzwerte im Überlastbereich $< \boldsymbol{I_{kmin}}$ (Isel-über) und im Kurzschlussbereich $> \boldsymbol{I_{kmin}}$ (Isel-kurz). Dabei wird das obere Toleranzband des betrachteten Schaltgerätes mit der Hüllkurve des unteren Toleranzbandes aller vorgeordneten Schaltgeräte verglichen. Bei Auslösezeiten oberhalb 80 ms erfolgt eine grafische Auswertung der Schnittpunkte, darunter werden Selektivitätsgrenzwerte aus einer hinterlegten Selektivitäts-Grenzwerttabelle abgefragt. Befinden sich in einem Stromkreis zwei Schutzgeräte (Schalter oben und Schalter unten), so werden diese nicht untereinander, sondern gegen die Schutzgeräte in vorgeordneten Stromkreisen ausgewertet, siehe Bild.

2.9 Dimensionierung des Netzes nach Icu bzw. Icn

2.9.1 Einsatzbereiche von Leitungsschutzschaltern

Leitungsschutzschalter MCB werden an verschieden Einbauorten in elektrischen Anlagen eingesetzt.

Für Laien zugängliche elektrische Anlagen

In elektrische Anlagen, die für Laien zugänglich sind, werden die Leitungsschutzschalter hinsichtlich ihres Bemessungs-Kurzschlussausschaltvermögens I_{cn} einer höheren Prüfanforderung unterzogen. Diese ist in der IEC 60898 geregelt.

Das Bemessungskurzschlussausschaltvermögen I_{cn} ist der Kurzschlussstrom (Effektivwert), den der Leitungsschutzschalter bei Bemessungsbetriebsspannung (+/- 10 %) und einem festgelegtem $cos\varphi$ ausschalten kann.

Geprüft wird dies mit der Prüffolge 0 - t - CO - t - CO. Es wird das Bemessungs-Betriebskurzschlussausschaltvermögen I_{cs} geprüft.

Achtung:

Nach dieser Prüfung sind keine Kennlinienveränderungen am Überlastauslöser mehr zulässig!

Für Laien unzugängliche elektrische Anlagen

In elektrischen Anlagen, die für Laien unzugänglich sind, z.B. in Industrieanlagen, werden die Leitungsschutzschalter wie Kompaktleistungsschalter MCCB hinsichtlich ihres Bemessungsgrenz-Kurzschlussausschaltvermögens I_{cu} geprüft. Diese Prüfung wird nach IEC 60947-2 durchgeführt.

Geprüft wird dies mit der verkürzten Prüffolge 0 - t - CO.

Achtung:

Nach dieser Prüfung sind Kennlinienveränderungen am Überlastauslöser zulässig!

Legende zur Prüffolge	
0	Ausschaltung
CO	Ein- , Ausschaltung
t	Pause

2.9.2 Auswahl der Leitungsschutzschalter nach Icn oder Icu in SIMARIS design

In SIMARIS design kann die automatische Dimensionierung der Leitungsschutzschalter nach beiden Anforderungen vorgenommen werden bzw. man kann die Leitungsschutzschalter mit der Katalogfunktion manuell auswählen.

Achtung:

Die Funktion "Auswahl nach I_{cn} oder I_{cu}" ist nur für Endstromkreise verfügbar.

Die Auswahl bzw. Überprüfung der Geräte erfolgt dann im Rahmen der Dimensionierung entsprechend der Voreinstellung nach I_{cn} oder I_{cu}.

Die Prüfung der Leitungsschutzschalter liegt für alle Geräte nach beiden Prüfnormen (IEC 60898 oder IEC 60947-2) vor.

Die Funktion "Auswahl nach I_{cn} oder I_{cu}" steht jedoch für Gerätekategorien wie RCBO's (5SU1, 5SU9) nicht zur Verfügung.

Gerätegruppe	Typ	I_{cn} [kA]	I_{cu} [kA]
5SY	MCB	6 / 10 / 15	10...50
5SY60	MCB	6	6
5SX	MCB	6 / 10	10 / 15
5SX1	MCB	3	4,5
5SQ	MCB	3	4,5
5SJ....-.CC	MCB	6 / 10 / 15	10 / 15 / 25
5SP4	MCB	10	10
5SY8	MCB	--	20...70
5SL6	MCB	6	6
5SL4	MCB	10	10
5SL3	MCB	4,5	4,5

2.10 Überstromzeitschutz

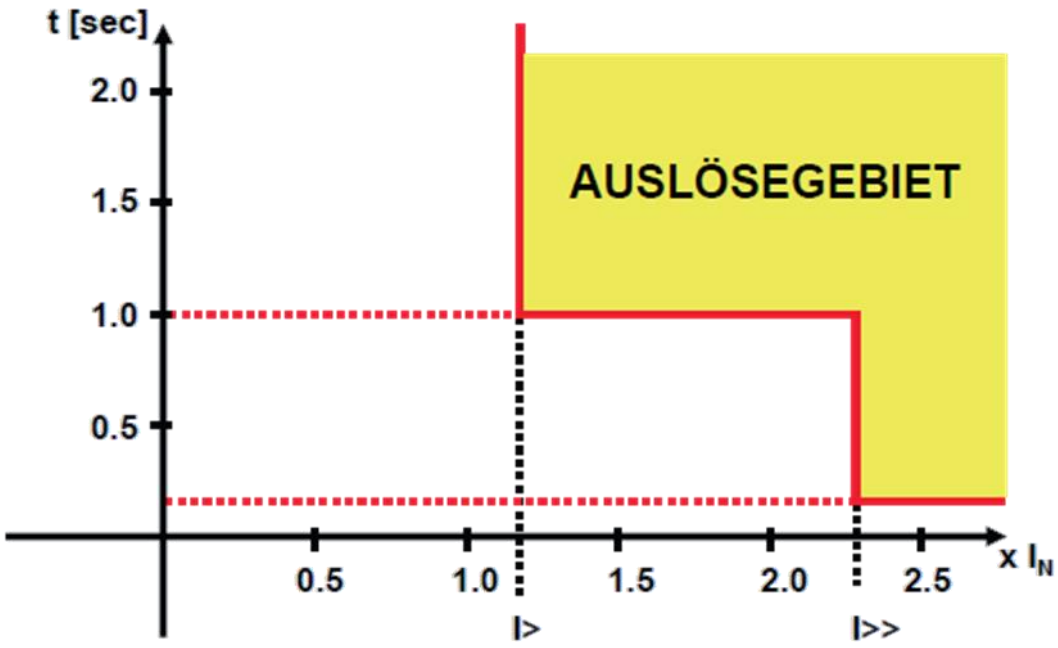
Der Überstromzeitschutz erkennt Fehler anhand der Stromhöhe und schaltet nach Ablauf der Verzögerungszeit ab. Überstromzeitschutzgeräte arbeiten entweder mit scharf definierten Stromschwellen (UMZ) oder einer strominversen Auslösekennlinie (AMZ). Moderne digitale Geräte arbeiten phasenselektiv und haben für Erdfehler eigene Einstellwerte. (UMZ / AMZ = un- / abhängiger Maximalstromzeitschutz)

2.10.1 UMZ (Unabhängiger Maximalstromzeitschutz)

Der UMZ kann immer dann als Hauptschutz eingesetzt werden, wenn alleine anhand der Stromhöhe zwischen Betriebs- und Fehlerstrom unterschieden werden kann. Selektivität wird über eine Staffelung der Verzögerungszeiten erreicht.

Vorteil:

- klar definierte Auslösezeit bei UMZ, abhängig von Stromschwelle(n)



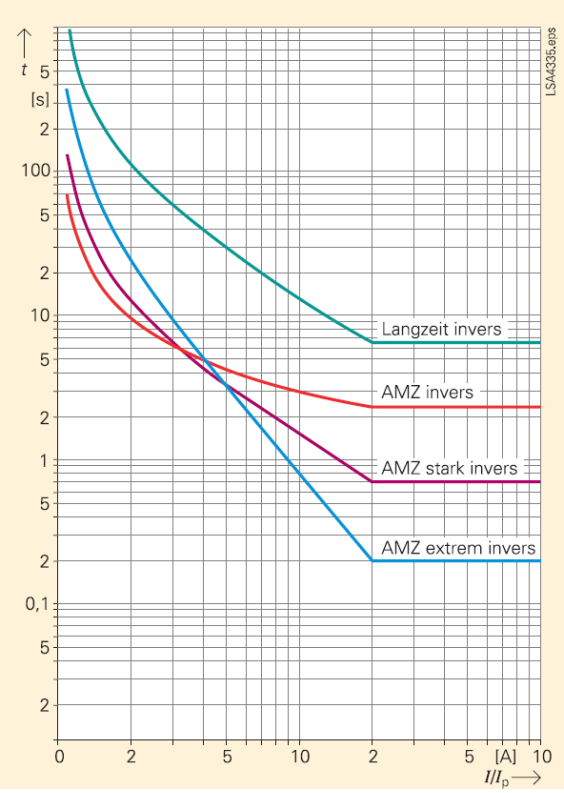
Auslösekennlinie eines zweistufigen UMZ-Schutzes (definite time over current)

2.10.2 AMZ (Abhängiger Maximalstromzeitschutz)

Beim abhängigen Maximalstromzeitschutz (abhängiger Überstromzeitschutz) hängt die Auslösezeit von der Höhe des Fehlerstroms ab. Durch die Einstellmöglichkeiten bei den Auslösecharakteristiken des AMZ-Schutzes kann erreicht werden, dass diese dem Auslöseverhalten von Schmelzsicherungen nahe kommt. „Invers" kennzeichnet einen Kurvenverlauf der Auslösekennlinien proportional zu 1/(Strom^x). Konkrete Formeln sind in IEC 60255-151 zu finden.

Vorteil:

- variable, (invers-)stromabhängige Auslösezeit bei AMZ



IEC-Kennlinien

IEC invers:
$$t = \frac{0{,}14}{\left(I/I_p\right)^{0{,}02} - 1} \cdot T_p$$

IEC stark invers:
$$t = \frac{13{,}5}{\left(I/I_p\right)^{1} - 1} \cdot T_p$$

IEC extrem invers:
$$t = \frac{80}{\left(I/I_p\right)^{2} - 1} \cdot T_p$$

IEC Langzeit invers:
$$t = \frac{120}{\left(I/I_p\right)^{1} - 1} \cdot T_p$$

2.11 Transformatoren mit Lüfteranbau

GEAFOL-Verteiltransformatoren bieten die Möglichkeit, ihre Leistung mittels Zusatzlüfter (Querstromlüfter) zu erhöhen. Bei freier Aufstellung und ausreichender Belüftung ist so eine Leistungssteigerung von bis zu 50 % möglich. In der Praxis und bei Verwendung von Transformatorgehäusen wird jedoch die maximal zur Verfügung stehende Leistung auf 140 % der Nennleistung des Verteiltransformators begrenzt. Neben der Leistungssteigerung können die Querstromlüfter dazu genutzt werden, die Transformator-Nennleistung auch bei heißen Umgebungsbedingungen dauerhaft zur Verfügung zu stellen. Da die Verluste im Quadrat zum Belastungsstrom ansteigen, ist die Wirtschaftlichkeit von Querstromlüftern erst über einer Transformatorleistung von 400 kVA gegeben.

Ohne Zusatzbelüftung wird die Transformatorleistung mit AN bezeichnet (air natural), mit Zusatzbelüftung mit AF (air forced). Empfehlung Leistungsschaltertechnik gemäß Info. Auswahl und Einstellung erfolgt automatisch.

Bei der Auswahl von Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen ist das folgenden zu beachten:
Sollen Transformatoren mit Querstromlüfter mittels einer Lastschalter-Sicherungs-Kombination abgesichert werden, so ist die durch SIMARIS design für den unbelüfteten Betrieb dimensionierte Kombination mit nachfolgender Tabelle auf die Belastbarkeit mit erhöhtem Nennstrom zu prüfen.

Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen zum Schutz von Transformatoren mit einer Leistungserhöhung durch Querstromlüfter können in der Regel nur bis zu einer begrenzten Leistung, die unterhalb der zwangsbelüfteten Transformatorleistung liegt, eingesetzt bzw. nur dann voll eingesetzt werden, wenn die AF-Leistung der Transformatoren (140 % der Transformatornennleistung) nur kurzfristig ansteht.

Da in gasisolierten Mittelspannungsanlagen die HH-Sicherungen in Isolierstoffbehältern eingesetzt werden, darf deren Verlustleistung einen bestimmten Wert nicht überschreiten, um zum einen die Kontaktmaterialien nicht zu schädigen, zum anderen ein Fehlauslösen der Sicherung aufgrund von Übertemperatur zu vermeiden. Dazu sollten die Werte der folgenden Tabelle für die entsprechenden Schaltanlagen beachtet werden.

Die Zuordnung der Sicherungen zu Transformatoren können der Technischen Schriftenreihe Nr. 2 entnommen werden, welche Sie auf www.siemens.de/tip-cs/downloadcenter finden.

Max. Belastung der HH-Sicherung - Typ SIBA - fü 8DJH und NXPLUS C

Sicherung			HHD				SSK			
			8DJH	NXPLUS C			8DJH	NXPLUS C		
Ur [kV]	Länge	Ir [A]	Ibmax [A]		Pv [W]	MLFB	Ibmax [A]		Pv [W]	MLFB
3-7.2	292	10	8,1	9,2	17	SIB:3009813-10	–	–	–	–
		16	13,1	14	17	SIB:3009813-16	–	–	–	–
		20	16,3	18,4	13	SIB:3009813-20	–	–	–	–
		25	20,4	23	16	SIB:3009813-25	–	–	–	–
		31,5	25,7	29	21	SIB:3009813-31.5	–	–	–	–
		40	32,7	36,8	27	SIB:3009813-40	–	–	–	–
		50	40,8	46	30	SIB:3009813-50	–	–	–	–
		63	51,5	58	38	SIB:3009913-63	–	–	–	–
		80	53	63,2	47	SIB:3009913-80	–	–	–	–
		100	54,5	79	64	SIB:3009913-100	–	–	–	–
6-12	292	10	8,1	9,2	28	SIB:3000413-10	–	–	–	–
		16	13,1	14,7	28	SIB:3000413-16	–	–	–	–
		20	16,3	18,4	23	SIB:3000413-20	–	–	–	–
		25	20,4	23	29	SIB:3000413-25	–	–	–	–
		31,5	25,7	25,7	38	SIB:3000413-31.5	–	–	–	–
		40	26,2	29,3	50	SIB:3000413-40	–	–	–	–
		50	32,8	36,6	56	SIB:3000413-50	–	–	–	–
		63	46,2	49,8	63	SIB:3001213-63	46.1	46.1	62	SIB:3001243-63
		80	49,9	55	76	SIB:3001213-80	49.9	55.0	76	SIB:3001243-80
		100	53,7	62	104	SIB:3001213-100	54.5	62.5	98	SIB:3001243-100
		125	–	–	–	–	65.0	74.0	135	SIB:3002043-125
	442	10	8,2	8,2	28	SIB:3010113-10	–	–	–	–
		16	13,2	13,2	19	SIB:3010113-16	–	–	–	–
		20	16,5	16,5	22	SIB:3010113-20	–	–	–	–
		25	20,6	20,6	28	SIB:3010113-25	–	–	–	–
		31,5	26	26	37	SIB:3010113-31.5	–	–	–	–
		40	33	33	48	SIB:3010113-40	–	–	–	–
		50	36	40,4	54	SIB:3010113-50	–	–	–	–
		63	42,5	51	58	SIB:3010213-63	–	–	–	–
		80	54	54	70	SIB:3010213-80	54.0	55.2	72	SIB:3010243-80
		100	59,2	68	96	SIB:3010213-100	60.6	69.0	93	SIB:3010243-100
		125	–	–	–	–	72.2	81.0	128	SIB:3010343-125
10-17.5	292	10	8,1	8,1	38	SIB:3025513-10	–	–	–	–
		16	13,1	13,1	37	SIB:3025513-16	–	–	–	–
		20	16,3	16,3	40	SIB:3022113-20	–	–	–	–
		25	16,9	19,7	56	SIB:3022113-25	–	–	–	–
		31,5	21,3	21,6	65	SIB:3022113-31.5	–	–	–	–
		40	26,2	26,2	84	SIB:3022113-40	–	–	–	–
		50	28,9	31,2	101	SIB:3022113-50	–	–	–	–
		63	35,7	37,3	106	SIB:3022213-63	–	–	–	–
		80	41,3	47	137	SIB:3022213-80	–	–	–	–
	442	6	5,2	5,2	21	SIB:3023113-6.3	–	–	–	–
		10	8,3	8,3	38	SIB:3023113-10	–	–	–	–
		16	13,2	12,7	37	SIB:3023113-16	–	–	–	–
		20	16,5	16,5	42	SIB:3023113-20	–	–	–	–
		25	20,4	20,4	56	SIB:3023113-25	–	–	–	–
		31,5	22,7	22,4	60	SIB:3023113-31.5	–	–	–	–
		40	24,5	27,2	84	SIB:3023113-40	–	–	–	–
		50	30	34	101	SIB:3023213-50	–	–	–	–
		63	37,8	43	106	SIB:3023213-63	–	–	–	–
		80	41,8	46	137	SIB:3023213-80	–	–	–	–
		100	48,1	55	182	SIB:3023313-100	–	–	–	–
10-24	442	6	5,2	5,2	29	SIB:3000613-6.3	–	–	–	–
		10	8,3	8,3	52	SIB:3000613-10	–	–	–	–
		16	12,7	12,7	59	SIB:3000613-16	–	–	–	–
		20	16,5	16,5	46	SIB:3000613-20	–	–	–	–
		25	20,4	20,4	56	SIB:3000613-25	–	–	–	–
		31,5	22,7	22,4	72	SIB:3000613-31.5	–	–	–	–
		40	24,5	27,2	106	SIB:3000613-40	–	–	–	–
		50	32	34	108	SIB:3001413-50	–	–	–	–
		63	33,5	36,2	132	SIB:3001413-63	33.5	–	–	–
		80	37,8	46	174	SIB:3001413-80	41.8	46.0	143	SIB:3001443-80
		100	–	53	234	SIB:3002213-100	48.1	58.0	188	SIB:3002243-100

2.12 Erläuterung zu den Energieeffizienz-Betrachtungen in SIMARIS design

Auf Grund der stetig steigenden Energiekosten und der limitierten Ressourcen an fossilen Energien, gewinnt das Thema Energieeffizienz immer mehr an Bedeutung. Deshalb sollte dieses auch bei der Planung der Energieverteilung betrachtet werden.

In SIMARIS design wird ein Überblick über die Verlustleistungen und die Entfernung zur jeweiligen Hauptverteilung der einzelnen Stromkreise gegeben:

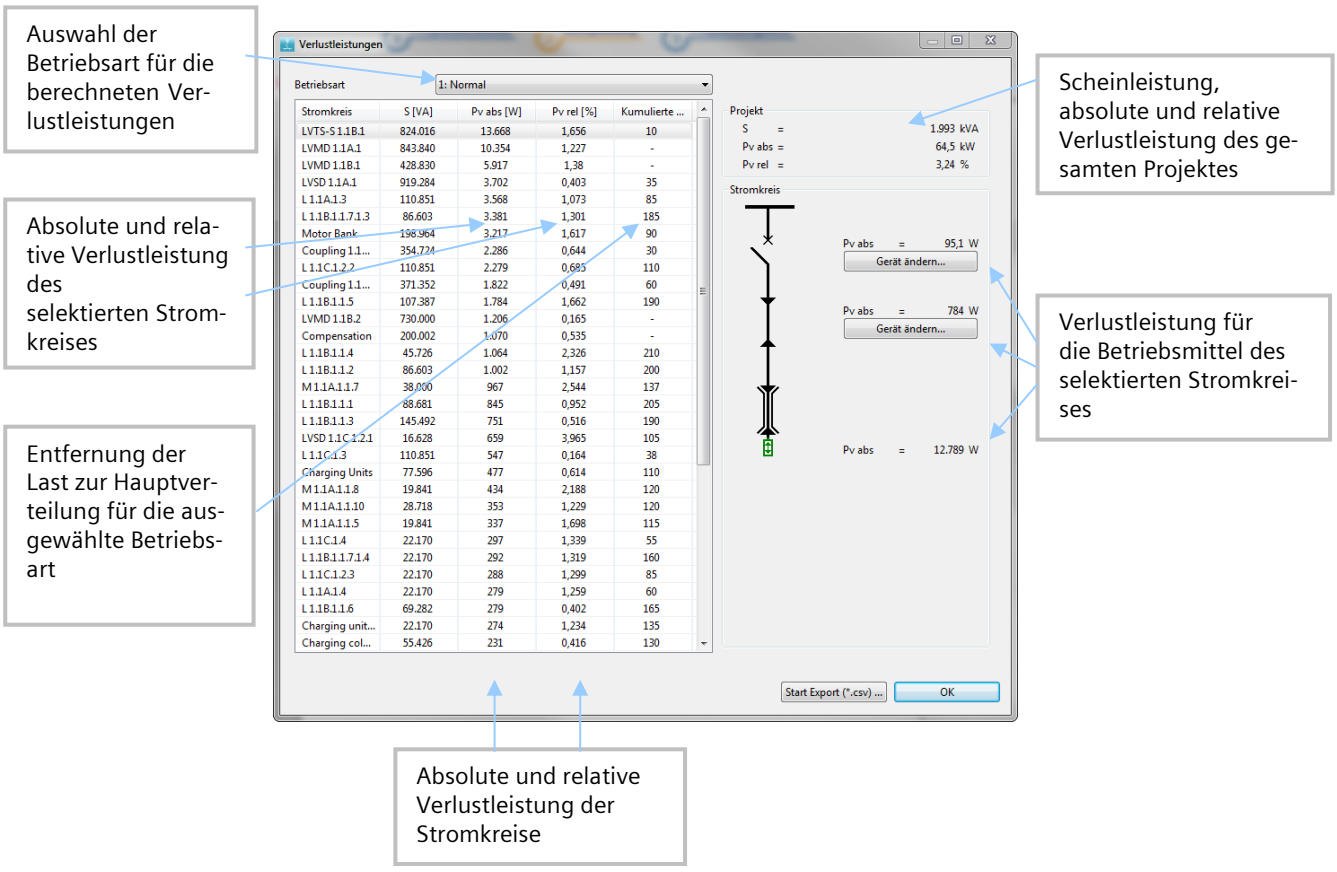
- Einspeisung / Kupplung
- Verteiler
- Endstromkreise

Innerhalb dieser Stromkreise werden detailliert die Verluste der einzelnen Netzkomponenten angezeigt:

- Transformatoren
- Schienenverteilersysteme
- Kabel
- Schalt- und Schutzgeräte
- Kompensationsanlagen

Um rasch einen Überblick über die möglichen Optimierungspotentiale zu erhalten, werden zum einen die relativen Verluste als auch die absoluten Verluste der Stromkreise aufgelistet. Die Tabelle kann durch einen Klick auf den jeweiligen Spaltenkopf entweder nach der Höhe der absoluten oder der relativen Verluste der Stromkreise sortiert werden, um die Stromkreise mit den größten Verlusten identifizieren und genauer betrachten zu können.

Den Dialog zur Anzeige der Daten zur Verlustleistung der Stromkreise zeigt die folgende Abbildung:



Es kann jeweils nur eine Betriebsart angezeigt und betrachtet werden, d.h. für ein Projekt, für das verschiedene Betriebsarten definiert wurden, können diese nacheinander durch entsprechende Auswahl im Drop-down-Menü betrachtet werden.

Die Verluste für das gesamte projektierte Netz (für die gewählte Betriebsart) ergeben sich dabei als Summe der Verluste der einzelnen Stromkreise:

$$\boldsymbol{P_{Vabs_Projekt}} = \sum_{\boldsymbol{Stromkreis}} \boldsymbol{P_{Vabs_Stromkreis}}$$

$$\boldsymbol{P_{Vrel_Projekt}} = \frac{\boldsymbol{P_{Vabs_Projekt}}}{\boldsymbol{S_{n_Projekt}}}$$

$\boldsymbol{P_{Vabs_Projekt}}$ = absolute Verlustleistung des projektierten Netzes [W]
$\boldsymbol{P_{Vabs_Stromkreis}}$ = absolute Verlustleistung eines Stromkreises [W]
$\boldsymbol{P_{Vrel_Projekt}}$ = relative Verlustleistung des projektierten Netzes [%]
$\boldsymbol{S_{n_Projekt}}$ = Scheinleistung des projektierten Netzes [VA]

Die Verluste eines Stromkreises addieren sich je nach Zusammensetzung des Stromkreises aus den Verlusten der einzelnen Komponenten:

$$\boldsymbol{P_{Vabs}} = \boldsymbol{P_{Vabs_Tr}} + \boldsymbol{P_{Vabs_SO}} + \boldsymbol{P_{Vabs_V}} + \boldsymbol{P_{Vabs_SU}} + \boldsymbol{P_{Vabs_Kon}}$$

$\boldsymbol{Tr}$ **.....**= Trafo
$\boldsymbol{SO}$ .....= oberer Schalter
$\boldsymbol{V}$ .....= Verbindung
$\boldsymbol{SU}$ .....= unterer Schalter
$\boldsymbol{Kon}$ ...= Kondensator

$$\boldsymbol{P_{Vrel_Stromkreis}} = \frac{\boldsymbol{P_{Vabs_Stromkreis}}}{\boldsymbol{S_{n_Stromkreis}}}$$

$\boldsymbol{P_{Vrel_Stromkreis}}$ = relative Verlustleistung des Stromkreises [%]
$\boldsymbol{S_{n_Stromkreis}}$ = Scheinleistung des Stromkreises[VA]

Die Verlustleistungen werden auf Basis der Belastungsströme der jeweiligen Stromkreise berechnet.
Hierbei werden die eingegebenen Gleichzeitigkeits- und Ausnutzungsfaktoren mit berücksichtigt.

Innerhalb des Verlustleistungsdialoges (s.o.) können die jeweiligen Stromkreise in der Liste angewählt werden und über die Schaltfläche "Gerät ändern" (rechts) einzelne Komponenten des Stromkreises ausgetauscht werden. Die dadurch ggf. geänderte Verlustleistung wird direkt oberhalb der Schaltfläche angezeigt und auch der Summenwert des Stromkreises wird in der Liste entsprechend der neuen Auswahl angepasst. Der in der Liste selektierte Stromkreis wird zudem auch im Netzplan markiert (blauer Rahmen).

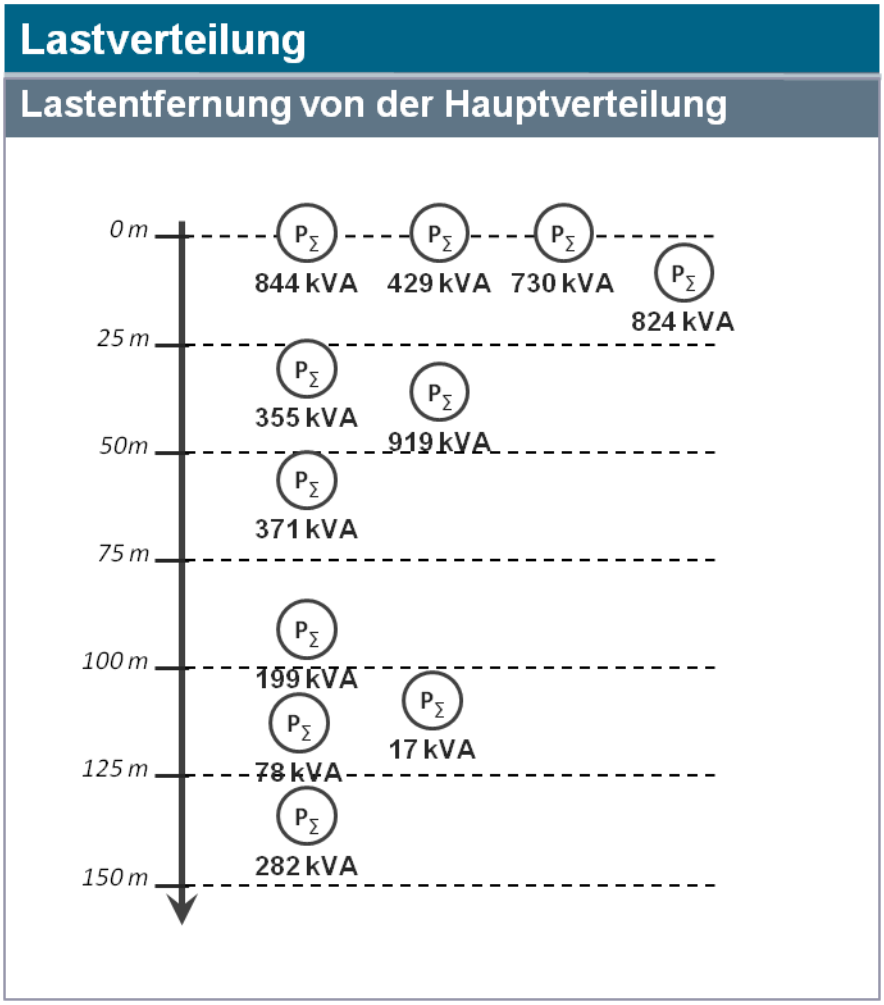
Eine Verlustleistungsoptimierung sollte immer ganzheitlich erfolgen und die Auswirkungen auf die Netzdimensionierung müssen entsprechend immer berücksichtigt werden. Deshalb werden diese Änderungen in SIMARIS design immer auch auf Ihre Richtigkeit in Bezug auf die Netzdimensionierungsregeln überprüft.

Sollte auf Grund der vorgenommenen Verlustleistungsoptimierung ein Verstoß gegen die hinterlegten Projektierungsregeln entstehen, wird der Anwender durch eine Fehlermeldung (Anzeige unterhalb des Netzplans) darauf hingewiesen. Dieser Fehler kann dann entweder durch den Anstoß einer erneuten automatischen Dimensionierung oder durch eine manuelle Anpassung im Netzplan behoben werden.

Beispiel:
Durch die Auswahl eines Transformators mit einer höheren Nennleistung, kann die Verlustleistung des Transformators reduziert werden. Die Folgen eines leistungsstärkeren Transformators sind zum einen höhere Nenn- als auch Kurzschlussströme. Die weiteren Komponenten im Stromkreis, wie Schienenverteiler, Kabel, Schalt- und Schutzgeräte müssen dementsprechend angepasst werden. SIMARIS design führt diese Anpassung automatisch mit einer erneut angestoßenen Dimensionierung durch.

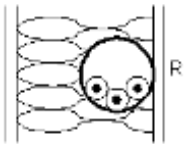
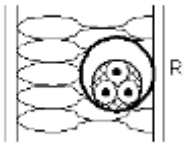
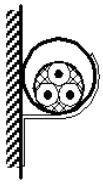
Basierend auf der Norm IEC 60364-8-1 bzw. VDE 0100 Teil 801 „Errichtung von Niederspannungs-Schaltanlagen - Energieeffizienz" ist unter dem Menüpunkt „Energieeffizienz"→ „Verlustleistung" auch eine Spalte mit Daten für die kumulierten Längen der einzelnen Stromkreise zu finden. Die kumulierte Länge bezeichnet jeweils die Entfernung zwischen ausgewähltem Stromkreis und der Hauptverteilung. Die Interpretation der Norm in SIMARIS design beruht auf Barycentre Methode, welche in der Norm beschrieben wird. SIMARIS design errechnet sich hierbei die kumulierte Länge auf Basis der bereits eingegebenen Längen der Kabel bzw. Stromschienen.

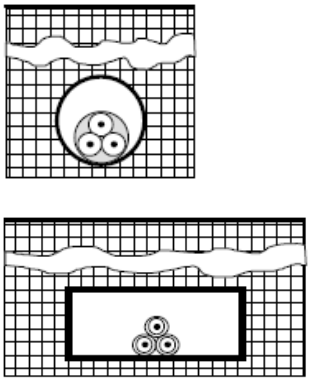
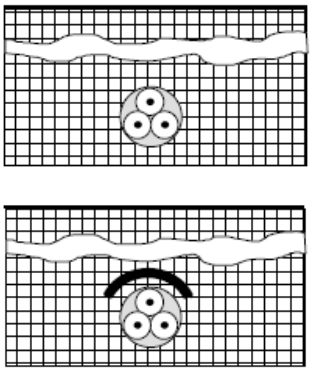
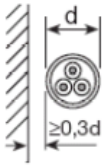
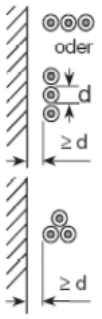
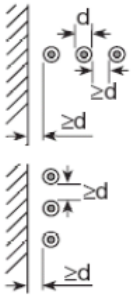
Untenstehende Grafik zeigt ein Beispiel, wie die Lasten der einzelnen Haupt- und Unterverteiler mit Ihren kumulierten Längen grafisch dargestellt werden kann und ein Überblich der Lastverteilung gegeben werden kann. Die senkrechte Achse zeigt hier die Entfernung zur Hauptverteilung, unter den einzelnen Verbrauchersymbolen ist die zugehörige Scheinleistung dargestellt. Ebenso könnte man hier auch die einzelnen Verbraucher darstellen.



2.13 Verlegearten (Auszug) von Kabeln und Leitungen

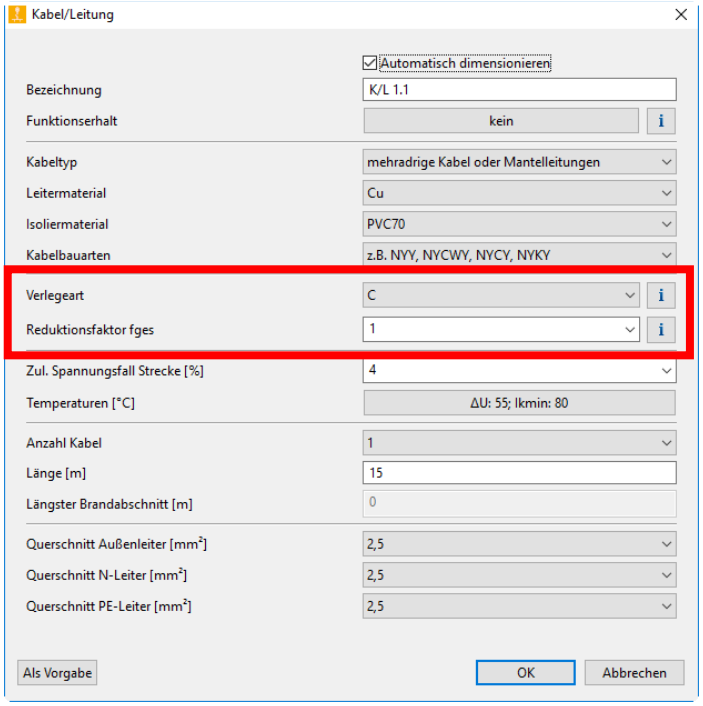
2.13.1 Verlegearten nach IEC 60364-5-523/99 (Auszug)

Referenz-verlegeart	Grafische Darstellung (Beispiel)	Verlegebedingungen
Verlegung in wärmege-dämmten Wänden	A1 	■ Aderleitungen im Elektro-Installationsrohr in einer wärmegedämmten Wand
	A2 	■ mehradriges Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitung in einem Elektro-Installationsrohr in einer wärmegedämmten Wand
Verlegung in Elektroinstal-lationsrohren	B1	■ Aderleitungen im Elektro-Installationsrohr auf einer Wand
	B2 	■ mehradriges Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitung in einem Elektro-Installationsrohr auf einer Wand
direkte Verlegung	C	■ ein- oder mehradriges Kabel oder ein- oder mehradrige ummantelte Installationsleitung auf einer Wand

Referenz-verlegeart	Grafische Darstellung (Beispiel)	Verlegebedingungen
Verlegung im Erdboden	D1 	■ mehradriges oder einadriges Kabel in einem Elektro-Installationsrohr oder in einem geschlossenen Elektro-Installationskanal im Erdboden
	D2 	■ Ummantelte einadrige oder mehradrige Kabel direkt im Erdboden – ohne ergänzten mechanischen Schutz – mit ergänztem mechanischen Schutz
Verlegung frei in Luft	E 	■ Mehradriges Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitung frei in Luft mit Abstand von mindestens 0,3 x Durchmesser ***d*** zur Wand
	F 	■ einadrige Kabel oder einadrige ummantelte Installationsleitungen, mit Berührung, frei in Luft mit Abstand von mindestens 1 x Durchmesser ***d*** zur Wand
	G 	■ einadrige Kabel oder einadrige ummantelte Installationsleitungen, mit Abstand d, frei in Luft mit Abstand von mindestens 1 x Durchmesser ***d*** zur Wand

2.13.2 Berücksichtigung der Verlegearten in SIMARIS design

In SIMARIS design wird bei der Dimensionierung von Kabeln und Leitungen die Verlegeart durch entsprechende Anpassungsfaktoren gemäß der internationalen Norm IEC 60364-5-52, bzw. der deutschen Norm DIN VDE 0298-4: 2013-06 berücksichtigt. Durch die Auswahl der Verlegeart gemäß folgender Abbildung werden automatisch die entsprechenden Bemessungswerte I_r für die Strombelastbarkeit des Kabels bei Referenzverlegeart A1, A2, B1, B2, C, D1, D2, E, F oder G berücksichtigt. Eine Unterscheidung erfolgt dabei nach Leitermaterial und Leiterisoliermaterial.



Zudem sind gemäß den oben genannten Normen für die zulässige Strombelastbarkeit von Kabeln Umrechnungsfaktoren für abweichende Bedingungen zu berücksichtigen.

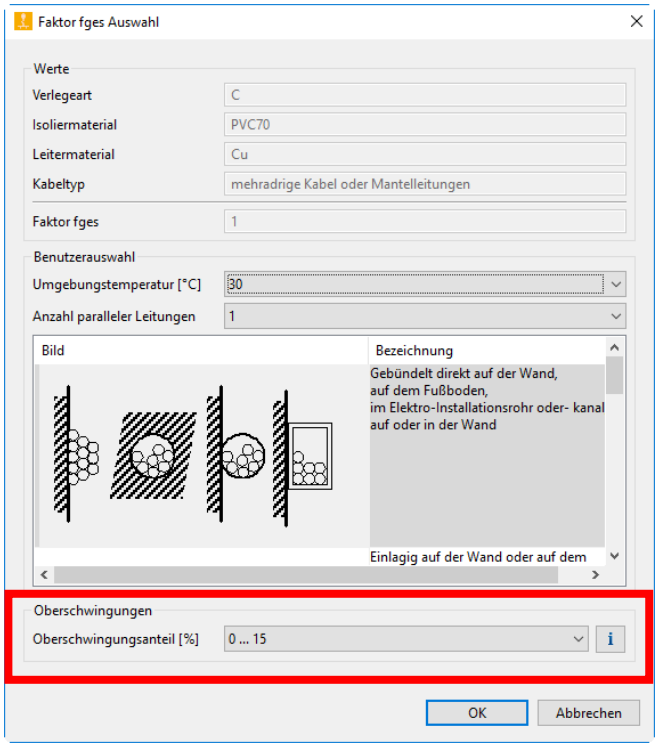
$$I_z = I_r \cdot \Pi f$$

I_r zulässige Strombelastbarkeit des Kabels
I_Z Bemessungswert für die Strombelastbarkeit des Kabels bei Referenzverlegeart A1, A2, B1, B2, C, D1, D2, E, F oder G
Πf Produkt aller erforderlichen Umrechnungsfaktoren f für abweichende Bedingungen

SIMARIS design errechnet und berücksichtigt die Umrechnungsfaktoren automatisch bei der Eingabe der folgenden Informationen:

- Verlegung in Luft: Lufttemperatur, Häufung
- Verlegung in Erde: Temperatur Erdboden, Erdbodenwärmewiderstand, Häufung, Abstand der Systeme

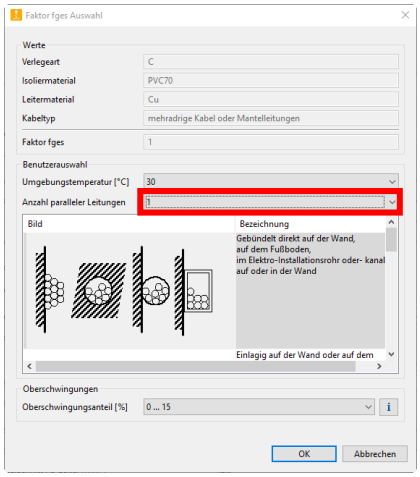
Zusätzlich kann in SIMARIS design ein Reduktionsfaktor bei der Verwendung von oberschwingungserzeugenden Verbrauchern gemäß DIN VDE 0100 520 Beiblatt 3 berücksichtigt werden. Dies erfolgt im Dialog, der über den i-Button am Eingabefeld für den Reduktionsfaktor f_{ges} aufgerufen werden kann.



Hinweis: Bei Stromschienensystemen wird bei Eingabe einer abweichenden Umgebungstemperatur ebenfalls ein Umrechnungsfaktor berücksichtigt.

2.14 Häufung von Kabeln und Leitungen

In der Norm IEC 60364-5-52 bzw. DIN VDE 0298 Teil 4 wird die Häufung von Kabeln und Leitungen definiert. Da die Häufung für die Auslegung der Kabel und Leitungen relevant ist, kann sie auch in SIMARIS design berücksichtigt werden.



Als Anzahl paralleler Leitungen muss an dieser Stelle die Summe aus den gerade bearbeiteten Kabeln/Leitungen plus der Kabel/Leitungen, die parallel dazu verlegt werden sollen, eingetragen werden. Bei Verlegung von Einzeladern wird bei dieser Summierung jedoch nur die Anzahl der Wechsel- oder Drehstromkreise gezählt, die aber jeweils aus mehreren einadrigen Kabeln oder Leitungen bestehen. D.h. die 2 bzw. 3 stromführenden Leiter werden in einem solchen Fall nur als ein Stromkreis gezählt.

Detaillierte Informationen zur Häufung von Kabeln und Leitungen entnehmen Sie bitte den Originaltexten der oben genannten Normen.

2.15 Spezielle Gegebenheiten in Motorstromkreisen und deren Berücksichtigung in SIMARIS design

2.15.1 Spezielle Verhaltenseigenschaften in Motorstromkreisen

Motorstromkreise zeigen im Vergleich zu anderen Verbrauchern abweichende Verhaltenseigenschaften.
Daher werden sie in SIMARIS design separat betrachtet, es steht also ein eigenes Symbol zur Darstellung der Motorstromkreise im Netzplan zur Verfügung. Somit ist auch eine entsprechende Berücksichtigung der speziellen Gegebenheiten in Motorstromkreisen in der Dimensionierung möglich.

2.15.1.1 Kurzschlussverhalten

Die Basis für die Kurzschlussstromberechnung in SIMARIS design bildet die EN 60909-0 bzw. VDE 0102.

Motorische Verbraucher werden im Kurzschlussfall durch die mechanische Kopplung an die Arbeitsmaschinen und deren Massenträgheitsmoment von diesen angetrieben. Sie wirken hierbei wie ein Generator und speisen Ihren Beitrag zum Kurzschlussstrom an die Fehlerstelle.

In der o.g. Norm wird im Abschnitt 3.8 (Asynchronmotoren) gefordert, dass

- in Netzen der Industrie sowie in Eigenbedarfsanlagen von Kraftwerken dieser Anteil immer berücksichtigt werden muss,
- in öffentlichen Energieversorgungsnetzen dieser Anteil berücksichtigt werden muss, wenn ihr Beitrag zum Kurzschlussstrom $I''_K > 5\ \%$ vom Anfangskurzschlussstrom, der ohne Motoren ermittelt wurde, beträgt.

Bei der Berechnung dürfen die Motoren vernachlässigt werden, die nach Art der Schaltung (Verrieglung) oder der Prozessführung nicht gleichzeitig eingeschaltet sein können.

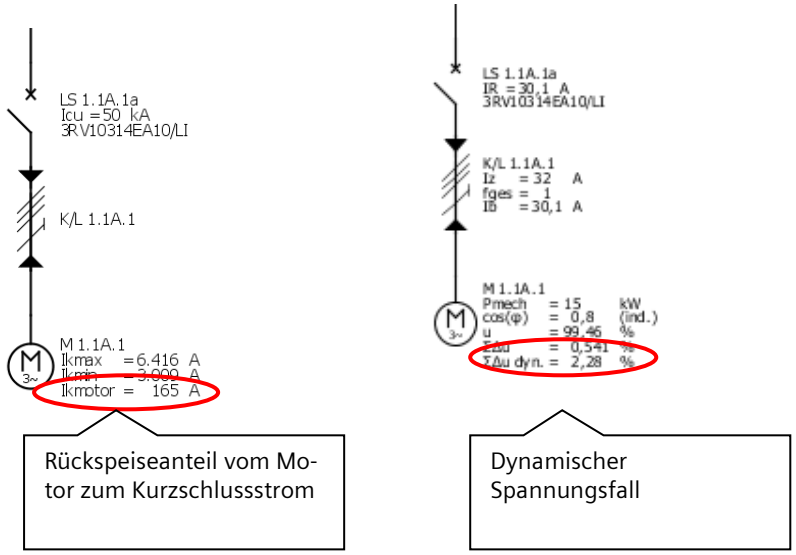
Im Gegensatz zu anderen Verbrauchern wird in SIMARIS design bei einem Motorstromkreis als Verbraucher der rückspeisende Anteil des Kurzschlussstroms bei der Berechnung berücksichtigt.

2.15.1.2 Einschalt- und Anlaufverhalten

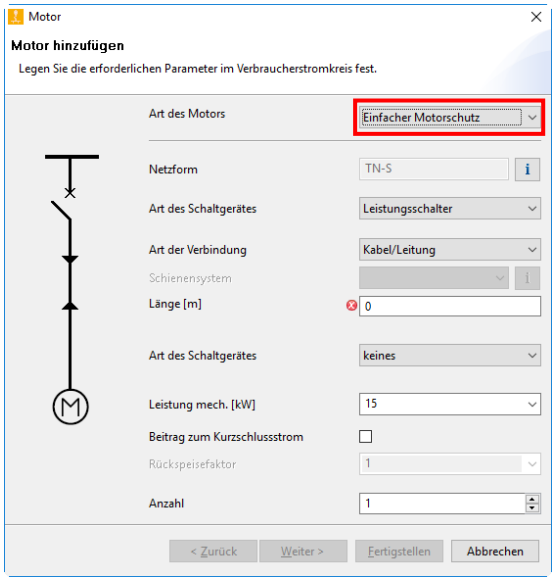
Auf Grund des hohen Einschaltstromes für die Beschleunigung der Schwungmasse und wegen des stark verringerten induktiven Widerstands des Rotors im Einschaltmoment, muss zusätzlich zum statischen Spannungsfall für diesen Betriebsfall auch der dynamische Spannungsfall berücksichtigt werden.

2.15.1.3 Verwendung spezieller Schalt- und Schutzgeräte in Motorstromkreisen

Das im Kapitel Einschalt- und Anlaufverhalten beschriebene Verhalten bedingt eine besondere Auswahl und Einstellung von Schutzgeräten (sicherungslos / sicherungsbehaftet) und deren Schaltgeräten.



2.15.2 Motorverbraucher mit einfachem Motorschutz

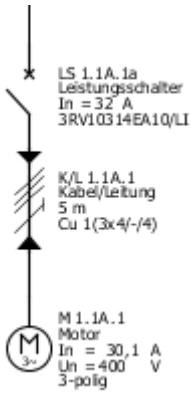


Im Auswahlfenster, das sich öffnet, sobald man einen Motor als Verbraucher in den Netzplan einfügt, kann im Feld "Art des Motors" die Option "einfacher Motorschutz" ausgewählt werden. Mit dieser Auswahl wird der Antrieb sicherungslos mit einem Leistungsschalter geschützt. Sicherungsbehafte Technik wird an dieser Stelle nicht unterstützt.

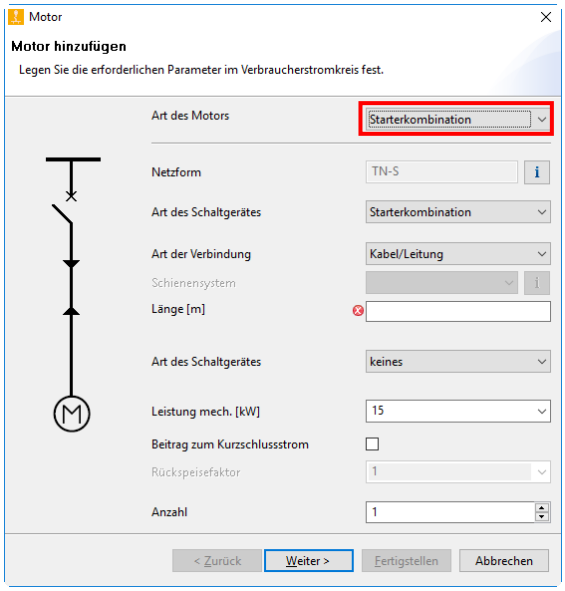
Bei der Dimensionierung werden abhängig von der Motorleistung Motorschutzschalter (MSP/3RV), Kompaktleistungsschalter (MCCB/3VL) mit Auslösern für Motorschutz sowie ab einem Motornennstrom > 500 A offene Leistungsschalter (ACB/3WL) dimensioniert.

Mit dieser Auswahl lassen sich in SIMARIS design Antriebe bis 1000 kW berechnen.

In der Praxis sollte man beispielsweise bei der Planung von Antriebsleistungen ab 300 kW/400 V auf Mittelspannungsmotoren ausweichen, da der dynamische Spannungsfall und die hohen Anlaufströme zu Problemen im Niederspannungsnetz führen können.



2.15.3 Motorverbraucher als Motorstarterkombination



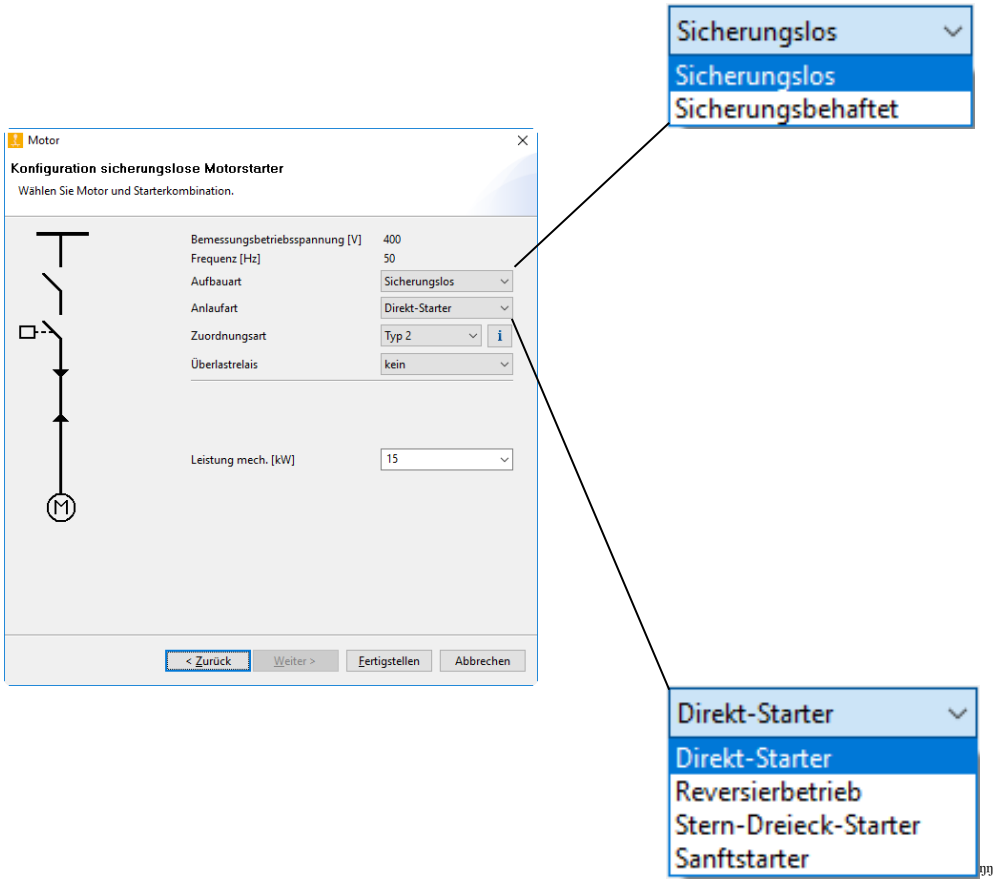
Im Auswahlfenster, das sich öffnet, sobald man einen Motor als Verbraucher in den Netzplan einfügt, kann im Feld "Art des Motors" auch die Option "Starterkombination" ausgewählt werden.

Mit dieser Auswahl werden Antriebe geplant, die als geprüfte Motorstarterkombinationen – Schutzgerät (Leistungsschalter / Sicherung) plus Schaltgerät zum betriebsmäßigen Schalten (Schütze / Sanftstarter) – hinterlegt sind.

Als Default-Werte für die Motordaten sind normierte Siemens Niederspannungsmotoren hinterlegt. Jedoch kann auch für jeden anderen Motor eine entsprechende geprüfte Starterkombination dimensioniert werden.

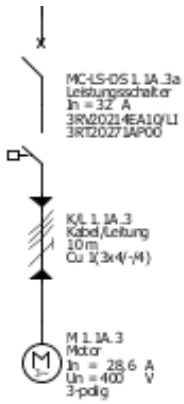
Die Dimensionierung der Starterkombination erfolgt auf Basis des Motornennstromes. Bei Änderung der Motordaten muss durch einen erneuten Dimensionierungslauf die Starterkombination angepasst werden. Eine direkte Auswahl der Starterkombinationen aus dem Produktkatalog wird nicht unterstützt, so dass der Einsatz einer geprüften Kombination durch das Programm sichergestellt wird.

Im folgenden Auswahlfenster kann sowohl sicherungslose als auch sicherungsbehaftete Technik ausgewählt werden.

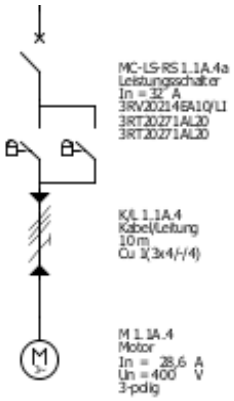


Auch die Auswahl verschiedener Motorstartertypen ist möglich:

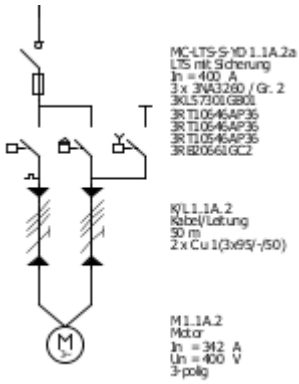
- Motordirektstarter (direktes Ein- bzw. Ausschalten)



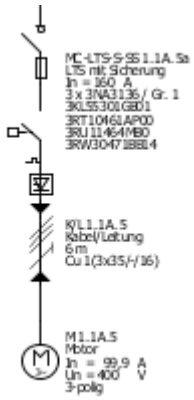
- Reversierbetrieb (direktes Ein- bzw. Ausschalten mit Drehrichtungsänderung)



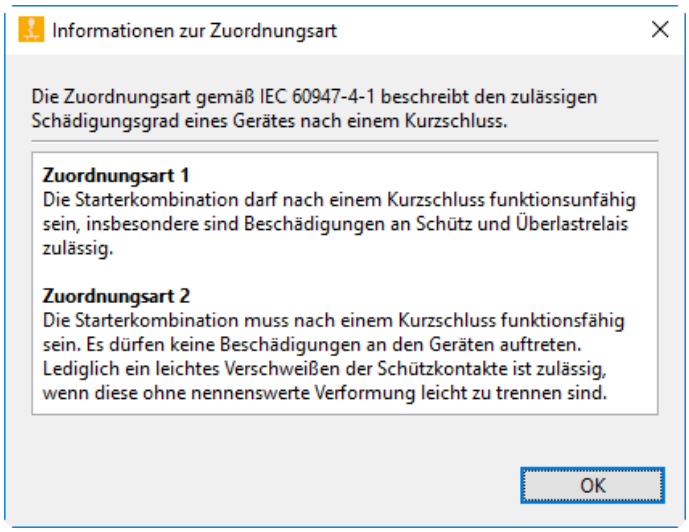
- Stern-/Dreieck Starter (Anlaufstrombegrenzung über Änderung der Wicklungsschaltung)



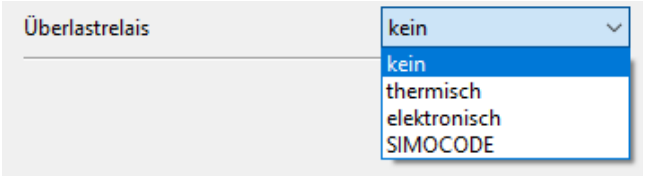
- Sanftstarter (Anlaufstrombegrenzung durch elektronische Phasenanschnittssteuerung)



Je nach zulässigem Schädigungsgrad der Geräte kann für die Motorstartertypen die Zuordnungsart Typ 1 oder Typ 2 ausgewählt werden.



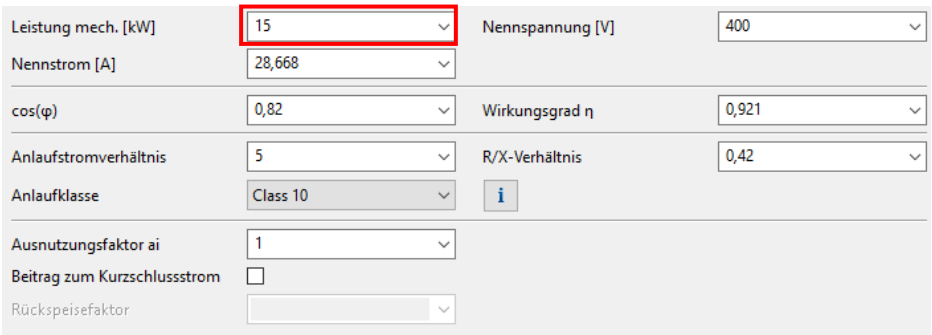
Bei der Auswahl des Überlastrelais stehen folgende Typen zur Verfügung:



Motorstarterkombinationen können in SIMARIS design entsprechend der zur Verfügung stehenden geprüften Kombinationen nur bei einer Spannungseinstellung im Niederspannungsnetz von 400 V, 500 V und 690 V (+/-5 %) ausgewählt werden. Die Spannungseinstellung im Niederspannungsnetz kann im Programmschritt "Projektdefinition" eingesehen und angepasst werden.

Eine Liste mit den in SIMARIS design hinterlegten Motorstarterkombinationen finden Sie unter www.siemens.de/simaris/faq in der Rubrik FAQ-SIMARIS design → Motor/Motorstarter.

2.15.4 Beschreibung der Motorparameter



- Leistung mech. [kW] → mechanische Leistung des Antriebs

$$P_{mech.} = P_{elektr.} \cdot \eta$$

- Nennspannung → Nennspannung des Antriebs
  Die Nennspannung des Antriebs kann von der Netzspannung abweichen, z.B. kann ein 400 V Antrieb im 380 V Netz betrieben werden (abweichende Stromaufnahme).

- Nennstrom → Nennstrom des Antriebs
  Der Nennstrom bei gleichbleibender Wirkleistung ändert sich mit der Änderung des Leistungsfaktors **cosφ** bzw. der Netzspannung.

- Leistungsfaktor $\boldsymbol{cos\varphi}$
  Als Leistungsfaktor bezeichnet man das Verhältnis vom Betrag der Wirkleistung $\boldsymbol{P}$ zur Scheinleistung $\boldsymbol{S}$. Er ist gleich dem Kosinus des Phasenverschiebungswinkels $\boldsymbol{\varphi}$.

- Wirkungsgrad $\boldsymbol{\eta}$
  Der Wirkungsgrad $\boldsymbol{\eta}$ ist ein Maß für die Effizienz von Energiewandlungen und Energieübertragungen.

  $$\boldsymbol{\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} = \frac{P_{mech.Welle}}{P_{elektrisch}}}$$

- Leistungsberechnung für einen elektrischen Antrieb

  $$\boldsymbol{P_{mech.} = U \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot cos\varphi \cdot \eta}$$

  $$\boldsymbol{15\ kW = 0,4\ kV \cdot 28,64\ A \cdot 1,732 \cdot 0,84 \cdot 0,9}$$

- Anlaufstromverhältnis
  Asynchronmotoren haben einen hohen Einschaltstrom, weil für das Beschleunigen der drehenden Schwungmasse auf Nenndrehzahl mehr Leistung und damit mehr Strom als für das Halten der Drehzahl erforderlich ist. Weiterhin wird der induktive Widerstand der Wicklung bei Stillstand stark verringert weil der Rotor (Kurzschlussläufer) ähnlich einer kurzgeschlossene Sekundärwicklung eines Transformators wirkt. Der induktive Widerstand steigt erst an, wenn der Läufer die Mitnahmedrehzahl erreicht, d. h. wenn die Drehzahl des Läufers nahezu derjenigen des Drehfeldes entspricht.
  Das Anlaufstromverhältnis wirkt sich somit auf den Rückspeiseanteil des Kurzschlussstromes und den dynamischen Spannungsfall aus.
  Abhängig von der Leistung und den anzutreibenden Maschinen (z.B. Schweranlauf) kann der Anlaufstrom eines Asynchronmotors bis zum 10 fachen seine Nennstromes betragen.
  In SIMARIS design wurden folgende Werte als Default hinterlegt:
  → 5 bei Direktanlauf
  → 3 bei Sanftanlauf
  → 1,7 bei Stern-Dreieck-Anlauf
  Diese Werte können vom Anwender projektspezifisch angepasst werden.

- R/X Verhältnis
  Das R/X Verhältnis (Resistanz – Wirkwiderstand R_M/X_M Reaktanz – Blindwiderstand) eines Motors dient in der Netzberechnung zur Impedanz Bestimmung Z_M des Motor-Verbrauchers für den Anlauf.

  $$X_M = \frac{Z_M}{\sqrt{1 + (R_M/X_M)^2}}$$

  $$R_M = X_M \cdot (R_M/X_M)$$

  Es wirkt sich hinsichtlich der Berechnung des dynamischen Spannungsfalls aus. Außerdem dient es zur Winkelbestimmung beim Anteil der Kurzschlussstromrückspeisung.

  Winkelberechnung bei induktiver Betriebsart:

  $$\varphi_{kM} = -arctan\left(\frac{1}{R_M/X_M}\right)$$

  Auf Grund der der viel größeren Kurzschlussleistung des Gesamtnetzes im Vergleich zum Rückspeiseanteil des Motors wird der veränderte Rückspeiseanteil durch den veränderten Winkel nicht erkennbar.

  In SIMARIS design ist ein Defaultwert von 0,42 hinterlegt, der für die meisten Anwendungsfälle geeignet ist.

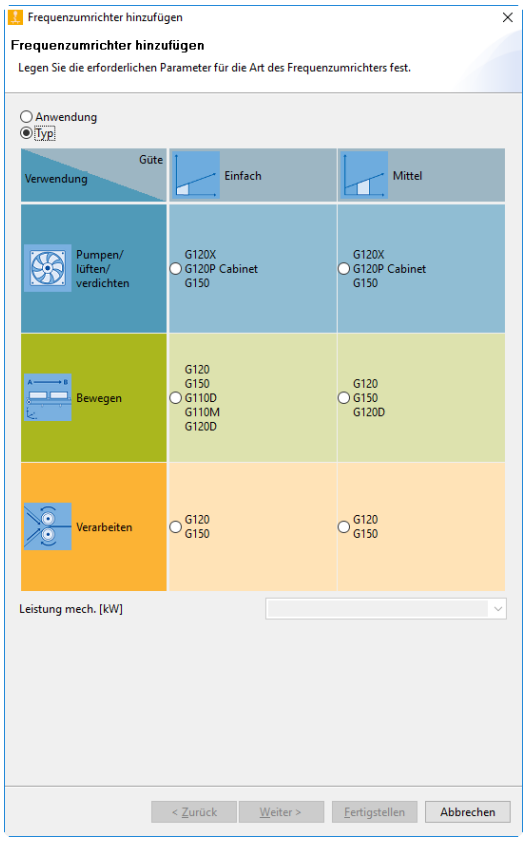
- Anlaufklasse
  Mit der Anlaufklasse wird eine Aussage hinsichtlich des Anlaufverhaltens eines Asynchronmotors getroffen.
  Nach IEC 60947-1 werden die Anlaufklassen Class 10, Class 20, Class 30 und Class 40 unterschieden. Hierbei dient die Anlaufzeit der Antriebe in Sekunden bis zum Erreichen der Nenndrehzahl zur Klassifizierung
  (bis 10, bis 20, bis 30 und bis 40 Sekunden).
  In SIMARIS design kann man für einen Motorverbraucher mit einfachem Motorschutz die Anlaufklasse "Class 10" oder "Class 20" auswählen. Dadurch werden unterschiedliche Auslöser hinsichtlich ihrer Trägheit im Bereich der Motorschutzschalter MSP SIRIUS 3 RV dimensioniert. Bei den anderen Leistungsschaltern werden beim Dimensionieren die Überlastauslöser bezüglich Ihres Trägheitsgrades auf 10 bzw. 20 Sekunden eingestellt.
  Für Motorverbraucher, die als Motorstarterkombination ausgeführt sind, kann man keine Anlaufklassen differenzieren, da dies – wie bereits beschrieben – geprüfte Kombinationen sind, deren Basis die Anlaufklasse "Class 10" ist.

- Ausnutzungsfaktor ai
  Mit dem Ausnutzungsfaktor, der in SIMARIS design mit einem Defaultwert von 1 belegt ist, kann der Motornennstrom des Antriebs reduziert werden. Diese Funktion kann genutzt werden, wenn ein Antrieb in Bezug auf seine mechanische Leistung $P_{mech.}$ überdimensioniert wurde, jedoch im spezifischen Betriebsfall nicht voll ausgelastet wird.
  Hierbei ist zu beachten, dass im Motorstromkreis zur Dimensionierung und auch in der Netzplanansicht "Lastfluss" der gesamte Nennstrom herangezogen bzw. angezeigt wird. Für die Spannungsfallberechnung und für die Weitergabe des Motorstromes an die vorgeordneten Stromkreise im Netz wird jedoch der reduzierte Nennstrom des Motors berücksichtigt.

- Rückspeisefaktor
  In der Praxis muss auf Grund der mechanischen Kopplung zwischen Elektromotor und der Arbeitsmaschine im Fehlerfall nicht immer eine Kraftübertragung von der anzutreibenden Maschine auf den Elektromotor erfolgen (z.B. bei Elektromotoren mit Bremssystem).
  Bei solchen Anwendungsfällen wird im Kurzschlussfall ein reduzierter Kurzschlussstrom-Betrag vom Antrieb zur Fehlerstelle gespeist. Um solche Anwendungsfälle in SIMARIS design abbilden zu können, kann man mit dem Rückspeisefaktor den prozentualen Anteil vom Kurzschlussstrom, der zurückgespeist wird, reduzieren.
  Auch bei der Nachbildung eines Motorabzweigs (Ersatzdarstellung für Summe mehrerer Motoren) kann der Anteil an zu berücksichtigenden Maschinen (Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Betriebs bei Motoren, die ständig zu- und abgeschaltet werden) mit dem Rückspeisefaktor dargestellt werden.

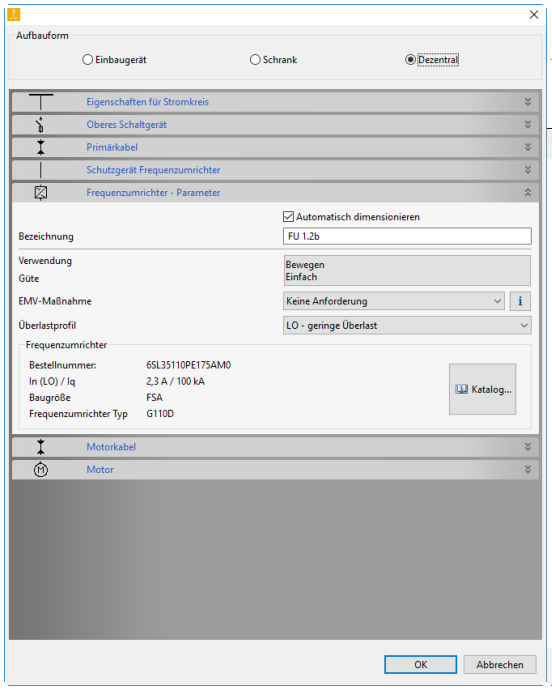
2.16 Frequenzumrichter

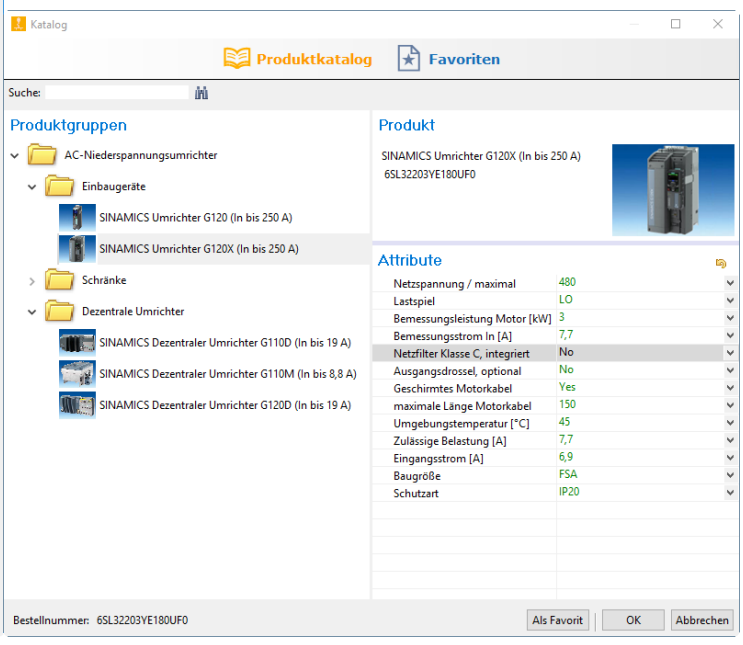
2.16.1 Auswahl über Applikationsmatrix



Frequenzumrichter können zum einen basierend auf die Anwendung ausgewählt werden. Sofern der Typ des Frequenzumrichters bereits feststeht kann die Auswahl aber auch darüber erfolgen.

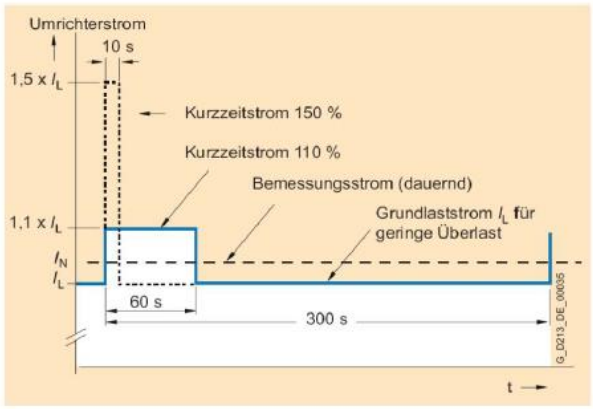
Mit der Güte „Einfach“ oder „Mittel” wird die Anforderung an die Drehmoment-/ Drehzahl-/Positioniergenauigkeit, Achskoordination und Funktionalität unterschieden. Für SIMARIS design sind aktuell Umrichter für einfache und mittlere Güte verfügbar.



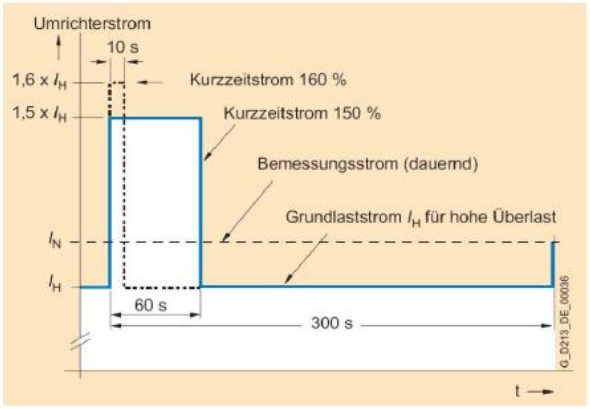


2.16.2 Standardlastspiel

Jeder auswählbare Frequenzumrichter kann als „Low Overload“ (geringe Überlast) und „High Overload“ (hohe Überlast) ausgewählt werden. Bei Auswahl „High Overload“ kann der Frequenzumrichter mit einem höherem Strom für 60s überlastet werden, die Grundlast ist jedoch geringer.



Definition des Standardlastspiels Geringe Überlast



Definition des Standardlastspiels Hohe Überlast

2.16.3 Einsatz im IT-Netz

Bei der Installation bzw. der Inbetriebnahme der Geräte am IT-Netz muss die Erdverbindung der standardmäßig in den SINAMICS G150/G120P cabinet-Geräten vorhandenen Funk-Entstörfilter für die zweite Umgebung (Kategorie C3 gemäß der EMV-Produktnorm EN 61800-3) unterbrochen werden. Dies geschieht durch einfaches Entfernen eines Metallbügels am Filter gemäß Betriebsanleitung. Wird dieses nicht beachtet, so werden die Kondensatoren der Funk-Entstörfilter im Falle eines motorseitigen Erdschlusses überlastet und u. U. zerstört. Nach dem Entfernen der Erdverbindung des standardmäßigen Funk-Entstörfilters halten die Geräte die Kategorie C4 gemäß der EMV-Produktnorm EN 61800-3 ein. Nähere Details sind im Kapitel „EMV-Aufbaurichtlinie“ beschrieben.

Für die Geräte SINAMICS G120 mit Power Module 240-2 sollte im IT-Netz die Variante ohne integrierten Netzfilter ausgewählt werden.

	Drehzahlveränderbares Antriebssystem PDS			
	C1	C2	C3	C4
Umgebung	1. Umgebung (Wohn-, Geschäfts- und Gewerbebereich)		2. Umgebung (Industriebereich)	
Spannung bzw. Strom	< 1000 V			≥ 1000 V oder ≥ 400 A
EMV-Fach-Kenntnisse erforderlich	keine Anforderung	Installation und Inbetriebnahme muss durch fachkundiges Personal erfolgen		

Übersicht über die Kategorien C1 bis C4 gemäß EMV-Produktnorm EN 61800-3

2.16.4 Kabeldimensionierung

Das primäre Kabel wird gemäß den gültigen Dimensionierungsregeln für Niederspannungskabel anhand der Anforderung an die Abschaltbedingung, den Nennstrom des Schutzorgans des Frequenzumrichters, des Kurzschlussstromes sowie den Spannungsfall dimensioniert. Hierbei werden bereits die Auswirkungen der Oberschwingungen des Frequenzumrichters durch den Gesamtleistungsfaktor λ berücksichtigt.

Das sekundärseitige Kabel ist eine Empfehlung basierend auf dem Frequenzumrichter, sekundärseitig werden keine weiteren Berechnung und Überprüfungen durchgeführt.

2.16.5 Auslegung des Transformators

Um auch die Wirbelstromverluste im Transformator, welche durch die Oberschwingungen der Frequenzumrichter verursacht werden, zu berücksichtigen sollte folgende Formel für die Transformatoren berücksichtigt werden:

$$S \geq k \cdot \frac{P_w}{\lambda \cdot \eta_{Umrichter} \cdot \eta_{Motor}}$$

P_w	Wellenleistung des Motors bzw. Typleistung des angepassten Umrichters
η_{Motor}	Wirkungsgrad des Motors
$\eta_{Umrichter}$	Wirkungsgrad des Umrichters
λ	Netzseitiger Gesamtleistungsfaktor
k	Faktor, der die Auswirkungen der Zusatzverluste im Transformator infolge der netzseitigen Oberschwingungsströme berücksichtigt

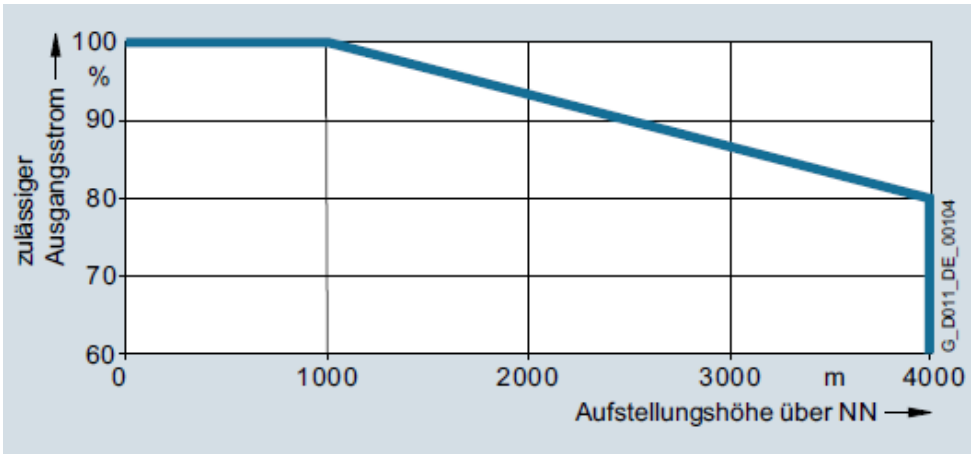
k = 1,20 bei Verwendung eines Standard-Verteilungstransformators und Einsatz von G120, G120P cabinet und G150

2.16.6 Aufstellungshöhe

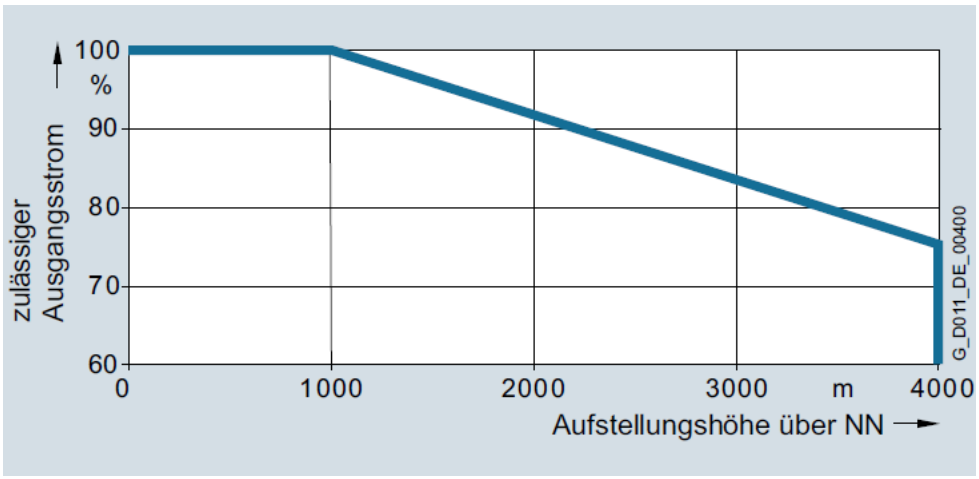
Bei Aufstellungshöhen > 2000 m über NN ist zu berücksichtigen, dass mit zunehmender Höhe der Luftdruck und damit die Dichte der Luft abnimmt. Dadurch sinken sowohl die Kühlwirkung als auch das Isolationsvermögen der Luft.

Zulässige Netze in Abhängigkeit von der Aufstellungshöhe

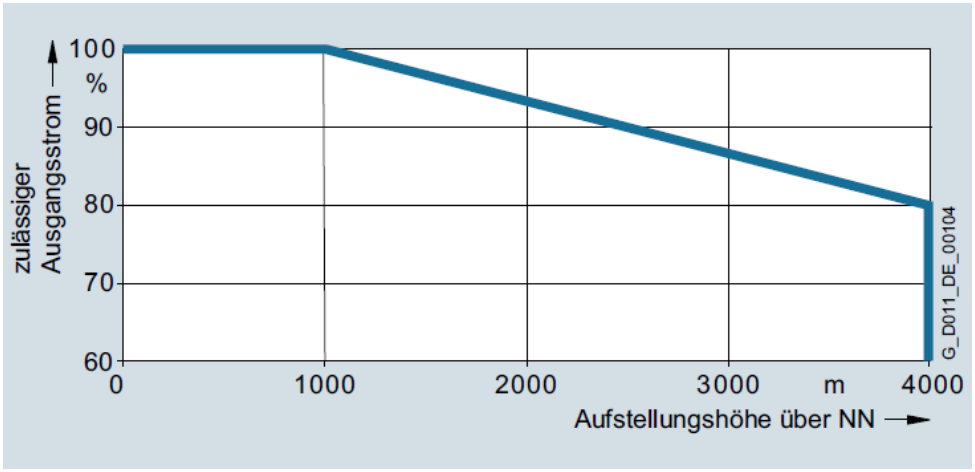
- Aufstellungshöhe bis 2000 m über NN
  - Anschluss an jedes für den Umrichter zulässige Netz
- Aufstellungshöhe von 2000 m bis 4000 m über NN
  - Anschluss nur an ein TN-Netz mit geerdetem Sternpunkt
  - TN-Netze mit geerdetem Außenleiter sind nicht zulässig
  - Das TN-Netz mit geerdetem Sternpunkt kann durch einen Trenntransformator bereitgestellt werden
  - Die Spannung Phase gegen Phase muss nicht reduziert werden



Zulässiger Ausgangsstrom in Abhängigkeit von der Aufstellungshöhe für Power Modules PM240-2



Zulässiger Ausgangsstrom in Abhängigkeit von der Aufstellungshöhe für SINAMICS G120P Cabinet, Baugröße GX



Zulässiger Ausgangsstrom in Abhängigkeit von der Aufstellungshöhe für SINAMICS G120P Cabinet, Baugröße HX

Schutzart	Aufstellungs-höhe über NN	Strom-Derating-Faktor (in % vom Bemessungsstrom) bei einer Umgebungs-/Zulufttemperatur von						
	m	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C	45 °C	50 °C
IP20, IP21, IP23 und IP43	0 ... 2000						93,3 %	86,7 %
	2001 ... 2500					96,3 %		
	2501 ... 3000		100 %		98,7 %			
	3001 ... 3500							
	3501 ... 4000			96,3 %				
	4001 ... 4500		97,5 %					
	4501 ... 5000	98,2 %						

Strom-Derating-Faktoren für Umrichter-Schrankgeräte SINAMICS G150 in Abhängigkeit von der Umgebungs-/Zulufttemperatur und der Aufstellungshöhe

2.16.7 Kompensationsanlagen in Netzen mit Oberschwingungen

Da Frequenzumrichter oberschwingungsbehaftet sind, muss hier der Abschnitt „1.8.2 Kompensationsanlagen in Netzen mit Oberschwingungen“ beachtet werden.

In SIMARIS project werden Kompensationsanlagen standardmäßig verdrosselt ausgewählt.

2.16.8 Auswahl der Motoren

Als Default-Werte für die Motordaten sind normierte Siemens Niederspannungsmotoren hinterlegt. Jedoch kann auch für jeden anderen Motor eine entsprechende Kombination aus Schalt-/Schutzgeräte, Frequenzumrichter und Motor dimensioniert werden.

Die Dimensionierung der Kombination erfolgt auf Basis des Motornennstromes. Bei Änderung der MotorDaten muss durch einen erneuten Dimensionierungslauf die Kombination angepasst werden. Es gibt auch die Möglichkeit, den Frequenzumrichter über einen Katalog samt optionalem Zubehör zu konfigurieren.

2.17 Normen zur Berechnung in SIMARIS design

Titel	IEC	HD	EN	DIN VDE
Errichten von Niederspannungsanlagen *)	60364-1...6	384		0100 – 100...710
Kurzschlussströme in Drehstromnetzen – Berechnung der Ströme	60909		60909	0102
Kurzschlussströme – Berechnung der Wirkung Begriffe und Berechnungsverfahren	60865		60865	0103
Niederspannungsschaltgeräte – Leistungsschalter	60947-2		60947-2	0660 – 101
Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen	61439		61439	0660 – 600
Verfahren zur Ermittlung der Erwärmung von partiell typgeprüften Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen (PTSK) durch Extrapolation	60890+C	528 S2		0660 – 507
Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen für Starkstromanlagen – Empfohlene Werte für die Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen für feste Verlegung in und an Gebäuden und von flexiblen Leitungen	60364-5-52	384		0298 – 4
Elektrisches Installationsmaterial – Leitungsschutzschalter für Hausinstallationen und ähnliche Zwecke	60898-1		60898-1	0641 – 11
Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Hochspannungs-Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen	62271		62271	0671 – 105
Errichten von Niederspannungsanlagen – Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Trennen, Schalten und Steuern – Abschnitt 534: Überspannung-Schutzeinrichtungen (ÜSE)	60364-5-53	60364-5-534		0100-534
Errichten von Niederspannungsanlagen – Schutzmaßnahmen – Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen – Abschnitt 443: Schutz bei Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse oder von Schaltvorgängen	60364-4-44	60364-4-443		0100-443
Blitzschutz – Teil 1...4	62305-1...4			0185 – 1...4
Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung – Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen – Anforderungen und Prüfungen	61643-11			0675-6-11
Prüfung an Kabeln und isolierten Leitungen Isolationserhalt bei Flammeneinwirkung	60331-11, 21		50200	0472-814 0482-200
Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen Teil 12: Funktionserhalt von elektrischen Kabelanlagen Anforderungen und Prüfungen				4102-12 : 1998-11

Titel	IEC	HD	EN	DIN VDE
Elektrische Ausrüstung von Elektro-Straßenfahrzeugen – Konduktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge	61851		61851	

*) Die besonderen nationalen Bedingungen gemäß Anhang ZA (normativ) und die A-Abweichungen gemäß Anhang ZB (informativ) von DIN VDE 0100-410 (VDE 0100-410): 2007-06 sind nicht abgebildet und daher gesondert zu beachten!

2.18 Zusätzlicher Schutz durch RCDs gemäß DIN VDE 0100-410 (IEC 60364-4-41)

In Wechselspannungssystemen ist ein zusätzlicher Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) vorzusehen für:
a) Steckdosen mit einem Bemessungsstrom nicht größer als 32 A, die für die Benutzung durch Laien und zur allgemeinen Verwendung bestimmt sind,
b) Endstromkreise für im Außenbereich verwendete tragbare Betriebsmittel mit einem Bemessungsstrom nicht größer als 32 A.

Anmerkung zu a):
Eine Ausnahme darf gemacht werden für:
- Steckdosen, die durch Elektrofachkräfte oder elektrotechnisch unterwiesene Personen überwacht werden, wie z. B. in einigen gewerblichen oder industriellen Anlagen, oder
- Steckdosen, die jeweils für den Anschluss nur eines bestimmten Betriebsmittels errichtet werden.

Spezielle Schutzvorkehrungen zur ausschließlichen Anwendung durch Elektrofachkräfte siehe Anhang C (nicht leitende Umgebung, örtlicher Schutzpotentialausgleich, Schutztrennung).

2.18.1 Maximale Abschaltzeiten in TN- und TT-Systemen gemäß DIN VDE 0100-410

Maximale Abschaltzeiten für Endstromkreise mit einem Nennstrom nicht größer als 32 A:

Netzform TN		
50 V < U ≤ 120 V	AC	0,8 s
	DC	5 s (hier kann eine Abschaltung aus anderen Gründen gefordert sein)
120 V < U ≤ 230 V	AC	0,4 s
	DC	5 s
230 V < U ≤ 400 V	AC	0,2 s
	DC	0,4 s
U > 400 V	AC	0,1 s
	DC	0,1 s

In TN-Systemen ist eine Abschaltzeit nicht länger als 5 s für Verteilerstromkreise und für alle anderen Stromkreise erlaubt.

Netzform TT		
50 V < U ≤ 120 V	AC	0,3 s
	DC	5 s (hier kann eine Abschaltung aus anderen Gründen gefordert sein)
120 V < U ≤ 230 V	AC	0,2 s
	DC	0,4 s
230 V < U ≤ 400 V	AC	0,07 s
	DC	0,2 s
U > 400 V	AC	0,04 s
	DC	0,1 s

In TT-Systemen ist eine Abschaltzeit nicht länger als 1 s für Verteilerstromkreise und für alle anderen Stromkreise erlaubt.

2.18.2 Nationale Abweichungen zu IEC 60364-4-41

2.18.2.1 Niederlande

- Die Tabelle mit den max. Abschaltzeiten in Kap. Maximale Abschaltzeiten in TN- und TT-Systemen gemäß DIN VDE 0100-410 gilt für alle Stromkreise, die Steckdosen versorgen und für Endstromkreise bis 32 A.
- Für TT-Netze gilt: $\boldsymbol{R_a}$ darf generell 166 Ω nicht überschreiten.

2.18.2.2 Norwegen

- Anlagen, die Teil eines IT-Systems sind und von einem öffentlichen Netz versorgt werden, müssen bei Auftreten eines ersten Fehlers abgeschaltet werden. Es gilt die Tabelle 41.1,
- Die Verwendung eines PEN-Leiters hinter der Hauptverteilung ist generell nicht erlaubt.

2.18.2.3 Belgien

- Jede elektrische Anlage, die sich unter Aufsicht von elektrotechnischen Laien befindet, muss mit einem FI-Schalter abgesichert sein. Die Größe des maximal zulässigen Bemessungsfehlerstromes $\boldsymbol{\Delta I_n}$ richtet sich nach der Type des zu schützenden Stromkreises sowie dem Erdungswiderstand.

Stromkreistyp	$\boldsymbol{R_{a\,max.}}$	$\boldsymbol{\Delta I_{n\,max.}}$
	$R_a > 100\ \Omega$ **generell unzulässig für Installationen im Wohnbau.**	
Haushaltsbereich (Badezimmer, Waschmaschinen, Geschirrspüler etc.)		30 mA
Genereller Schutz für Wohnstätten	30 - 100 Ω	

Stromkreise für Steckdosen bei Installationen im Wohnbau: Die Anzahl von Einfach- oder Mehrfachsteckdosen ist begrenzt auf 8 pro Stromkreis und der minimale Querschnitt beträgt 2,5 mm².

Die Nutzung des PEN-Leiters (TNC) ist nicht zulässig bei Installationen in Wohnstätten und bei Installationen, bei denen erhöhte Feuer- oder Explosionsgefahr besteht (BE2-BE3 art. 101.03 und art. 104.05 GREI).

2.18.2.4 Irland

- Vorschrift zum Einsatz von RCD's mit $\Delta I_N < 30\ mA$ für alle Stromkreise bis 32 A

2.19 Länderspezifika

2.19.1 Indien

- Der Parallelbetrieb von Transformatoren und Dieselgeneratoren ist laut Vorgaben des Indian Electricity Board nicht erlaubt.

2.20 Verwendete Formelzeichen

Formelzeichen	Einheit	Beschreibung
η		Wirkungsgrad
φ1ph_n	°	Phasenwinkel bei Ik1ph_n min/max
φ1ph_pe	°	Phasenwinkel bei Ik1ph_pe min/max
φ1 min/max	°	Phasenwinkel bei Ik1 min/max
φ2	°	Phasenwinkel bei Ik2min
φ3	°	Phasenwinkel bei Ik3 min/max
φ3 min/max	°	Phasenwinkel bei Ik3 min/max
φmotor	°	Phasenwinkel bei Ikmotor
Δu	%	relativer Spannungsfall zwischen Anfang und Ende einer Teilstrecke
ΔU	V	absoluter Spannungsfall zwischen Anfang und Ende einer Teilstrecke
Δu_tr	%	relativer Spannungsfall über der Transformatorwicklung
ΔU_tr	V	absoluter Spannungsfall über der Transformatorwicklung
∑Δu	%	aufsummierter relativer Spannungsfall bis zum angegebenen Punkt mit/ ohne Spannungsfall über der Transformatorwicklung gemäß gewählter Einstellung
∑ΔU	V	aufsummierter absoluter Spannungsfall bis zum angegebenen Punkt mit/ ohne Spannungsfall über der Transformatorwicklung gemäß gewählter Einstellung
∑Δu dyn.	%	aufsummierter relativer Spannungsfall am Motor im Anlaufvorgang mit/ ohne Spannungsfall über der Transformatorwicklung gemäß gewählter Einstellung
∑ΔU dyn.	V	aufsummierter absoluter Spannungsfall am Motor im Anlaufvorgang mit/ ohne Spannungsfall über der Transformatorwicklung gemäß gewählter Einstellung
ai		Ausnutzungsfaktor
c min/max		minimaler/maximaler Spannungsfaktor nach IEC 60909-0
cos(φ)		Leistungsfaktor
F1		der angezeigte Kurzschlussstrom bezieht sich auf einen Fehler an der Mittelspannungs-Sammelschiene
F2		der angezeigte Kurzschlussstrom bezieht sich auf einen Fehler an der Primärseite des Transformators
F3		der angezeigte Kurzschlussstrom bezieht sich auf einen Fehler an der Sekundärseite des Transformators
F4		der angezeigte Kurzschlussstrom bezieht sich auf einen Fehler am Ende der sekundärseitigen Verbindung des Transformators

Formelzeichen	Einheit	Beschreibung
fges		Reduktionsfaktor
fnenn	Hz	Nennfrequenz
gf		Gleichzeitigkeitsfaktor
gi		Gleichzeitigkeitsfaktor
HO		Hohe Überlast
I>	A	Phasenanregestrom Überstromstufe UMZ-Relais
I>>	A	Phasenanregestrom Hochstromstufe UMZ-Relais
I>>>	A	Phasenanregestrom Höchststromstufe UMZ-Relais
θΔu	°C	Leitertemperatur MS-Kabel / Leitertemperatur NS-Kabel für Spannungsfallberechnung
θΔIkmax	°C	Leitertemperatur MS-Kabel / Leitertemperatur NS-Kabel bei Ikmax
θΔIkmin	°C	Leitertemperatur MS-Kabel / Leitertemperatur NS-Kabel bei Abschaltung
I2	A	großer Prüfstrom
I2t	kA²s	Durchlass-Energie
I2t a	kA²s	Durchlass-Energie nach dem unteren Schaltgerät bzw. am Zielverteiler / Verbraucher
I2t b	kA²s	Durchlass-Energie vor dem unteren Schaltgerät
I2t c	kA²s	Durchlass-Energie nach dem oberen Schaltgerät
I2t d	kA²s	Durchlass-Energie am Ausgangsverteiler bzw. vor dem oberen Schaltgerät
I2t(Ii)	kA²s	Durchlass-Energie des Schaltgerätes am Übergang zum I-Auslöser
I2t(Ikmax)	kA²s	Durchlass-Energie des Schaltgerätes bei maximalem Kurzschlussstrom
I2t(Ikmin)	kA²s	Durchlass-Energie des Schaltgerätes bei minimalem Kurzschlussstrom
I2t(RCD)	kA²s	Bemessungs-Durchlass-Energie RCD
I2t(Sicherung)	kA²s	Durchlassenergie der Sicherung
I2t(soll)	kA²s	Durchlass-Energie-Anforderung an die Verbindungsstrecke
I2t-Wert		Durchlassenergie des Schaltgerätes bei Ikmax aus Kennliniendatei
I²tmax(Unterteil)	kA²s	zulässiger I²t-Wert des Sicherungsunterteils
Ia/In		Anlaufstromverhältnis

Formelzeichen	Einheit	Beschreibung
Ib	A	Betriebsstrom
Ibb	A	Belastungs-Blindstrom
Ibel	A	Belastungsstrom
Ibem	A	Bemessungs-Sollstrom des Schaltgeräts
Ibs	A	Belastungs-Scheinstrom
Ibw	A	Belastungs-Wirkstrom
Ib_out	A	Belastungsausgangsstrom des Frequenzumrichters
Îc-Wert	kA	Durchlassstrom des Schaltgerätes bei Ikmax aus Kennliniendatei (Momentanwert)
Ic (Sicherung)	kA	Durchlassstrom der Sicherung
Icm	kA	Bemessungs-Kurzschlusseinschaltvermögen
Icmax (Unterteil)	kA	Bemessungs-Kurzschlussstrom des Sicherungsunterteils
Icn	kA	Bemessungskurzschlussausschaltvermögen nach IEC 60898-1
Icu	kA	Bemessungs-Grenzkurzschlussausschaltvermögen nach IEC 60947-2
Icu korr a	kA	Anforderung an das Bemessungs-Grenzkurzschlussausschaltvermögen nach dem unteren Schaltgerät bzw. am Zielverteiler (beeinflusster Kurzschlussstrom)
Icu korr b	kA	Anforderung an das Bemessungs-Grenzkurzschlussausschaltvermögen vor dem unteren Schaltgerät (beeinflusster Kurzschlussstrom)
Icu korr c	kA	Anforderung an das Bemessungs-Grenzkurzschlussausschaltvermögen nach dem oberen Schaltgerät (beeinflusster Kurzschlussstrom)
Icu korr d	kA	Anforderung an das Bemessungs-Grenzkurzschlussausschaltvermögen am Ausgangsverteiler bzw. vor dem oberen Schaltgerät (beeinflusster Kurzschlussstrom)
Icu(Sicherung)	kA	Bemessungs-Grenzkurzschlussausschaltvermögen – Sicherung
Icu/Icn erforderlich	kA	angefordertes Kurzschlussausschaltvermögen für das Schutzgerät am Einbauort
Icw 1s	kA	Bemessungskurzzeitstromfestigkeit 1s
Ie	A	Erdanregestrom des UMZ-Relais / des RCD-Bausteins
Ig	A	Einstellwert des Auslösers für die Erdfehlererfassung
Igb	A	Gesamt-Blindstrom
Igs	A	Gesamt-Scheinstrom
Igw	A	Gesamt-Wirkstrom

Formelzeichen	Einheit	Beschreibung
Ig_out	A	Bemessungsausgangsstrom des Frequenzumrichters für gewähltes Überlastspiel
IHHmin	A	Mindestauslösestrom der HH-Sicherung
Ii	A	Einstellwert des unverzögerten Kurzschluss-(I)-Auslösers
Ik1D	kA	einpoliger Dauerkurzschlussstrom
Ik1max	kA	maximaler einpoliger Kurzschlussstrom
Ik1max(F1)	kA	maximaler einpoliger Kurzschlussstrom bei einem Fehler auf der Mittelspannungs-Sammelschiene
Ik1maxph_n	kA	maximaler einpoliger Kurzschlussstrom Phase gegen Neutralleiter
Ik1maxph_pe	kA	maximaler einpoliger Kurzschlussstrom Phase gegen Schutzleiter
Ik1min	kA	minimaler einpoliger Kurzschlussstrom
Ik1min(F2)	kA	minimaler einpoliger Kurzschlussstrom bei einem Fehler auf der Transformator-Primärseite
Ik1min(F3)	kA	minimaler einpoliger Kurzschlussstrom bei einem Fehler auf der Transformator-Sekundärseite
Ik1min(F4)	kA	minimaler einpoliger Kurzschlussstrom bei einem Fehler am Ende der sekundärseitigen Verbindung des Transformators
Ik1minph_n	kA	minimaler einpoliger Kurzschlussstrom Phase gegen Neutralleiter
Ik1minph_pe	kA	minimaler einpoliger Kurzschlussstrom Phase gegen Schutzleiter
Ik2min	A	minimaler zweipoliger Kurzschlussstrom
Ik2min(F2)	kA	minimaler zweipoliger Kurzschlussstrom bei einem Fehler auf der Transformator-Primärseite
Ik2min(F3)	kA	minimaler zweipoliger Kurzschlussstrom bei einem Fehler auf der Transformator-Sekundärseite
Ik2min(F4)	kA	minimaler zweipoliger Kurzschlussstrom bei einem Fehler am Ende der sekundärseitigen Verbindung des Transformators
Ik3(F3)	kA	dreipoliger Kurzschlussstrom bei einem Fehler auf der Transformator-Sekundärseite
Ik3D	kA	dreipoliger Dauerkurzschlussstrom
Ik3max	kA	maximaler dreipoliger Kurzschlussstrom
Ik3max(F1)	kA	maximaler dreipoliger Kurzschlussstrom bei einem Fehler auf der Mittelspannungs-Sammelschiene
Ik3min	kA	minimaler dreipoliger Kurzschlussstrom
Ikmax	A	maximaler Kurzschlussstrom aller Kurzschlussströme

Formelzeichen	Einheit	Beschreibung
Ikmax a	kA	maximaler Kurzschlussstrom nach dem unteren Schaltgerät bzw. am Zielverteiler / Verbraucher (unbeeinflusster Kurzschlussstrom)
Ikmax b	kA	maximaler Kurzschlussstrom vor dem unteren Schaltgerät (unbeeinflusster Kurzschlussstrom)
Ikmax c	kA	maximaler Kurzschlussstrom nach dem oberen Schaltgerät (unbeeinflusster Kurzschlussstrom)
Ikmax d	kA	maximaler Kurzschlussstrom am Ausgangsverteiler bzw. vor dem oberen Schaltgerät (unbeeinflusster Kurzschlussstrom)
Ikmax/Ikmin		Verhältnis maximaler/minimaler Kurzschlussstrom
Ikmin	A	minimaler Kurzschlussstrom aller Kurzschlussströme
Ikmotor	kA	dreipoliger Kurzschlussstromanteil des Motors
Ikre		Kurzschlussstrom-Rückspeisefaktor
Imax	A	maximaler Nennstrom des Schienensystems
In	A	Nennstrom / Bemessungsstrom
In (RCD)	mA	Bemessungsstrom RCD
In (Schalter)	A	Nennstrom / Bemessungsstrom des Mittelspannungs-Schaltgerätes
In (Sicherung)	A	Nennstrom / Bemessungsstrom der Mittelspannungs-Sicherung
In max	A	Bemessungsstrom des Geräts bei Normtemperatur 40 °C
In zul	A	Zulässige Belastung des Schalters gemäß Umgebungstemperatur
In1	A	Bemessungsstrom Transformator, Primärseite
In2	A	Bemessungsstrom Transformator, Sekundärseite
Inenn	A	Transformatornennstrom bei Nennleistung
In_max	A	Transformatornennstrom bei maximaler Leistung mit Lüfteranbau
Ip	A	Einstellwert des Stromes für AMZ-Schutz
Ipk	kA	Stoßkurzschlussstrom
Ipk	kA	Kurzschlussfestigkeit des Blitzstrom-/Überspannungsableiters bei maximal zulässiger Vorsicherung
Iq	kA	bedingter Bemessungskurzschlussstrom – Starterkombination
IR	A	Einstellwert des Überlast-(L)-Auslösers
Isd	A	Einstellwert des kurzzeitverzögerten Kurzschluss-(S)-Auslösers

Formelzeichen	Einheit	Beschreibung
Isel-kurz	A	berechneter Selektivitäts-Grenzwert zwischen Ikmin und Ikmax
Isel-über	A	berechneter Selektivitäts-Grenzwert im Bereich kleiner Ikmin
Iz, Izul	A	zulässiger Belastungsstrom einer Verbindungsstrecke
I_in	A	Bemessungseingangsstrom des Frequenzumrichters für gewähltes Überlastspiel
I_out	A	Bemessungsausgangsstrom des Frequenzumrichters für gewähltes Überlastspiel
IΔn	mA	Bemessungsfehlerstrom – RCD-Schutz
LO		Low Overload/ geringe Überlast
L		Außenleiter/Phase
L1		Außenleiter/Phase 1
L2		Außenleiter /Phase 2
L3		Außenleiter/Phase 3
max		maximal
min		minimal
MLFB		Maschinenlesbare Fabrikatebezeichnung
MS		Mittelspannung
N		Neutralleiter
NS		Niederspannung
P	kW	Wirkleistung elektrisch
PE		Schutzleiter
Pmech	kW	Wirkleistung mechanisch
Pn	kW	Nennwirkleistung
P0	kW	Leerlaufverluste
Pv, Pk	kW	Kurzschlussverluste
pz		Polzahl Schaltgerät
Q	kvar	Blindleistung
Qe	kvar	aktive Kondensatorblindleistung

Formelzeichen	Einheit	Beschreibung
Qn	kvar	Nennblindleistung
R/X		Verhältnis Resistanz zu Reaktanz
R0	mΩ	Resistanz im Nullsystem
R0 min/max	mΩ	minimale/maximale Resistanz im Nullsystem
R0 N	mΩ	Resistanz im Nullsystem, Phase N
R0 PE(N)	mΩ	Resistanz im Nullsystem, Phase PE(N)
R0ΔU	mΩ	Resistanz im Nullsystem für den Spannungsfall
R0/R1		Resistanzverhältnis Nullsystem / Mitsystem
r0ph-n	mΩ/m	spezifischer Wirkwiderstand des Nullsystems für die Schleife Phase-Neutralleiter
r0ph-pe(n)	mΩ/m	spezifischer Wirkwiderstand des Nullsystems für die Schleife Phase-Schutzleiter
r1	mΩ/m	spezifischer Wirkwiderstand des Mitsystems
r1	%	bezogener Wert der Resistanz im Mitsystem
R1	mΩ	Resistanz im Mitsystem
R1ΔU	mΩ	Resistanz im Mitsystem für den Spannungsfall
R1 min/max	mΩ	minimale/Maximale Resistanz im Mitsystem
Ra+Rb max	mΩ	Summe der Widerstände des Erders und eventuell verlegtem Schutzleiter zwischen Körper und Erde im IT- bzw. TT-Netz
Rs min/max	mΩ	minimale/maximale Schleifenresistanz
S	kVA	Scheinleistung
S2K2		thermische Kurzschlussfestigkeit des Kabels
Sn	kVA	Nennscheinleistung
SnT	kVA	Nennscheinleistung des Transformators
SnT_max	kVA	Maximale Scheinleistung des Transformators mit Lüfteranbau
t>	s	Verzögerungszeit für die Überstromstufe UMZ-Relais
t>>	s	Verzögerungszeit für die Hochstromstufe UMZ-Relais
ta zul (Ii)	s	zulässige Abschaltzeit des Schalters für den Einstellwert des I-Auslösers, ohne die Bedingung k2S2>I2t zu verletzen
ta zul (Ikmax)	s	zulässige Abschaltzeit des Schalters bei maximalem Kurzschlussstrom, ohne die Bedingung k2S2>I2t zu verletzen

Formelzeichen	Einheit	Beschreibung
ta zul (Ikmin)	s	zulässige Abschaltzeit des Schalters bei minimalem Kurzschlussstrom, ohne die Bedingung k2S2>I2t zu verletzen
ta zul ABS	s	zulässige Abschaltzeit gemäß DIN VDE 0100-410 (IEC 60364-4-41)
ta(min abs)	s	Abschaltzeit des Schaltgeräts für Abschaltbedingung
ta(min kzs)		Abschaltzeit des Schaltgeräts für Kurzschlussschutz
ta_max	s	maximale Abschaltzeit des betrachteten Schaltgerätes
te	s	Verzögerungszeit des Erdanregestromes des UMZ-Relais / des RCD-Bausteins
tg	s	Zeitwert des G-Auslösers (absolut)
tp	s	Einstellwert des Zeitmultiplikators für AMZ-Schutz
tR	s	Zeitwert des L-Auslösers
tsd	s	Zeitwert des S-Auslösers
Tu	°C	Umgebungstemperatur des Geräts
u	%	relative Spannung
ukr	%	relative Bemessungskurzschlussspannung
Umax	V	maximale Nennspannung des Schienensystems
Un, Unenn	V	Nennspannung
Uprim	kV	Oberspannung
Usec	V	Unterspannung
NSUV		Niederspannungs-Unterverteilung
V		Verbraucher
X0 min/max	mΩ	minimale/maximale Reaktanz im Nullsystem
X0 N	mΩ	Reaktanz Phase N im Nullsystem
X0 PE(N)	mΩ	Reaktanz Phase PE(N) im Nullsystem
X0ΔU	mΩ	Reaktanz im Nullsystem für den Spannungsfall, temperaturunabhängig
X0/X1		Reaktanzverhältnis Nullsystem / Mitsystem
x0ph-n	mΩ/m	spezifischer Blindwiderstand des Nullsystems für die Schleife Phase-Neutralleiter
x0ph-pe(n)	mΩ/m	spezifischer Blindwiderstand des Nullsystems für die Schleife Phase-Schutzleiter

Formelzeichen	Einheit	Beschreibung
x1	mΩ/m	spezifischer Blindwiderstand des Mitsystems
X1	mΩ	Reaktanz im Mitsystem
X1 min/max	mΩ	minimale/maximale Reaktanz im Mitsystem
X1ΔU	mΩ	Reaktanz im Mitsystem für den Spannungsfall
xd“	%	subtransiente Reaktanz
Xs min/max	mΩ	minimale/maximale Schleifenreaktanz
Z0	mΩ	Impedanz Nullsystem
Z0 min/max	mΩ	minimale/maximale Impedanz im Nullsystem
Z0ΔU	mΩ	Impedanz im Nullsystem für den Spannungsfall
Z1	mΩ	Impedanz Mitsystem
Z1 min/max	mΩ	minimale/maximale Impedanz im Mitsystem
Z1ΔU	mΩ	Impedanz im Mitsystem für den Spannungsfall
Zs		Schleifenimpedanz
Zs min/max		minimale/maximale Schleifenimpedanz

3 Spezielle technische Informationen zur Anlagenplanung mit SIMARIS project

3.1 Technische Daten Gasisolierte Mittelspannungs-Schaltanlagen 8DJH

3.1.1 Anforderungen der Energieversorgungs-Unternehmen (EVU)

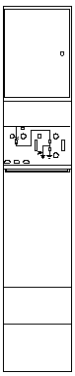
Die Anforderungen gemäß geltender TAB (=Technischer Anschlussbedingungen) sind zu erfragen und zu beachten.

3.1.2 Wandler

Für eine optimale Auslegung der Kombination Wandler-Schutz, wenden Sie sich bitte an Ihren zuständigen Siemens-Betreuer, der Ihnen eine separate Berechnung der benötigten Wandler bzw. Schutzgeräte durchführen kann.

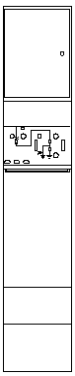
3.1.3 Felder

Leistungsschalterfeld L (Typ1.1, automatische Wiedereinschaltung (AR))

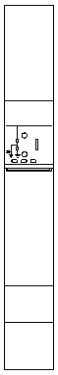
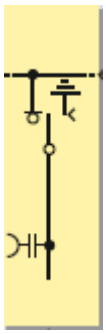
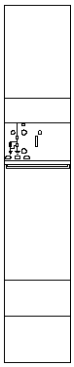
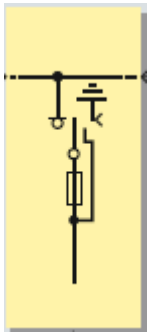
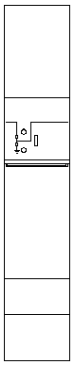
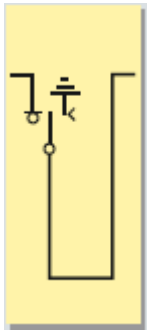
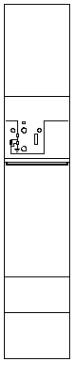
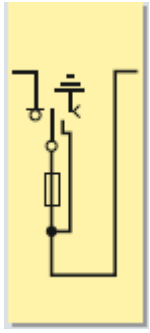


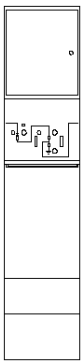
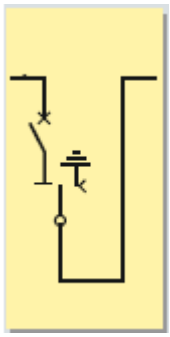
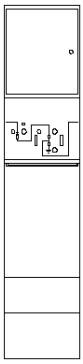
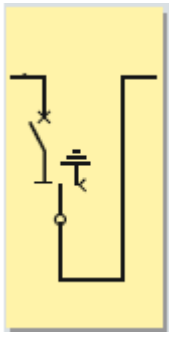
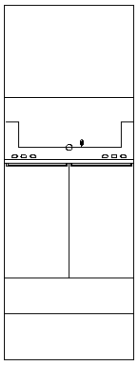
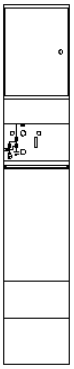
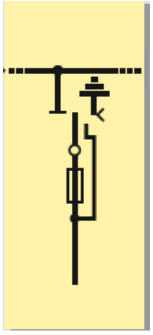
AR = Automatic reclosing		
Anzahl Ausschaltungen Ir	n	10.000 / M2
Bemessungs-Schaltfolge		O – 0,3s – CO – 3min –CO
Anzahl Kurzschlussauschaltungen Isc	n	25 oder 50

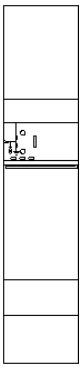
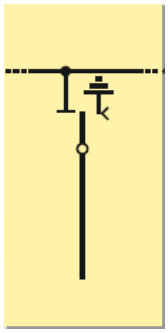
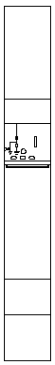
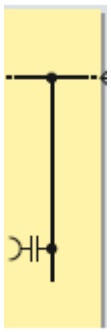
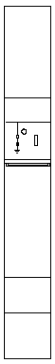
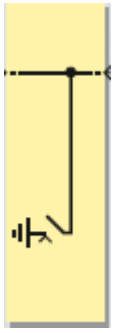
Leistungsschalterfeld L (Typ2, ohne automatische Wiedereinschaltung (NAR))



NAR = Non automatic reclosing		
Anzahl Ausschaltungen Ir	n	2.000 / M1
Bemessungs-Schaltfolge		O – 3min – CO – 3min –CO
Anzahl Kurzschlussauschaltungen Isc	n	6 oder 20

	Ringkabelfeld R		
		Dreistellungs-Lasttrennschalter	Kapazitives Spannungs-prüfsystem
	Transformatorfeld T		
		Dreistellungs-Lasttrennschalter	HH-Sicherung
	Sammelschienen-Längstrennfeld S (mit Lasttrennschalter)		
		Dreistellungs-Lasttrennschalter	
	Sammelschienen-Längstrennfeld H (mit HH-Sicherung)		
		Dreistellungs-Lasttrennschalter	HH-Sicherung

	Sammelschienen-Längstrennfeld V (mit Leistungsschalter Typ 1.1, automatische Wiedereinschaltung (AR))		
		Dreistellungs-Trennschalter	Vakuum-Leistungsschalter
	Sammelschienen-Längstrennfeld V (mit Leistungsschalter Typ 2, ohne automatische Wiedereinschaltung (NAR))		
		Dreistellungs-Trennschalter	Vakuum-Leistungsschalter
	Verrechnungsmessfeld M		
	Erforderliche Wandler müssen vom Kunden (EVU) beigestellt werden		
	Sammelschienen-Spannungsmessfeld, primär abgesichert M(430)		
		Dreistellungs-Trennschalter	HH-Sicherung

	Sammelschienen-Spannungsmessfeld M(500)		
		Dreistellungs-Trennschalter	
	Kabelanschlussfeld K		
		Kapazitives Spannungs-prüfsystem	
	Sammelschienen-Erdungsfeld E		
			

Mehr Informationen zu dieser Schaltanlage finden Sie hier:
www.siemens.de/8djh

3.1.4 Bildung Schaltfeldblöcke

Sie können folgende Schaltfeldblöcke bilden.

2 Felder	RR, RT, RK, RL, RS, RH, K(E)L, K(E)T, KL, KR, KT, LR, LK, LL, TK, TR, TT
3 Felder	RRR, RRT, RRL, RRS, RRH, RTR, RTT, RLL, RLR, LLL, LLR, LRR, TRR, TTT
4 Felder	RRRR, RRRL, RRRS, RRRT, RRTR, RRTT, RRLL, RTRR RTTT, RTTR, RLLL, RLLR, RLRR, LLLL, LLLR, LRRL, LRRR, TRRR, TRRT, TTRR, TTTT
5 Felder (nur China)	RRRRR, RRRRT, RRRRL, RLLLL, RLLLR, RRRTT, RTTTT, RTTTR
6 Felder (nur China)	RRRRRR , RRRRRL,RRRRLL, RRRRRT, RRRRTT

Legende:

H	Sammelschienen-Längstrennfeld H (mit HH-Sicherung)
K	Kabelanschlussfeld
K(E)	Kabelanschlussfeld mit Erdungsschalter
L	Leistungsschalterfeld L (Typ1, KU-fähig) bzw. L (Typ2, nicht KU-fähig)
R	Ringkabelfeld
S	Sammelschienen-Längstrennfeld S (mit Lasttrennschalter)
T	Transformatorfeld

Bitte beachten Sie folgende Hinweise:

- Felder in einem Schaltfeldblock dürfen nur 310mm bzw. 430mm breit sein
- Innerhalb eines Blockes dürfen nur Leistungsschalterfelder Typ1 oder Typ2 vorkommen

3.2 Technische Daten Gasisolierte Mittelspannungs-Schaltanlagen 8DJH Compact

- platzsparende Ringkabel-Schaltanlage in Blockbauweise
- Breite RRT = 700 mm (zum Vergleich: 8DJH Standard 1050 mm)
- weitere verfügbare Schaltungsvarianten RRT-R und RRT-RRT
- Trafo-Anschluss hinten oben für eine direkte Verbindung zum Verteiltransformator, bzw. alternativ nach rechts oder oben
- Funktion der Schaltgeräte (Lasttrennschalter, Lastschalter-Sicherungskombination) wie bei der Standard-Ausführung
- optimal geeignet für intelligente Ortsnetzstationen und Retrofit-Lösungen in bestehenden Kompaktstationen

3.3 Technische Daten Gasisolierte Mittelspannungs-Schaltanlagen 8DJH36

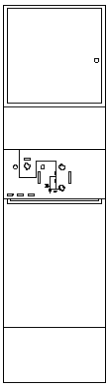
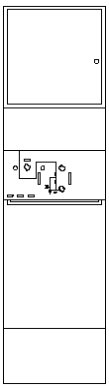
3.3.1 Anforderungen der Energieversorgungs-Unternehmen (EVU)

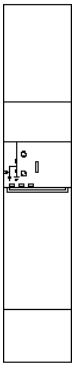
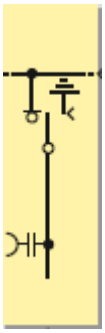
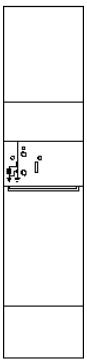
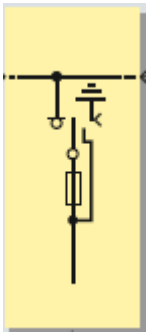
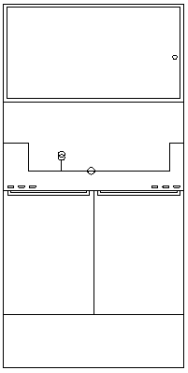
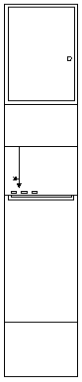
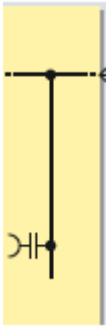
Die Anforderungen gemäß geltender TAB (=Technischer Anschlussbedingungen) sind zu erfragen und zu beachten.

3.3.2 Wandler

Für eine optimale Auslegung der Kombination Wandler-Schutz, wenden Sie sich bitte an Ihren zuständigen Siemens-Betreuer, der Ihnen eine separate Berechnung der benötigten Wandler bzw. Schutzgeräte durchführen kann.

3.3.3 Felder

	Leistungsschalterfeld L1 (Typ1, automatische Wiedereinschaltung (AR))		
	AR = Automatic reclosing		
	Anzahl Ausschaltungen Ir	n	10.000 / M2
	Bemessungs-Schaltfolge		O – 0,3s – CO – 3min –CO
	Anzahl Kurzschlussauschaltungen Isc	n	25 oder 50
	Leistungsschalterfeld L2 (Typ2, ohne automatische Wiedereinschaltung (NAR))		
	NAR = Non automatic reclosing		
	Anzahl Ausschaltungen Ir	n	2.000 / M1
	Bemessungs-Schaltfolge		O – 3min – CO – 3min –CO
	Anzahl Kurzschlussauschaltungen Isc	n	6 oder 20

	Ringkabelfeld R		
		Dreistellungs-Lasttrennschalter	Kapazitives Spannungs-prüfsystem
	Transformatorfeld T		
		Dreistellungs-Lasttrennschalter	HH-Sicherung
	Messfeld M		
	Erforderliche Wandler müssen vom Kunden (EVU) beigestellt werden		
	Kabelanschlussfeld K		
		Kapazitives Spannungs-prüfsystem	

Mehr Informationen zu dieser Schaltanlage finden Sie hier: www.siemens.de/8djh36

3.3.4 Bildung Schaltfeldblöcke

Sie können folgende Schaltfeldblöcke bilden.

3 Felder	RRR, RTR, KRT, RRL, RLR, KRL

Legende:

K	Kabelanschlussfeld
L	Leistungsschalterfeld L (Typ1, KU-fähig) bzw. L (Typ2, nicht KU-fähig)
R	Ringkabelfeld
T	Transformatorfeld

3.3.5 Zuordnung von HH-Sicherungen und Transformatorleistung

Betriebsspannung Un [kV]	Min. Bemessungsleistung Sn des Trafos [kVA]	Max. Bemessungsleistung Sn des Trafos [kVA]	Relative Kurzschlussspannung des Trafos uk [%]
25	75	630	4
	800	2000	5 - 6
25,8	75	630	4
	800	2000	5 - 6
27,6	75	630	4
	800	2500	5 - 6
30	75	630	4
	800	2500	5 - 6
33 - 34,5	100	630	4
	800	2500	5 - 6

3.4 Technische Daten Gasisolierte Mittelspannungs-Schaltanlagen NX PLUS C

3.4.1 Anforderungen der Energieversorgungs-Unternehmen (EVU)

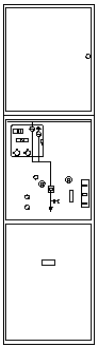
Die Anforderungen gemäß geltender TAB (=Technischer Anschlussbedingungen) sind zu erfragen und zu beachten.

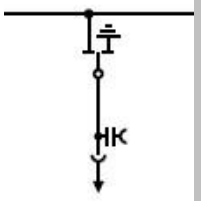
3.4.2 Wandler

Für eine optimale Auslegung der Kombination Wandler-Schutz, wenden Sie sich bitte an Ihren zuständigen Siemens-Betreuer, der Ihnen eine separate Berechnung der benötigten Wandler bzw. Schutzgeräte durchführen kann.

3.4.3 Felder

Leistungsschalterfeld LS

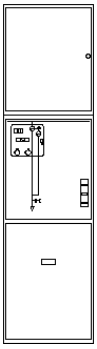


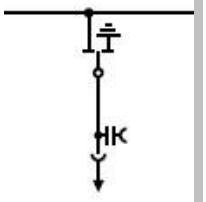


Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]: Bemessungsspannung Ur [kV]: Bemessungsbetriebsstrom [A]: Feldbreiten [mm]:	20; 25 7,2; 12; 15; 17,5; 24 630-2500 450; 600	31,5 7,2; 12; 15; 17,5 630-2500 600	20; 25 27; 36; 38 630-1250 600

Leistungsschalter bis 25kA
Anzahl Schaltspiele: 10.000/ C2, E2, M2
Bemessungs-Schaltfolge: O–0,3s–CO–3min–CO
0-0,3s–CO–15s–CO

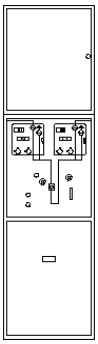
Trennschalterfeld TS

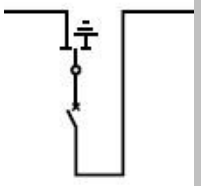




Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]: Bemessungsspannung Ur [kV]: Bemessungsbetriebsstrom [A]: Feldbreiten [mm]:	20; 25 7,2; 12; 15; 17,5; 24 630-2500 600; 900	31,5 7,2; 12; 15; 17,5 630-2500 600; 900	20; 25 27; 36; 38 630-1250 600

Längskupplung (in einem Feld) LK

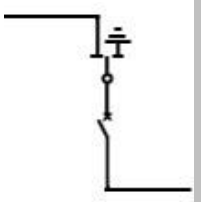




Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]: Bemessungsspannung Ur [kV]: Bemessungsbetriebsstrom [A]: Feldbreiten [mm]:	20; 25 7,2; 12; 15; 17,5; 24 1000-2500 600; 900	31,5 7,2; 12; 15; 17,5 1000-2500 600; 900	20; 25 27; 36; 38 1000-1250 900

Leistungsschalter bis 25kA
Anzahl Schaltspiele: 10.000 / C2, E2, M2
Bemessungs-Schaltfolge: O–0,3s–CO–3min–CO
0-0,3s–CO–15s–CO

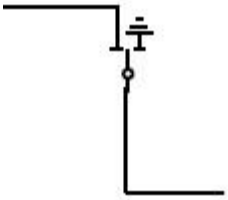
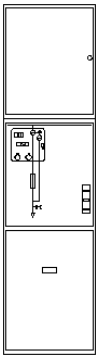
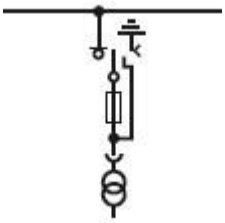
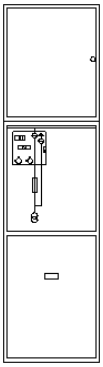
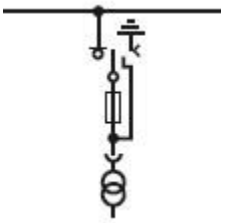
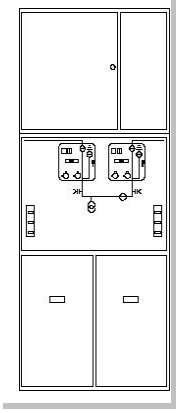
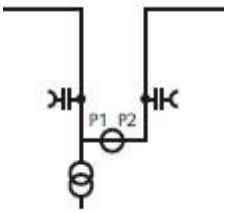
Leistungsschalterfeld (Längskupplung) LK-LS Kombinationsfeld

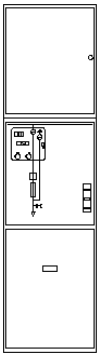
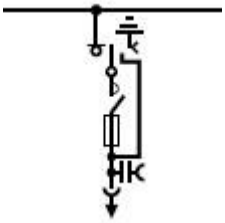
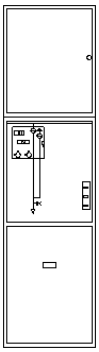
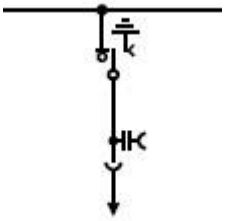
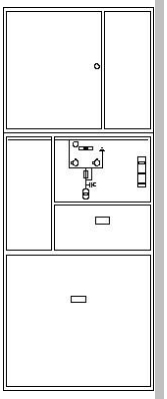
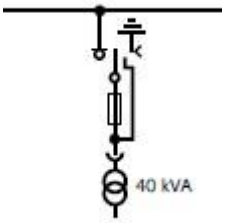
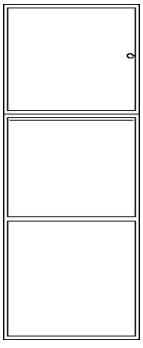


Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]: Bemessungsspannung Ur [kV]: Bemessungsbetriebsstrom [A]: Feldbreiten [mm]:	20; 25 7,2; 12; 15; 17,5; 24 1000-2500 600; 900	31,5 7,2; 12; 15; 17,5 1000-2500 600; 900	

Leistungsschalter bis 25kA
Anzahl Schaltspiele: 10.000 / C2, E2, M2
Bemessungs-Schaltfolge: O–0,3s–CO–3min–CO
0-0,3s–CO–15s–CO

Kombinationsmöglichkeit mit Trennschalterfeld LK-TS

	Trennschalterfeld (Längskupplung) LK-LS Kombinationsfeld			
		Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]: Bemessungsspannung Ur [kV]: Bemessungsbetriebsstrom [A]: Feldbreiten [mm]: Kombinationsmöglichkeit mit Trennschalterfeld LK-TS	20; 25 7,2; 12; 15; 17,5; 24 630-2500 600; 900	31,5 7,2; 12; 15; 17,5 630-2500 600; 900
	Lasttrennschalterfeld TR			
		Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]: Bemessungsspannung Ur [kV]: Bemessungsbetriebsstrom [A]: Feldbreiten [mm]:	20; 25 7,2; 12; 15; 17,5; 24 200 600	31,5 7,2; 12; 15; 17,5 200 600
	Messfeld ME			
		Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]: Bemessungsspannung Ur [kV]: Bemessungsbetriebsstrom [A]: Feldbreiten [mm]:	20; 25 7,2; 12; 15; 17,5; 24 -- 600	31,5 7,2; 12; 15; 17,5 -- 600
	Luftisoliertes Messfeld aME			
		Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]: Bemessungsspannung Ur [kV]: Bemessungsbetriebsstrom [A]: Feldbreiten [mm]:	20; 25 7,2; 12; 15; 17,5; 24 1250 900	

	Schützfeld VS			
		Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]: Bemessungsspannung Ur [kV]: Bemessungsbetriebsstrom [A]: Feldbreiten [mm]:	20; 25 7,2; 12; 15; 17,5; 24 1250-2500 600	31,5 7,2; 12; 15; 17,5 1250-2500 600
	Ringkabelfeld RK			
		Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]: Bemessungsspannung Ur [kV]: Bemessungsbetriebsstrom [A]: Feldbreiten [mm]:	20; 25 7,2; 12; 15; 17,5; 24 630 450	
	Eigenbedarfs- Transformatorfeld EB			
		Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]: Bemessungsspannung Ur [kV]: Bemessungsbetriebsstrom [A]: Feldbreiten [mm]:	20; 25 7,2; 12; 15; 17,5; 24 200 900	31,5 7,2; 12; 15; 17,5 200 900
	Leerfeld LE			
		Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]: Bemessungsspannung Ur [kV]: Bemessungsbetriebsstrom [A]: Feldbreiten [mm]:	20; 25 7,2; 12; 15; 17,5; 24 -- 300; 600	31,5 7,2; 12; 15; 17,5 -- 300; 600

Mehr Informationen zu dieser Schaltanlage finden Sie hier: www.siemens.de/nxplusc

3.4.4 Schaltspiele

Für Leistungsschalterfeld LS bis 31,5kA sind folgende Schaltspiele auswählbar:

- 2.000/1.000/10.000 bis 24kV alle Bemessungsbetriebsströme Abzweig
- 5.000/5.000/30.000 bis 15kV Bemessungsbetriebsströme Abzweig: 1000A und 1250A
- 10.000/10.000/30.000 bis 15kV Bemessungsbetriebsströme Abzweig: 1000A und 1250A

Für Vakuum-Schützfeld VS bis 24kV, bis 31,5kA sind folgende Schaltspiele auswählbar:

- 2.000/1.000/500.000 ohne Einschaltverklinkung
- 2.000/1.000/100.000 mit Einschaltverklinkung

3.4.5 Zuordnung von HH-Sicherungen und Transformatorleistung

Betriebsspannung Un [kV]	Min. Bemessungsleistung Sn des Trafos [kVA]	Max. Bemessungsleistung Sn des Trafos [kVA]	Relative Kurzschlussspannung des Trafos uk [%]
3,3 - 3,6	20	400	4
4,16 - 4,8	20	500	4
5,0 - 5,5	20	630	4
6 - 7,2	20	630	4
	800	800	5 - 6
10 - 17,5	20	630	4
	800	1250	5 - 6
20 - 24	20	630	4

3.5 Technische Daten Luftisolierte Mittelspannungs-Schaltanlagen SIMOSEC

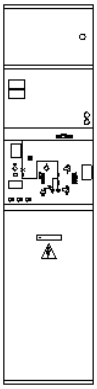
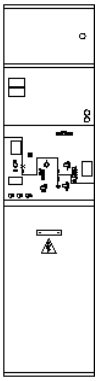
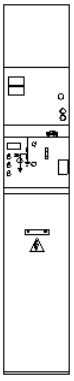
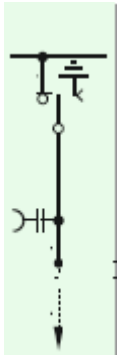
3.5.1 Anforderungen der Energieversorgungs-Unternehmen (EVU)

Die Anforderungen gemäß geltender TAB (=Technischer Anschlussbedingungen) sind zu erfragen und zu beachten.

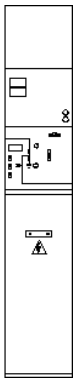
3.5.2 Wandler

Für eine optimale Auslegung der Kombination Wandler-Schutz, wenden Sie sich bitte an Ihren zuständigen Siemens-Betreuer, der Ihnen eine separate Berechnung der benötigten Wandler bzw. Schutzgeräte durchführen kann.

3.5.3 Felder

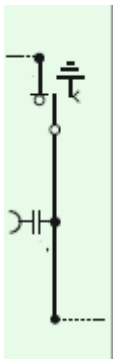
	Leistungsschalterfeld Typ L **Einzelfeld**		
	Automatische Wiedereinschaltung: **Anzahl Ausschaltungen *Ir***	**n**	**10.000 / M2**
	Bemessungs-Schaltfolge		**O – 0,3s – CO – 30s –CO**
	Anzahl Kurzschlussausschaltungen *Isc*	**n**	**30 oder 50**
	Ohne automatische Wiedereinschaltung: **Anzahl Ausschaltungen *Ir***	**n**	**2.000 / M1**
	Bemessungs-Schaltfolge		**O – 0,3s – CO – 30s –CO**
	Anzahl Kurzschlussausschaltungen *Isc*	**n**	**20**
	Leistungsschalterfeld Typ L (T) **Kombinationsfeld**		
	Automatische Wiedereinschaltung: **Anzahl Ausschaltungen *Ir***	**n**	**10.000 / M2**
	Bemessungs-Schaltfolge		**O – 0,3s – CO – 30s –CO**
	Anzahl Kurzschlussausschaltungen *Isc*	**n**	**30 oder 50**
	Ohne automatische Wiedereinschaltung: **Anzahl Ausschaltungen *Ir***	**n**	**2.000 / M1**
	Bemessungs-Schaltfolge		**O – 0,3s – CO – 30s –CO**
	Anzahl Kurzschlussausschaltungen *Isc*	**n**	**20**
	Kombinationsmöglichkeiten mit ■ Hochführung Typ H ■ Ringkabelfeld Typ R (T) ■ Messfeld Typ M und M(-K)		
	Ringkabelfeld Typ R **Einzelfeld**		
		 Dreistellungs- Lasttrennschalter	 Kapazitives Spannungsprüfsystem

Ringkabelfeld Typ R(T)
Einzelfeld



Kombinationsmöglichkeiten mit

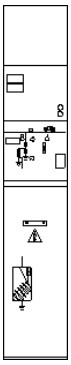
- Leistungsschalterfeld Typ L(T)
- Hochführung Typ H
- Ringkabelfeld Typ R (T)
- Messfeld Typ M und M(-K)

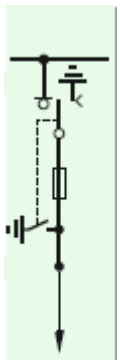


Dreistellungs-
Lasttrennschalter

Kapazitives
Spannungsprüfsystem

Transformatorfeld Typ T
Einzelfeld

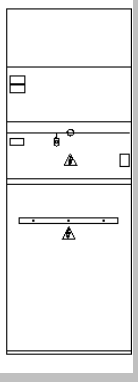




Dreistellungs-
Lasttrennschalter

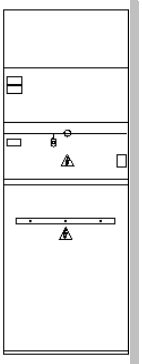
Erdungsschalter

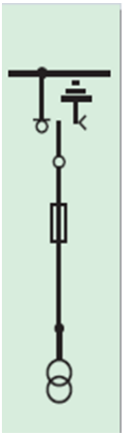
Messfeld Typ M
Einzelfeld

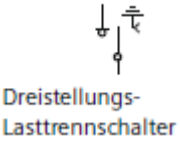


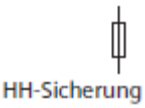
Erforderliche Wandler müssen vom Kunden (EVU) beigestellt werden

Messfeld Typ M1 (VT-F)
Einzelfeld

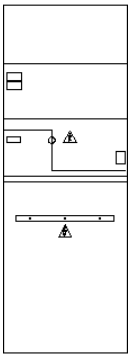






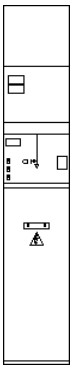


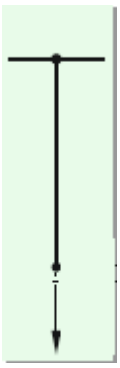
Messfeld Typ M und Typ M(-K)
Kombinationsfeld

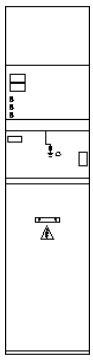
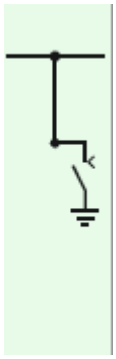
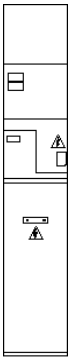
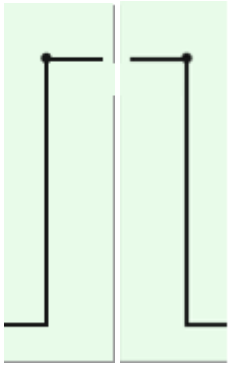


Kombinationsmöglichkeiten mit
- Leistungsschalterfeld Typ L(T)
- Ringkabelfeld Typ R (T)

Kabelfeld Typ K
Einzelfeld





	Sammelschienen-Erdungsfeld Typ E **Einzelfeld**
	
	Hochführfeld Typ H **Kombinationsfeld**
	**Kombinationsmöglichkeiten** mit ■ Leistungsschalterfeld Typ L(T) ■ Ringkabelfeld Typ R (T) 

Mehr Informationen zu dieser Schaltanlage finden Sie hier: www.siemens.de/simosec

3.5.4 Zuordnung von HH-Sicherungen und Transformatorleistung

Betriebsspannung Un [kV]	Min. Bemessungsleistung Sn des Trafos [kVA]	Max. Bemessungsleistung Sn des Trafos [kVA]	Relative Kurschlussspannung des Trafos uk [%]
3.3 - 3.6	20	400	4
4.16 - 4.8	20	500	4
5.0 - 5.5	20	630	4
6 - 7.2	20	630	4
	800	800	5 – 5.5
10 – 13.8	20	630	4
	800	1600	5 – 5.5
15 – 17.5	20	630	4
	800	800	5 – 5.1

Betriebsspannung Un [kV]	Min. Bemessungsleistung Sn des Trafos [kVA]	Max. Bemessungsleistung Sn des Trafos [kVA]	Relative Kurschlussspannung des Trafos uk [%]
	1000	1600	5 – 6
20 - 24	20	630	4
	800	1000	5 – 6
	1250	1250	5 – 5.9
	1600	1600	5 – 5.5
	2000	2000	5 – 6
	2500	2500	5 – 5.7

3.6 Technische Daten Luftisolierte Mittelspannungs-Schaltanlagen NXAIR

3.6.1 Anforderungen der Energieversorgungs-Unternehmen (EVU)

Die Anforderungen gemäß geltender TAB (=Technischer Anschlussbedingungen) sind zu erfragen und zu beachten.

3.6.2 Wandler

Für eine optimale Auslegung der Kombination Wandler-Schutz, wenden Sie sich bitte an Ihren zuständigen Siemens-Betreuer, der Ihnen eine separate Berechnung der benötigten Wandler bzw. Schutzgeräte durchführen kann.

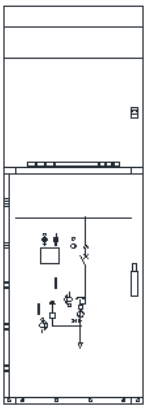
3.6.3 Wichtige Projektierungshinweise

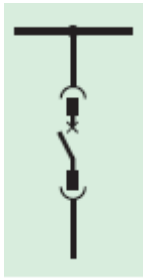
- Bei Druckabsorbern ist folgendes zu beachten:
  - Wird Druckentlastungskanal nicht ausgewählt, so müssen in einigen Feldern Druckabsorber vorgesehen werden
  - Druckabsorber werden in den Ansichtszeichnungen von SIMARIS project nicht dargestellt, da je nach Projektierung nur einige Felder einen Absorber benötigen. Die notwendige Raumhöhe wird in SIMARIS project aber berücksichtigt.
  - Druckabsorber dürfen nur in unbelüfteten Feldern eingebaut werden, d.h. eine Anlage mit ausschließlich belüfteten Feldern ist nur mit Druckentlastungskanal realisierbar
- Für Erdungsschalter, Anschluss oder Spannungswandler jeweils im Sammelschienenraum (SaSch-Raum) wird ein Aufsetzkasten automatisch ergänzt.
  ACHTUNG: Wenn kein Druckentlastungskanal ausgewählt wurde, dann darf in einem Feld vor und nach einem anderen Feld mit Aufsetzkasten, kein Aufsetzkasten projektiert werden!
- Vor und nach einer Längskupplung (mit oder ohne Trennschalter) müssen *mindestens* zwei andere beliebige NXAIR-Felder eingefügt werden, bevor eine weitere Längskupplung (mit oder ohne Trennschalter) eingefügt werden darf oder die Schaltanlage endet!

3.6.4 Felder

3.6.4.1 NXAIR 17,5 kV

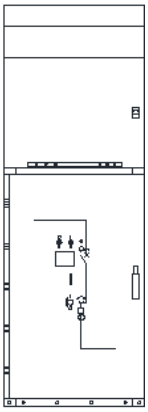
Leistungsschalterfeld
Einzelfeld

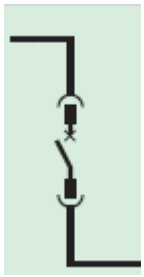




Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]:	25; 31,5; 40
Bemessungsspannung Ur [kV]:	7,2; 12; 17,5
Bemessungsbetriebsstrom [A]:	630 - 4000
Feldbreiten [mm]:	600; 800; 1000
Leistungsschalter bis 40kA Anzahl Schaltspiele	 10.000 / C2, E2, M2
Bemessungs-Schaltfolge	O – 0,3s – CO – 3min –CO O – 0,3s – CO – 15s –CO O – 3min – CO – 3min –CO

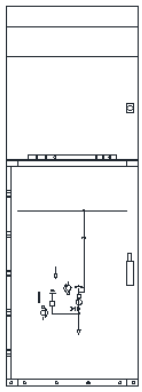
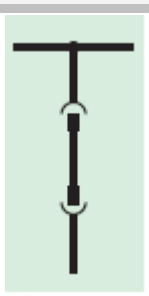
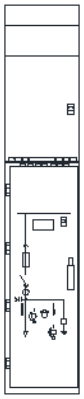
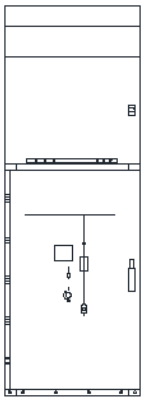
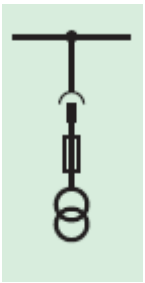
Leistungsschalterfeld (Längskupplung)
Kombinationsfeld



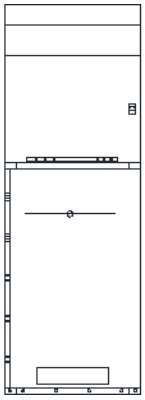


Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]:	25; 31,5; 40
Bemessungsspannung Ur [kV]:	7,2; 12; 17,5
Bemessungsbetriebsstrom [A]:	630 - 4000
Feldbreiten [mm] :	600; 800; 1000
Leistungsschalter bis 40kA Anzahl Schaltspiele	 10.000 / C2, E2, M2
Bemessungs-Schaltfolge	O – 0,3s – CO – 3min –CO O – 0,3s – CO – 15s –CO O – 3min – CO – 3min –CO

Kombinationsmöglichkeiten mit
- Hochführungsfeld mit Trennschalter
- Hochführungsfeld ohne Trennschalter

	Trennfeld Einzelfeld		
		**Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]:**	25; 31,5; 40
		Bemessungsspannung Ur [kV]:	7,2; 12; 17,5
		Bemessungsbetriebsstrom [A]:	630 – 4000
		Feldbreiten [mm] :	800; 1000
	Schützfeld Einzelfeld		
		**Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]:**	25; 31,5; 40
		Bemessungsspannung Ur [kV]:	7,2; 1
		Bemessungsbetriebsstrom [A]:	400
		Feldbreiten [mm] :	435; 600
	Messfeld Einzelfeld		
		**Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]:**	25; 31,5; 40
		Bemessungsspannung Ur [kV]:	7,2; 12; 17,5
		Bemessungsbetriebsstrom [A]:	
		Feldbreiten [mm] :	800

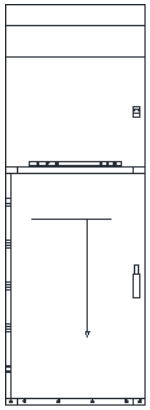
Sammelschienenstrom-Messfeld
Einzelfeld

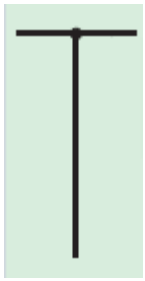


Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]:	25*); 31,5*); 40
Bemessungsspannung Ur [kV]:	7,2; 12; 17,5
Bemessungsbetriebsstrom [A]:	
Feldbreiten [mm] :	800

*)
bei 25kA und 31kA erst ab Bemessungs-Betriebsstrom SaSch Ir 3150A verfügbar

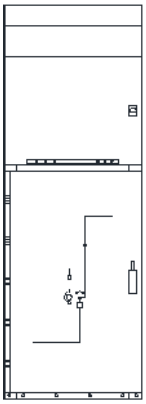
Sammelschienenanschlussfeld
Einzelfeld

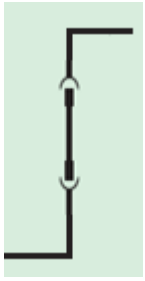




Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]:	25; 31,5; 40
Bemessungsspannung Ur [kV]:	7,2; 12; 17,5
Bemessungsbetriebsstrom [A]:	1250; 2500; 3150; 4000
Feldbreiten [mm] :	800; 1000

TrennschalterfeldKombinationsfeld

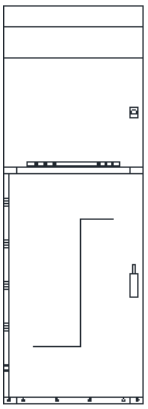


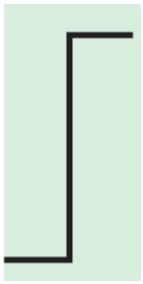


Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]:	25; 31,5; 40
Bemessungsspannung Ur [kV]:	7,2; 12; 17,5
Bemessungsbetriebsstrom [A]:	1250 - 4000
Feldbreiten [mm] :	800; 1000

Kombinationsmöglichkeiten mit
- Leistungsschalterfeld (Längskupplung)

Hochführungsfeld ohne Trennschalter Kombinationsfeld



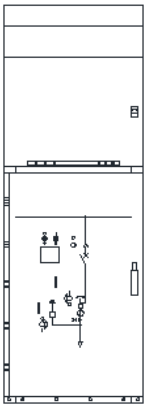


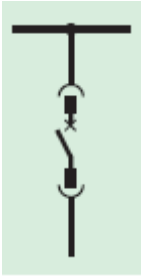
Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]:	25; 31,5; 40
Bemessungsspannung Ur [kV]:	7,2; 12; 17,5
Bemessungsbetriebsstrom [A]:	1250 - 4000
Feldbreiten [mm] :	800; 1000
Messmodul:	optional

Kombinationsmöglichkeiten mit
- Leistungsschalterfeld (Längskupplung)

3.6.4.2 NXAIR 24 kV

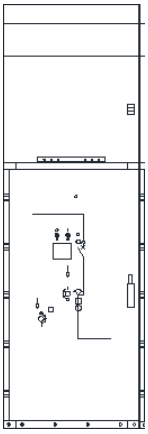
Leistungsschalterfeld
Einzelfeld

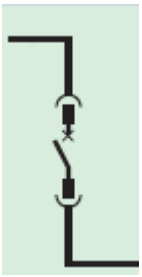




Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]:	16; 20; 25
Bemessungsspannung Ur [kV]:	24
Bemessungsbetriebsstrom [A]:	800 - 2500
Feldbreiten [mm] :	800; 1000
Leistungsschalter bis 25kA	
Anzahl Schaltspiele	10.000 / C2, E2, M2
Bemessungs-Schaltfolge	O – 0,3s – CO – 3min –CO O – 0,3s – CO – 15s –CO

Leistungsschalterfeld (Längskupplung)
Kombinationsfeld

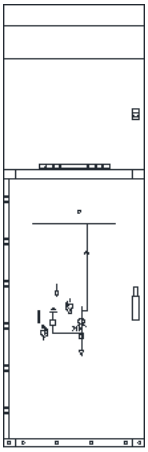
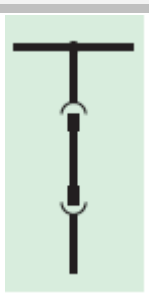
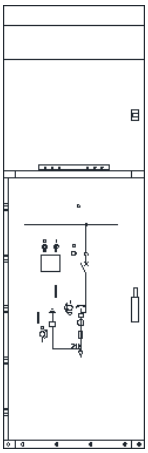
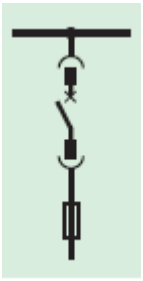




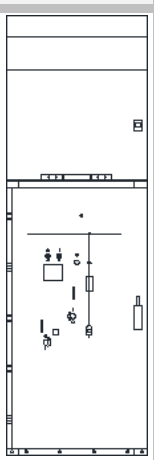
Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]:	16; 20; 25
Bemessungsspannung Ur [kV]:	24
Bemessungsbetriebsstrom [A]:	1250 - 2500
Feldbreiten [mm] :	800; 1000
Leistungsschalter bis 25kA	
Anzahl Schaltspiele	10.000 / C2, E2, M2
Bemessungs-Schaltfolge	O – 0,3s – CO – 3min –CO O – 0,3s – CO – 15s –CO

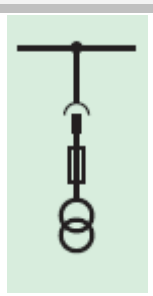
Kombinationsmöglichkeiten mit
- Hochführungsfeld mit Trennschalter

Hochführungsfeld ohne Trennschalter

	Trennfeld **Einzelfeld**		
		**Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]:**	16; 20; 25
		Bemessungsspannung Ur [kV]:	24
		Bemessungsbetriebsstrom [A]:	800 - 2500
		Feldbreiten [mm]:	800; 1000
	Leistungsschalter-/Sicherungsfeld **Einzelfeld**		
		**Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]:**	16; 20; 25
		Bemessungsspannung Ur [kV]:	24
		Bemessungsbetriebsstrom [A]:	800 *)
		Feldbreiten [mm] :	800
		*) Der Ausgangsstrom wird durch die Sicherung begrenzt	

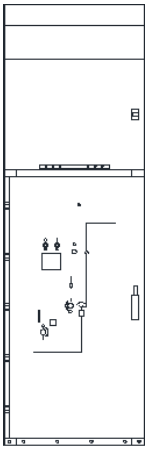
Messfeld
Einzelfeld

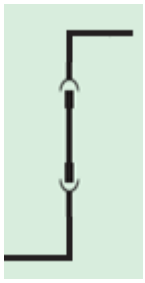




Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]:	16; 20; 25
Bemessungsspannung Ur [kV]:	24
Bemessungsbetriebsstrom [A]:	-
Feldbreiten [mm] :	800

Trennschalterfeld
Kombinationsfeld

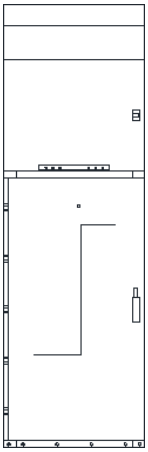


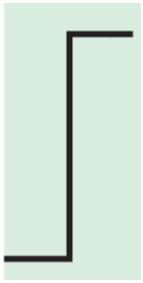


Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]:	16; 20; 25
Bemessungsspannung Ur [kV]:	24
Bemessungsbetriebsstrom [A]:	1250 - 2500
Feldbreiten [mm] :	800; 1000

Kombinationsmöglichkeiten mit
- Leistungsschalterfeld (Längskupplung)

Hochführungsfeld ohne Trennschalter
Kombinationsfeld





Bemessungs-Kurzzeitstrom Ik [kA]:	16; 20; 25
Bemessungsspannung Ur [kV]:	24
Bemessungsbetriebsstrom [A]:	1250 - 2500
Feldbreiten [mm]:	800; 1000
Messmodul:	optional

Kombinationsmöglichkeiten mit
- Leistungsschalterfeld (Längskupplung)

3.7 Technische Daten Mittelspannungs-Schaltanlage 8DA10 bis 3150A

3.7.1 Anforderungen der Energieversorgungs-Unternehmen (EVU)

Die Anforderungen gemäß geltender TAB (=Technischer Anschlussbedingungen) sind zu erfragen und zu beachten.

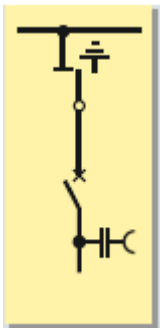
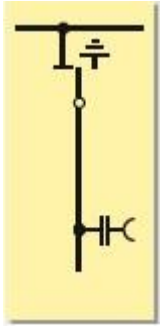
3.7.2 Wandler

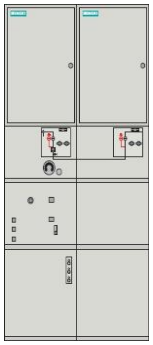
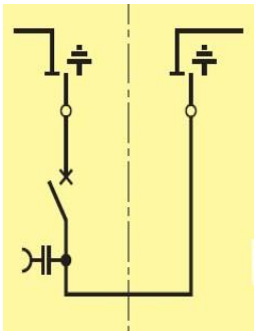
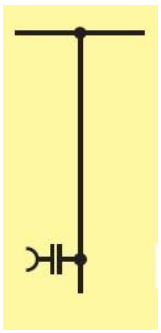
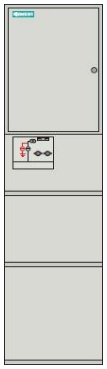
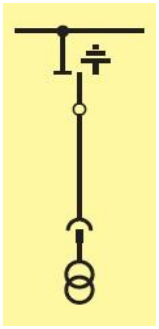
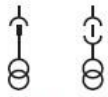
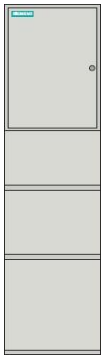
Für eine optimale Auslegung der Kombination Wandler-Schutz, wenden Sie sich bitte an Ihren zuständigen Siemens-Betreuer, der Ihnen eine separate Berechnung der benötigten Wandler bzw. Schutzgeräte durchführen kann.

Spannungswandler am Abzweig mit Verbindungskabel

Der ausgelagerte Spannungswandler am Abzweig mit Verbindungskabel kann aus Platzgründen nicht innerhalb des gewählten Feldes platziert werden.
Wir empfehlen daher direkt links oder rechts des Feldes mit dem ausgelagerte Spannungswandler am Abzweig, ein separates Leerfeld für diesen vorzusehen.
Ein Leerfeld kann Spannungswandler am Abzweig mit Kabelverbindung zweier jeweils links und rechts benachbarter Felder aufnehmen.

3.7.3 Felder

	Leistungsschalterfeld LS			
		Dreistellungs-Trennschalter	Vakuum-Leistungsschalter	Kapazitives Spannungs-prüfsystem
	Trennschalterfeld TS			
		Dreistellungs-Trennschalter		Kapazitives Spannungs-prüfsystem

	Längskupplung (in zwei Feldern) LK			
		Dreistellungs-Trennschalter	Vakuum-Leistungsschalter	Kapazitives Spannungs-prüfsystem
	Kabelanschlussfeld KF			
				Kapazitives Spannungs-prüfsystem
	Messfeld ME			
		Dreistellungs-Lasttrennschalter		 Steckbarer Span-nungswandler
	Leerfeld LE			
				

Mehr Informationen zu dieser Schaltanlage finden Sie hier:
www.siemens.de/8DAB

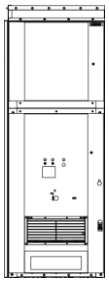
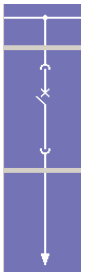
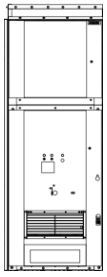
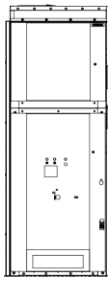
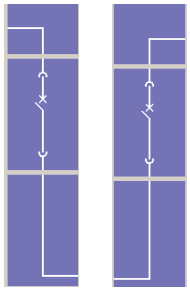
3.8 Technische Daten Luftisolierte Mittelspannungs-Schaltanlagen NXAir (nur für China)

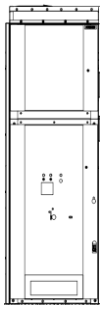
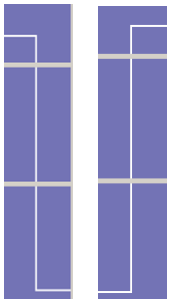
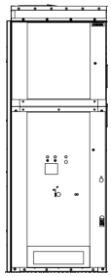
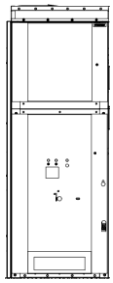
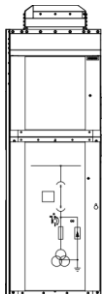
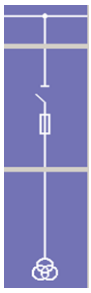
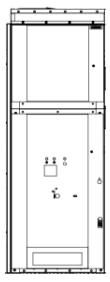
3.8.1 NXAir 12 kV

3.8.1.1 Stromwandler

Zur optimalen Auslegung der Kombination aus Transformator plus Schutz setzen Sie sich bitte mit Ihrem zuständigen Ansprechpartner bei Siemens in Verbindung, der Ihnen eine getrennte Berechnung der notwendigen Transformatoren bzw. Schutzgeräte erstellen kann.

3.8.1.2 Felder

	Leistungsschalterfeld		
		Einschub-Vakuumleistungsschalter	
		mechanische Lebensdauer	30.000 / M2
		Bemessungs-Kurzzeitstromfestigkeit	bis 40 kA 4 s
		Störlichtbogenstrom	bis 40 kA 1 s
	Trennfeld		
		Einschubtrennschalter links	
	Längskupplungsfeld: Leistungsschalterfeld		
		mechanische Lebensdauer	30.000 / M2
		Bemessungs-Kurzzeitstromfestigkeit	bis 40 kA 4 s
		Störlichtbogenstrom	bis 40 kA 1 s
		Längskupplungsfeld rechts	
		Längskupplungsfeld links	

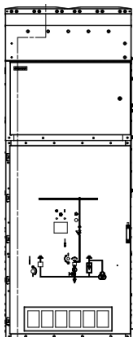
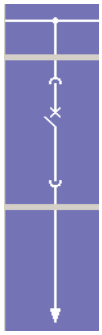
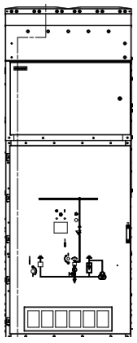
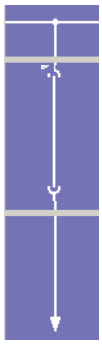
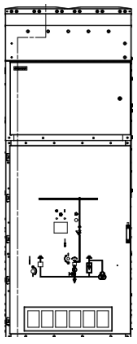
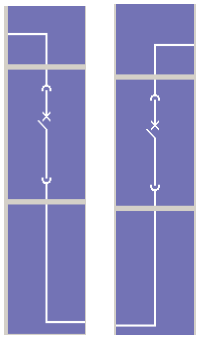
	Sammelschienenhochführungsfeld ohne Trennmodul		
		Sammelschienenhochführung rechts	
		Sammelschienenhochführung links	
	Vakuumschützfeld		
		Bemessungsstrom: 400 A	
		Hauptstromkreiswiderstand ≤ 180	
		Bemessungsschaltspiele: ■ elektrische Verriegelung: 1.000.000 ■ mechanische Verriegelung: 100.000	
	Sammenschienenverbindungsfeld		
		Sammelschienenraum	
		Schaltgeräteraum	
		Anschlussraum	
	Transformatorfeld		
		Sammelschienenraum	
		Schaltgeräteraum	
		Anschlussraum	
	Messfeld		
		Sammelschienenraum	
		Schaltgeräteraum	

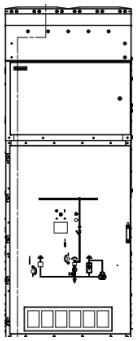
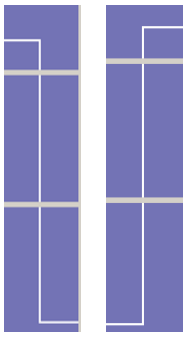
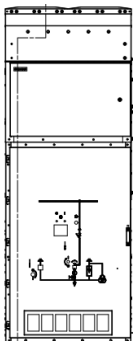
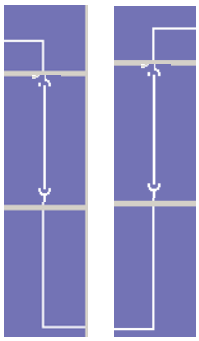
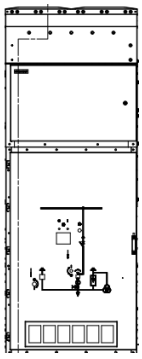
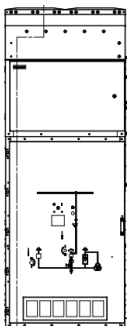
3.8.2 NXAir 24 kV

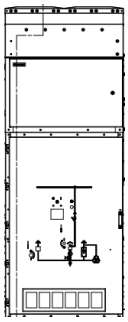
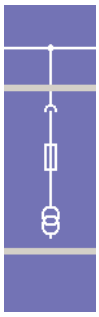
3.8.2.1 Stromwandler

Zur optimalen Auslegung der Kombination aus Transformator plus Schutz setzen Sie sich bitte mit Ihrem zuständigen Ansprechpartner bei Siemens in Verbindung, der Ihnen eine getrennte Berechnung der notwendigen Transformatoren bzw. Schutzgeräte erstellen kann.

3.8.2.2 Felder

	Leistungsschalterfeld		
		mechanische Lebensdauer	30.000 / M2
		Bemessungs-Kurzzeitstromfestigkeit	bis 31,5 kA 4 s
		Störlichtbogenstrom	bis 31,5 kA 1 s
		Schottungsklasse	PM
	Trennfeld		
		Einschubtrennschalter links	
	Längskupplungsfeld: Leistungsschalterfeld		
		Anzahl Ausschaltungen I_r	30.000 / M2
		Bemessungs-Kurzzeitstromfestigkeit	bis 31,5 kA 4 s
		Störlichtbogenstrom	bis 31,5 kA 1 s
		Schottungsklasse	PM
		Längskupplungsfeld rechts	
		Längskupplungsfeld links	

	Sammelschienenhochführungsfeld ohne Trennmodul		
		Sammelschienenhochführung rechts	
		Sammelschienenhochführung links	
	Sammelschienenhochführungsfeld mit Trennmodul		
		Sammelschienenhochführung rechts	
		Sammelschienenhochführung links	
	Sammenschienenverbindungsfeld		
		Sammelschienenraum	
		Schaltgeräteraum	
		Anschlussraum	
	Transformatorfeld		
		Sammelschienenraum	
		Schaltgeräteraum	
		Anschlussraum	

	Messfeld		
		Sammelschienenraum	
		Schaltgeräteraum	

3.9 Schutzgeräte ANSI-Codes

Legende:
■ = Basic
● = Optional (Mehrkosten)
– = nicht verfügbar
[1] in Vorbereitung
[2] via CFC

ANSI	Funktion	Abk.	7RW80	7SA82	7SD80	7SD82	7SJ80	7SJ82	7SJ85	7SK80	7SK82	7SK85	7SR100	7SR105	7SR11	7SR12	7SR45	7UM85	7UT82	7UT85	7UT86
	Schutzfunktionen für 3-polige Auslösung	3-polig	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Schutzfunktionen für 1-polige Auslösung	1-polig	–	–	–	●	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
14	Blockierter Läufer	I> + n<	–	–	–	–	–	–	–	■	■	■	–	■	–	–	–	●	–	–	–
21 / 21N	Distanzschutz	Z<, U< / I>/∠ (U,I)	–	■	–	■	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	●	●
21T	Impedanzschutz für Transformatoren / Generatoren	Z<	–	●	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	●	–	–	–
24	Übererregungsschutz	U/f	●	–	–	–	–	●	●	–	●	●	–	–	–	–	–	●	–	●	●
25	Synchrocheck, Synchronisierfunktion	Sync	●	●	–	●	●	●	●	–	●	●	–	–	–	–	–	●	–	●	●
25	Synchronisierfunktion 1-kanalig mit Stellbefehlen	Sync	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	●	–	–	–
25	Synchronisierfunktion 1,5 kanalig mit Stellbefehlen	Sync	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
25	Synchronisierfunktion 2-kanalig mit Stellbefehlen	Sync	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
27	Unterspannungsschutz	U<	■	●	●	●	●	●	●	●	●	●	–	–	–	■	–	●	–	●	●
27TN/59TN	100 % Ständererdschluss mit 3. Harmonischer	U0<,> (3.Harm.)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	●	–	–	–
	Blindleistungsrichtungs-Unterspannungsschutz (QU-Schutz)	Q> / U<	–	●	–	●	●	●	●	–	●	●	–	–	–	–	–	●	–	●	●
32	Gerichtete Leistungsüberwachung	P<>, Q<>	–	●	–	■	●	●	●	●	●	●	–	–	–	■	–	●	–	●	●
32	Kraftwerksentkupplung	dP/dt<	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	●	–	●	●
37	Unterstromschutz, Minimalleistung	I<, P<	–	●	–	●	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	–	●	–	–	–
38	Temperaturüberwachung	θ>	–	●	–	●	–	●	●	■	●	●	–	●	–	–	–	●	●	●	●
40	Untererregungsschutz	1/ XD	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	●	–	–	–
46	Schieflastschutz	I2>	–	●	–	–	■	■	■	■	■	■	■	■	●	●	–	■	●	●	●
46	Gegensystem-Überstromzeitschutz	I2>, I2 / I1>	–	●	–	–	■	■	■	■	■	■	■	–	●	●	–	■	●	●	●
47	Drehfeldüberwachung	L1, L2, L3	■	■	–	■	●	■	■	●	■	■	–	–	–	■	–	■	■	■	■
47	Überspannungsschutz, Gegensystem	U2>	■	●	●	●	●	●	●	●	●	●	–	–	–	■	–	●	–	●	●
48	Anlaufzeitüberwachung	$I2_{anl}$	–	–	–	–	–	–	–	■	■	■	–	■	–	–	–	■	–	–	–
49	Thermischer Überlastschutz	θ, I²t	–	●	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	●	●	–	■	■	■	■
49F	Läuferwicklungs-Überlastschutz	I²t	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	■	–	–	–
49FCG	Läuferüberlastschutz mit Kaltgas	θ>, I²t	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	■	–	–	–
49SCG	Ständerüberlastschutz mit Kaltgas	θ>, I²t	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	■	–	–	–
49H	Heißpunktberechnung	θh, I²t	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	●	●	●
50 / 50N	Unabhängiger Überstromzeitschutz	I>	–	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
SOTF	Schnellauslösung bei Zuschalten auf Fehler		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	–	–	■	■	■	●	■	■	■
AFD	Lichtbogenschutz		–	●	–	–	–	●	●	–	●	●	–	–	●	●	–	●	●	●	●
50Ns	Empfindlicher Erdstromschutz	I_{Ns}>	–	●	–	●	●	■	■	●	■	■	■	■	●	●	–	●	●	●	●
50Ns	Empfindliche Erdschlusserfassung für gelöschte und isolierte Netze über Pulsortung	IN-Puls	–	●	–	–	–	●	●	–	●	●	–	–	–	–	–	–	–	●	●
	Intermittierender Erdfehlerschutz	IIE>	–	●	–	●	■	●	●	■	●[1]	●[1]	–	–	–	–	–	●[1]	–	–	–
50EF	Endfehlerschutz	EFP	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
50BF	Leistungsschalter-Versagerschutz	LSVS	–	●	■	●	■	●	●	■	●	●	■	■	■	■	–	●	●	●	●
50RS	Leistungsschalter-Rückzündeüberwachung	LSRZ	–	●	–	–	–	●	●	–	●	●	–	–	–	–	–	●	●	●	●
51 / 51N	Abhängiger Überstromzeitschutz	I_P, I_{Np}	–	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Legende:
■ = Basic
● = Optional (Mehrkosten)
– = nicht verfügbar
[1] in Vorbereitung
[2] via CFC

ANSI	Funktion	Abk.	7RW80	7SA82	7SD80	7SD82	7SJ80	7SJ82	7SJ85	7SK80	7SK82	7SK85	7SR100	7SR105	7SR11	7SR12	7SR45	7UM85	7UT82	7UT85	7UT86
50L	Lastsprungschutz	$I>_L$	–	–	–	–	–	–	–	■	■	■	–	■	–	–	–	●	–	–	–
51C	Dynamische Ansprechwertumschaltung		–	–	–	–	■	■	■	■	■	■	■	–	■	■	–	●	–	–	–
51V	Spannungsabhängiger Überstromzeitschutz	t=f(I)+U<	–	●	–	●	●	●	●	●	●	●	–	–	–	■	–	●	–	–	–
55	Leistungsfaktor	cos φ	–	■[2]	–	■[2]	●	■[2]	■[2]	●	■[2]	■[2]	–	–	–	■	–	■[2]	●	●	●
59	Überspannungsschutz	U>	■	●	●	●	●	●	●	●	●	●	–	–	–	■	–	■	–	●	●
	Spitzenüberspannungsschutz, 3-phasig, für Kondensatoren	U> Kond.	–	–	–	–	–	●	●	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
59N	Überspannungsschutz, Nullsystem	U0>	■	●	●	●	●	●	●	●	●	●	–	–	–	■	–	■	–	●	●
59R, 27R	Spannungsänderungsschutz	dU / dt	■	–	–	–	●	–	–	●	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
60C	Stromunsymmetrieschutz für Kondensatorbänke	$I_{unbal}>$	–	–	–	–	–	●	●	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
60FL	Messspannungsausfall-Erkennung		–	■	●	■	●	■	■	●	■	■	–	–	–	–	–	■	–	●	●
64	Erdschlussschutz (Maschine)		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
66	Wiedereinschaltsperre	I^2t	–	–	–	–	–	–	–	■	■	■	–	■	–	■	–	●	–	–	–
67	Gerichteter Überstromzeitschutz, Phasen	$I>, I_P \angle (U,I)$	–	●	●	●	●	●	●	–	●	●	–	–	–	■	–	■	–	●	●
67N	Gerichteter Erdkurzschlussschutz	$I_N>, I_{NP} \angle (U,I)$	–	●	●	●	●	●	●	●	●	●	–	–	–	■	–	●	–	●	●
67Ns	Ger. empfindliche Erdfehlererfassung für gelöschte und isolierte Netze	$I_{NS}>, \angle (U,I)$	–	●	–	●	●	●	●	●	●	●	–	–	–	■	–	●	–	●	●
67Ns	Empfindliche Erdschlusserfassung für gelöschte und Netze nach dem Admittanzverfahren	G0>, B0>	–	●	–	●	–	●	●	–	●	●	–	–	–	–	–	●	–	●	●
67Ns	Empfindliche Erdschlusserfassung für gelöschte und Netze über Zeigermessung mit 3. oder 5. Harmonischer	$U0>, \angle (U_{harm.}, I_{harm.})$	–	●	–	●	–	●	●	–	●	●	–	–	–	–	–	–	–	●	●
67Ns	Erdschluss-Wischer Funktion, für transiente und statische Erdschlüsse in gelöschten und isolierten Netzen	W0p,tr>	–	●	–	●	–	●	●	–	●	●	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Gerichteter intermittierender Erdfehlerschutz	IIEdir>	–	–	–	–	●	●	●	●	●	●	–	–	–	–	–	–	●	●	●
68	Pendelsperre	ΔZ / Δt	–	●	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
74TC	Auslösekreisüberwachung	AKU	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	–	■	■	■	■
78	Außertrittfallschutz	ΔZ / Δt	–	●	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	●	–	–	–
79	Automatische Wiedereinschaltung	AWE	–	●	●	●	●	●	●	–	●	●	●	–	●	●	–	–	–	–	–
81	Frequenzschutz	f<, f>	■	●	●	●	●	●	●	●	●	●	–	–	–	■	–	■	–	●	●
81U	Automatische Frequenzentlastung	f<(AFE)	–	●	–	●	–	●	●	–	●	●	–	–	–	–	–	●	–	●	●
81R	Frequenzänderungsschutz	df/ dt	■	●	●	●	●	●	●	●	●	●	–	–	–	–	–	●	–	●	●
	Vektorsprungschutz	$\Delta_{\varphi U}>$	●	●	–	●	–	●	●	–	●	●	–	–	–	–	–	●	–	●	●
81LR	Lastzuschaltung	LZ	●	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
85	Informationsübertragungsverfahren		–	■	■	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
86	Einschaltsperre		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	●	●	●
87G	Differentialschutz, Generator	ΔI	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	●	●	●	●
87T	Differentialschutz, Transformator	ΔI	–	–	–	●	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	●	■	■	■
87T	Differentialschutz, Phasenschiebertransformator (Single	ΔI	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	●	●	●
87T	Differentialschutz, Phasenschiebertransformator (Two	ΔI	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
87T	Differentialschutz, Spezialtransformatoren	ΔI	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	●	●	●
87B	Differentialschutz, Sammelschiene	ΔI	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
87B	Kuppelfeld-Differentialschutz	ΔI	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	Querstabilisierung		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
87M	Differentialschutz, Motor	ΔI	–	–	–	–	–	–	–	–	–	●	–	–	–	–	–	●	●	●	●
87L	Differentialschutz, Leitung	ΔI	–	–	■	■	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	●	●
87C	Differentialschutz, Kondensatorbank	ΔI	–	–	–	–	–	●	●	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
87V	Spannungsdifferentialschutz, Kondensatorbank	ΔV	–	–	–	–	–	–	●	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
87STUB	Stub-Differentialschutz	ΔI	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	●[1]	●[1]
87N	Erdfehler-Differentialschutz	ΔI_N	–	●	■	●	●	●	●	–	–	–	–	–	●	●	–	●	●	●	●
	Drahtbrucherkennung (u.a. Differentialschutz)		–	–	■	■	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
90V	Spannungsregler 2 Wicklungstransformator		–	●	–	●	–	●	●	–	●	●	–	–	–	–	–	–	–	●	●
90V	Spannungsregler 3 Wicklungstransformator		–	●	–	●	–	●	●	–	●	●	–	–	–	–	–	–	–	●	●
90V	Spannungsregler Netzkupplungstransformator		–	●	–	●	–	●	●	–	●	●	–	–	–	–	–	–	–	●	●
90V	Spannungsregler für parallele Transformatoren		–	●	–	●	–	●	●	–	●	●	–	–	–	–	–	–	–	●	●
FL	Fehlerorter	FO	–	■	–	■	●	●	●	–	●	●	–	–	–	–	–	–	–	–	–
PMU	Synchrozeiger-Messung	PMU	–	●	–	●	–	●	●	–	●	●	–	–	–	–	–	●	–	●	●

3.10 Mittelspannungs-Schutzgeräte Beschreibung

7RW80	**Kompakter Spannungs- und Frequenzschutz** Spannungs- und Frequenzschutz für Verteilnetze, Transformatoren und elektrische Maschinen. Daneben ist das Gerät auch für Netzentkupplung oder Lastabwurf bei drohenden Netzzusammenbrüchen einsetzbar. Die integrierte, optionale Lastzuschaltfunktion ermöglicht die Wiederherstellung des Netzes nach Wiederkehr der Netzfrequenz. Das Gerät ermöglicht die Steuerung eines Leistungsschalters und weiterer Schaltgeräte und Automatisierungsfunktionen, wie beispielsweise Verriegelungen.
7SA82	**Distanzschutz für Mittel- und Hochspannung** Der Distanzschutz ist besonders für den kostenoptimierten Einsatz in kompakten Mittel- und Hochspannungsanlagen ausgelegt. Zur Erfassung und selektiven 3-poligen Auslösung von Kurzschlüssen in Radialnetzen, auf einseitig oder zweiseitig gespeisten Leitungen, Parallelleitungen und offen oder geschlossen betriebenen Ringnetzen aller Spannungsebenen. Erfassung von Erdschlüssen in isolierten oder gelöschten Netzen in radialer, ringförmiger oder vermaschter Anordnung. Reserveschutz für Differentialschutzeinrichtungen aller Art für Leitungen, Transformatoren, Generatoren, Motoren und Sammelschienen
7SD80	**Leitungsdifferentialschutz** Der Leitungsdifferentialschutz SIPROTEC 7SD80 ist für den selektiven Schutz von Kabeln und Leitungen bis 24 km in Netzen aller Sternpunktbehandlungen konzipiert. Der eingesetzte Phasenvergleichsalgorithmus ist ein schnelles und stabiles Verfahren für den Leitungsschutz von Industrie- und Verteilnetzen. Die Wirkschnittstellen-kommunikation erfolgt direkt, ohne externe Komponenten, über Zweidrahtverbindung, Lichtwellenleiter oder redundant. Der große Umfang ungerichteter und gerichteter Funktionen, die sowohl als Not- als auch als Reservestufen genutzt werden können, eröffnet viele Einsatzbereiche.
7SD82	**Leitungsdifferentialschutz für Mittel- und Hochspannung** Der Leitungsdifferentialschutz ist besonders für den kostenoptimierten und kompakten Einsatz in Mittel- und Hochspannungsanlagen ausgelegt. Leitungsschutz für alle Spannungsebenen mit 3-poliger Auslösung. Phasenselektiver Schutz von ein- und mehrseitig gespeisten Freileitungen und Kabeln aller Längen mit bis zu 6 Leitungsenden und Transformatoren und Kompensationsspulen im Schutzbereich.
7SJ80	**Kompakter gerichteter oder ungerichteter Überstromzeitschutz** Die SIPROTEC Compact 7SJ80-Relais können zum Schutz von Leitungen/Abgängen in Hochspannungs- und Mittelspannungsnetzen mit geerdetem, niederohmig geerdetem, isoliertem oder kompensiertem Sternpunkt eingesetzt werden. Die Relais verfügen über alle erforderlichen Funktionen für den Einsatz als Reserveschutz für ein Transformatordifferentialschutzrelais.
7SJ82	**Gerichteter Überstromzeitschutz** Das Überstromzeitschutzgerät SIPROTEC 7SJ82 ist ein universelles Schutz-, Steuerungs- und Automatisierungsgerät auf der Basis des SIPROTEC 5 Systems. Es ist speziell für den Schutz von Abzweigen und Leitungen konzipiert.
7SJ85	**Gerichteter Überstromzeitschutz, erweiterbar** Das Überstromzeitschutzgerät ist ein universelles Schutz-, Steuerungs- und Automatisierungsgerät speziell für den Schutz von Abzweigen und Leitungen konzipiert. Der gerichtete Überstromzeitschutz dient der Erfassung von Kurzschlüssen an elektrischen Betriebsmitteln bei Radialnetzen, einseitig oder zweiseitig gespeisten Leitungen, Parallelleitungen und offen oder geschlossen betriebenen Ringnetzen aller Spannungsebenen. Einsatz auch als Reserveschutz zu Vergleichsschutzeinrichtungen und als Schutz und Überwachung von Kapazitätsbänken.
7SK80	**Multifunktionales Motorschutzgerät** Das SIPROTEC 7SK80 ist ein multifunktionales Motorschutzgerät, das für den Schutz von Asynchronmotoren aller Größen entwickelt wurde. Als Ergänzung zu einem Transformatordifferentialschutz erfüllt das Gerät alle Aufgaben eines Reserveschutzes. Das SIPROTEC 7SK80 bietet „flexible Schutzfunktionen“. Zur Erfüllung individueller Anforderungen können zusätzlich zu den bereits vorhandenen Schutzfunktionen bis zu 20 weitere Schutzfunktionen hinzugefügt werden.
7SK82	**Motorschutzgerät** Das Motorschutzgerät ist ein universelles Schutz-, Steuerungs- und Automatisierungsgerät. Es ist speziell für den Schutz von kleinen bis mittleren Motoren konzipiert und dient u.a. dem Schutz gegen thermische Überlastung des Ständers und Läufers, der Erfassung von Erdschlüssen am Motor und dem Schutz gegen Motorkurzschlüsse. Es ermöglicht die Überwachung des thermischen Zustands und der Lagertemperaturen durch Temperaturmessung.

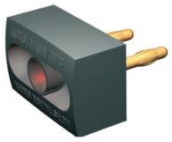
7SK85	**Multifunktionales Motorschutzgerät, erweiterbar** Das Motorschutzgerät ist ein universelles Schutz-, Steuerungs- und Automatisierungsgerät. Es ist speziell für den Schutz von Motoren konzipiert und dient u.a. dem Schutz gegen thermische Überlastung des Ständers und Läufers, der Erfassung von Erdschlüssen am Motor und dem schnellen Kurzschlussschutz mittels Motordifferentialschutz. Es ermöglicht die Überwachung des thermischen Zustands und der Lagertemperaturen durch Temperaturmessung.
7SR100	**Überstromzeit- und Erdfehlerschutz im Polycarbonatgehäuse** Preisgünstiger numerischer Überstromzeit- und Erdfehlerschutz zur Verwendung in der Sekundärverteilung und Industrie. Optional in gerichteter Ausführung erhältlich.
7SR105	**Motorschutz im Polycarbonatgehäuse** Preisgünstiges numerisches Motorschutzgerät für kleine Motoren zur Verwendung in der Industrie. Überstromzeitschutz kombiniert u.a. mit thermischem Überlastschutz, Motoranlaufüberwachung und Schutz bei blockiertem Läufer.
7SR11	**Überstromzeit- und Erdfehlerschutz** Die 7SR111 Gerätefamilie bietet Überstromzeit- und Erdfehlerschutz. Diese Geräte werden typischerweise als Hauptschutz auf Abzweigen und Verbindungen sowie als Reserveschutz von Anlagenteilen wie Transformatoren eingesetzt. In Verteilnetzen wird häufig lediglich ein Überstromzeit- und Erdfehlerschutz installiert.
7SR12	**Überstromzeit- und Erdfehlerschutz** Das 7SR12 ermöglicht die Richtungssteuerung der Überstromzeit- und Erdfehlerfunktion und wird meistens dort eingesetzt, wo Fehlerströme in jede Richtung fließen können, d. h. in Verbundnetzen.
7SR45	**Wandlerstrom- und oder hilfsspannungsversorgter ungerichter Überstromzeitschutz** Das wandlerstrom- und oder hilfsspannungsversorgte, einfache numerische Überstromzeit- und Erdfehlerschutzgerät ist vorrangig für den Einsatz in Ortsnetzstationen und Windkraftanlagen konzipiert.
7UM85	**Generatorschutzgerät, erweiterbar** Das Generatorschutzgerät ist speziell für den Schutz von Generatoren und Kraftwerksblöcken konzipiert und enthält alle notwendigen Hauptschutzfunktionen und weitere zahlreiche Schutz- und Überwachungsfunktionen.
7UT82	**Differentialschutz für Zweiwicklungstransformatoren** Das Transformatordifferentialschutzgerät ist ein universelles Schutz-, Steuerungs- und Automatisierungsgerät und ist speziell für den Schutz von Zweiwicklungstransformatoren konzipiert. Es ist der Hauptschutz für den Transformator und enthält zahlreiche weitere Schutz- und Überwachungsfunktionen. Die zusätzlichen Schutzfunktionen können auch als Reserveschutz für nachfolgende Schutzobjekte (z. B. Kabel, Leitung) eingesetzt werden.
7UT85	**Differentialschutz für Zweiwicklungstransformatoren, erweiterbar** Das Transformatordifferentialschutzgerät ist ein universelles Schutz-, Steuerungs- und Automatisierungsgerät und ist speziell für den Schutz von Zweiwicklungstransformatoren konzipiert. Es ist der Hauptschutz für den Transformator und enthält zahlreiche weitere Schutz- und Überwachungsfunktionen. Die zusätzlichen Schutzfunktionen können auch als Reserveschutz für nachfolgende Schutzobjekte (z. B. Kabel, Leitung) eingesetzt werden.
7UT86	**Differentialschutz für Dreiwicklungstransformatoren, erweiterbar** Das Transformatordifferentialschutzgerät ist ein universelles Schutz-, Steuerungs- und Automatisierungsgerät und ist speziell für den Schutz von Dreiwicklungstransformatoren konzipiert. Es ist der Hauptschutz für den Transformator und enthält zahlreiche weitere Schutz- und Überwachungsfunktionen. Die zusätzlichen Schutzfunktionen können auch als Reserveschutz für nachfolgende Schutzobjekte (z. B. Kabel, Leitung) eingesetzt werden.

Weitere Informationen zu diesen Schutzrelais finden Sie unter www.siemens.de/schutztechnik

3.11 Kapazitive Spannungsprüfsysteme

Spannungsprüfsysteme nach IEC /EN 61243-5 bzw. VDE 0682-415

HR / LRM



- Steckbares Spannungsanzeigegerät
- Phasenweises Feststellen der Spannungsfreiheit durch Einstecken in die entsprechenden Buchsenpaare
- Anzeigegerät für Dauerbetrieb geeignet
- Berührsicher
- Stückgeprüft
- Messsystem und Spannungsanzeigegerät prüfbar
- Spannungsanzeigegerät blinkt bei anstehender Hochspannung

VOIS+

- Integrierte Anzeige (Display)
- Mit Anzeige "A1" bis "A3"
  - "A1": Betriebsspannung vorhanden
  - "A2": Betriebsspannung nicht vorhanden.
  - "A3": Ausfall in Phase L1, z.B. Erdschluss, Betriebsspannung an L2 und L3
- Wartungsfrei, Wiederholungsprüfung erforderlich
- Mit integriertem 3-phasigen LRM-Messpunkt für Phasenvergleich

VOIS R+

- Integrierte Anzeige (Display)
- Mit Anzeige "A1" bis "A3"
  - "A1": Betriebsspannung vorhanden
  - "A2": Betriebsspannung nicht vorhanden
  - "A3": Ausfall in Phase L1, z.B. Erdschluss, Betriebsspannung an L2 und L3
- Wartungsfrei, Wiederholungsprüfung erforderlich
- Mit integriertem 3-phasigen LRM-Messpunkt für Phasenvergleich
- Mit integriertem Melderelais

WEGA 1.2 C

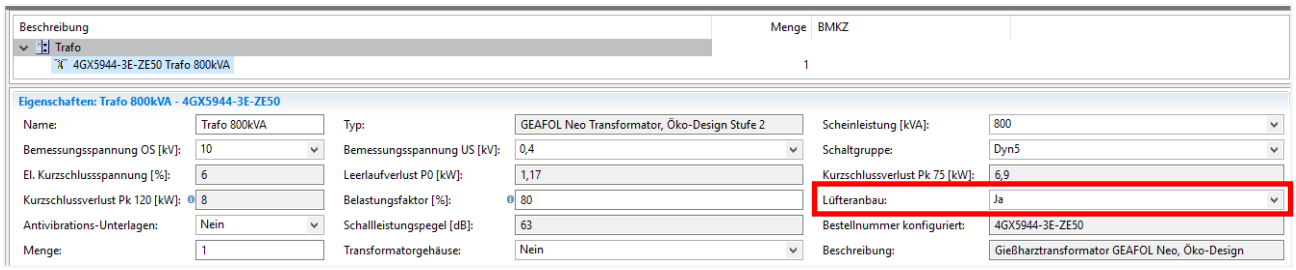
- Integrierte Anzeige (Display)
- Wartungsfrei
- Integrierte Wiederholungsprüfung der Schnittstelle (selbstüberprüfend)
- Mit integrierter Funktionsprüfung (ohne Hilfsenergie) durch Betätigung der Taste "Display-Test"
- Mit integriertem 3-phasigen LRM-Messpunkt für Phasenvergleich.
- Mit Anzeige nachfolgender Mittelspannungszustände
  - Spannung vorhanden: Einschaltschwelle der Spannungsanzeige: 0,1–0,45 x Un.
  - Spannung vorhanden: Integrierte Wiederholungsprüfung bestanden
  - Spannung vorhanden Integrierte Wiederholungsprüfung bestanden Spannungssignal zu hoch (Überspannungsanzeige)
  - Spannung nicht vorhanden
- Ohne Hilfsenergie
- Ohne Melderelais

WEGA 2.2 C 	■ Integrierte Anzeige (Display) ■ Wartungsfrei ■ Integrierte Wiederholungsprüfung der Schnittstelle (selbstüberprüfend) ■ Mit integrierter Funktionsprüfung (ohne Hilfsenergie) durch Betätigung der Taste "Display-Test" ■ Mit integriertem 3-phasigen LRM-Messpunkt für Phasenvergleich. ■ Mit Anzeige nachfolgender Mittelspannungszustände – Spannung vorhanden: Einschaltschwelle der Spannungsanzeige: 0,1–0,45 x Un. – Spannung vorhanden: Integrierte Wiederholungsprüfung bestanden – Spannung vorhanden Integrierte Wiederholungsprüfung bestanden Spannungssignal zu hoch (Überspannungsanzeige) – Spannung nicht vorhanden ■ Mit zwei LED-Anzeigen (grün U=0 und rot U≠0) ■ Melderelais (integriert, Hilfsenergie erforderlich)
CAPDIS-S1+ 	■ Wartungsfrei ■ Integrierte Anzeige (Display) ■ Integrierte Wiederholungsprüfung der Schnittstellen (selbstüberprüfend) ■ Mit integrierter Wiederholungsprüfung (ohne Hilfsenergie) durch Betätigung der "Test"-Taste ■ Mit integriertem 3-phasigen LRM-Messpunkt fur Phasenvergleich. ■ Mit Anzeige "A1" bis "A5" – "A1": Betriebsspannung vorhanden – "A2": Betriebsspannung nicht vorhanden – "A3": Ausfall in Phase L1, z.B. Erdschluss, Betriebsspannung an L2 und L3 – "A4": Spannung vorhanden. Erscheint im Bereich von 0,10...0,45 · U_n – "A5": Anzeige "Test" bestanden ■ Ohne Hilfsenergie ■ Ohne Melderelais (ohne Hilfskontakte)
CAPDIS-S2+ 	■ Wartungsfrei ■ Integrierte Anzeige (Display) ■ Integrierte Wiederholungsprüfung der Schnittstellen (selbstüberprüfend) ■ Mit integrierter Wiederholungsprüfung (ohne Hilfsenergie) durch Betätigung der "Test"-Taste ■ Mit integriertem 3-phasigen LRM-Messpunkt fur Phasenvergleich. ■ Mit Anzeige "A0" bis "A6" – "A0": Betriebsspannung nicht vorhanden. Aktive Nullspannungsanzeige – "A1": Betriebsspannung vorhanden – "A2": Hilfsenergie nicht vorhanden. – "A3": Ausfall in Phase L1, z.B. Erdschluss, Betriebsspannung an L2 und L3 – "A4": Spannung vorhanden. Erscheint im Bereich von 0,10...0,45 · $\boldsymbol{U_n}$ – "A5": Anzeige "Test" bestanden – "A6": Anzeige ERROR, z.B. Leiterbruch oder fehlende Hilfsenergie ■ Melderelais (integriert, Hilfsenergie erforderlich)

3.12 Lüfteranbau bei GEAFOL- und GEAFOL neo-Transformatoren

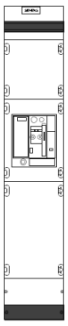
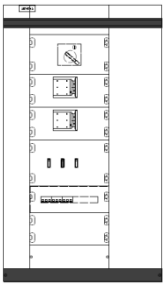
- Einige der Geafol-Transformatoren können mit 40% mehr Leistung betrieben werden, wenn ein Lüfter angebaut wird.
- Einige der Geafol neo-Transformatoren können mit 20% mehr Leistung betrieben werden, wenn ein Lüfter angebaut wird.

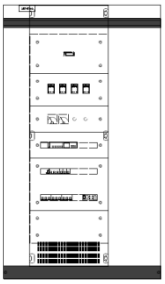
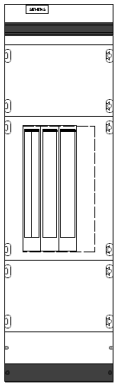
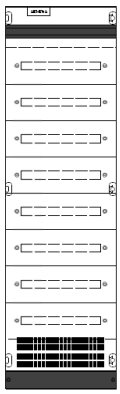
Die Eigenschaft „Lüfteranbau“ wird jedoch nicht bei der Anlage des Transformators im Programmschritt „1 Projektdefinition“ → „B Projektstruktur erstellen“ abgefragt, sondern kann im Programmschritt „2 Anlagenplanung“ als Eigenschaft des betreffenden Transformators ausgewählt werden.

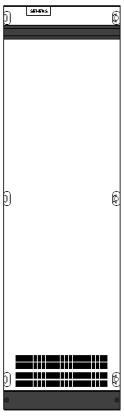


3.13 Technische Daten Niederspannungs-Schaltanlagen SIVACON S4

3.13.1 Felder

	Leistungsschaltertechnik	
	Einbautechnik	Festeinbau, Einschubtechnik
	Funktionen	Einspeisung, Abgang, Kupplung
	Bemessungsstrom I_n	bis 3.200 A
	Anschlussart	oben / unten
	Feldbreite (mm)	400 / 600 / 800 / 1.200
	Innere Unterteilung:	Form 1, 2b, 3b, 4a, 4b
	Sammelschienenlage:	oben
	Festeinbautechnik mit Modultüren	
	Einbautechnik	Einschub, Festeinbau, Stecksockel mit Modultüren
	Funktionen	Kabelabgänge
	Bemessungsstrom I_n	bis 1600 A
	Anschlussart	front- oder rückseitig
	Feldbreite (mm)	1.200 / 1.600
	Innere Unterteilung	Form 1, 2b, 3b, 4a, 4b
	Sammelschienenlage	oben

	Festeinbautechnik mit Feldtür / Frontblende	
	Einbautechnik	Einschub, Festeinbau, Stecksockel mit Frontblenden
	Funktionen	Kabelabgänge
	Bemessungsstrom I_n	bis 1600 A
	Anschlussart	front- oder rückseitig
	Feldbreite (mm)	1.200 / 1.600
	Innere Unterteilung	Form 1, 2b, 3b, 4a, 4b
	Sammelschienenlage	oben
	Leistentechnik für waagrechte Lasttrennleisten	
	Einbautechnik	Stecktechnik
	Funktionen	Kabelabgänge
	Bemessungsstrom I_n	bis 630 A
	Anschlussart	frontseitig
	Feldbreite (mm)	1.000 / 1.200
	Innere Unterteilung	Form 1, 3b, 4b
	Sammelschienenlage	oben
	Leistentechnik für senkrechte Sicherungs-Lasttrennleisten	
	Einbautechnik	Festeinbau
	Funktionen	Kabelabgänge
	Bemessungsstrom I_n	bis 630 A
	Anschlussart	frontseitig
	Feldbreite (mm)	600 / 800
	Innere Unterteilung	Form 1, 2b, 3b, 4a, 4b
	Sammelschienenlage	oben
	Installationseinbaugeräte	
	Einbautechnik	Festeinbau
	Funktionen	Installationseinbaugeräte
	Bemessungsstrom I_n	bis 200A
	Anschlussart	frontseitig
	Feldbreite (mm)	600 / 800
	Innere Unterteilung	Form 1, 2b
	Sammelschienenlage	oben / ohne

	Sonderfelder	
	Einbautechnik	Montageplatte, 19“-Einschubrahmen
	Funktionen	Freier Aufbau
	Feldbreite (mm)	400 / 600 / 800 /1.000 / 1.200 (Montageplatte) 600 / 800 (19“-Einschubrahmen)
	Innere Unterteilung	Form 1, 2b
	Sammelschienenlage	oben / ohne (Montageplatte) ohne (19“-Einschubrahmen)

3.13.2 Kabelanschluss

Bitte überprüfen Sie die Anschlussmöglichkeiten der Kabel an den Feldern!

3.13.3 Bestückungsregeln für belüftete Felder mit 3- bzw. 4-poligen Leisten

- Bestückung im Feld von unten nach oben von Baugröße 3 nach Baugröße 00 abnehmend
- Empfohlene Maximalbestückung je Feld ca. 2/3 einschließlich Reserve
- Leisten der Baugrößen 2 und 3 – sofern möglich – auf verschiedene Felder verteilen.
- Summen-Betriebsstrom je Feld max. 2000 A
- Bemessungsströme der Gerätebaugrößen = $\mathbf{0,8} \cdot I_n$ des größten Sicherungseinsatzes
- Bemessungsströme von kleineren Sicherungseinsätzen einer Baugröße = $\mathbf{0,8} \cdot I_n$ des Sicherungseinsatzes

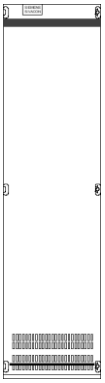
Größe	Gruppenbildung	Blindabdeckungen mit Lüftungsschlitzen	Beispiel		
00 1	Summe der Betriebsströme der Gruppe ≤ 400 A	100 mm Blindabdeckung unterhalb [1] der Gruppe	Leiste Leiste BG 00 / 1 Leiste BG 00 / 1 Leiste BG 00 / 1 Leiste	Nennstrom Sicherung: 80 A 125 A 250 A Summe:	Betriebs-strom: 64 A 100 A 200 A 364 A
2	Nicht zulässig	50 mm Blindabdeckung unterhalb [1] der Leiste	Leiste Leiste BG 2 Leiste	Nennstrom Sicherung: 400 A	Betriebs-strom: 320 A
3	Nicht zulässig Betriebsstrom < 440 A	50 mm Blindabdeckung oberhalb und 100 mm Blindabdeckung unterhalb [1] der Leiste	Leiste Leiste BG 3 Leiste	Nennstrom Sicherung: 500 A	Betriebs-strom: 400 A
	Nicht zulässig Betriebsstrom ab 440 A bis 500 A	Je 100 mm Blindabdeckung oberhalb und unterhalb [1] der Leiste	Leiste Leiste BG 3 Leiste	Nennstrom Sicherung: 630 A	Betriebs-strom: 500 A

[1] unterhalb der untersten Leiste im Feld sind statt 100 mm Blindabdeckung nur 50 mm bzw. statt 50 mm Blindabdeckung keine erforderlich

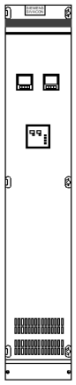
3.14 Technische Daten Niederspannungs-Schaltanlagen SIVACON S8

3.14.1 Felder

	Leistungsschaltertechnik	
	Einbautechnik	Festeinbau, Einschubtechnik
	Funktionen	Einspeisung, Abgang, Kupplung
	Bemessungsstrom I_n	bis 6.300 A
	Anschlussart	front- oder rückseitig Kabel / Schienenverteiler
	Feldbreite (mm)	400 / 600 / 800 / 1.000 / 1.400
	Innere Unterteilung:	Form 1, 2b, 3a, 4b, 4 Type 7 (BS)
	Sammelschienenlage:	hinten / oben
	Direkteinspeisung	
	Einbautechnik	Festeinbau
	Funktionen	Einspeisung, Abgang
	Bemessungsstrom In	bis 6300A
	Anschlussart	front- oder rückseitig Kabel / Schienenverteiler
	Feldbreite (mm)	400 / 600 / 800 / 1000 / 1400
	Innere Unterteilung	Form 1, 2b, 3a, 4b, 4 Type 7 (BS)
	Sammelschienenlage	hinten / oben
	Universaleinbautechnik	
	Einbautechnik	Einschubtechnik, Festeinbau mit Fachtüren, Stecktechnik
	Funktionen	Kabelabgänge, Motorabgänge (MCC)
	Bemessungsstrom I_n	bis 630 A / bis 250 kW
	Anschlussart	front- oder rückseitig
	Feldbreite (mm)	600 / 1.000 / 1.200
	Innere Unterteilung	Form 2b, 3b, 4a, 4b, 4 Type 7 (BS)
	Sammelschienenlage	hinten / oben

	Festeinbautechnik	
	Einbautechnik	Festeinbau mit Frontblenden
	Funktionen	Kabelabgänge
	Bemessungsstrom I_n	bis 630 A
	Anschlussart	frontseitig
	Feldbreite (mm)	1.000 / 1.200
	Innere Unterteilung	Form 1, 2b, 3b, 4a, 4b
	Sammelschienenlage	hinten / oben
	Frequenzumrichter	
	Einbautechnik	Festeinbau
	Funktionen	Motorabgänge mit Frequenzumrichter
	Bemessungsstrom In	bis 630 A / bis 250 kW
	Anschlussart	-
	Feldbreite (mm)	400, 600, 800, 1000
	Innere Unterteilung	Form 1, 2b
	Sammelschienenlage	hinten / ohne
	Leistentechnik für waagrechte Lasttrennleisten	
	Einbautechnik	Stecktechnik
	Funktionen	Kabelabgänge
	Bemessungsstrom I_n	bis 630 A
	Anschlussart	frontseitig
	Feldbreite (mm)	1.000 / 1.200
	Innere Unterteilung	Form 1, 3b, 4b
	Sammelschienenlage	hinten / oben
	Leistentechnik für senkrechte Sicherungs-Lasttrennleisten	
	Einbautechnik	Festeinbau
	Funktionen	Kabelabgänge
	Bemessungsstrom I_n	bis 630 A
	Anschlussart	frontseitig
	Feldbreite (mm)	600 / 800 / 1.000
	Innere Unterteilung	Form 1, 2b
	Sammelschienenlage	hinten
	Leerfeld mit ALPHA-Einbausatz	
	Einbautechnik	Festeinbau
	Funktionen	Motorabgänge mit Frequenzumrichter

	Bemessungsstrom In	bis 630 A / bis 250 kW
	Anschlussart	-
	Feldbreite (mm)	400 / 600 / 800 / 1000
	Innere Unterteilung	Form 1, 2b
	Sammelschienenlage	hinten / oben
	Feldhöhe (mm)	2000
	Blindleistungskompensation	
	Einbautechnik	Festeinbau
	Funktionen	zentrale Kompensation der Blindleistung
	Bemessungsstrom I_n	unverdrosselt bis 600 kvar / verdrosselt bis 500 kvar
	Anschlussart	frontseitig
	Feldbreite (mm)	800
	Innere Unterteilung	Form 1, 2b
	Sammelschienenlage	hinten / oben / ohne

	Netzumschaltung	
	Einbautechnik	Festeinbau
	Funktionen	Komplett ausgestattetes Netzumschaltfeld zur Ansteuerung von 2 offenen / kompakten Leistungsschaltern zur automatischen / manuellen Umschaltung zwischen Haupt- und Ersatzversorgungsnetz
	Bemessungsstrom I_n	-
	Anschlussart	-
	Feldbreite (mm)	400
	Innere Unterteilung	Form 2b
	Sammelschienenlage	hinten / oben / ohne
	Zentraler Erdungspunkt	
	Einbautechnik	Festeinbau
	Funktionen	Zentraler Erdungspunkt, verwendbar bei Sammelschienensystem L1-L3,PEN (Isoliert),PE
	Bemessungsstrom In	-
	Anschlussart	-
	Feldbreite (mm)	200
	Innere Unterteilung	Form 2b
	Sammelschienenlage	hinten / oben / ohne

3.14.2 Kabelanschluss

Bitte überprüfen Sie die Anschlussmöglichkeiten der Kabel an den Feldern!
Hinweise dazu finden Sie auch im Kapitel Parallele Kabel bei Einspeisungen und Abgängen im System SIVACON S8 (Niederspannungs-Energieverteiler) dieses Handbuchs.

3.14.3 Schienenverteilerbaugröße bei Anschlussart "Schienenverteiler für Leistungsschaltertechnik"

	Schienenverteiler Anschlussstücke für Schienenverteiler LD mit Aluminium-Leiter. Stromstärken Schienenverteiler			
		IP34, horizontal	IP34, vertikal	IP54
LDA<n>	LDA1	bis 1100 A	bis 950 A	bis 900 A
	LDA2	bis 1250 A	bis 1100 A	bis 1000 A
	LDA3	bis 1600 A	bis 1250 A	bis 1200 A
	LDA4	bis 2000 A	bis 1700 A	bis 1500 A
	LDA5	bis 2500 A	bis 2100 A	bis 1800 A
	LDA6	bis 3000 A	bis 2300 A	bis 2000 A
	LDA7	bis 3700 A	bis 2800 A	bis 2400 A
	LDA8	bis 4000 A	bis 3400 A	bis 2700 A

	Schienenverteiler Anschlussstücke für Schienenverteiler LD mit Kupfer-Leiter. Stromstärken Schienenverteiler			
		IP34, horizontal	IP34, vertikal	IP54
LDC<n>	LDC2	bis 2000 A	bis 1650 A	bis 1600 A
	LDC3	bis 2600 A	bis 2100 A	bis 2000 A
	LDC6	bis 3400 A	bis 2700 A	bis 2600 A
	LDC7	bis 4400 A	bis 3500 A	bis 3200 A
	LDC8	bis 5000 A	bis 4250 A	bis 3600 A

	Schienenverteiler Anschlussstücke für Schienenverteiler LI mit Aluminium-Leiter. Stromstärken	
LIA<n>	LIA1600	bis 1600 A
	LIA2000	bis 2000 A
	LIA2500	bis 2500 A
	LIA3200	bis 3200 A
	LIA4000	bis 4000 A
	LIA5000	bis 5000 A

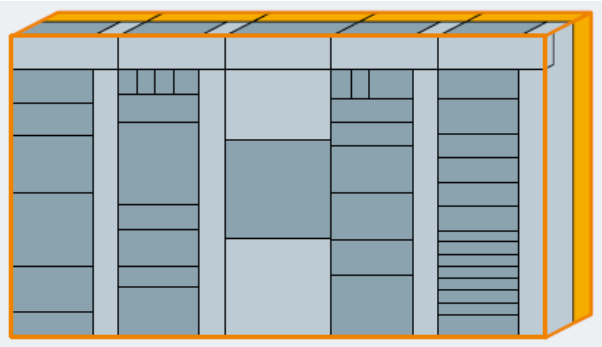
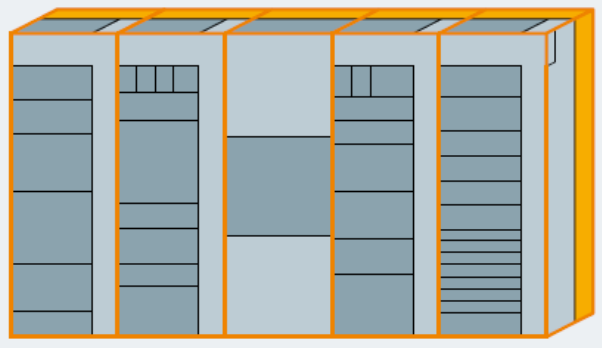
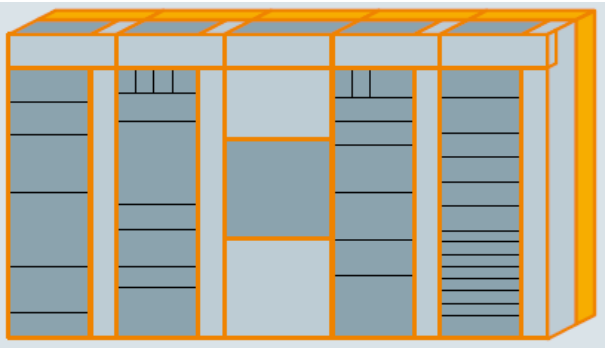
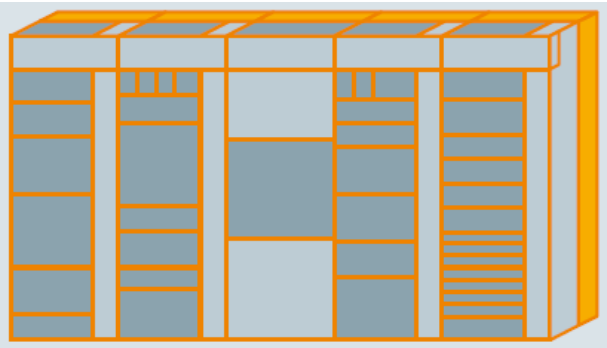
	Schienenverteiler Anschlussstücke für Schienenverteiler LI mit Kupfer-Leiter. Stromstärken	
LIC<n>	LIC1600	bis 1600 A
	LIC2000	bis 2000 A
	LIC2500	bis 2500 A
	LIC3200	bis 3200 A
	LIC4000	bis 4000 A
	LIC5000	bis 5000 A
	LIC6300	bis 6300 A

Für den Anschluss des Schienenverteilersystems LI an die Niederspannungs-Schaltanlage SIVACON S8 gibt es spezielle Schienenköpfe. Diese Schienenköpfe ermöglichen die Verbindung von offenen Leistungsschaltern 3WL mit dem Schienenverteilersystem. Dafür müssen diese jedoch in der Schaltereinbautechnik „Einschub" in der Schaltanlage verbaut sein.

3.14.4 Störlichtbogenstufen

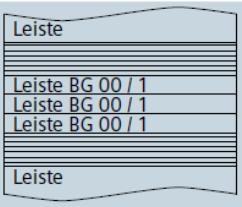
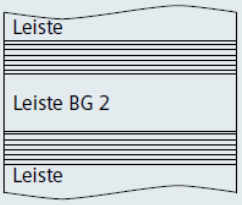
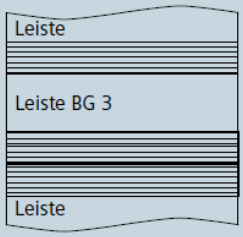
Die Störlichtbogenstufen beschreiben die Klassifizierung entsprechend der Eigenschaften unter Störlichtbogenbedingungen und die Begrenzung der Auswirkungen eines Störlichtbogens auf die Anlage bzw. Anlagenbereiche.

Die Prüfung von Niederspannungs-Schaltanlagen unter Störlichtbogenbedingungen ist eine Sonderprüfung nach IEC 61641 bzw. VDE 0660 Teil 500-2.

	**Stufe 1** Personensicherheit ohne eine weitgehende Begrenzung der Auswirkungen des Lichtbogens innerhalb der Anlage.
	**Stufe 2** Personensicherheit mit einer Begrenzung der Auswirkungen des Lichtbogens auf ein Feld bzw. Doppelfronteinheit.
	**Stufe 3** Personensicherheit mit einer Begrenzung auf Hauptsammelschienenraum in einem Feld bzw. Doppelfronteinheit sowie den Geräte- oder Kabelanschlussraum.
	**Stufe 4** Personensicherheit mit einer Begrenzung der Auswirkungen des Lichtbogens auf den Entstehungsort.

3.14.5 Bestückungsregeln für belüftete Felder mit 3- bzw. 4-poligen Leisten

- Bestückung im Feld von unten nach oben von Baugröße 3 nach Baugröße 00 abnehmend
- Empfohlene Maximalbestückung je Feld ca. 2/3 einschließlich Reserve
- Leisten der Baugrößen 2 und 3 – sofern möglich – auf verschiedene Felder verteilen.
- Summen-Betriebsstrom je Feld max. 2000 A
- Bemessungsströme der Gerätebaugrößen $= \mathbf{0,8} \cdot \boldsymbol{I_n}$ des größten Sicherungseinsatzes
- Bemessungsströme von kleineren Sicherungseinsätzen einer Baugröße $= \mathbf{0,8} \cdot \boldsymbol{I_n}$ des Sicherungseinsatzes

Größe	Gruppenbildung	Blindabdeckungen mit Lüftungsschlitzen	Beispiel		
00 1	Summe der Betriebsströme der Gruppe ≤ 400 A	100 mm Blindabdeckung unterhalb [1] der Gruppe		Nennstrom Sicherung: 80 A 125 A 250 A Summe:	Betriebs-strom: 64 A 100 A 200 A 364 A
2	Nicht zulässig	50 mm Blindabdeckung unterhalb [1] der Leiste		Nennstrom Sicherung: 400 A	Betriebs-strom: 320 A
3	Nicht zulässig Betriebsstrom < 440 A	50 mm Blindabdeckung oberhalb und 100 mm Blindabdeckung unterhalb [1] der Leiste		Nennstrom Sicherung: 500 A	Betriebs-strom: 400 A
	Nicht zulässig Betriebsstrom ab 440 A bis 500 A	Je 100 mm Blindabdeckung oberhalb und unterhalb [1] der Leiste		Nennstrom Sicherung: 630 A	Betriebs-strom: 500 A

[1] unterhalb der untersten Leiste im Feld sind statt 100 mm Blindabdeckung nur 50 mm bzw. statt 50 mm Blindabdeckung keine erforderlich

3.14.6 Derating-Tabellen

3.14.6.1 Bemessungsstrom für offene Leistungsschalter (ACB) 3WL

Schutzart		IP54 (unbelüftet)	IP3X, IP4X (belüftet)	IP54 (unbelüftet)	IP3X, IP4X (belüftet)	IP54 (unbelüftet)	IP3X, IP4X (belüftet)	IP54 (unbelüftet)	IP3X, IP4X (belüftet)
Feld		Für ein ACB							
Sammelschienenlage		hinten							
Funktion		Einspeisung, Abgang / Felder für 1 x ACB							
Kabel-/ Schieneneinführung		unten		oben		oben		unten	
Anschlussart		Kabel, Schiene LD		Kabel		Schiene LD		Schiene LI (Alu/Cu) *)	
Nennstrom [A]	**Baugröße**	Bemessungsstrom bei 35° [A]							
630	I	630	630	630	630				
800	I	800	800	800	800				
1000	I	1000	1000	1000	1000				
1250	I	1170	1250	1020	1190				
1600	I	1410	1600	1200	1360	1440	1550	1240/1220	1480/1440
2000	I	1500	1840	1480	1710	1590	1740	1450/1480	1600/1600
2000	II	1630	1920	1880	2000	1630	1920		
2500	II (bis 100kA)	1950	2320	1830	2380	2130	2330	1930/1950	2350/2340
2500	II (130kA)							- / 2200	- / 2500
3200	II (bis 100kA)	2470	2920	1990	2480	2440	2660	2100/2160	2570/2640
3200	II (130kA)							- / 2360	- / 3000
4000	III	2700	3700	2430	3040	2750	3120	2640/2650	3330/3390
5000	III	3590	4840			3590	4440	3470/3490	4790/4840
6300	III							3560/3670	5000/5100

*) Werte beziehen sich jeweils auf die größtmögliche auswählbare Schienenverteilerbaugröße

Schutzart		IP54 (unbelüftet)	IP3X, IP4X (belüftet)	IP54 (unbelüftet)	IP3X, IP4X (belüftet)	IP54 (unbelüftet)	IP3X, IP4X (belüftet)
Feld		für ein ACB					
Sammelschienenlage		hinten					
Funktion		Einspeisung, Abgang / Felder für 1 x ACB		Längskupplung		Querkupplung	
Kabel-/ Schieneneinführung		oben					
Anschlussart		Schiene LI (Alu/Cu) *)					
Nennstrom [A]	**Baugröße**	Bemessungsstrom bei 35° [A]					
630	I			630	630	630	630
800	I			800	800	800	800
1000	I			1000	1000	1000	1000
1250	I			1140	1250	1170	1250
1600	I	1260/1230	1470/1510	1360	1600	1410	1600

Schutzart		IP54 (un-belüftet)	IP3X, IP4X (belüftet)	IP54 (un-belüftet)	IP3X, IP4X (belüftet)	IP54 (un-belüftet)	IP3X, IP4X (belüftet)
Feld		für ein ACB					
Sammelschienenlage		hinten					
Funktion		Einspeisung, Abgang / Felder für 1 x ACB		Längskupplung		Querkupplung	
Kabel-/ Schieneneinführung		oben					
Anschlussart		Schiene LI (Alu/Cu) *)					
Nennstrom [A]	**Baugröße**	Bemessungsstrom bei 35° [A]					
2000	I	1450/1530	1600/1600	1630	1910	1500	1840
2000	II			1710	2000	1630	1920
2500	II (bis 100kA)	1930/2150	2350/2310	1930	2440	1950	2320
2500	II (130kA)	- / 2240	- / 2500	2130	2500	1950	2320
3200	II (bis 100kA)	2030/2230	2510/2680	2410	2700	2470	2920
3200	II (130kA)	- / 2340	- / 3020	2310	3110	2470	2920
4000	III	2360/2410	2870/3030	2650	3510	2700	3700
5000	III	3390/3420	4920/4860	3310	4460		
6300	III			3300	5060		

Schutzart		IP54 (un-belüftet)	IP3X, IP4X (belüftet)	IP54 (un-belüftet)	IP3X, IP4X (belüftet)	IP54 (un-belüftet)	IP3X, IP4X (belüftet)
Feld		für ein ACB					
Sammelschienenlage		oben					
Funktion		Einspeisung, Abgang					
Kabel-/ Schieneneinführung		unten		oben			
Anschlussart		Kabel, Schiene		Schiene LD		Schiene LI (Alu/Cu) *)	
Nennstrom [A]	**Baugröße**	Bemessungsstrom bei 35° [A]					
630	I	630	630				
800	I	800	800				
1000	I	930	1000				
1250	I	1160	1250				
1600	I	1200	1500	1420	1580		
2000	I	1550	1780	1600	1790	1450/1530	1600/1600
2000	II	1630	2000	1630	2000		
2500	II	1960	2360	2030	2330	1950/1910	2000/2000
3200	II	2240	2680	2420	2720	2220/2260	2500/2310
4000	III	2600	3660	2980	3570	2510/2830	3040/3200
5000	III	3830	4450	3860	4460	3750/3520	4000/4000
6300	III	4060	4890			3890/4000	4940/5000

Schutzart		IP54 (unbelüftet)	IP3X, IP4X (belüftet)
Feld		Für ein ACB	
Sammelschienenlage		hinten	
Funktion		Längskupplung	
Nennstrom [A]	**Baugröße**	Bemessungsstrom bei 35° [A]	
630	I	630	630
800	I	800	800
1000	I	930	1000
1250	I	1160	1250
1600	I	1390	1600
2000	I	1500	1850
2000	II	1630	1930
2500	II	1960	2360
3200	II	2200	2700
4000	III	2840	3670
5000	III	3660	4720
6300	III	3920	5180

Schutzart		IP54 (unbelüftet)	IP3X, IP4X (belüftet)	IP54 (unbelüftet)	IP3X, IP4X (belüftet)	
Feld		für zwei ACB				
Sammelschienenlage		hinten				
Funktion		1x Längskupplung, 1x Einspeisung/Abgang				
Kabel-/ Schieneneinführung		unten		oben		
Anschlussart		Kabel, Schiene LI		Kabel, Schiene LI		
Nennstrom [A]	**Baugröße**	Bemessungsstrom bei 35° [A]				**Variante**
2000	II	auf Anfrage	auf Anfrage	1660	1930	A
2000	II	auf Anfrage	auf Anfrage	1760	1990	B
2000	II	auf Anfrage	auf Anfrage	1510	1820	C
2500	II	1940	2260	2030	2380	A
2500	II	1920	2340	2270	2490	B
2500	II	1720	2170	1880	2230	C

Variante A: Einspeisung/Abgang = EIN; Längskupplung = AUS
Variante B: Einspeisung/Abgang = AUS; Längskupplung = EIN
Variante C: Einspeisung/Abgang = EIN; Längskupplung = EIN

3.14.6.2 Bemessungsstrom für offene Leistungsschalter (ACB) 3WT

Schutzart		IP54 (un-belüftet)	IP3X, IP4X (belüftet)	IP54 (un-belüftet)	IP3X, IP4X (belüftet)
Sammelschienenlage		hinten			
Funktion		Einspeisung, Abgang			
Kabel-/ Schieneneinführung		unten		oben	
Anschlussart		**Kabel, Schiene**			
Nennstrom [A]	**Baugröße**	Bemessungsstrom bei 35° [A]			
630	I	630	630	630	630
800	I	800	800	800	800
1000	I	1000	1000	915	1000
1250	I	1160	1250	1060	1250
1600	I	1500	1600	1220	1370
2000	II	1710	1980	1710	1980
2500	II	2030	2400	1930	2210
3200	II	2290	2690	2020	2340

Schutzart		IP54 (un-belüftet)	IP3X, IP4X (belüftet)	IP54 (un-belüftet)	IP3X, IP4X (belüftet)
Sammelschienenlage		hinten			
Funktion		Längskupplung		Querkupplung	
Nennstrom [A]	**Baugröße**	Bemessungsstrom bei 35° [A]			
630	I	630	630	630	630
800	I	800	800	800	800
1000	I	1000	1000	1000	1000
1250	I	1230	1250	1160	1250
1600	I	1430	1640	1500	1600
2000	II	1660	1950	1710	1980
2500	II	2180	2460	2030	2400
3200	II	2290	2690	2290	2690

Schutzart		IP54 (unbelüftet)	IP3X, IP4X (belüftet)
Sammelschienenlage		oben	
Funktion		Einspeisung, Abgang	
Kabel-/ Schieneneinführung		unten	
Anschlussart		Kabel, Schiene	
Nennstrom [A]	**Baugröße**	Bemessungsstrom bei 35° [A]	
630	I	630	630
800	I	800	800
1000	I	860	1000
1250	I	995	1250
1600	I	1350	1590
2000	II	1440	1810
2500	II	1760	2200
3200	II	2000	2390

Schutzart		IP54 (unbelüftet)	IP3X, IP4X (belüftet)
Sammelschienenlage		hinten	
Funktion		Längskupplung	
Nennstrom [A]	**Baugröße**	Bemessungsstrom bei 35° [A]	
630	I	630	630
800	I	800	800
1000	I	860	1000
1250	I	995	1250
1600	I	1420	1600
2000	II	1440	1810
2500	II	1760	2200
3200	II	1980	2380

3.14.6.3 Bemessungsstrom für Kompaktleistungsschalter (MCCB) 3VL (Einzelfeld)

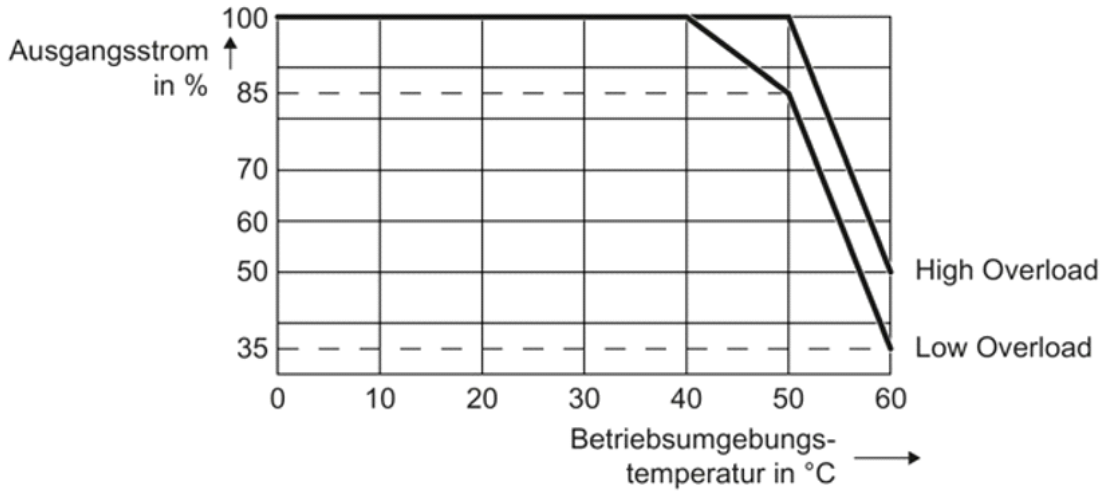
Schutzart	IP54 (un-belüftet)	IP3X, IP4X (belüftet)	IP54 (un-belüftet)	IP3X, IP4X (belüftet)
Sammelschienenlage	hinten			
Funktion	Einspeisung, Abgang			
Kabel-/ Schieneneinführung	unten		oben	
Anschlussart	**Kabel**		**Kabel**	
Nennstrom [A]	Bemessungsstrom bei 35° [A]			
630	515	570	475	520
800	655	720	605	660
1250	890	1100	775	980
1600	1050	1200	915	1070

Schutzart	IP54 (un-belüftet)	IP3X, IP4X (belüftet)
Sammelschienenlage	oben	
Funktion	Einspeisung, Abgang	
Kabel-/ Schieneneinführung	unten	
Anschlussart	**Kabel**	
Nennstrom [A]	Bemessungsstrom bei 35° [A]	
630	540	570
800	685	720
1250	890	1100
1600	900	1100

3.14.7 Frequenzumrichter

3.14.7.1 Einbaugeräte

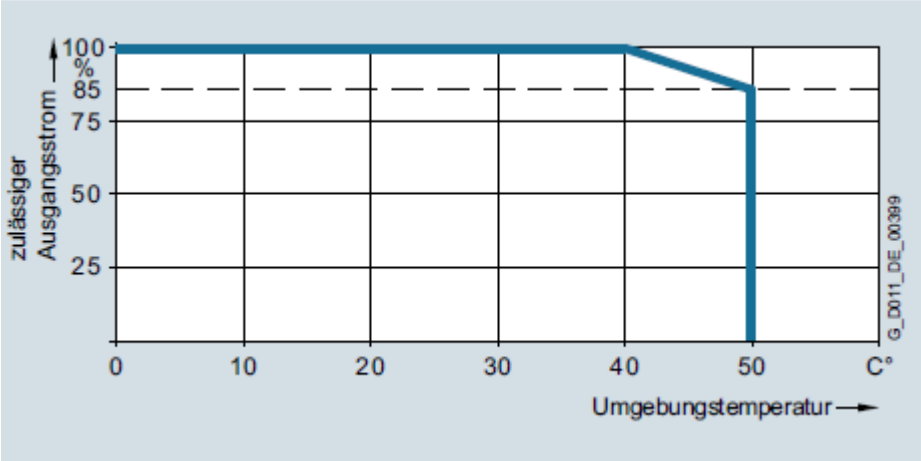
Zulässiger Ausgangsstrom in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur des Umrichters (gültig bis 1000m über NN):



Betriebsumgebungstemperatur = Temperatur im Schrankinneren

3.14.7.2 Schrankgeräte für Applikation „Pumpen, Lüften, Verdichten“

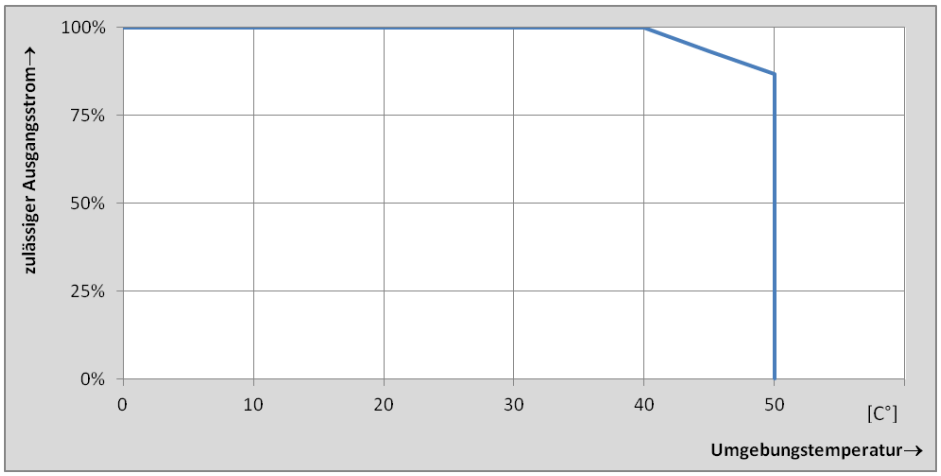
Zulässiger Ausgangsstrom in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur des Umrichters (gültig bis 1000m über NN):



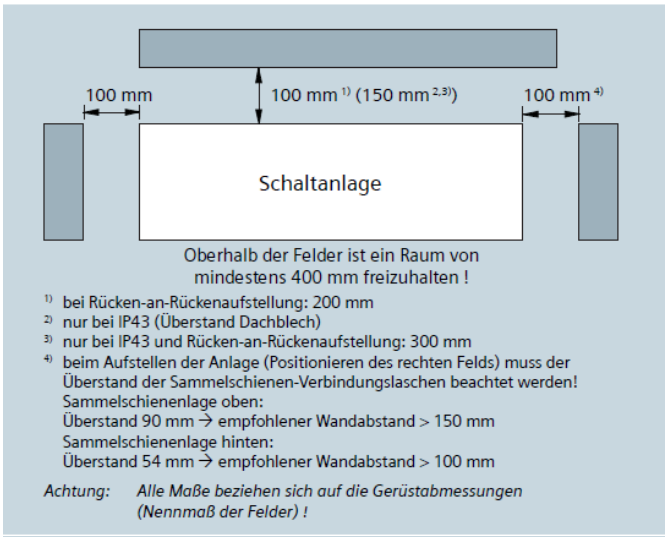
Umgebungstemperatur = Temperatur im Schrankinneren

3.14.7.3 Schrankgeräte für Applikation „Bewegen“ und „Verarbeiten“

Zulässiger Ausgangsstrom in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur des Umrichters (gültig bis 2000m über NN):



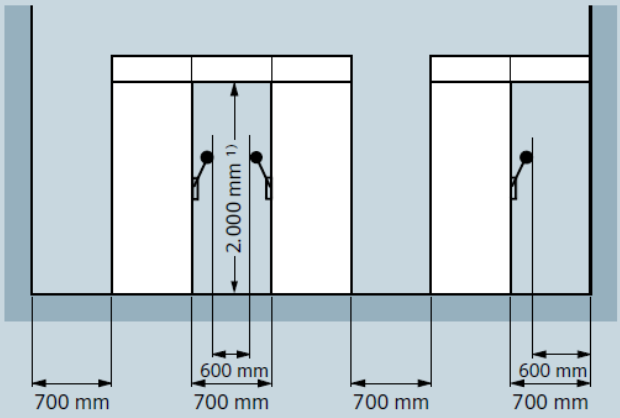
3.14.8 Aufstellung – Abstände und Gangbreiten



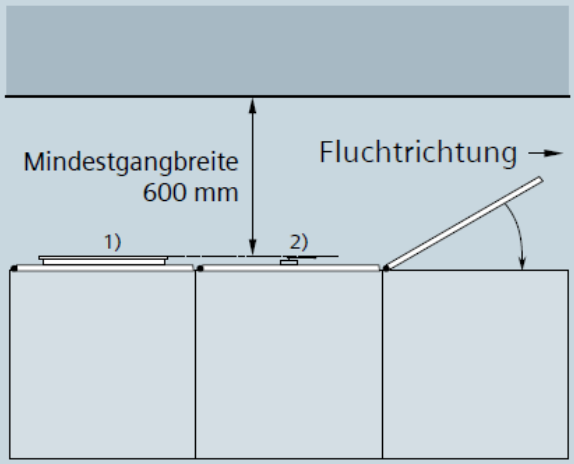
Oberhalb der Felder ist ein Raum von mindestens 400 mm freizuhalten !

1) bei Rücken-an-Rückenaufstellung: 200 mm
2) nur bei IP43 (Überstand Dachblech)
3) nur bei IP43 und Rücken-an-Rückenaufstellung: 300 mm
4) beim Aufstellen der Anlage (Positionieren des rechten Felds) muss der Überstand der Sammelschienen-Verbindungslaschen beachtet werden!
Sammelschienenlage oben:
Überstand 90 mm → empfohlener Wandabstand > 150 mm
Sammelschienenlage hinten:
Überstand 54 mm → empfohlener Wandabstand > 100 mm

Achtung: Alle Maße beziehen sich auf die Gerüstabmessungen (Nennmaß der Felder) !

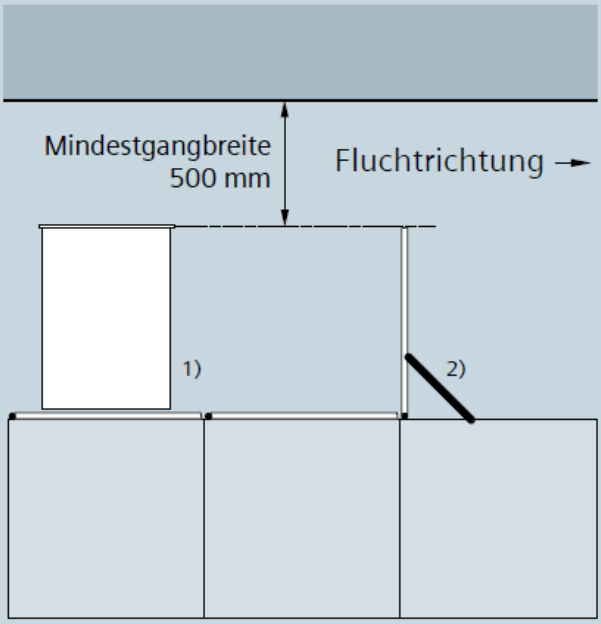


1) Mindestdurchgangshöhe unter Abdeckungen oder Umhüllungen



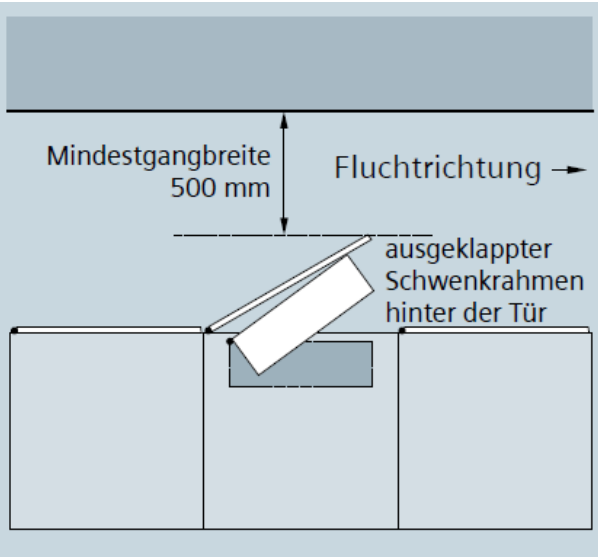
[1] Leistungsschalter in Trennstellung

[2] Bedienelement am Feld (z. B. Knebel, Hebel oder Schalter)



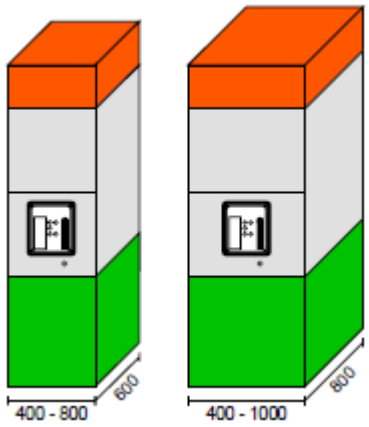
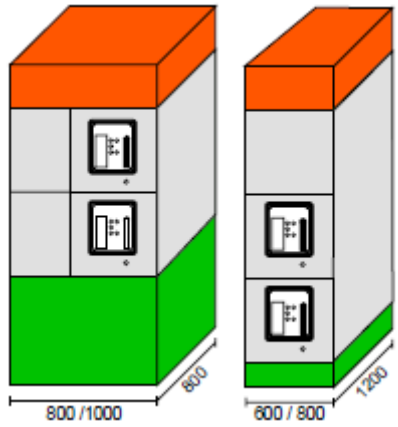
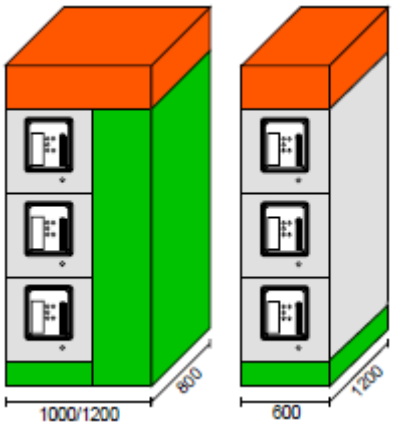
[1] Leistungsschalter voll zurückgezogen

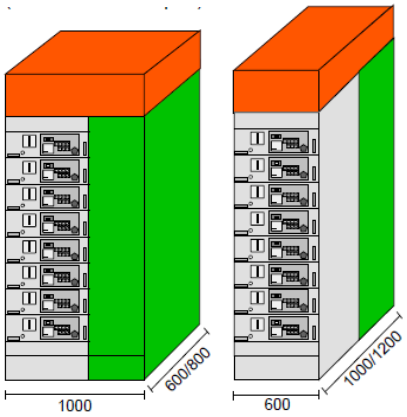
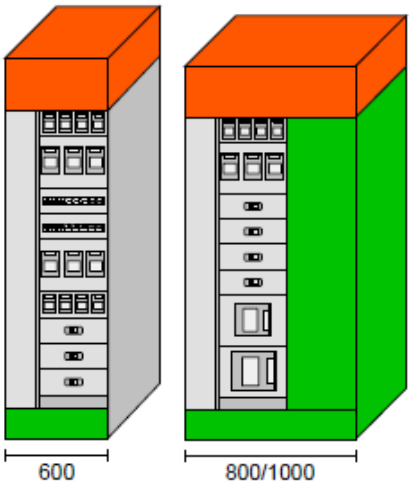
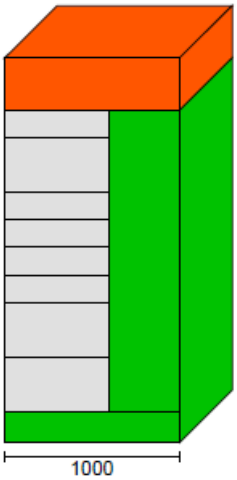
[2] Tür in arretierter Stellung

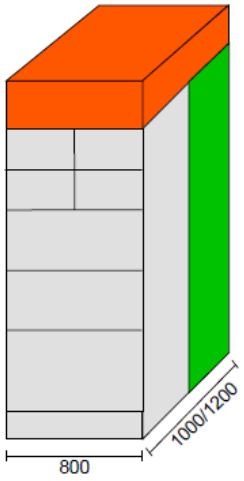
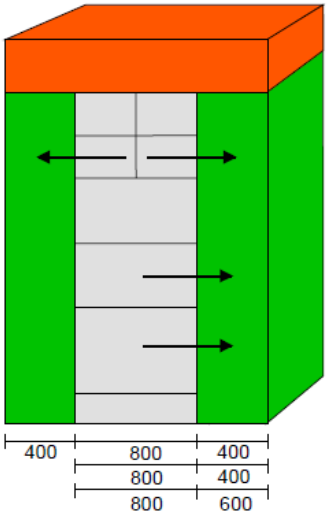
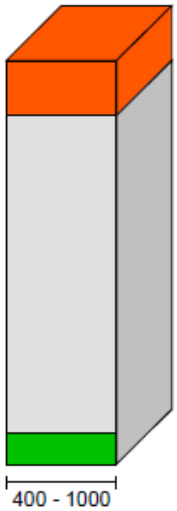


3.15 Technische Daten Niederspannungs-Schaltanlagen SIVACON 8PT (nur für China)

3.15.1 Felder

	Leistungsschalteranlage für 1 Leistungsschalter	
	Installationsart: Funktionen: Bemessungsstrom I_n: Anschlussposition: Feldbreite (mm): Schottung: Sammelschienenlage:	Festeinbau, Einschubtechnik Einspeisung, Abgang, Kupplung max. 6.300 A vorn oder hinten Kabel / Schienenverteiler 400 / 600 / 800 / 1,000 Form 1, 2b, 3a, 4b oben
	Leistungsschalteranlage für 2 Leistungsschalter	
	Installationsart: Funktionen: Bemessungsstrom I_n: Anschlussposition: Feldbreite (mm): Schottung: Sammelschienenlage:	Festeinbau, Einschubtechnik Einspeisung, Abgang, Kupplung 2.000 / 2.500 A vorn oder hinten Kabel / Schienenverteiler 600 / 800 / 1.000 Form 1, 3a oben
	Leistungsschalteranlage für 3 Leistungsschalter	
	Installationsart: Funktionen: Bemessungsstrom I_n: Anschlussposition: Feldbreite (mm): Schottung: Sammelschienenlage:	Festeinbau, Einschub Einspeisung, Abgang max. 1.600 A vorn oder hinten Kabel / Schienenverteiler 600 /1,000 / 1,200 Form 1, 3a oben

	Einschubtechnik mit Vordertüren	
	Installationsart: Funktionen: Bemessungsstrom I_n: Anschlussposition: Feldbreite (mm): Schottung: Sammelschienenlage:	Einschubtechnik mit Vordertüren Kabelabgänge, Motorabgänge (MCC) max. 630 A vorn oder seitlich rechts 600 / 1,000 Form 3b, 4b oben
	Festeinbautechnik mit Frontabdeckungen OFF1	
	Installationsart: Funktionen: Bemessungsstrom I_n: Anschlussposition: Feldbreite (mm): Schottung: Sammelschienenlage:	Festeinbau- oder Stecktechnik mit Frontabdeckungen Kabelabgänge max. 630 A vorn oder seitlich rechts 600 / 800 / 1.000 Form 1, 2b oben
	Festeinbautechnik mit Vordertüren, Anschluss rechts, OFF2	
	Installationsart: Funktionen: Bemessungsstrom I_n: Anschlussposition: Feldbreite (mm): Schottung: Sammelschienenlage:	Festeinbau- oder Stecktechnik mit Vordertüren Kabelabgänge Max. 630 A seitlich rechts 1.000 Form 4a oben

	Festeinbautechnik mit Vordertüren, Anschluss hinten, OFF3	
	Installationsart: Funktionen: Bemessungsstrom I_n: Anschlussposition: Feldbreite (mm): Schottung: Sammelschienenlage:	Festeinbau- oder Stecktechnik mit Vordertüren Kabelabgänge max. 630 A hinten 800 Form 3b, 4b (Typ 5 und 7 gemäß BS EN 60439 möglich) oben
	Festeinbautechnik mit Vordertüren, Anschluss rechts/rechts und links, OFF4	
	Installationsart: Funktionen: Bemessungsstrom I_n: Anschlussposition: Feldbreite (mm): Schottung: Sammelschienenlage:	Festeinbau- oder Stecktechnik mit Vordertüren Kabelabgänge max. 630 A rechts oder rechts und links 1,200 / 1,400 / 1,600 Form 3b, 4b (Typ 5 und 7 gemäß BS EN 60439 möglich) oben
	Maßgeschneiderte Schaltschränke für individuelle Anforderungen	
	Installationsart: Funktionen: Bemessungsstrom I_n: Anschlussposition: Feldbreite (mm): Schottung: Schrankbussystem: Sammelschienenlage:	Festeinbautechnik Montageplatten und Geräte für Steueraufgaben max. 1.200 A (für Sammelschiene) vorn 400 / 600 / 800 / 1000 Form 1, 2b ohne, hinten oben

Kabelanschluss

Bitte prüfen Sie die Anschlüsse der Kabel an die Felder!

3.15.2 Derating-Tabellen

3.15.2.1 Bemessungsstrom für 1 Leistungsschalter/Feld bei 3WT

Bemessungsstrom I_n in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur **Funktion Einspeisung/Abgang**														**3WT**	
nicht belüftet							belüftet								
20° [A]	25° [A]	30° [A]	35° [A]	40° [A]	45° [A]	50° [A]	20° [A]	25° [A]	30° [A]	35° [A]	40° [A]	45° [A]	50° [A]	Typ	Bemes-sungs-strom [A]
630	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630	3WT806	630
800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	3WT808	800
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	3WT810	1000
1250	1250	1250	1250	1250	1220	1180	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	3WT812	1250
1600	1600	1580	1540	1500	1450	1410	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1590	3WT816	1600
2000	2000	2000	2000	2000	1950	1890	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	3WT820	2000
2500	2500	2450	2390	2330	2260	2190	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2490	3WT825	2500
2750	2690	2620	2560	2490	2420	2340	3150	3070	3000	2920	2850	2770	2680	3WT832	3200

Bemessungsstrom I_n in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur **Funktion Kupplung, nicht belüftet**														**3WT**	
Nicht belüftet							Belüftet								
20° [A]	25° [A]	30° [A]	**35°** [A]	40° [A]	45° [A]	50° [A]	20° [A]	25° [A]	30° [A]	**35°** [A]	40° [A]	45° [A]	50° [A]	Typ	Bemes-sungs-strom [A]
630	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630	3WT806	630
800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	3WT808	800
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	3WT810	1000
1250	1250	1250	1250	1220	1190	1150	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	3WT812	1250
1590	1540	1490	1440	1390	1340	1280	1600	1600	1600	1600	1600	1580	1520	3WT816	1600
2000	2000	2000	2000	2000	1950	1890	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	3WT820	2000
2500	2500	2480	2420	2350	2290	2220	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2460	3WT825	2500
2590	2530	2470	2400	2340	2270	2210	3000	2930	2860	2790	2710	2640	2560	3WT832	3200

3.15.2.2 Bemessungsstrom für 2 Leistungsschalter/Feld bei 3WT

Bei Feldern des Typs 2 ACB pro Feld werden die Bemessungsströme entsprechend der Einbauposition der Leistungsschalter angegeben.

Bemessungsstrom I_n in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur														**3WT**	
Funktion Einspeisung/Abgang oder Kupplung															
nicht belüftet							belüftet								
20° [A]	25° [A]	30° [A]	**35° [A]**	40° [A]	45° [A]	50° [A]	20° [A]	25° [A]	30° [A]	**35° [A]**	40° [A]	45° [A]	50° [A]	Typ	Bemes-sungs-strom [A]
Einbauposition oben															
1790	1750	1710	**1660**	1620	1570	1530	2000	2000	2000	**2000**	1990	1940	1880	3WT820	2000
2060	2010	1960	**1910**	1860	1810	1750	2470	2410	2350	**2290**	2230	2170	2100	3WT825	2500
Einbauposition unten															
1910	1870	1820	**1770**	1730	1680	1630	2000	2000	2000	**2000**	1970	1920	1860	3WT820	2000
2280	2220	2170	**2120**	2060	2000	1940	2500	2500	2500	**2500**	2490	2420	2350	3WT825	2500

3.15.2.3 Bemessungsstrom für 3 Leistungsschalter/Feld mit 3WT

Bei Feldern des Typs 3 ACB pro Feld werden die Bemessungsströme entsprechend der Einbauposition des Leistungsschalters angegeben.

ACHTUNG: Bei der Projektierung des Felds muss der Bemessungsstrom der vertikalen Sammelschienen berücksichtigt werden!

Bemessungsstrom I_n mit **vertikalen Sammelschienen** in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur														Einbauposition
nicht belüftet							belüftet							
20° [A]	25° [A]	30° [A]	**35°** [A]	40° [A]	45° [A]	50° [A]	20° [A]	25° [A]	30° [A]	**35°** [A]	40° [A]	45° [A]	50° [A]	
3175	3100	3025	**2950**	2870	2790	2705	4090	3995	3900	**3800**	3700	3595	3485	Σ unten, Mitte, oben
2260	2210	2155	**2100**	2045	1985	1925	2905	2840	2770	**2700**	2630	2555	2480	Σ unten, Mitte

Bemessungsstroms I_n als Funktion der Umgebungstemperatur														**3WT**	
Einbauposition wahlweise															
nicht belüftet							belüftet								
20° [A]	25° [A]	30° [A]	**35°** [A]	40° [A]	45° [A]	50° [A]	20° [A]	25° [A]	30° [A]	**35°** [A]	40° [A]	45° [A]	50° [A]	Typ	Bemes-sungs-strom [A]
630	630	630	**630**	630	630	600	630	630	630	**630**	630	630	630	3WT806	630
800	800	800	**800**	800	780	750	800	800	800	**800**	800	795	765	3WT808	800
1000	1000	1000	**1000**	1000	1000	1000	1000	1000	1000	**1000**	1000	1000	1000	3WT810	1000
Einbauposition oben															
1160	1135	1110	**1080**	1050	1020	990	1250	1250	1250	**1250**	1215	1180	1145	3WT812	1250
1160	1135	1110	**1080**	1050	1020	990	1345	1315	1280	**1250**	1215	1180	1145	3WT816	1600
Einbauposition Mitte															
1185	1155	1130	**1100**	1070	1040	1010	1250	1250	1250	**1250**	1250	1250	1250	3WT812	1250
1185	1155	1130	**1100**	1070	1040	1010	1455	1420	1385	**1350**	1315	1275	1240	3WT816	1600
Einbauposition unten															
1345	1315	1280	**1250**	1215	1180	1145	1345	1315	1280	**1250**	1215	1180	1145	3WT812	1250
1505	1470	1435	**1400**	1365	1325	1285	1600	1600	1600	**1600**	1555	1515	1470	3WT816	1600

3.15.2.4 Bemessungsstrom für 1 Leistungsschalter/Feld bei 3WL

Bemessungsstrom I_n in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur														3WL	
Funktion Einspeisung oder Abgang															
nicht belüftet							belüftet								
20° [A]	25° [A]	30° [A]	**35° [A]**	40° [A]	45° [A]	50° [A]	20° [A]	25° [A]	30° [A]	**35° [A]**	40° [A]	45° [A]	50° [A]	Typ	Bemessungsstrom [A]
630	630	630	**630**	630	630	630	630	630	630	**630**	630	630	630	3WL1106	630
800	800	800	**800**	800	800	800	800	800	800	**800**	800	800	800	3WL1108	800
1000	1000	980	**955**	930	900	875	1000	1000	1000	**1000**	1000	1000	1000	3WL1110	1000
1250	1220	1190	**1160**	1130	1100	1060	1250	1250	1250	**1250**	1250	1250	1240	3WL1112	1250
1580	1550	1510	**1470**	1430	1390	1350	1600	1600	1600	**1600**	1600	1600	1600	3WL1116	1600
1910	1870	1830	**1780**	1730	1680	1630	2000	2000	2000	**2000**	2000	1950	1890	3WL1220	2000
1250	1220	1190	**1160**	1130	1100	1060	1250	1250	1250	**1250**	1250	1250	1240	3WL1112	1250
1580	1550	1510	**1470**	1430	1390	1350	1600	1600	1600	**1600**	1600	1600	1600	3WL1116	1600
1910	1870	1830	**1780**	1730	1680	1630	2000	2000	2000	**2000**	2000	1950	1890	3WL1220	2000
2210	2160	2100	**2050**	2000	1940	1880	2500	2500	2500	**2440**	2380	2310	2240	3WL1225	2500
2530	2470	2410	**2350**	2290	2220	2160	3010	2940	2870	**2800**	2720	2650	2570	3WL1232	3200
3760	3680	3590	**3500**	3400	3310	3210	4000	4000	4000	**4000**	4000	3930	3810	3WL1340	4000
3860	3770	3680	**3590**	3490	3400	3290	4740	4630	4520	**4400**	4280	4160	4040	3WL1350	5000
4860	4750	4630	**4520**	4390	4270	4140	5720	5610	5500	**5390**	5280	5160	5040	3WL1363	6300

Bemessungsstrom I_n in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur														3WL	
Funktion Längskupplung															
nicht belüftet							belüftet								
20° [A]	25° [A]	30° [A]	**35° [A]**	40° [A]	45° [A]	50° [A]	20° [A]	25° [A]	30° [A]	**35° [A]**	40° [A]	45° [A]	50° [A]	Typ	Bemessungsstrom [A]
630	630	630	**630**	630	630	630	630	630	630	**630**	630	630	630	3WL1106	630
800	800	800	**800**	800	785	760	800	800	800	**800**	800	800	800	3WL1108	800
895	875	850	**830**	810	785	760	1000	1000	1000	**1000**	1000	1000	995	3WL1110	1000
1180	1160	1130	**1100**	1070	1040	1010	1250	1250	1250	**1250**	1250	1250	1250	3WL1112	1250
1540	1510	1470	**1430**	1390	1360	1310	1600	1600	1600	**1600**	1600	1600	1590	3WL1116	1600
2000	1980	1920	**1850**	1780	1710	1640	2000	2000	2000	**2000**	2000	2000	1970	3WL1220	2000
2280	2210	2140	**2070**	1990	1910	1830	2500	2500	2500	**2480**	2390	2300	2200	3WL1225	2500
2470	2400	2320	**2240**	2160	2080	1990	3140	3050	2950	**2850**	2750	2640	2530	3WL1232	3200
3510	3430	3350	**3270**	3180	3090	3000	4200	4100	4000	**3900**	3800	3690	3580	3WL1340	4000
3790	3700	3610	**3520**	3430	3330	3230	4980	4870	4750	**4630**	4510	4380	4250	3WL1350	5000
4570	4460	4350	**4240**	4130	4010	3890	5570	5440	5310	**5180**	5040	4900	4750	3WL1363	6300

3.15.2.5 Bemessungsstrom für 2 Leistungsschalter/Feld bei 3WL, rückseitiger Anschluss

Bei Feldern des Typs 2 ACB pro Feld werden die Bemessungsströme entsprechend der Einbauposition der Leistungsschalter angegeben.

ACHTUNG: max. Icw = 65 kA, 1s bei rückseitigem Kabelanschluss

Bemessungsstrom I_n in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur														3WL	
Funktion Einspeisung oder Abgang															
nicht belüftet							belüftet								
20° [A]	25° [A]	30° [A]	**35°** [A]	40° [A]	45° [A]	50° [A]	20° [A]	25° [A]	30° [A]	**35°** [A]	40° [A]	45° [A]	50° [A]	Typ	Bemessungsstrom [A]
Einbauposition oben															
1870	1830	1790	**1740**	1690	1650	1600	1960	1910	1870	**1820**	1770	1720	1670	3WL1220	2000
1930	1870	1810	**1750**	1690	1620	1550	2270	2200	2130	**2060**	1990	1910	1830	3WL1225	2500
Einbauposition unten															
1760	1760	1760	**1760**	1710	1660	1620	1840	1840	1840	**1840**	1790	1740	1690	3WL1220	2000
2200	2200	2200	**2200**	2140	2080	2020	2310	2310	2310	**2310**	2250	2190	2120	3WL1225	2500

Bemessungsstrom I_n in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur														3WL	
Funktion Einspeisung oder Abgang und Kupplung															
nicht belüftet							belüftet								
20° [A]	25° [A]	30° [A]	**35°** [A]	40° [A]	45° [A]	50° [A]	20° [A]	25° [A]	30° [A]	**35°** [A]	40° [A]	45° [A]	50° [A]	Typ	Bemessungsstrom [A]
Einbauposition oben (Kupplung)															
1780	1740	1700	**1650**	1610	1570	1520	1860	1810	1780	**1730**	1680	1630	1590	3WL1220	2000
1830	1780	1720	**1660**	1610	1540	1470	2160	2090	2020	**1960**	1890	1810	1740	3WL1225	2500
Einbauposition unten (Einspeisung/Abgang)															
1670	1670	1670	**1670**	1620	1580	1540	1750	1750	1750	**1750**	1700	1650	1610	3WL1220	2000
2090	2090	2090	**2090**	2030	1980	1920	2190	2190	2190	**2190**	2140	2080	2010	3WL1225	2500

3.15.2.6 Bemessungsstrom für 2 Leistungsschalter/Feld bei 3WL, Frontanschluss

Bei Feldern des Typs 2 ACB pro Feld werden die Bemessungsströme entsprechend der Einbauposition der Leistungsschalter angegeben.

Bemessungsstrom I_n in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur														3WL	
Funktion Einspeisung oder Abgang															
nicht belüftet							belüftet								
20° [A]	25° [A]	30° [A]	**35°** [A]	40° [A]	45° [A]	50° [A]	20° [A]	25° [A]	30° [A]	**35°** [A]	40° [A]	45° [A]	50° [A]	Typ	Bemessungsstrom [A]
Einbauposition oben															
1380	1340	1310	**1270**	1240	1210	1170	1890	1840	1800	**1760**	1710	1660	1610	3WL1220	2000
1380	1340	1310	**1270**	1240	1210	1170	2090	2040	2000	**1940**	1890	1830	1790	3WL1225	2500
Einbauposition unten															
1380	1380	1380	**1380**	1340	1300	1260	1770	1770	1770	**1770**	1720	1670	1620	3WL1220	2000
1720	1720	1720	**1720**	1670	1620	1580	2210	2210	2210	**2210**	2160	2090	2030	3WL1225	2500

Bemessungsstrom I_n in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur														3WL	
Funktion Einspeisung oder Abgang und Kupplung															
nicht belüftet							belüftet								
20° [A]	25° [A]	30° [A]	**35°** [A]	40° [A]	45° [A]	50° [A]	20° [A]	25° [A]	30° [A]	**35°** [A]	40° [A]	45° [A]	50° [A]	Typ	Bemessungsstrom [A]
Einbauposition unten (Kupplung)															
1450	1410	1380	**1340**	1310	1270	1230	1990	1940	1890	**1850**	1800	1750	1690	3WL1220	2000
1450	1410	1380	**1340**	1310	1270	1230	2200	2150	2100	**2040**	1990	1930	1880	3WL1225	2500
Einbauposition unten (Einspeisung / Abgang)															
1450	1450	1450	**1450**	1410	1370	1330	1860	1860	1860	**1860**	1810	1760	1710	3WL1220	2000
1810	1810	1810	**1810**	1760	1710	1660	2330	2330	2330	**2330**	2270	2200	2140	3WL1225	2500

3WL1220 einzeln betrieben:
I_n = 2000 A, gilt für Einspeisung, Abgang und Kupplung, belüftet und nicht belüftet

3WL1225 einzeln betrieben:
I_n = 2500 A, gilt für Einspeisung, Abgang und Kupplung, belüftet

3.15.2.7 Bemessungsstrom für 3 Leistungsschalter/Feld bei 3WL

Es stehen für 3WL noch keine Prüfergebnisse zur Verfügung; die Bemessungsströme wurden von 3WN übernommen.
Bei Feldern des Typs 3 ACB pro Feld werden die Bemessungsströme entsprechend der Einbauposition des Leistungsschalters angegeben.

ACHTUNG: Bei der Projektierung des Felds muss der Bemessungsstrom der vertikalen Sammelschienen berücksichtigt werden!

Bemessungsstrom I_n mit **vertikalen Sammelschienen** in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur														Einbauposition
nicht belüftet							belüftet							
20° [A]	25° [A]	30° [A]	**35° [A]**	40° [A]	45° [A]	50° [A]	20° [A]	25° [A]	30° [A]	**35° [A]**	40° [A]	45° [A]	50° [A]	
3175	3100	3025	**2950**	2870	2790	2705	4090	3995	3900	**3800**	3700	3595	3485	Σ unten, Mitte, oben
2260	2210	2155	**2100**	2045	1985	1925	2905	2840	2770	**2700**	2630	2555	2480	Σ unten, Mitte

Bemessungsstrom I_n in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur **Einbauposition wahlweise**														**3WL**	
nicht belüftet							belüftet								
20° [A]	25° [A]	30° [A]	**35° [A]**	40° [A]	45° [A]	50° [A]	20° [A]	25° [A]	30° [A]	**35° [A]**	40° [A]	45° [A]	50° [A]	Typ	Bemessungsstrom [A]
630	630	630	**630**	630	630	600	630	630	630	**630**	630	630	630	3WL1106	630
800	800	800	**800**	800	780	750	800	800	800	**800**	800	795	765	3WL1108	800
1000	1000	1000	**1000**	1000	1000	1000	1000	1000	1000	**1000**	1000	1000	1000	3WL1110	1000
Einbauposition oben															
1160	1135	1110	**1080**	1050	1020	990	1250	1250	1250	**1250**	1215	1180	1145	3WL1112	1250
1160	1135	1110	**1080**	1050	1020	990	1345	1315	1280	**1250**	1215	1180	1145	3WL1116	1600
Einbauposition Mitte															
1185	1155	1130	**1100**	1070	1040	1010	1250	1250	1250	**1250**	1250	1250	1250	3WL1112	1250
1185	1155	1130	**1100**	1070	1040	1010	1455	1420	1385	**1350**	1315	1275	1240	3WN1116	1600
Einbauposition unten															
1345	1315	1280	**1250**	1215	1180	1145	1345	1315	1280	**1250**	1215	1180	1145	3WL1112	1250
1505	1470	1435	**1400**	1365	1325	1285	1600	1600	1600	**1600**	1555	1515	1470	3WL1116	1600

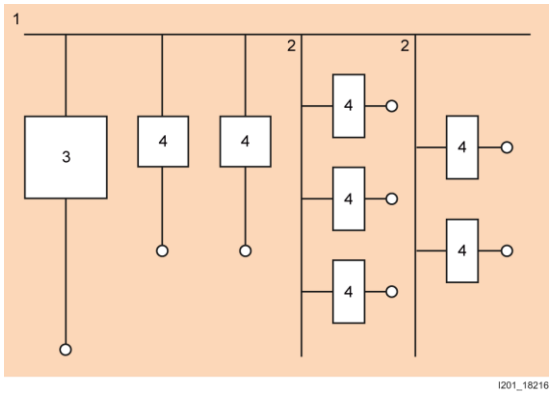
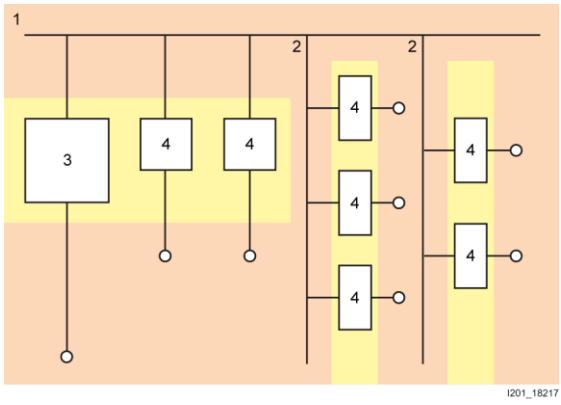
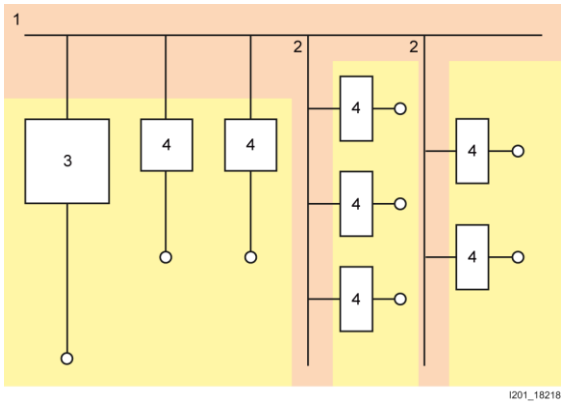
3.15.2.8 Bemessungsstrom für 1 Leistungsschalter/Feld bei 3VL

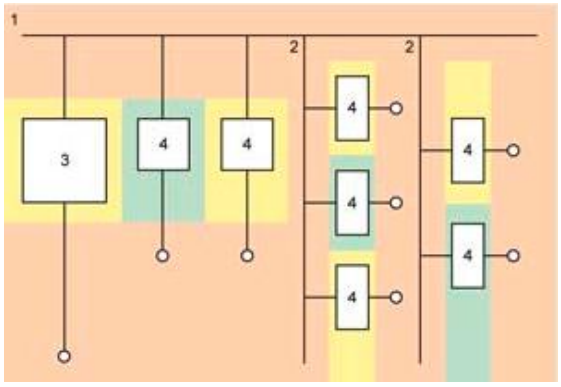
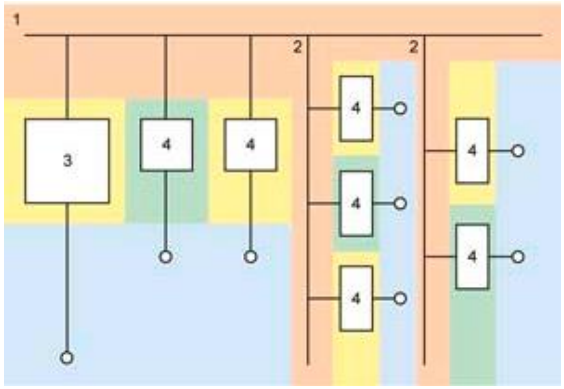
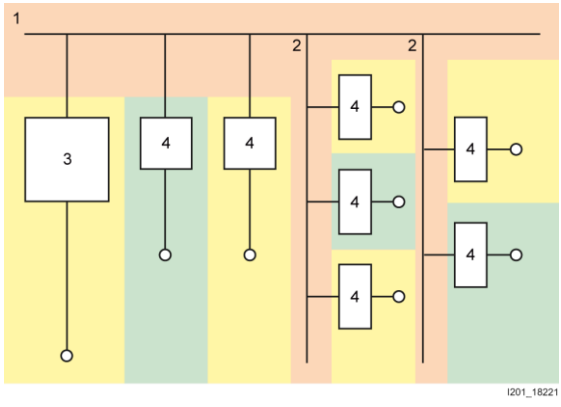
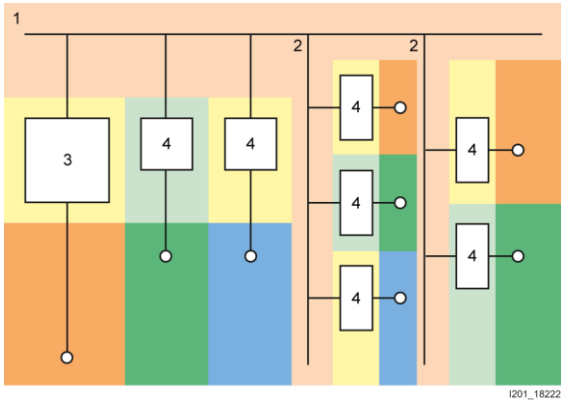
Bemessungsstrom I_n in Abhängigkeit der Umgebungstemperatur **Funktion Einspeisung oder Abgang**														**3VL**	
nicht belüftet							belüftet								
20° [A]	25° [A]	30° [A]	**35° [A]**	40° [A]	45° [A]	50° [A]	20° [A]	25° [A]	30° [A]	**35° [A]**	40° [A]	45° [A]	50° [A]	Typ	Bemessungsstrom [A]
560	545	525	**510**	490	470	450	630	630	610	**590**	570	545	525	3VL5763	630
690	670	650	**630**	605	580	555	800	800	780	**755**	730	700	670	3VL6780	800
1190	1150	1120	**1080**	1040	1000	955	1220	1180	1140	**1100**	1060	1020	980	3VL7712	1250
1260	1220	1180	**1140**	1100	1060	1010	1380	1340	1300	**1260**	1210	1160	1110	3VL8716	1600

3.16 Formen der inneren Unterteilung bei Niederspannungs-Schaltanlagen (Formen 1-4)

Schutzziele nach IEC 61 439-1

- Schutz gegen Berühren gefährlicher Teile in den benachbarten Funktionseinheiten. Die Schutzart muss mindestens IPXXB sein.
- Schutz gegen das Eindringen fester Fremdkörper aus einer Funktionseinheit der Schaltgerätekombination in eine benachbarte. Die Schutzart muss mindestens IP2X sein.

Form 1	**keine innere Unterteilung**
	
Form 2	**Unterteilung zwischen Sammelschienen und Funktionseinheiten**
	Form 2a ■ Keine Unterteilung zwischen Anschlüssen und Sammelschienen
	
	Form 2b ■ Unterteilung zwischen Anschlüssen und Sammelschienen
	

Form 3	**Unterteilung zwischen Sammelschienen und Funktionseinheiten + Unterteilung zwischen Funktionseinheiten untereinander + Unterteilung zwischen Anschlüssen und Funktionseinheiten**	
	Form 3a ■ Keine Unterteilung zwischen Anschlüssen und Sammelschienen	**Form 3b** ■ Unterteilung zwischen Anschlüssen und Sammelschienen
		
Form 4	**Unterteilung zwischen Sammelschienen und Funktionseinheiten + Unterteilung zwischen Funktionseinheiten untereinander + Unterteilung zwischen Anschlüssen und Funktionseinheiten**	
	Form 4a ■ Anschlüsse in derselben Unterteilung wie die angeschlossene Funktionseinheit	**Form 4b** ■ Anschlüsse nicht in derselben Unterteilung wie die angeschlossenen Funktionseinheiten
		

3.17 Elektronische Überstromauslöser ETU für Leistungsschalter 3WL

	Zubehör für Leistungsschalter 3WL, (ETU = Electronic Trip Unit)	
	ETU 15B Funktionen	■ ETU Release LI ■ Schutz einstellbar ■ ohne Nennstromkennmodul ■ Überlastschutz ■ Unverzögerter Kurzschlussschutz
	ETU 25B Funktionen	■ ETU Release LSI ■ Schutz einstellbar ■ ohne Nennstromkennmodul ■ Überlastschutz ■ Kurzverzögerter Kurzschlussschutz ■ Unverzögerter Kurzschlussschutz
	ETU 27B Funktionen	■ ETU Release LSING ■ Schutz einstellbar ■ ohne Nennstromkennmodul ■ Überlastschutz ■ Kurzverzögerter Kurzschlussschutz ■ Unverzögerter Kurzschlussschutz ■ Neutralleiterschutz ■ Erdschlussschutz
	ETU 45B Funktionen	■ ETU Release LSIN ■ Schutz einstellbar ■ Überlastschutz ■ Kurzverzögerter Kurzschlussschutz ■ Unverzögerter Kurzschlussschutz ■ Neutralleiterschutz ■ Erdschlussschutz (optional) ■ Zeitverkürzte Selektivitäts-Steuerung ZSS (optional) ■ LCD 4-zeilig (optional) ■ Kommunikation über PROFIBUS-DP (optional) ■ Messfunktion U, I, P, W, Q, F, $\cos \mu$, Oberwellen und Klirrfaktor (optional)
	ETU 76B Funktionen	■ ETU Release LSIN, Schutz einstellbar ■ Überlastschutz ■ Kurzverzögerter Kurzschlussschutz ■ Unverzögerter Kurzschlussschutz ■ Neutralleiterschutz ■ Erdschlussschutz (optional) ■ Zeitverkürzte Selektivitäts-Steuerung ZSS (optional) ■ LCD-Grafik ■ Kommunikation über PROFIBUS-DP (optional) ■ Messfunktion U, I, P, W, Q, F, $\cos \mu$, Oberwellen und Klirrfaktor (optional) ■ Umschaltbare Parametersätze ■ Parameter frei programmierbar

3.18 Schutz bei Störlichtbögen durch Brandschutzschalter und deren Berücksichtigung in SIMARIS project

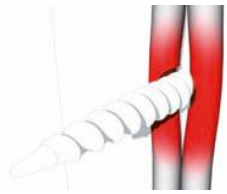
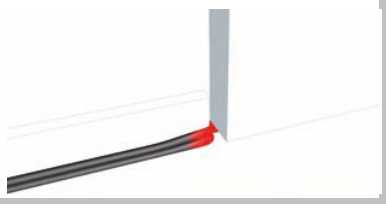
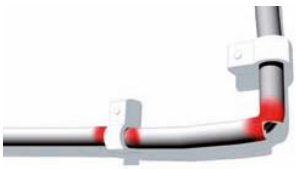
Ca. 30 % der durch Elektrizität verursachten Brände entstehen aufgrund von Ursachen, die in der Elektroinstallation liegen. Da durch solche Brände enorme Schäden entstehen können, ist es durchaus sinnvoll, in Fällen, in denen eine Vorbeugung durch Schutzmaßnahmen möglich ist, diese auch entsprechend in der Elektroinstallation vorzusehen.

3.18.1 Fehlerlichtbögen in Endstromkreisen

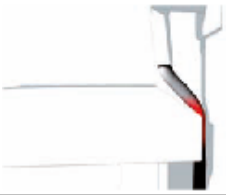
3.18.1.1 Ursachen

Fehlerlichtbögen in Endstromkreisen können als parallele Fehlerlichtbögen zwischen Phase und Neutralleiter I Erde auftreten oder als serielle Fehlerlichtbögen in Phase oder Neutralleiter. Beispiele für mögliche Ursachen von Fehlerlichtbögen finden Sie in den folgenden Übersichten.

- **Ursachen für parallele Fehlerlichtbögen zwischen Phase und Neutralleiter / Erde**

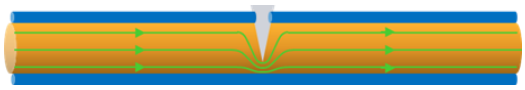
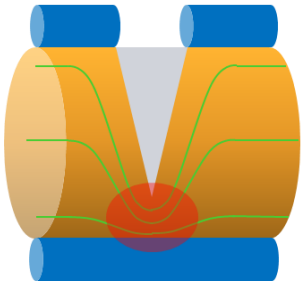
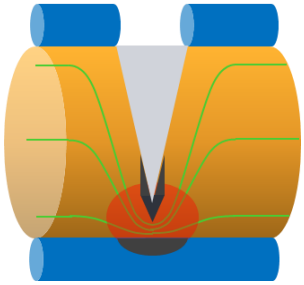
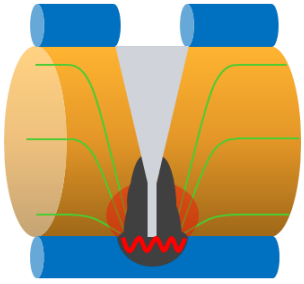
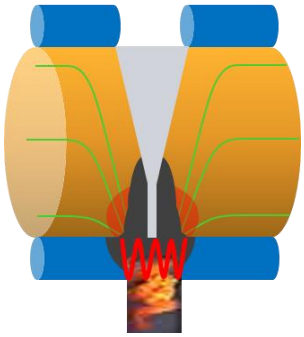
Schäden durch Nägel oder Schrauben	gequetschte Leitungen	zu kleine Biegeradien
		

- **Ursachen für serielle Fehlerlichtbögen in Phase oder Neutralleiter**

lose Kontakte und Anschlüsse	UV-Strahlung, Nagetierverbiss	abgeknickte Stecker, Leitungen
		

Die hohe Temperatur des Lichtbogens in Verbindung mit entzündbarem Material kann dann zur Entstehung eines Brandes führen.

3.18.1.2 Entstehung eines Lichtbogens in Folge einer Störstelle in der Leitung

Phase	Beschreibung	
Phase 1	Strom fließt durch beschädigte Leitung	
Phase 2	Engpass in der Leitung und Isolierung werden heiß	
Phase 3	Bis ca. 1.250 °C heißes Kupfer oxidiert zu Kupferoxid, Isolierung karbonisiert	
Phase 4	Bis ca. 6.000 °C Kupfer schmilzt und vergast kurzzeitig (z.B. im Sinusscheitel) ■ Luftspalt ■ sporadische Fehlerlichtbögen über Isolierung	
Phase 5	ca. 6.000 °C stabiler Fehlerlichtbogen über karbonisierter Isolierung	

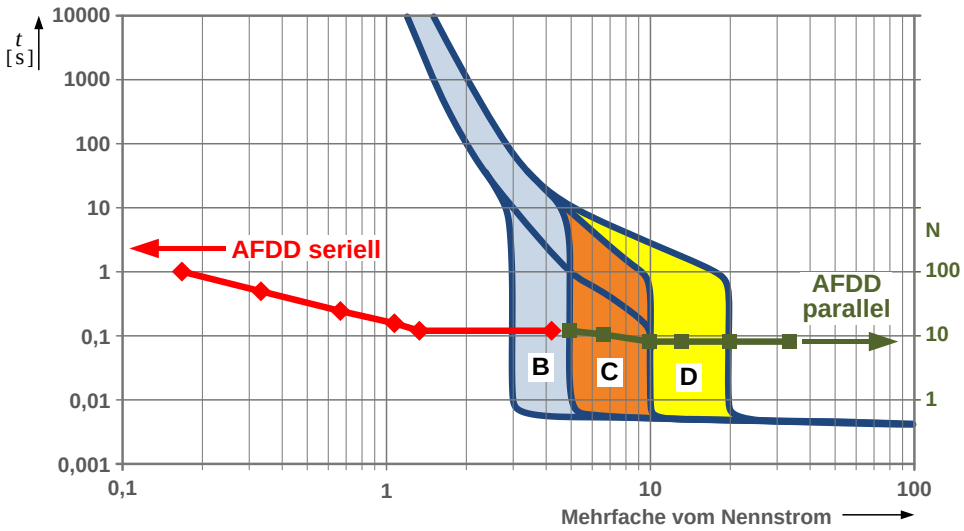
3.18.2 Schließen der Schutzlücke bei seriellen und parallelen Fehlerlichtbögen

Grundsätzlich können Überstrom-Schutzeinrichtungen nur wirken, wenn die Stromflusszeit bei einer bestimmten Stromhöhe über der Auslösekennlinie der jeweiligen Überstrom-Schutzeinrichtung liegt.

Brandschutzschalter können im Falle einer Entstehung von seriellen oder parallelen Lichtbögen in den Fällen, in denen Leitungsschutzschalter und Schmelzsicherungen nicht auslösen würden, einen ergänzenden Schutz bieten. Das bedeutet, dass die bestehenden Schutzlücken durch Brandschutzschalter (AFDD) geschlossen werden können.

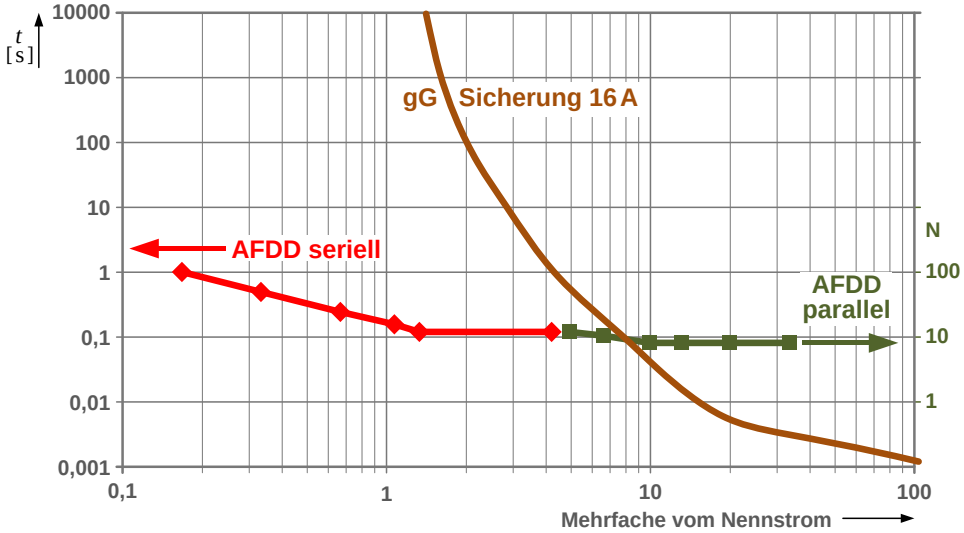
Schutz durch Leitungsschutzschalter

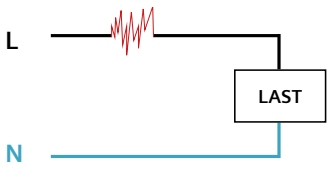
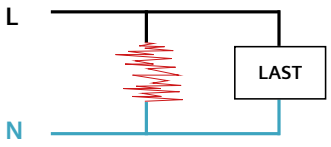
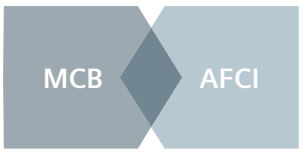
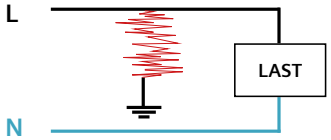
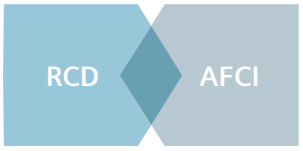
Die folgende Grafik zeigt die Auslösekennlinien von Leitungsschutzschaltern in den Charakteristiken B, C und D, sowie die Auslösekennlinie des Brandschutzschalters 5SM6 (AFDD). Die Auslösezeiten von Brandschutzschaltern bieten im Bereich paralleler Fehlerlichtbögen in einigen Übergangsbereichen einen ergänzenden und verbesserten Schutz. Wie bereits erläutert schützen im Bereich serieller Fehlerlichtbögen ausschließlich Brandschutzschalter, Leitungsschutzschalter sind in diesen Fällen nicht geeignet.



Schutz durch Schmelzsicherung

Die folgende Grafik zeigt die Auslösekennlinien einer Sicherung gL sowie die Auslösekennlinie des Brandschutzschalters 5SM6 (AFDD). Auch hier zeigt sich, dass die Auslösezeiten von Brandschutzschaltern im Übergangsbereich bei parallelen Fehlerlichtbögen einen ergänzenden und verbesserten Schutz bieten. Wie bereits oben erläutert können im Bereich serieller Fehlerlichtbögen ausschließlich die Brandschutzschalter wirksam schützen.



Fehlerfall	Schutz nach IEC-Standard	Schutz nach UL-Standard
Seriell 		
Parallel Phase-Neutral/Phase-Phase 		
Parallel Phase-Schutzleiter 		
	AFDD Brandschutzschalter **MCB** Leitungsschutzschalter (LS) **RCD** Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (FI)	**AFCI** Kombination Leitungsschutzschalter/ Brandschutzschalter **MCB** Leitungsschutzschalter **RCD** Fehlerstrom- Schutzeinrichtung

In den USA (UL-Standard, UL1699) sind solche Brandschutzschalter schon seit einigen Jahren vorgeschriebener Bestandteil in der Elektroinstallation, innerhalb der IEC/EN-Normen wird gerade darüber beraten, solche Geräte ggf. verbindlich vorzuschreiben, um das Brandrisiko, das durch elektrische Installationen entstehen kann, zu minimieren.

Relevante Normen sind IEC / EN 62606, IEC 60364-4-42, IEC 60364-5-53.

3.18.3 Anwendungsbereiche Brandschutzschalter für Endstromkreise bis 16 A

Brandschutzschalter können eingesetzt werden in Räumen

- in denen ein Brand nicht sofort erkannt würde, und somit eine Personengefährdung entstehen könnte
  - Wohnhäuser
  - Schlaf-, Kinderzimmer
  - Betrieb unbeobachteter Verbraucher mit hoher Leistung, z.B. Nachtbetrieb von Waschmaschine, Geschirrspülmaschine
  - Altenheime
  - Krankenhäuser
- in denen wertvolle Güter, Kunstgegenstände aufbewahrt werden
  - Bibliotheken
  - Museen
  - Galerien
- mit/aus leicht entzündlichen Stoffen
  - Holzbauten und -verkleidungen, ökologische Baustoffe, Dachausbauten
- in denen leicht brennbare Stoffe verarbeitet werden
  - Schreinereien
  - Bäckereien
  - Viehställe, Scheunen

3.18.4 Berücksichtigung von Brandschutzschaltern in der Projektplanung mit SIMARIS project

Um den Brandschutz schon in der Projektplanung zu berücksichtigen, können bei der Planung der Installationsverteiler in SIMARIS project im Programmschritt Anlagenplanung die Brandschutzschalter

- entweder in der Verteilergeräteliste hinzugefügt werden, so dass sie dann im Rahmen des automatischen Aufbaus in den Verteilern platziert werden
- oder direkt in der Frontansicht ausgewählt und grafisch platziert werden.

3.19 Normen in SIMARIS project

3.19.1 Normen in der Projektplanung mit SIMARIS project

Titel	IEC / EN	Lokale Norm
Mittelspannungs-Schaltanlagen		
Gemeinsame Bestimmungen für Hochspannungs-Schaltgeräte-Normen	IEC / EN 62271-1	DIN VDE 0671-1 (0670-1000)
Metallgekapselte Wechselstrom-Schaltanlagen für Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV	IEC / EN 62271-200	DIN VDE 0671-200
Starkstromanlagen mit Nennwechselspannungen über 1 kV	IEC / EN 61936-1	DIN VDE 0101-1
Betrieb von elektrischen Anlagen	EN 50 110	DIN VDE 0105-100
Bestimmung für Schwefelhexafluorid (SF6) von technischem Reinheitsgrad zur Verwendung in elektrischen Betriebsmitteln für neues SF_6	IEC / EN 60376	DIN VDE 0373-1
Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)	IEC / EN 60529	DIN VDE 0470-1
Isolationskoordination	IEC / EN 60071	DIN VDE 0111
Schutzarten durch Gehäuse für elektrische Betriebsmittel gegen äußere mechanische Beanspruchungen	IEC 62262	DIN VDE 0470-100
Mittelspannungs-Schaltgeräte und Überwachungseinrichtungen		
Hochspannungs-Wechselstrom-Leistungsschalter	IEC / EN 62271-100	DIN VDE 0671-100
Hochspannungs-Wechselstrom-Schütze und Motorstarter mit Schützen	IEC / EN 60470	DIN VDE 0670-501
Hochspannungs-Wechselstrom-Trennschalter und -Erdungsschalter	IEC / EN 62271-102	DIN VDE 0671-102
Hochspannungs- Lastschalter für Bemessungsspannungen über 1 kV und unter 52 kV	IEC / EN 62271- 103	DIN VDE 0671-103
Hochspannungs-Lastschalter-Sicherungs-Kombinationen	IEC / EN 62271-105	DIN VDE 0671-105
Hochspannungssicherungen – Strombegrenzende Sicherungen	IEC / EN 60282	DIN VDE 0670-4
Wechselstromschaltgeräte für Spannungen über 1 kV – Auswahl von strombegrenzenden Sicherungseinsätzen für Transformatorstromkreise	IEC / EN 60787	DIN VDE 0670-402
Überspannungsableiter	IEC / EN 60099	DIN VDE 0675
Messwandler – Stromwandler	IEC / EN 60044-1	DIN VDE 0414-44-1
Messwandler – Induktive Spannungswandler	IEC / EN 60044-2	DIN VDE 0414-44-2
Messwandler – Kombinierte Wandler	IEC / EN 60044-3	DIN VDE 0414-44-3
Spannungsprüfsysteme (VDS)	IEC / EN 61243-5	DIN VDE 0682-415

Titel	IEC / EN	Lokale Norm
Transformatoren		
Trockentransformatoren	IEC / EN 60076-11:2004	DIN VDE 42523
Trockentransformatoren (Brasilien lokal)	IEC / EN 60076-11:2004	NBR 10295/11
Öl-Transformatoren	IEC / EN 60076/50464	DIN VDE 60076/0532
Niederspannungs-Schaltanlagen		
Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen – Teil 2: Bauartgeprüfte Energie-Schaltgerätekombination	IEC / EN 61439-2 (60439-1)	DIN VDE 0660-600-2 (0660-500)
Errichten von Niederspannungsanlagen	IEC / EN 60364	DIN VDE 0100
Klassifizierung von Umweltbedingungen	IEC / EN 60721-3-3	DIN EN 60721-3-3
Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)	IEC / EN 60529	DIN VDE 0470-1
Betrieb von elektrischen Anlagen	EN 50 110	DIN VDE 0105
Schienenverteilersysteme		
Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen – Teil 2: Besondere Anforderungen an Schienenverteiler	IEC / EN 60439-2	DIN VDE 0660-502
Niederspannungs-Schaltgeräte		
Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen	IEC / EN 60664	DIN VDE 0110-1
Niederspannungsschaltgeräte – Teil 1: Allgemeine Festlegungen	IEC / EN 60947-1	DIN VDE 0660-100
Niederspannungsschaltgeräte – Teil 2: Leistungsschalter	IEC / EN 60947-2	DIN VDE 0660-101
Niederspannungsschaltgeräte – Teil 4-1: Schütze und Motorstarter – Elektromechanische Schütze und Motorstarter	IEC / EN 60947-4-1	DIN VDE 0660-102
Niederspannungsschaltgeräte – Teil 3: Lastschalter, Trennschalter, Lasttrennschalter und Schalter-Sicherungs-Einheiten	IEC / EN 60947-3	DIN VDE 0660-107
Niederspannungssicherungen	IEC / EN 60269	DIN VDE 0636
Überspannungsschutzgeräte für Niederspannung – Teil 11: Überspannungsschutzgeräte für den Einsatz in Niederspannungsanlagen – Anforderungen und Prüfungen	IEC / EN 61643-11	DIN VDE 0675-6-11
Messwandler – Stromwandler	IEC / EN 60044-1	DIN VDE 0414-44-1
Ladeeinheiten		
Errichten von Niederspannungsschaltanlagen – Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Stromversorgung von Elektrofahrzeugen	EN 60364-7-722	DIN VDE 0100-722
Stecker, Steckdosen, Fahrzeugsteckvorrichtungen und Fahrzeugstecker, Laden bis 250 A Wechselstrom und 400 A Gleichstrom	IEC 62196	DIN IEC 62196
Elektrische Ausrüstung von Elektro-Straßenfahrzeugen	IEC 61851	

3.19.2 Erläuterungen zur Norm für Mittelspannungs-Schaltanlagen (IEC 62271-200)

Siemens bietet das komplette Produktspektrum luft- und gasisolierter Schaltanlagen typgeprüft nach IEC 62271-200 an.

Sicherheit, Verfügbarkeit und Instandhaltungsfreundlichkeit sind wichtige Eigenschaften, die mit genormten Klassifizierungen einfach anzugeben sind.

- So beschreibt die **Kategorie der Betriebsverfügbarkeit** zu welchem Umfang die Schaltanlage betriebsfähig bleibt, wenn zum Arbeiten ein Schottraum geöffnet wird.
- Auch die **Art des Zugangs zu Schotträumen** ist klassifiziert.
- Die Norm legt zudem noch weitere Klassifizierungen fest, wie z. B. für Lebensdauer und andere Kennwerte der Schaltgeräte.
- Mittelspannungs-Schaltanlagen sind für den Einsatz in Räumen gedacht, die ausschließlich befugtem Personal (abgeschlossene elektrische Betriebsstätten) zugänglich sind. Die Anlagen sind IAC-qualifiziert, d. h. die Metallkapselung schützt im (extrem seltenen) Fall eines inneren Störlichtbogens das Bedienpersonal vor den Auswirkungen. **Die IAC-Qualifikation** beschreibt den geprüften Zugänglichkeitsgrad, die mögliche Aufstellung im Raum sowie Prüfstrom und Prüfzeit.

3.19.2.1 Kategorie der Betriebsverfügbarkeit

Kategorie der Betriebsverfügbarkeit	Wenn ein zugänglicher Schottraum der Schaltanlage geöffnet wird, ...	Konstruktive Ausführung
LSC 1	dann muss die Sammelschiene und damit die komplette Schaltanlage freigeschaltet werden.	Keine Schottwände innerhalb des Feldes, keine Feldtrennwände zu Nachbarfeldern
LSC 2		
LSC 2A	dann muss nur das betreffende Kabel freigeschaltet werden. Die Sammelschiene und benachbarte Schaltfelder können in Betrieb bleiben.	Feldtrennwände und Trennstrecke mit Schottung zur Sammelschiene
LSC 2B	dann können das betreffende Kabel, die Sammelschiene und die benachbarten Schaltfelder in Betrieb bleiben.	Feldtrennwände und Trennstrecken mit Schottung zur Sammelschiene sowie zum Kabel

3.19.2.2 Art des Zugangs zu Schotträumen

Art der Zugänglichkeit eines Schottraumes	Eigenschaften des Zugangs	
Verriegelungsgesteuert	Öffnen für normalen Betrieb und Instandhaltung, z.B. Sicherungswechsel	Zugang wird durch die Konstruktion der Schaltanlage kontrolliert, d.h. eingebaute Verriegelungen verhindern das unzulässige Öffnen
Verfahrensabhängig	Öffnen für normalen Betrieb und Instandhaltung, z.B. Sicherungswechsel	Zugangskontrolle über ein geeignetes Verfahren (Arbeitsanweisung des Betreibers) kombiniert mit einer Abschließvorrichtung (Schloss)
Werkzeugabhängig	Öffnen nicht für normalen Betrieb oder Instandhaltung, z.B. Kabelprüfung	Zugang nur mit Werkzeug zum Öffnen, besondere Zugangsverfahren (Anweisung des Betreibers)
Nicht zugänglich	**Öffnen kann Schottraum zerstören** Dies gilt generell für die gasgefüllten Schotträume gasisolierter Schaltanlagen. Der Zugang ist aufgrund der Wartungsfreiheit und Klimaunabhängigkeit weder erforderlich noch möglich.	

3.19.2.3 Störlichtbogenqualifikation IAC

In der Notation IAC A FLR, I und t stehen die einzelnen Kürzel für folgende Werte	
IAC	Internal Arc Classification
A	Abstand der Indikatoren 300 mm, d.h. Aufstellung in Räumen mit Zugang für befugtes Personal, abgeschlossene elektrische Betriebsstätte
FLR	Zugang von vorne (F = Front) von den Seiten (L = Lateral) von hinten (R = Rear)
I	Prüfstrom = Bemessungs-Kurzschlussausschaltstrom (in kA)
t	Störlichtbogendauer (in Sekunden)

Anmerkung:
Siemens dankt Alperen Gök von der Pamukkale University für die weitere Optimierung unseres Planungstools.

Herausgeber
Siemens AG

Smart Infrastructure
Distribution Systems
Mozartstraße 31 C
91052 Erlangen, Deutschland

Weitere Informationen finden Sie unter
www.siemens.de/simaris

E-Mail: simaris.tip.energy@siemens.com

© Siemens 2020

Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Die Informationen in diesem Dokument enthalten lediglich allgemeine Beschreibungen bzw. Leistungsmerkmale, welche im konkreten Anwendungsfall nicht immer in der beschriebenen Form zutreffen bzw. welche sich durch Weiterentwicklung der Produkte ändern können. Die gewünschten Leistungsmerkmale sind nur dann verbindlich, wenn sie bei Vertragsschluss ausdrücklich vereinbart werden.

Alle Produktbezeichnungen können Marken oder sonstige Rechte der Siemens AG, ihrer verbundenen Unternehmen oder dritter Gesellschaften sein, deren Benutzung durch Dritte für ihre eigenen Zwecke die Rechte der jeweiligen Inhaber verletzen kann.