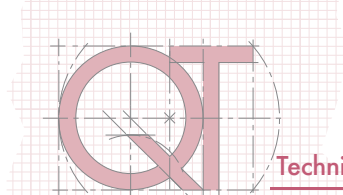


Technisches Anwendungshandbuch Nr.11
Leitfaden zur Konstruktion von
Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen
nach den Normen IEC EN 61439
Teil 1 und Teil 2



Leitfaden zur Konstruktion einer Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen nach den Normen IEC EN 61439 Teil 1 und Teil 2

Inhalt

Einleitung	3	6 Schottungsformen	17
1 Normen zu den Schaltgerätekombinationen und Anwendbarkeit		7 Nachweis der Erwärmungsgrenzen innerhalb einer Anlage	
1.1 Die Norm IEC EN 61439-1	4	7.1 Einleitung	18
2 Elektrische Bemessungseigenschaften einer Schaltgerätekombination	8	7.2 Thermische Prüfung der Schaltgerätekombination	19
3 Klassifikation der Schaltgerätekombinationen		7.3 Berechnung der Erwärmung nach der Norm CEI 17-43	22
3.1 Schaltgerätekombinationen in offener und geschlossener Bauform	10	7.4 Berechnungsbeispiele der Erwärmung	26
3.2 Äußere Bauform	10	8 Nachweis der Leistungen bei Kurzschluss	
3.3 Installationsbedingungen	10	8.1 Nachweis der Kurzschlussfestigkeit	31
3.4 Funktionelle Klassifikation	11	8.2 Kurzschlussstrom und Eignung der Schaltgerätekombination für die Anlage	32
4 IP-Schutzart in einer Schaltgerätekombination	12	8.3 Wahl des Verteilungssystems im Bezug auf die Kurzschlussstehfestigkeit	34
4.1 IP-Schutzart in den Schaltgerätekombinationen ArTu	13	8.4 Kurzschluss Prüfung nach den Konstruktionsregeln	38
4.2 IP-Schutzart und Installationsumgebung	14	9 Nachweis der dielektrischen Eigenschaften der Schaltgerätekombination	
4.3 IP-Schutzart und Erwärmung	15	9.1 Stehwechselspannungsprüfung	39
4.4 IP-Schutzart der herausnehmbaren Teile	15	9.2 Stoßspannungsfestigkeit sprüfung	42
5 IK-Codes der Umhüllungen			
5.1 IK-Codes in den Schaltgerätekombinationen ArTu	16		

Leitfaden zur Konstruktion einer Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen nach den Normen IEC EN 61439 Teil 1 und Teil 2

Inhalt

10 Schutz gegen elektrische Schläge

- 10.1 Schutz gegen direktes Berühren..... 44
- 10.2 Schutz gegen indirektes Berühren..... 44
- 10.3 Sicheres Management der Schaltgerätekombination 45

11 Praktische Angaben zur Konstruktion von Schaltgerätekombinationen

- 11.1 Konstruktion der Schaltgerätekombination 46
- 11.2 Anordnung der Leistungsschalter 46
- 11.3 Verankern der Leiter in der Nähe der Leistungsschalter..... 48
- 11.4 Angaben zum Anschluss der Leistungsschalter an das Sammelschienensystem 51
- 11.5 Angaben zu den Installationsabständen der Leistungsschalter 55
- 11.6 Andere logistische und praktische Angaben..... 58
- 11.7 Handling, Transport und Endinstallation 59
- 11.8 Eingriffe auf Schaltgerätekombinationen in Betrieb..... 62

12 Leitfaden zur Zertifizierung einer Schaltgerätekombination

- 12.1 Konformität der Schaltgerätekombination mit den Normen. 63
- 12.2 Wichtigste Nachweise, die durch den ursprünglichen Hersteller auszuführen sind... 63
- 12.3 Stücknachweise, die durch den Hersteller der Schaltgerätekombination auszuführen sind..... 65
- 12.4 Die Stücknachweise nach der Norm IEC EN 61439..... 66
- 12.5 Weitere Angaben zur Abnahmeprüfung 67
- 12.6 Weitere Angaben zum Stücknachweis der dielektrischen Eigenschaften 68
- 12.7 Enddokumentation und Ende der Prüfungen 69

13 Beispiel zur Konstruktion einer Schaltgerätekombination ArTu

- 13.1 Übersichtsschaltbild 70
- 13.2 Wahl der Leistungsschalter und der Außenleitungen der Schaltgerätekombination..... 71
- 13.3 Schaltanlagenfront, Verteilungssystem und Metallrahmen 71
- 13.4 Konformität mit der Norm IEC EN 61439-2 73

Anhang A

- Formulare für die Konformitätserklärung und die Prüfzertifikate 75

Einleitung

Eine elektrische Schaltanlage ist eine Kombination mehrerer Schalt- und Schutzgeräte, die in einem oder mehreren nebeneinander stehenden Gehäusen (Schaltfeldern) zusammengefasst sind.

In einer Schaltgerätekombination unterscheidet man: ein Gehäuse, das von den Normen Umhüllung genannt wird (hat die Aufgabe, die in ihm enthaltenen Komponenten zu tragen und mechanisch zu schützen) und die elektrischen Betriebsmittel, die aus den Schaltgeräten, den internen Anschlüssen und den Eingangs- und Ausgangsklemmen für den Anschluss der Anlage bestehen.

Wie alle Bestandteile einer elektrischen Anlage muss auch die Schaltanlage der entsprechenden Produktnorm entsprechen.

Unter diesem Gesichtspunkt ist im Normungsbereich eine Evolution zu verzeichnen, die vom Übergang der vorherigen Norm CEI EN 60439 zur augenblicklichen CEI EN 61439 geführt hat. Auf internationaler Ebene sind gerade die Normen IEC 61439-1 und IEC 61439-2 eingeführt worden, denen in Italien die CEI EN 61439-1 und CEI EN 61439-2 entsprechen. Diese Normen gelten für Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen (NS-Schaltanlagen) (deren Bemessungs-Spannung bei Wechselstrom nicht über 1000 V oder bei Gleichstrom nicht über 1500 V liegt).

Das hier vorliegende technische Heft hat folgende Ziele:

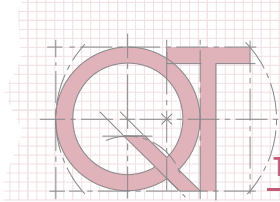
1) Beschreibung der wichtigsten Neuheiten und der wichtigsten Änderungen, die von der neuen Norm hinsichtlich Struktur, Festlegungen und Inhalten (z.B.: Prüfungsverfahren der Schaltgerätekombinationen und

ihrer Anwendbarkeitsbedingungen) eingeführt werden, mit besonderem Hinblick auf die Leistungsnachweise zu: Erwärmungsgrenzen, Kurzschlussfestigkeit und Isolationseigenschaften.

2) Lieferung eines Dokuments, das nützliche Informationen zur Konstruktion und Zertifizierung der NS-Schaltgerätekombinationen in Übereinstimmung mit der Norm IEC EN 61439 liefert.

Dieses Dokument gliedert sich in sieben Hauptteile:

- Einführung und Beschreibung der neuen IEC EN 61439
- Festlegung der elektrischen Bemessungs-Eigenschaften, der IP-Schutzarten und des IK-Codes und der Schottungsformen für eine Schaltgerätekombination
- die Normungsaspekte zu: Erwärmung, Kurzschlussfestigkeit und dielektrischen Eigenschaften (Isolierstrecken)
- die Bestimmungen für den Schutz gegen direktes und indirektes Berühren
- praktische Angaben zu Konstruktion, Handling, Transport und Endinstallation der elektrischen Schaltgerätekombinationen
- Eigenschaften und Leistungen (Konstruktionsnachweis) der elektrischen Schaltgerätekombinationen und eine Anleitung zur Ausführung der Stücknachweise (Zertifizierung der Schaltgerätekombination)
- ein Beispiel zur Auswahl der Produkte (Leistungsschalter, Leiter, Verteilungssystem, Sammelschienen und Struktur) für die Konstruktion einer Schaltgerätekombination ArTu.



1 Normen zu den Schaltgerätekombinationen und Anwendbarkeit

Die kürzliche Veröffentlichung der neuen IEC EN 61439 hat eine Entwicklung und bessere Festlegung des Konzepts der Schaltgerätekombination verlangt, die seit 1990 unverändert geblieben war, als man von den FSK zu den TSK und den PTSK übergang.

Die neue Norm betrachtet die Schaltgerätekombination weiterhin als eine normale Komponente der Anlage, wie einen Leistungsschalter oder eine Steckverbindung, obwohl sie aus einer Gruppe mehrerer Schaltgeräte besteht, die in einem oder mehreren nebeneinander stehenden Umhüllungen (Schaltfeldern) zusammengesetzt sind.

In einer Schaltanlage unterscheidet man: ein Gehäuse, das von den Normen Umhüllung genannt wird (hat die Aufgabe, die in ihm enthaltenen Komponenten zu tragen und mechanisch zu schützen) und die elektrischen Betriebsmittel, die aus den Schaltgeräten, den internen Anschlüssen und den Eingangs- und Ausgangsklemmen für den Anschluss der Anlage bestehen.

Diese Baugruppe ist angemessen zusammenzubauen, um den Sicherheitsanforderungen gerecht zu werden und so gut wie möglich den Funktionen zu entsprechen, für die sie konstruiert worden ist.

Unter diesem Gesichtspunkt ist der Installateur in Italien früher durch das Gesetz 46/90 und jetzt durch den Ministerialerlass 37/08 verpflichtet, für jeden Eingriff auf der Anlage, die über die laufende Instandhaltung hinausgeht, eine Erklärung zur Konformität mit dem neuesten Stand der Technik zu unterschreiben.

Unter den obligatorischen Anlagen der Erklärung erscheint in der Liste der installierten oder geänderten Materialien oft die Schaltgerätekombination, an der Eingriffe vorgenommen worden sind.

Wie schon bekannt, werden nach Art.2 des Gesetzes 186 vom 1. März 1968 die Schaltgeräte und Anlagen, die in Übereinstimmung mit den IEC-Normen konstruiert werden, als den neuesten Regeln der Technik entsprechend betrachtet. Wie alle Bestandteile einer elektrischen Anlage muss also auch die Schaltgerätekombination der jeweils zutreffenden Produktnorm entsprechen. Zu diesem Punkt sind seit kurzem die IEC 61439-1 und 2 auf internationaler Ebene in Kraft getreten, die auf dem italienischen Niveau den Normen CEI EN 61439-1 und 2 entsprechen.

Diese Normen gelten für Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen (deren Bemessungs-Spannung bei Wechselstrom nicht über 1000 V oder bei Gleichstrom nicht über 1500 V liegt).

Die IEC EN 61439-1 enthält allgemeine Festlegungen für die NS-Schaltgerätekombinationen, während die anderen Teile, die nach und nach veröffentlicht werden, den spezifischen Typ der Schaltgerätekombinationen betreffen und zusammen mit dem allgemeinen Teil zu lesen sind.

Diese speziellen Teile werden die folgenden sein:

- IEC EN 61439-2: "Energie-Schaltgerätekombinationen"
- IEC EN 61439-3: "Installationsverteiler" (ersetzt die vorherige IEC EN 60439-3 zu den ASD)

- IEC EN 61439-4: "Baustromverteiler" (ersetzt die vorherige IEC EN 60439-4 zu den ASC)
- IEC EN 61439-5: "Kabelverteilerschränke" (ersetzt die vorherige IEC EN 60439-5)
- IEC EN 61439-6: "Schienenverteiler" (ersetzt die vorherige IEC EN 60439-2)

Die italienische Norm CEI 23-51, die sich mit Schaltanlagen für Haushalte und ähnlichem befasst, wird weiterhin in Kraft bleiben.

Letztere müssen in Umgebungen mit bestimmten Eigenschaften ausgestellt werden und mit Spannungen und Strömen betrieben werden, die auf bestimmte Werte beschränkt sind.

Es sind noch zwei weitere CEI-Veröffentlichungen zu Schaltgerätekombinationen erhältlich:

- CEI 17-43, in der ein Verfahren zur Festlegung der Erwärmung durch Berechnung oder Konstruktionsregeln dargestellt wird.
- CEI 17-52, in der ein Verfahren zur Festlegung der Kurzschlussstandfestigkeit durch Berechnung oder Konstruktionsregeln dargestellt wird.

1999 hat CEI den Leitfaden CEI 17-70 veröffentlicht: Dieses Dokument hat den Zweck, eine "offizielle" Interpretation zu einigen wichtigen Punkten der Normen von Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen zu liefern. In diesem Leitfaden werden nach einem Überblick über die Normenwerke die Schaltgerätekombinationen ArTu behandelt, die der Norm IEC EN 61439-2 entsprechen.

1.1 Norm IEC EN 61439-1

Wie schon gesagt, besteht das neue Normenwerk, das IEC durch den Code 61439 identifiziert, aus der Grundnorm 61439-1 und den spezifischen Normen, die sich auf den Typ der Schaltgerätekombination beziehen. In der ersten werden die Eigenschaften und Leistungen behandelt, die allen Schaltgerätekombinationen gemein sind, die dann in einer spezifischen Norm betrachtet werden.

Die aktuelle Struktur der neuen IEC EN 61439 ist die folgende:

- 1) IEC 61439-1: "Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen (SK) Teil 1: "Allgemeine Festlegungen"
- 2) IEC EN 61439-2: "Energie-Schaltgerätekombinationen"
- 3) IEC EN 61439-3: "Installationsverteiler"
- 4) IEC EN 61439-4: "Baustromverteiler"
- 5) IEC EN 61439-5: "Kabelverteilerschränke"
- 6) IEC EN 61439-6: "Schienenverteiler";

Was die Konformitätserklärung betrifft, wird jeder einzelne Typ von Schaltgerätekombinationen der entsprechenden Produktnorm konform erklärt (z.B.: die Energie-Schaltgerätekombinationen werden der IEC EN 61439-2 konform erklärt, die Installationsverteiler werden der Norm IEC EN 62439-3 konform erklärt).

Der Übergang von der vorherigen Norm IEC EN 60439 zu der augenblicklichen IEC EN 61439 wird so erfolgen: Die "alte" 60439-1 wird allmählich durch die neuen Normen 61439-1 und 2 ersetzt, wird aber noch bis 2014 für die Energie-Schaltgerätekombinationen in Kraft bleiben (auch nach der englischen Bezeichnung PSC genannt: Power switchgear controlgear PSC-ASSEMBLIES). Nach diesem Datum dürfen die neuen PSC-Schaltgerätekombinationen nur noch den neuen Normen entsprechen.

Der Gültigkeitszeitraum für die Norm 60439-1 und die anderen 60439-X verlängert sich für die Konstruktion der anderen Schaltgerätekombinationen (Baustrom, Sammelschienen, Verteilung etc.) bis auf 2014, da diese neuen Normen bis heute nur vorgesehen und geplant, aber noch nicht verfügbar sind.

Die Grundnorm legt die neuen Anforderungen für die Konstruktion, die Sicherheit und die Instandhaltung der Schaltgerätekombinationen fest, indem sie die Bemessungs-Eigenschaften, die Umgebungsbedingungen, die mechanischen und elektrischen Anforderungen und die Bestimmungen zu den Leistungen identifiziert.

Die vorherige Norm von 1990 hatte die Schaltgerätekombinationen in zwei Typen gegliedert, die je nach ihrer vollständigen oder teilweisen Übereinstimmung mit den Typtests im Labor TSK (typgeprüfte SK) oder PTSK (partiell typgeprüfte Schaltgerätekombinationen) genannt wurden.

Bei der neuen Norm entfällt dieses Dualismus und sie führt an seiner Stelle einfach das Konzept der bauartgeprüften Schaltgerätekombination ein, d.h. eine beliebige Schaltgerätekombination, die den Bauartnachweisen entspricht, die von der gleichen Norm vorgesehen sind.

Zu diesem Zweck führt die Norm drei verschiedene, aber untereinander vollkommen gleichwertiger Verfahren für den Bauartnachweis einer Schaltgerätekombination ein, und zwar durch:

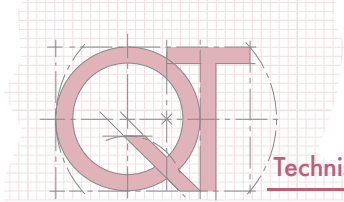
- 1) Nachweise durch Labortests (früher Typprüfung und jetzt Nachweisprüfungen)
- 2) Nachweis durch Berechnungen (unter Benutzung alter und neuer Algorithmen)
- 3) Nachweis durch Konstruktionsregeln (Analysen und Betrachtungen, die unabhängig von den Prüfungen sind; Nachweis mit physikalisch-analytischen Kriterien oder Konstruktionsschlussfolgerungen).

Die unterschiedlichen Leistungen (Erwärmung, Isolation, Korrosion etc.) können mit einem beliebigen dieser drei Verfahren nachgewiesen werden. Ob man die eine oder die andere Methode benutzt hat, um die Konformität der Schaltgerätekombination zu gewährleisten, bleibt völlig unerheblich.

Da es nicht immer möglich ist, zwischen den drei Verfahren zu wählen, ist in der Tabelle D.1 des Anhangs D der Norm (siehe Tabelle 1.1) für jede der nachzuweisenden Leistungen angegeben, welche der drei Nachweisverfahren man benutzen kann.

Tabelle 1.1

Nr.	Nachzuweisende Eigenschaften	Artikel oder Abschnitte	Verfügbare Auswahl zum Nachweis		
			Nachweis durch Prüfung	Nachweis durch Berechnungen	Nachweis durch Konstruktionsregeln
1	Festigkeit von Werkstoffen und Teilen:	10.2			
	Korrosionsbeständigkeit	10.2.2	JA	NEIN	NEIN
	Eigenschaften von Isolierwerkstoffen:	10.2.3			
	Wärmebeständigkeit	10.2.3.1	JA	NEIN	NEIN
	Widerstandsfähigkeit der Isolierwerkstoffe gegen Wärme	10.2.3.2	JA	NEIN	NEIN
	Widerstandsfähigkeit der Isolierwerkstoffe gegen außergewöhnliche Wärme und Feuer infolge interner elektrischer Wirkungen	10.2.3.3	JA	NEIN	NEIN
	Beständigkeit gegen ultraviolette Strahlung (UV)				
	Anheben	10.2.4	JA	NEIN	NEIN
	Schlagprüfung	10.2.4	JA	NEIN	NEIN
Aufschriften	10.2.6	JA	NEIN	NEIN	
	10.2.7	JA	NEIN	NEIN	
2	Schutzart der Umhüllungen	10.3	JA	NEIN	JA
3	Luft- und Kriechstrecken	10.4	JA	JA	JA
4	Schutz gegen elektrischen Schlag und Integrität des Schutzleitersystems:	10.5			
	Durchgängigkeit der Verbindung zwischen Körpern der Schaltgerätekombination und Schutzleiterkreis	10.5.2	JA	NEIN	NEIN
	Wirksamkeit der Schaltgerätekombination bei äußeren Fehlern	10.5.3	JA	JA	JA
5	Einbau von Schaltgeräten und Komponenten	10.6	NEIN	NEIN	JA
6	Innere elektrische Stromkreise und Verbindungen	10.7	NEIN	NEIN	JA
7	Anschlüsse für von außen eingeführte Leiter	10.8	NEIN	NEIN	JA
8	Isolationseigenschaften:	10.9			
	Betriebsfrequente Spannungsfestigkeit	10.9.2	JA	NEIN	NEIN
	Stoßspannungsfestigkeit	10.9.3	JA	NEIN	JA
9	Erwärmungsgrenzen	10.10	JA	JA	JA
10	Kurzschlussfestigkeit	10.11	JA	JA	JA
11	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	10.12	JA	NEIN	JA
12	Mechanische Funktion	10.13	JA	NEIN	NEIN



Wie man sehen kann, ist für einige Leistungen, wie die Korrosionsbeständigkeit oder die Schlagprüfung nur der Nachweis durch Laborprüfung zugelassen. Für die anderen Leistungen, wie Erwärmungsgrenzen und Kurzschlussfestigkeit sind dagegen alle drei Nachweisarten zugelassen: durch Prüfung, Berechnung oder Konstruktionsregeln.

Eine andere große Neuheit der neuen Norm ist die bessere Festlegung der Figur des Herstellers.

Insbesondere werden zwei Typen von Herstellern festgelegt: der "ursprüngliche" Hersteller und der Hersteller "der Schaltgerätekombination".

Der erste ist derjenige, der ursprünglich die Reihe von Schaltgerätekombinationen entwickelt hat, zu welcher die zusammenzubauende gehört, und der zu diesem Zweck die Bauartnachweise (bisher Typprüfungen) erbracht, die Ableitungsberechnungen oder die Konstruktionsregeln durchgeführt hat, um alle verfügbaren Möglichkeiten für den Nachweis der Kombination zu vervollständigen.

Es versteht sich von selbst, dass der ursprüngliche Hersteller, der mehr und leistungsstärkere Ausführungen "standardisieren" und vorschlagen kann, bessere Möglichkeiten hat, seine Schaltgerätekombinationen zu konstruieren und folglich einen guten Gewinn zu erzielen.

Der zweite, der als Hersteller "der Schaltgerätekombination" identifiziert wird, ist derjenige, der die Kombination tatsächlich konstruiert, und zwar in dem Sinn, dass er sich die verschiedenen Teile und Komponenten beschafft und wie verlangt zusammenbaut, um die fertige Kombination zu erhalten, montiert und verdrahtet, wobei alle schon erwähnten Möglichkeiten ausgenutzt werden können, die gebrauchsfertig sind und ihm vor "ursprünglichen" Herstellern angeboten werden.

Die Norm sieht noch vor, dass einige Phasen der Montage der Kombination auch außerhalb des Labors oder der Werkstatt des Herstellers der Schaltgerätekombination (an der Baustelle oder an Bord der Maschine) ausgeführt

werden, aber auf jeden Fall unter Befolgung der Anweisungen desselben.

Unter dem operativen Gesichtspunkt können die Installateure oder Schaltanlagenbauer, d.h. die Endhersteller wie üblich die in den Katalogen der "ursprünglichen" Hersteller vorgestellten und als Bausatz vermarkteten Produkte verwenden, um sie in der Konfiguration der Schaltgerätekombination zusammenzubauen, die sie benötigen.

Zusammenfassend muss der "ursprüngliche" Hersteller:

- die Linie der gewünschten Schaltgerätekombinationen planen (berechnen, auslegen und konstruieren)
- einige Prototypen dieser Linie von Schaltgerätekombinationen testen
- diese Prüfungen bestehen, um nachzuweisen, dass sie den obligatorischen Vorschriften der Norm entsprechen
- durch Berechnung oder andere Beurteilungen oder Messungen weitere Ausführungen von den Prüfungen ableiten
- weitere Ausführungen hinzufügen, die er ohne Prüfungen, aber mit passenden "Konstruktionsregeln" erhalten hat
- schließlich alle besagten Informationen sammeln und in Form von Katalogen, Rechenschiebern oder Software an dem Endkunden weitergeben, damit dieser die neue Schaltgerätekombination konstruieren, wie auch benutzen und so gut wie möglich führen kann, indem er angemessene Kontrollen und Instandhaltungen vorsieht.

Die Liste der Bauartnachweise, welche die Norm vorschreibt und die der "ursprüngliche" Hersteller ausführen muss, der in Übereinstimmung mit der Tabelle 1.1 beschließen wird, wie er sie ausführt, ist die folgende:
Prüfung der Eigenschaften zur Konstruktion:

- Festigkeit von Werkstoffen und Teilen
- Schutzart IP der Schaltgerätekombination
- Luft- und Kriechstrecken
- Schutz gegen elektrischen Schlag und Integrität des Schutzleitersystems
- Einbau von Schaltgeräten und Komponenten
- Innere elektrische Stromkreise und Verbindungen
- Anschlüsse für von außen eingeführte Leiter

Prüfung der Eigenschaften zum Verhalten:

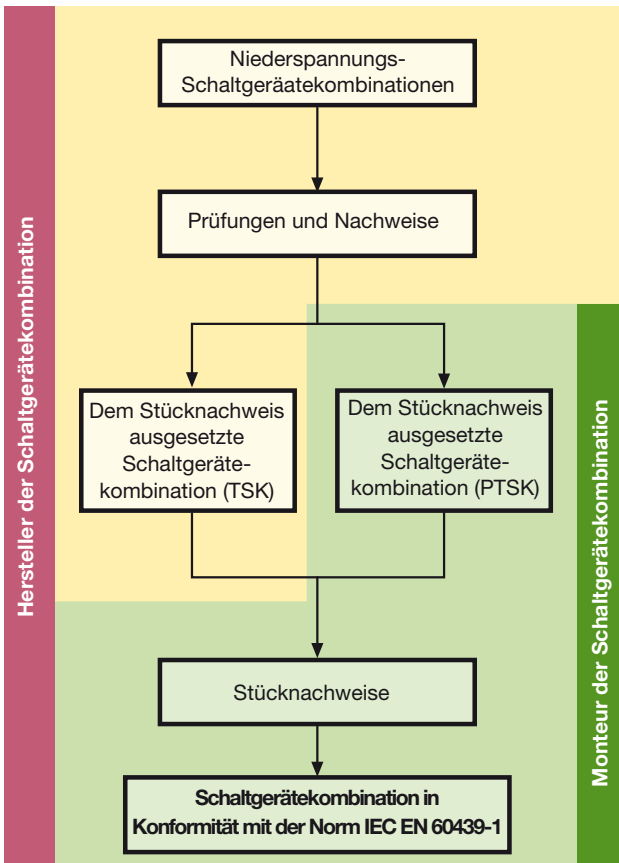
- Isolationseigenschaften (Spannungsfestigkeit bei 50 Hz und Stoßspannungsfestigkeit)
- Nachweis der Erwärmungsgrenzen
- Kurzschlussfestigkeit
- Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
- Mechanische Funktion.

Der Hersteller "der Schaltgerätekombination" hat dagegen die folgende Verantwortung:

- Auswahl und (lagerrichtige) Montage der Komponenten unter Beachtung der mitgelieferten Anweisungen
- Ausführung des Stücknachweises auf jeder konstruierten Schaltgerätekombination
- Nachweis der Normenkonformität der Schaltgerätekombination.

Abbildung 1.1

Norm ICE EN 60439-1



Die Liste der Stücknachweise (Abnahmeprüfung), die von der Norm vorgeschrieben werden und zu Lasten des Herstellers "der Schaltgerätekombination" gehen, ist die folgende:

Eigenschaften zur Konstruktion:

- IP-Schutzarten der Unhüllung
- Luft- und Kriechstrecken
- Schutz gegen elektrischen Schlag und Integrität des Schutzleitersystems
- Einbau von Schaltgeräten und Komponenten
- Innere elektrische Stromkreise und Verbindungen
- Anschlüsse für von außen eingeführte Leiter
- Mechanische Funktion.

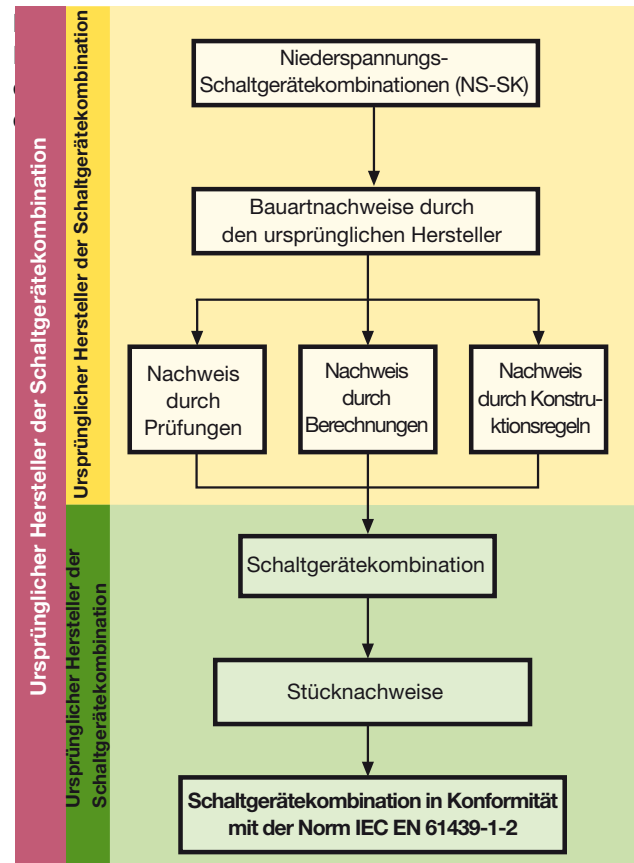
Eigenschaften zum Verhalten:

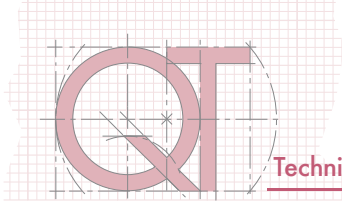
- Isolationseigenschaften (Spannungsfestigkeit bei 50 Hz und Stoßspannungsfestigkeit)
- Verdrahtung und Betrieb.

Diese Prüfungen können in jeder beliebigen Reihenfolge ausgeführt werden.

Der Tatbestand, dass die Stücknachweise durch den Hersteller der "Schaltgerätekombination" ausgeführt werden, befreit den Installateur nicht von der Aufgabe, diese nach dem Transport und der Installation zu prüfen.

Norm ICE EN 61439-1-2





2 Elektrische Bemessungs-Eigenschaften einer Schaltgerätekombination

Bemessungs-Spannung (U_n)

Das ist der höchste Bemessungswert, der für die Spannung in AC (Effektivwert) oder in DC vorgesehen ist, welchen der Hersteller der Schaltgerätekombination erklärt hat, mit der man den (die) Hauptstromkreis(e) der Schaltgerätekombination speisen darf. Für dreiphasige Stromkreise entspricht diese Spannung der verketteten Spannung zwischen den Phasenleitern.

Bemessungs-Betriebsspannung (U_b)

Das ist die Bemessungs-Spannung eines Stromkreises einer Schaltgerätekombination, die zusammen mit dem Bemessungs-Strom seinen Gebrauch festlegt. Für dreiphasige Stromkreise entspricht diese Spannung der verketteten Spannung zwischen den Phasenleitern. In einer Schaltgerätekombination gibt es in der Regel einem Hauptstromkreis mit eigener Bemessungs-Spannung, und einen oder mehrere Hilfsstromkreise mit eigenen Bemessungs-Spannungen. Der Hersteller muss die Grenzwerte der Spannung angeben, die für einen korrekten Betrieb der Stromkreise, die innerhalb der Schaltgerätekombination vorhanden sind, zu beachten sind.

Bemessungs-Isolationsspannung (U_i)

Das ist der Spannungswert eines Stromkreises einer Schaltgerätekombination, auf den sich die Prüfung der anliegenden Spannung (betriebsfrequente Spannungsfestigkeit) und der Kriechabstände bezieht. Die Bemessungs-Spannung jedes Stromkreises darf den Wert seiner Bemessungs-Isolationsspannung nicht überschreiten.

Bemessungs-Stoßspannungsfestigkeit (U_{imp})

Das ist der Spitzenwert einer Stoßspannung, den ein Stromkreis unter den genannten Bedingungen ertragen muss. Auf diesen Wert beziehen sich die Luftstrecken. Dieser Wert muss gleich oder größer als die Stoßüberspannungen sein, die sich in dem System ereignen, in das die Schaltgerätekombination eingebaut ist.

Dazu bietet die Norm IEC EN 61439-1 zwei Tabellen an:

- Die Tabelle G.1 (siehe Tabelle 2.1) gibt die Normwerte der Bemessungs-Stoßspannungsfestigkeit an den verschiedenen Stellen der Anlage bei variablen Betriebsspannungen gegen Erde an.
- Die Tabelle 10 (siehe Tabelle 2.2) liefert den Wert der Prüfspannung, welcher der Stoßspannungsfestigkeit je nach der Höhenlage entspricht, auf welche der Test ausgeführt wird.

Tabelle 2.1

Übereinstimmung zwischen der Bemessungs-Spannung des Speisernetzes und der Bemessungs-Stoßspannungsfestigkeit im Fall von Schutz gegen Überspannungen mit Überspannungsableitern nach IEC 60099-1.





Höchstwert der Bemessungs-Betriebsspannung gegen Erde bei AC (Effektivwert) oder bei DC	Bemessungs-Spannung des Speisernetzes (\leq der Bemessungs-Isolationsspannung der Schaltgerätekombination)				Normwerte der Bemessungs-Stoßspannungsfestigkeit (1,2/50 μ s) bei 2000 m kV			
	V				Überspannungskategorie			
	 AC Effektivwert	 AC Effektivwert	 AC Effektivwert oder DC	 AC Effektivwert oder DC	IV	III	II	I
50	-	-	12,5, 24, 25, 30, 42, 48	-	1.5	0.8	0.5	0.33
100	66/115	66	60	-	2.5	1.5	0.8	0.5
150	120/208 127/220	115, 120 127	110, 120	220-110, 240-120	4	2.5	1.5	0.8
300	220/380 230/400 240/415 260/440 277/480	220, 230 240, 260 277	220	440-220	6	4	2.5	1.5
600	347/600 380/660 400/690 415/720 480/830	347, 380, 400 415, 440, 480 500, 577, 600	480	960-480	8	6	4	2.5
1000	-	660 690, 720 830, 1000	1000	-	12	8	6	4

Tabelle 2.2

Bemessungs-Stoßspannungsfestigkeit U _{imp} kV	Steh-Stoßspannungen									
	U _{1,2/50} , AC Spitze und DC kV					Effektivwert AC kV				
	Meeres- höhe	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m	Meereshöhe	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
2.5	2.95	2.8	2.8	2.7	2.5	2.1	2	2	1.9	1.8
4	4.8	4.8	4.7	4.4	4	3.4	3.4	3.3	3.1	2.8
6	7.3	7.2	7	6.7	6	5.1	5.1	5	4.7	4.2
8	9.8	9.6	9.3	9	8	6.9	6.8	6.6	6.4	5.7
12	14.8	14.5	14	13.3	12	10.5	10.3	9.9	9.4	8.5

Bemessungs-Strom der Schaltgerätekombination (I_{NA})

Das ist eine neue, von der IEC EN 61439 eingeführte Eigenschaft, die in der Regel den höchstzulässigen Dauerlaststrom in der Einspeisung oder den Höchststrom angibt, den eine Schaltgerätekombination ertragen kann. Der Bemessungsstrom muss auf jeden Fall ertragen werden, vorausgesetzt die Erwärmungsgrenzen der Norm werden eingehalten.

Bemessungs-Strom eines Stromkreises (I_{nc})

Das ist der Stromwert, den ein Stromkreis ertragen muss, ohne dass die Erwärmung seiner Teile die Grenzwerte überschreitet, die in den Prüfbedingungen vorgesehen sind (siehe Abschnitt 7).

Zulässiger Bemessungs-Kurzzeitstrom (I_{cw})

Das ist der Effektivwert des Stroms für die Kurzschlussprüfung von 1 s ohne die Öffnung der Schutzeinrichtungen, die der Hersteller der Schaltgerätekombination erklärt und den diese ertragen muss, ohne in den nach Strom und Zeit festgelegten Bedingungen Schaden zu nehmen. Einer Schaltgerätekombination können für unterschiedliche Zeiten (z.B. 0,2 s; 3 s) unterschiedliche Werte von I_{cw} zugewiesen werden.

Zulässiger Bemessungs-Stoßstrom (I_{pk})

Das ist der Spitzenwert des Kurzschlussstroms, den der Hersteller der Schaltgerätekombination erklärt, den diese in den festgelegten Bedingungen ertragen können muss.

Bedingungskurzschlussstrom I_{cc}

Das ist der Effektivwert des unbeeinflussten Kurzschlussstroms, den der Hersteller festgelegt hat, den der Stromkreis, der durch Schutzeinrichtungen gegen den vom Hersteller angegebenen Kurzschluss geschützt

wird, in den genannten Prüfungsbedingungen während der Betriebszeit dieser Schaltgerätekombination auf zufrieden stellende Weise ertragen muss.

Bemessungsbelastungsfaktor (RDF)

Das ist der einheitliche Wert, der vom Hersteller der Schaltgerätekombination zugewiesen wird, mit dem die Abgangsstromkreise einer Schaltgerätekombination gleichzeitig und dauernd belastet werden können müssen, wenn man die variablen thermischen Beeinflussungen berücksichtigt. Der Bemessungsbelastungsfaktor wird wie folgt festgelegt:

- eine Gruppe von Stromkreisen
- die ganze Schaltgerätekombination.

Der Bemessungsbelastungsfaktor ist: $\frac{\sum I_b}{\sum I_n}$

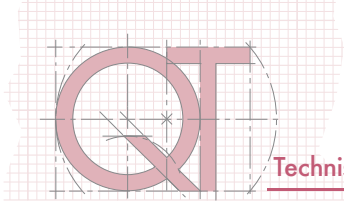
Der Bemessungsbelastungsfaktor multipliziert mit dem Bemessungs-Strom der Stromkreise (I_n) muss gleich oder größer als die unbeeinflussten Lasten für die Abgangsstromkreise (I_b) sein.

Dieser Belastungsfaktor ist auf die Abgangsstromkreise der Schaltgerätekombination anwendbar und weist die teilweise Belastbarkeit der multiplen Funktionseinheiten nach.

Wenn der Hersteller einen Bemessungsbelastungsfaktor zuweist, muss dieser für die Erwärmungsprüfung benutzt werden, ansonsten wird der Bezugswert genommen, den die Norm IEC EN 61439-1 im Anhang E empfiehlt.

Bemessungs-Frequenz

Das ist der Frequenzwert, auf den sich die Betriebsbedingungen beziehen. Wenn die Stromkreise einer Schaltgerätekombination für unterschiedliche Frequenzwerte vorgesehen sind, muss für jeden Stromkreis die Bemessungs-Frequenz angegeben werden.



3 Klassifikation der Schaltgerätekombinationen

Es gibt unterschiedliche Klassifikationen für Schaltgerätekombinationen, die von verschiedenen Faktoren abhängen:

von der Bauart, der äußeren Bauform, den Installationsbedingungen, der ausgeführten Funktion.

3.1 Schaltgerätekombinationen in offener und geschlossener Bauform

Aufgrund der Bauart unterscheidet die Norm IEC EN 61439-1 vor allem zwischen Kombinationen in offener und geschlossener Bauform.

- *Geschlossene Bauform*
Eine Schaltgerätekombination ist geschlossen, wenn auf allen Seiten geschützte Tafeln vorhanden sind, so dass eine Schutzart gegen direktes Berühren von nicht weniger als IPXXB gewährleistet ist (siehe Kapitel 4). Die Schaltgerätekombinationen, die in normaler Umgebung installiert werden sollen, müssen geschlossen sein.
- *Offene Bauform*
Die offenen Schaltgerätekombinationen mit oder ohne frontalen Schutz sind die, in denen die spannungsführenden Teile zugänglich sind. Diese Schaltgerätekombinationen dürfen nur an Orten benutzt werden, wo der Zugang auf Elektrofachkräfte oder elektrotechnisch geschultes Personal beschränkt ist.

3.2 Äußere Bauform

Unter dem Aspekt der äußeren Bauform der Schaltgerätekombinationen unterscheidet man:

- *Schrankbauform*
Wird für große Schalt- und Verteilungsanlagen verwendet. Die Mehrfachschrankform erhält man, wenn meh-

re Schränke nebeneinander aufgestellt werden.

- *Pultbauform*
Wird für die Schaltung von komplexen Maschinen oder Anlagen benutzt, sowohl im Maschinenbau als auch der chemischen Industrie oder im Stahlbau.
- *Kastenbauform*
Zur Wandmontage bestimmt, sowohl eingebaut als auch hervorstehend. Diese Schaltgerätekombinationen werden vor allem für die Verteilung auf dem Abteilungs- oder Bereichsniveau in industrieller Umgebung oder im Dienstleistungsgewerbe benutzt.
- *Mehrfach-Kastenbauform*
Eine Kombination von Kästen, in der Regel geschützt und mit Befestigungsflanschen, von denen jeder eine Funktionseinheit enthält, wie beispielsweise ein Sicherungsautomat, ein Starter, eine Buchse mit Verriegelungs- oder Schutzschalter. So erhält man eine Kombination von mechanisch untereinander verbundenen Kastenteilräumen mit oder ohne gemeinsame Befestigungsstruktur. Die elektrischen Verbindungen zwischen zwei benachbarten Kästen erfolgen durch die Öffnungen in den nebeneinander liegenden Seitenwänden.

3.3 Installationsbedingungen

Unter dem Aspekt der Installationsbedingungen der Schaltgerätekombinationen unterscheidet man:

- *Kombination für die Innenraumaufstellung*
Schaltgerätekombination, die unter den normalen Betriebsbedingungen für den Innenraumgebrauch bestimmt ist, so wie sie in der Norm IEC EN 61439-1 angegeben sind, d.h.:

Umgebungsbedingungen für die Innenraumaufstellung

Tabelle 3.1

Relative Feuchte	Lufttemperatur	Höhenlage
50% (bei der höchsten Temperatur von 40°C) 90% (bei der höchsten Temperatur von 20°C)	Höchsttemperatur ≤ 40 °C	Nicht über 2000 m
	Mittlere Höchsttemperatur in einem Zeitraum von 24 h ≤ 35 °C	
	Tiefsttemperatur ≥ -5 °C	

- **Kombination für die Freiluftaufstellung**
Schaltgerätekombination, die unter den normalen Betriebsbedingungen für den Gebrauch im Freien bestimmt ist, so wie sie in der Norm IEC EN 61439-1 angegeben sind, d.h.:

Umgebungsbedingungen für die Freiluftaufstellung

Tabelle 3.2

Relative Feuchte	Lufttemperatur	Höhenlage
100% vorübergehend (bei der höchsten Temperatur von 25°C)	Höchsttemperatur ≤ 40 °C	Nicht über 2000 m
	Mittlere Höchsttemperatur für einen Zeitraum von 24 h ≤ 35 °C	
	Tiefsttemperatur ≤ -25 bei gemäßigttem Klima	
	Tiefsttemperatur ≤ -50 bei arktischem Klima	

- **Ortsfeste Schaltgerätekombination**
Schaltgerätekombination, die am Installationsort befestigt werden muss, zum Beispiel am Fußboden oder an einer Wand, und die an dieser Stelle benutzt werden muss.
- **Ortsveränderbare Schaltgerätekombination**
Schaltgerätekombination, die einfach von einer Stelle zur anderen bewegt werden kann.

3.4 Funktionelle Klassifikation

Je nach den Funktionen, für die sie bestimmt sind, können die Schaltgerätekombinationen in die folgenden Typen gegliedert werden:

- **Schaltgerätekombinationen für die primäre Verteilebene**
Die Schaltgerätekombinationen für die primäre Verteilebene, die auch Power Center (PC) genannt werden, werden in der Regel sofort stromab von den MS/NS-Transformatoren oder den Generatoren installiert.

Diese Schaltgerätekombinationen haben eine oder mehrere Eingangseinheiten, etwaige Sammelschienenlängskupplungen und einer relativ reduzierten Anzahl von Abgangseinheiten.

- **Schaltgerätekombinationen für die sekundäre Verteilebene**

Zu den sekundären Schaltgerätekombinationen gehören zahlreiche Kategorien von Schaltgerätekombinationen, die für die Energieverteilung bestimmt sind, und sie sind üblicherweise mit einer Eingangseinheit und mit zahlreichen Abgangseinheiten ausgestattet.

- **Motor-Schaltgerätekombinationen**

Die Motor-Schaltgerätekombinationen sind zum Schützen und Schalten von Motoren auf zentralisierte Art bestimmt. Sie enthalten daher die entsprechenden koordinierten Schalt- und Schützgeräte und die Hilfsgeräte zum Steuern und Melden. Sie werden auch Motor Control Center (MCC) genannt.

- **Schaltgerätekombinationen zum Steuern, Messen und Schützen**

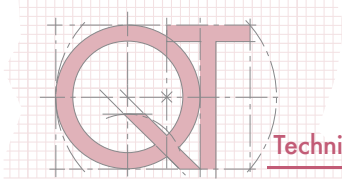
Die Schaltgerätekombinationen zum Steuern, Messen und Schützen bestehen in der Regel aus Bänken, die überwiegend Geräte enthalten, die zum Schalten, Messen und Steuern der Anlagen und Prozesse in der Industrie bestimmt sind.

- **Schaltgerätekombinationen auf der Maschine**

Die Schaltgerätekombinationen auf der Maschine, die auch Automatisierung-Schaltgerätekombinationen genannt werden, entsprechen im wesentlichen den vorherigen. Sie haben die Aufgabe, den Anschluss der Maschine an die elektrische Versorgungsquelle und den Bediener zu gestatten. Weitere Vorschriften für Schaltgerätekombinationen, die integrierender Teil der Maschine sind, stehen in den Normen der Serie IEC 60204.

- **Schaltgerätekombinationen für Baustellen**

Die Schaltgerätekombinationen für Baustellen haben unterschiedliche Abmessungen, die von der einfachen Einheit mit Stecker und Steckdose bis zu den regelrechten Schaltgerätekombinationen mit Umhüllung aus Metall oder Isolierstoff gehen. Sie sind in der Regel vom beweglichen Typ oder auf jeden Fall transportierbar.



4 IP-Schutzart in einer Schaltgerätekombination

Die IP-Schutzart gibt das Schutzniveau der Umhüllung gegen die Berührung der spannungsführenden Teile, gegen das Eindringen von festen Fremdkörpern und gegen das Eindringen von Wasser an. Der IP-Code ist ein System zur Kennzeichnung der Schutzart, so wie es die Norm IEC EN 60529 vorschreibt.

Abbildung 4.1

Kennbuchstabe	Internationaler Schutz
Erste Kennziffer	Ziffer von 0 bis 6, oder Buchstabe X
Zweite Kennziffer	Ziffer von 0 bis 8, oder Buchstabe X
Zusatzbuchstabe (Option)	Buchstaben H, B, C, D
Zusatzbuchstabe (Option)	Buchstaben H, M, S, W

IP 6 5 C H

In der folgenden Tabelle wird die Bedeutung der verschiedenen Ziffern und Buchstaben im Detail angegeben

Tabelle 4.1

	Schutz des Geräts	Gegen den Zugriff zu gefährlichen Teilen mit
Erste Kennziffer (Fremdkörperschutz)	0	nicht geschützt
	1 ≥ 50 mm Durchmesser Handrücken	Handrücken
	2 $\geq 12,5$ mm Durchmesser Finger	Finger
	3 $\geq 2,5$ mm Durchmesser Werkzeug	Werkzeug
	4 ≥ 1 mm Durchmesser Draht	Draht
	5 staubgeschützt	Draht
	6 staubdicht	Draht
Zweite Kennziffer (Feuchteschutz)	0 nicht geschützt	
	1 senkrecht fallendes Tropfwasser	
	2 schräg fallendes Tropfwasser (15°)	
	3 Sprühwasser	
	4 Spritzwasser	
	5 Strahlwasser	
	6 Starkes Strahlwasser (wie Meereswelle)	
	7 zeitweiliges Untertauchen	
8 dauerndes Untertauchen		
Zusatzbuchstabe (optional)	A	Handrücken
	B	Finger
	C	Werkzeug
	D	Draht
Zusatzbuchstabe (optional)	H Hochspannungsgerät	
	M Probe mit Wasser bei laufendem Gerät	
	S Probe mit Wasser bei stehendem Gerät	
	W Witterungsbedingungen	

Der Zusatzbuchstabe gibt die Schutzart für Personen gegen den Zugriff zu gefährlichen Teilen an.

Die Zusatzbuchstaben werden nur benutzt:

- wenn der effektive Schutz gegen den Zugriff zu gefährlichen Teilen größer ist als von der ersten Kennziffer angegeben wird,
- oder wenn nur der Schutz gegen Zugriff zu gefährlichen Teilen angegeben ist, wird die erste Kennziffer durch ein X ersetzt.

Dieser höhere Schutz könnte beispielsweise durch Barrieren, Öffnungen angemessener Form oder interne Abstände der gefährlichen Teile von der Umhüllung geliefert werden.

4.1 IP-Schutzart in den Schaltanlagen ArTu

Was die Schaltgerätekombinationen betrifft, gilt die Schutzart, wenn der Hersteller nichts anderes angibt, für die ganze Schaltgerätekombination, die wie für den regelmäßigen Gebrauch montiert und installiert ist (bei geschlossener Tür).

Der Hersteller kann außerdem die Schutzarten zu besonderen Konfigurationen angeben, die beim Betrieb vorkommen können, wie beispielsweise die Schutzart bei geöffneten Türen und bei herausgenommenen oder ausgefahrenen Schaltgeräten.

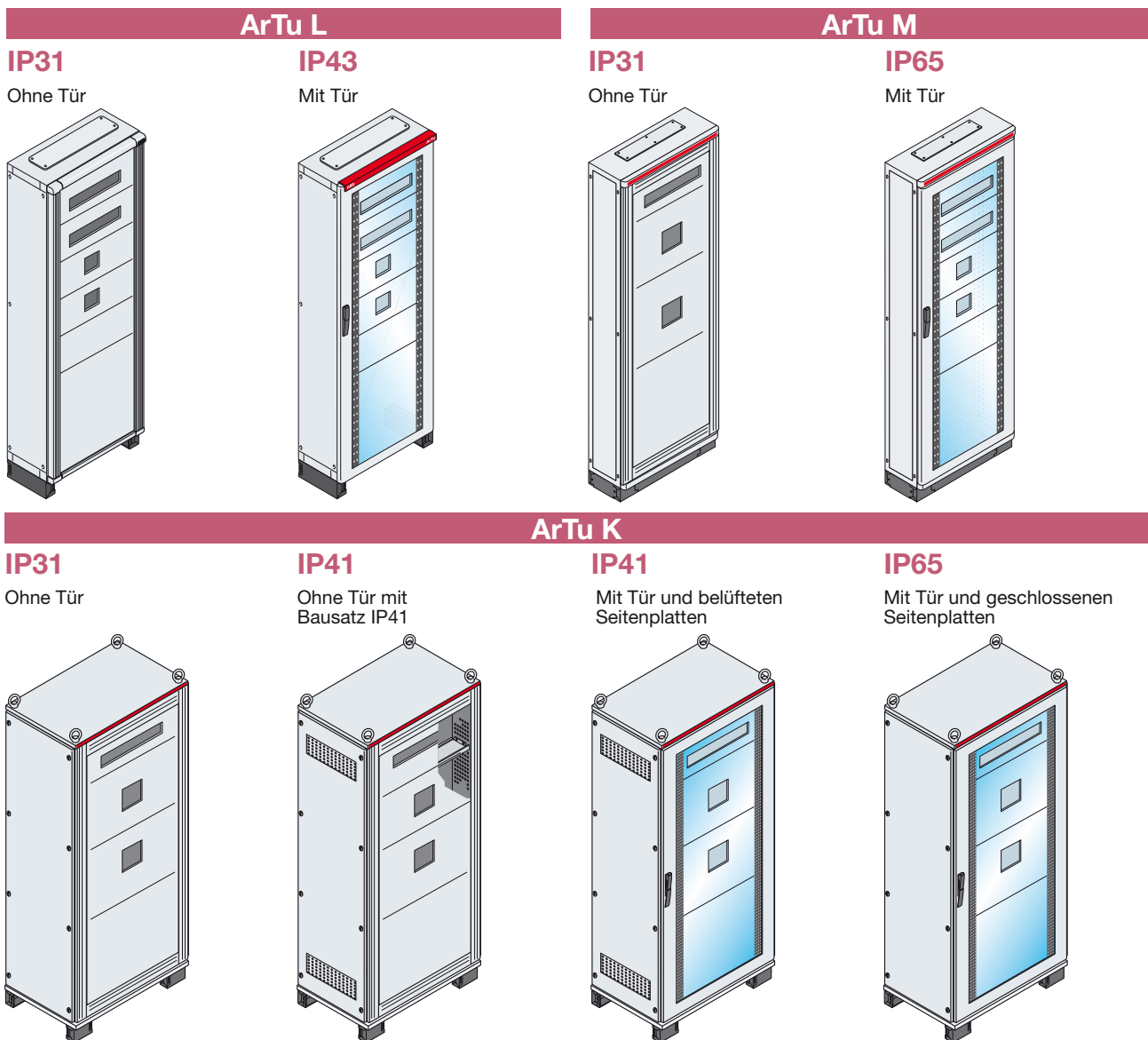
Bei den Schaltgerätekombinationen für den Gebrauch in Innenräumen, in Räumen, wo keine Gefahr des Eindringens

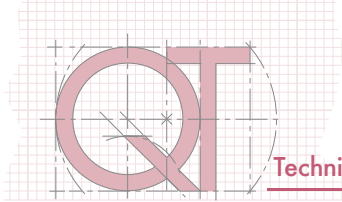
von Wasser besteht, legt die Norm die folgenden Mindestschutzarten fest: IP 00, IP 2X, IP 3X, IP 4X, IP 5X, IP 6X.

Für geschlossene Schaltgerätekombinationen muss der IP-Schutz nach der Installation $\geq 2X$ betragen, so wie es die Anweisungen vorsehen, die der Hersteller der Schaltgerätekombination geliefert hat. Die IP-Schutzart für die Vorder- und die Rückseite muss mindestens IP XXB ausmachen. Bei Schaltgerätekombinationen für die Freiluftaufstellung und ohne Zusatzschutz muss die zweite Kennziffer des IP-Codes mindestens 3 ausmachen.

Untenstehend folgt die Angabe der Schutzarten, die man mit den Schaltgerätekombinationen ArTu von ABB SACE erhalten kann.

Abbildung 4.2





4.2 IP-Schutzart und Installationsumgebung

Augenblicklich gibt es keine Norm, welche die IP-Schutzart mit die Aufstellungsumgebung der Schaltgerätekombination miteinander in Verbindung bringt, es sei denn in besonderen Umgebungen mit Explosionsgefahr (CEI 64-2).

Zur Orientierung wird die folgende Tabelle gezeigt, die

Tabelle 4.2

Industriewerke	IP31-41	IP43	IP65
Akkumulatoren (Herstellung)		•	
Säuren (Herstellung und Lagerung)		•	
Alkoholische Flüssigkeiten (Lagerung)		•	
Alkohol (Herstellung und Lagerung)		•	
Aluminium (Herstellung und Lagerung)			•
Tiere (Zucht)			•
Asphaltbitumen (Lagerung)			•
Brauereien			•
Kalk (Brennöfen)			•
Kohle (Lagerhallen)			•
Kraftstoffe (Herstellung und Lagerung)			•
Papier (Lagerung)	•		
Papier (Herstellung)		•	•
Papier (Vorbereitung der Masse)			•
Karton (Herstellung)		•	
Abfülllinien			•
Teer (Aufbereitung)		•	
Gruben			•
Celluloid (Herstellung von Gegenständen)	•		
Zellulose (Herstellung)			•
Zementwerke			•
Chlor (Herstellung und Lagerung)		•	
Kokereien			•
Leime (Herstellung)		•	
Flüssigtreibstoffe (Lagerung)		•	
Gerbereien			•
Dünger (Herstellung und Lagerung)			•
Verchromung (Fabriken für)		•	
Beizen			•
Reinigungsmittel (Herstellung)			•
Destillieren		•	
Elektrolyse		•	
Sprengstoffe (Herstellung und Lagerung)			•
Schreinerereien			•
Eisenwaren (Herstellung)	•		
Eisen (Herstellung und Bearbeitung)			•
Spinnereien			•
Käseherstellung			•
Gas (Fabriken und Lagerung)	•		
Gips (Herstellung und Lagerung)			•
Schaumgummi (Herstellung, Verarbeitung)			•
Korn (Fabriken und Lagerung)			•
Fette (Verarbeitung der Fettkörper)			•
Kohlenwasserstoffe (Extraktion)		•	•
Druckfarben (Herstellung)	•		

dem Leitfaden UTE C 15-103 entnommen ist, in dem die Umgebungen und die Schutzarten der Schaltgerätekombinationen ArTu von ABB SACE in Beziehung gesetzt werden.

Es sei daran erinnert, dass die Schaltgerätekombinationen ArTu von ABB SACE für die Innenraumaufstellung bestimmt sind.

Industriewerke	IP31-41	IP43	IP65
Metallätzung		•	
Wolle (Krempeln der)			•
Molkereien			•
Wäschereien		•	•
Öffentliche Waschanlagen			•
Holz (Verarbeitung von)			•
Halogenhaltige Flüssigkeiten (Benutzung)	•		
Brennbare Flüssigkeiten (Lagerung und Benutzung)	•		
Spirituosen (Herstellung)	•		
Maschinen (Maschinenräume)	•		
Metzgereien			•
Magnesium (Herstellung, Verarbeitung und Lagerung)	•		
Kunststoffe (Herstellung)			•
Schlachthöfe			•
Ziegelsteine (Fabrik für)			•
Metalle (Metallverarbeitung)		•	
Verbrennungsmotoren (Proben)	•		
Munitionen (Lagerung)		•	
Nickel (Mineralienverarbeitung)		•	
Öle (Extraktion)	•		
Leder (Herstellung und Lagerung)	•		
Felle (Schlagen)			•
Farbe (Herstellung und Lagerung)		•	
Pulverfabrik			•
Chemikalien (Herstellung)	•		•
Parfum (Herstellung und Lagerung)	•		
Erdölraffinerien			•
Kupfer (Mineralienverarbeitung)	•		
Abfall (Aufbereitung)			•
Schweißarbeiten		•	
Wurstfabriken			•
Seife (Herstellung)	•		
Sägewerke			•
Seide und Rosshaar (Verarbeitung)			•
Korn- oder Zuckersilos			•
Soda (Herstellung und Lagerung)		•	
Stoffe (Herstellung)			•
Färbereien			•
Druckereien	•		
Lacke (Herstellung und Gebrauch)		•	
Kleider (Lagerung)	•		
Glasereien		•	
Zink (Zinkverarbeitung)	•		
Schwefel (Aufbereitung)			•
Zuckerraffinerien			•

4.3 IP-Schutzart und Erwärmung

Die Schutzart einer Schaltgerätekombination hat Auswirkungen auf das Wärmeableitvermögen: Je höher die Schutzart ist, desto weniger Wärme kann die Schaltgerätekombination ableiten. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, eine Schutzart zu verwenden, die zur Installationsumgebung passt.

Wenn man beispielsweise eine Schaltgerätekombination ArTu K mit Tür und belüfteten Seitenplatten benutzt, gewährleistet man eine Schutzart von IP41, während die Schutzart bei Verwendung von geschlossenen Seitenplatten IP65 wird.

Beide Schaltgerätekombinationen gewährleisten die Unzugänglichkeit zu den Leistungsschalter über die frontale Tür. Die Schaltgerätekombination mit belüfteten Seitenplatten gestattet jedoch im Bezug zu der mit geschlossenen Seitenplatten eine bessere Belüftung. Es ist daher besser, die erste zu benutzen, wenn die Installationsumgebung es gestattet.

4.4 IP-Schutzart der herausnehmbaren Teile

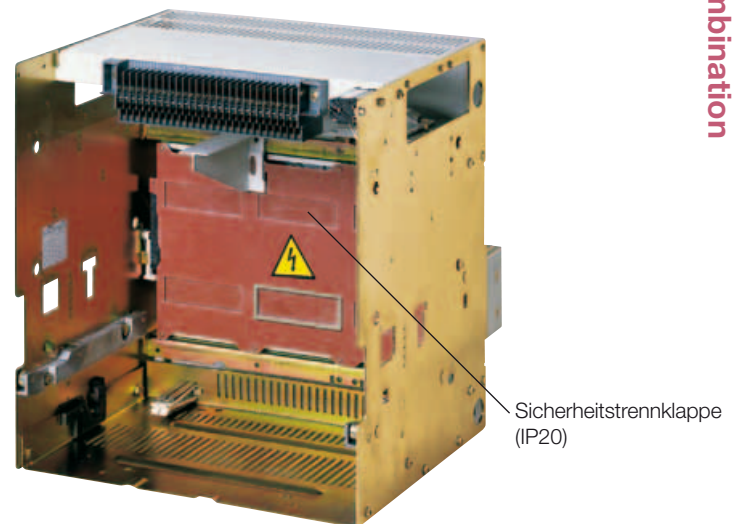
Der Ausbau der beweglichen Teile einer Schaltgerätekombination ist in zwei verschiedenen Situationen möglich:

- 1) der Ausbau des herausnehmbaren Teils einer Komponente (z.B.: ausfahrbarer Leistungsschalter, ausfahrbarer Lasttrennschalter, Sicherungshalter), die für diese Funktion vorgerüstet ist, um Reparaturen, Kontrollen oder Wartung auszuführen.
- 2) der Ausbau eines festen Teils, wie Flansche, Platten, Deckel oder Sockel, um elektrische Arbeiten auszuführen, wie die Realisierung neuer Eingangs- und Abgangsleitungen oder den Austausch der vorhandenen Kabel.

Im ersten Fall muss die gleiche IP-Schutzart wie vor dem Ausbau beibehalten werden, die in der Regel IP2X ist. Die Sicherheitstrennklappen, die sich auf dem festen Teil der ausfahrbaren Luft-Leistungsschalter befinden, gestatten es, diese Eigenschaft zu beachten (siehe Abbildung 4.3). Sollte die IP-Schutzart höher sein (z.B.: IP44, IP55 oder anders), würde der herausnehmbare Teil sich innerhalb der Umhüllung befinden, die nach dem erneuten Verschluss diese Bedingung wieder herstellen würde.

Falls die ursprüngliche Schutzart im Fall elektrischer Arbeiten nach dem Ausbau eines festen Teils mittels eines Werkzeugs nicht beibehalten wird, sind angemessene Maßnahmen zu treffen, die in den Normen CEI 11-48 und CEI 11-27 vorgeschrieben werden, um ein angemessenes Sicherheitsniveau für die Bediener zu gewährleisten.

Abbildung 4.3



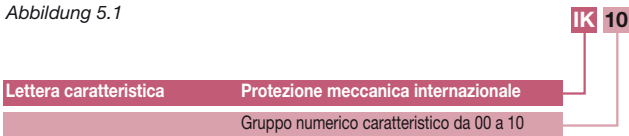
5 IK-Schutzarten der Umhüllungen

Der IK-Code gibt die Schutzart an, die von der Umhüllung des Gerätes gegen schädliche mechanische Einwirkungen geboten wird, und er wird anhand standardisierter Prüfverfahren nachgewiesen.

Der IK-Code ist das Verschlüsselungssystem, um die Schutzart anzugeben, den eine Umhüllung gegen schädliche mechanische Einwirkungen bietet, so wie es in der Norm IEC EN 62262 von 2008 vorgeschrieben wird.

Die Schutzart der Umhüllung gegen Schläge wird vom IK-Code auf die folgende Weise angegeben:

Abbildung 5.1



Jede Kennnummerngruppe weist einen Wert der Schlagenergie auf, so wie er in der Tabelle 5.1 angegeben ist. In der Regel wird die Schutzart auf die vollständige Umhüllung angewendet.

Wenn Teile der Umhüllung unterschiedliche Schutzarten aufweisen, müssen diese getrennt angegeben werden.

5.1 IK-Codes der Schaltgerätekombinationen ArTu

Was die Schaltgerätekombinationen ArTu betrifft, gilt die Schutzart IK für die ganze Schaltgerätekombination, die wie für den regelmäßigen Gebrauch montiert und installiert ist (bei geschlossener Tür).

Tabelle 5.1

Beziehung zwischen dem IK-Code und der Schlagenergie

IK-Code	IK00	IK01	IK02	IK03	IK04	IK05	IK06	IK07	IK08	IK09	IK10
Schlagenergie in Joule	(*)	0,14	0,2	0,35	0,5	0,7	1	2	5	10	20

(*) Nicht gemäß der Norm geschützt

Untenstehend geben wir die Schutzarten gegen von außen kommende mechanische Einwirkungen (IK-Code) der Schaltgerätekombinationen der Serie ArTu an.

Abbildung 5.2

IK 08

ArTu L

Schlagenergie in Joule **5,00**

IK 09

Mit Glastür

ArTu M - K

Schlagenergie in Joule **10,00**

IK 10

Mit blinder Tür

ArTu M - K

Schlagenergie in Joule **20,00**

6 Schottungsformen

Unter Schottungsform versteht man die Art der Unterteilung, die innerhalb der Schaltgerätekombination vorgesehen ist.

Die Schottung mittels Schottungswänden oder Trennwänden (aus Metall oder isolierend) kann folgenden Zweck haben:

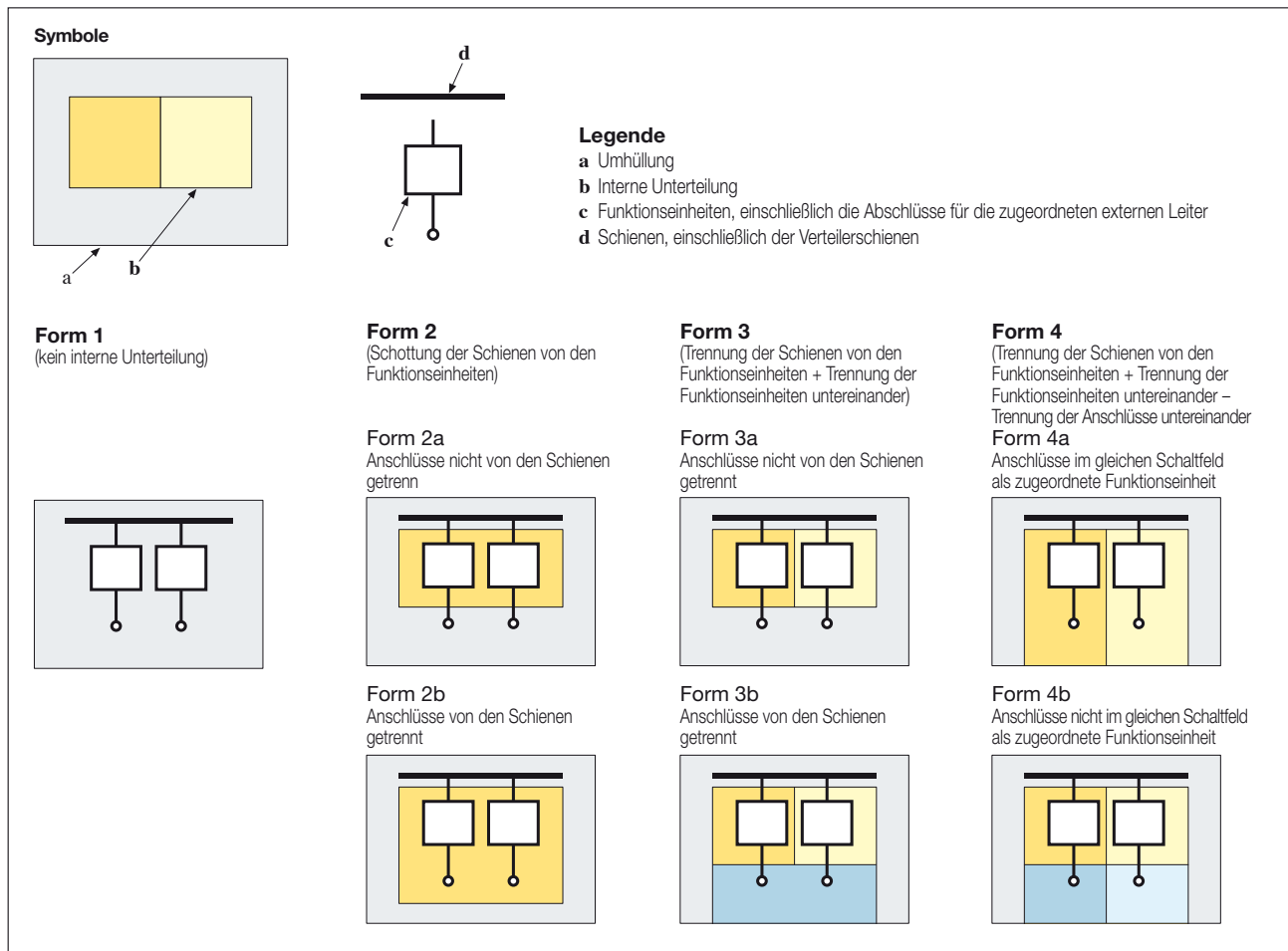
- einen Schutz gegen direkte Berührungen sicherstellen (mindestens IPXXB), im Fall des Zugriffs zu einem Teil der Schaltgerätekombination, die von der Spannungsversorgung getrennt ist, im Bezug zu dem Rest der Anlage, die noch spannungsführend ist.
- Verringerung der Möglichkeit des Zündens oder der Ausbreitung eines Störlichtbogens.

- Verhinderung des Durchgangs von festen Fremdkörpern zwischen verschiedenen Teilen der Schaltgerätekombination (Schutzart mindestens IP2X).

Unter Trennwand versteht man ein Trennelement zwischen zwei Schaltfeldern, während eine Schottungswand den Bediener gegen direkte Berührungen und vor den Auswirkungen des Lichtbogens der Ausschaltgeräte in der normalen Zugangsrichtung schützt.

Die folgende Tabelle, die in der Norm IEC EN 61439-2 steht, kennzeichnet die typischen Schottungsformen, die man mit der Benutzung von Schottungswänden und Trennwänden erreichen kann:

Tabelle 6.1



Die Schaltgerätekombinationen ArTu K von ABB SACE können mit einem geeigneten Bausatz die folgenden Schottungsformen realisieren:

Form 1 keine Abschottung.

Form 2 deckt die Form 2a und die Form 3a der Norm.

Form 3 deckt die Form 3b der Norm.

Form 4 deckt die Form 4b der Norm.

7 Nachweis der Erwärmungsgrenzen innerhalb einer Anlage

7.1 Einleitung

Der Nachweis der Erwärmungsgrenzen, die von der Norm IEC EN 61439-1 vorgeschrieben werden, kann mit einem der folgenden Verfahren erfolgen:

- Nachweisprüfung mit Strom (im Labor),
- Ableitung mit Konstruktionsregeln,
- algebraische Berechnung.

Die Norm IEC EN 61439-1 schreibt nämlich die Beachtung der gleichen Erwärmungsgrenzen wie in der vor-

herigen Version vor, die während der Erwärmungsprobe nicht überschritten werden dürfen.

Diese Erwärmungsgrenzen werden angewendet, wenn man eine Umgebungstemperatur zugrunde legt, die nicht +40 °C überschreiten darf und ihr Mittelwert, der auf einen Zeitraum von 24 Stunden bezogen ist, darf +35 °C nicht überschreiten.

Die folgende Tabelle 7.1 zeigt für die verschiedenen Komponenten der Schaltgerätekombination die von der Norm gelieferten Erwärmungsgrenzen.

Tabelle 7.1

Teile der Schaltgerätekombination	Erwärmung K
Eingebaute Komponenten ^{a)}	(*) In Übereinstimmung mit den entsprechenden Vorschriften der Produktnormen für die einzelnen Komponenten oder nach den Anweisungen des Herstellers der Komponente ^{g)} , unter Berücksichtigung der Innentemperatur der Schaltgerätekombination
Anschlüsse für von außen eingeführte isolierte Leiter Sammelschienen und Leiter	70 ^{b)} Beschränkt durch: - mechanische Festigkeit des Leiterwerkstoffs ^{g)} , - mögliche Einflüsse auf das Gerät daneben, - zulässige Grenztemperatur für die Isolierstoffe, die den Leiter berühren, - Auswirkung der Temperatur des Leiters auf die an ihn angeschlossenen Geräte, - für die Steckkontakte die Natur und die Oberflächenbehandlung des Werkstoffs der Kontakte.
Manuelle Schaltmittel:	
- aus Metall	15 ^{c)}
- aus Isolierstoff	25 ^{c)}
Zugängliche externe Umhüllungen und Deckel:	
- Metallflächen	30 ^{d)}
- Isolierstoffflächen	40 ^{d)}
Besondere Anschlüsse vom Typ Stecker und Steckdose	Festgelegt durch die Grenzen, die für die Komponenten des Geräts gelten, zu dem sie gehören ^{e)}

^{a)} Der Begriff "eingebaute Komponenten" bedeutet:
- konventionelle Schalt- und Schutzgeräte,
- elektronische Untergruppen (z.B. Brückengleichrichter, gedruckte Schaltungen),
- Teile der Ausstattung (z.B. Regler, Stromversorgungseinheit mit stabilisierter Leistung, Betriebsverstärker).

^{b)} Die Erwärmungsgrenze von 70 K ist ein Wert, der auf dem konventionellen Test beruht, der in 10.10 beschrieben wird. Eine Schaltgerätekombination, die unter Installationsbedingungen benutzt oder geprüft wird, kann Anschlüsse haben, deren Typ, Natur und Anordnung von denen abweichen, die für die Prüfung benutzt werden. Es kann daher an den Anschlüssen eine abweichende Erwärmung verlangt oder akzeptiert werden. Wenn die Anschlüsse der eingebauten Komponenten auch die Anschlüsse für die isolierten, von außen eingeführte Leiter sind, ist die entsprechende tiefere Erwärmungsgrenze anzuwenden.

^{c)} Für die manuellen Schaltteile, die sich innerhalb der Schaltgerätekombinationen befinden, die erst nach dem Öffnen derselben zugänglich werden, wie z.B.. ausziehbare Handgriffe, die nur selten verwendet werden, ist eine Erhöhung von 25 K auf diese Erwärmungsgrenzen zulässig.

^{d)} Wenn nichts anderes angegeben ist, ist im Fall von Deckeln und Umhüllungen, die zugänglich sind, aber in normalen Betriebsbedingungen nicht berührt zu werden brauchen, eine Erhöhung von 10 K auf diese Erwärmungsgrenzen zulässig. Außenflächen und Teile, die sich über 2 m von der Standfläche der Schaltgerätekombination befinden, werden als unzugänglich betrachtet.

^{e)} Dies gestattet einen Flexibilitätsgrad gegenüber der Schalteinrichtung (z.B. elektronische Einrichtungen), die anderen Erwärmungsgrenzen ausgesetzt ist als die, die in der Regel den Schutz- und Schaltgeräten zugewiesen werden.

^{f)} Für die Erwärmungsproben nach 10.10 müssen die Erwärmungsgrenzen vom ursprünglichen Hersteller angegeben werden, wobei andere Messpunkte und die vom Hersteller der Komponenten angegebenen Grenzwerte zu berücksichtigen sind.

^{g)} Unter der Annahme, dass alle anderen angeführten Kriterien erfüllt werden, darf für blanke Sammelschienen und Leiter aus Kupfer eine maximale Erwärmung von 105 K nicht überschritten werden.

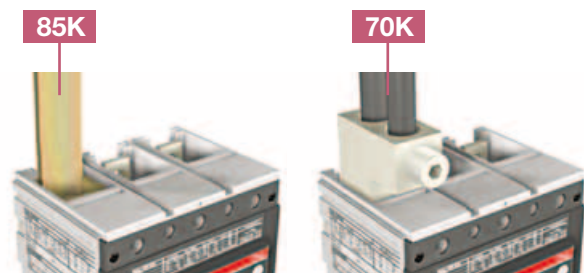
Hinweis: Die 105 K beziehen sich auf die Temperatur, bei deren Überschreitung das Glühen des Kupfers vorkommen kann. Andere Werkstoffe können abweichende maximale Erwärmungen haben.

(*) Was die in der Schaltgerätekombination installierten Leistungsschalter betrifft, sehen die Erwärmungsgrenzen folgendermaßen aus:
- 70 K, wenn am Anschluss ein isolierter Leiter angeschlossen sind,
- 85 K für die Anschlüsse der ABB Leistungsschalter, wenn diese nicht direkt an isolierte Leiter angeschlossen sind (die Erwärmung von 85 K bezieht sich immer auf die externe Umgebungstemperatur der Schaltgerätekombination von 35°C).

Abbildung 7.1

Anschluss mit Sammelschiene

Anschluss mit isoliertem PVC-Kabel



7.2 Thermische Prüfung der Schaltgerätekombination

Der Zweck dieses Dokuments ist es, den Schaltanlagenbauern, die ABB Schaltgerätekombinationen benutzen, eine Hilfe zu liefern, die den Nachweis der Erwärmungen innerhalb der Schaltgerätekombinationen nach Kriterien gestattet, die der IEC 61439 entsprechen.

Unter dem Gesichtspunkt des Bauartnachweises der Schaltgerätekombination kann hinsichtlich der Erwärmungsgrenzen eines der drei neuen Nachweisverfahren befolgt werden, die zur Verfügung stehen, und zwar:

1) Stücknachweis (wurde vorher Stückprüfung genannt), bei dem man an einigen als Prototyp benutzten Schaltgerätekombinationen, die in der Prüfstandanlage tatsächlich mit Strom getestet wurden, am festgelegten Punkten innerhalb der Schaltgerätekombination die erreichten und bei Betrieb beibehaltenen Erwärmungen misst.

Diese Werte werden dann mit den zulässigen verglichen (stehen in Tabelle 7.1). Wenn die Messwerte kleiner oder gleich groß wie die zulässigen sind, wird der Stücknachweis mit den Strömen und den bestimmten Umgebungsbedingungen (Umgebungstemperatur, Feuchtigkeit etc.) als bestanden betrachtet.

2) Ableitung (von einer nachgewiesenen verdrahtetem Schaltgerätekombination) von ähnlichen Varianten. Dieses Verfahren, das anwendbar ist, wenn man über Daten verfügt, die aus Prüfungen gewonnen wurden, wird für den Bauartnachweis der Schaltgerätekombinationen verwendet, die nicht nachgewiesen wurden, aber im Bezug zu den Schaltgerätekombinationen mit Bauartnachweis genauen Vergleichsregeln entsprechen. Die abgeleiteten Schaltgerätekombinationen werden als konform betrachtet, wenn sie im Bezug zu den nachgewiesenen Schaltgerätekombinationen:

- Funktionseinheiten des gleichen Typs (z.B.: gleiche Schaltbilder, Geräte der gleichen Baugröße, gleiche Anordnung und Befestigung, gleiche Montagestruktur, gleiche Kabel und Verdrahtungen) wie die der nachgewiesenen Einheit haben,
- die gleiche Bauart wie die für den Nachweis benutzten haben,
- die gleichen oder größere Außenabmessungen als die für den Nachweis verwendeten haben,
- die gleichen oder verbesserte Kühlbedingungen als die für den Nachweis verwendeten haben (natürliche oder Zwangsumwälzung, gleiche oder mehr Lüftungsschlitze),
- die gleiche oder eine geringere Form der inneren Unterteilung wie die für den Nachweis verwendete (falls vorhanden),
- die gleiche oder eine geringere Verlustleistung im gleichen Schaltfeld wie die für den Nachweis verwendete,
- die gleiche oder eine geringere Zahl von Abgangstromkreisen für jedes Schaltfeld.

3) Nachweis der Erwärmung durch Berechnung. In diesem Fall sieht man von den Laborprüfungen ab und benutzt mathematische Algorithmen vom thermodynamischen Typ, die außerdem schon seit Jahren von den Anlagenbauern benutzt werden. Diese reinen Berechnungsmethoden sind zwei, die voneinander abweichen und unabhängig sind und sich als Alternative zu den Prüfungen verstehen. Das sind:

a) Die so genannte "Methode der Leistungen", die auf der Nichtüberschreitung eines Dachwerts der thermischen Leistung basiert, die in einer bestimmten Umhüllung abgestrahlt werden darf.

Um diese Verlustwert in Watt festzulegen, simuliert man die Erwärmung der leeren Schaltanlage, indem man einige einstellbare Heizwiderstände hineinlegt, welche die Umhüllung ihren thermischen Betriebszustand erreichen lassen.

Wenn der thermische Betriebszustand erreicht ist und nachdem man geprüft hat, dass die Erwärmungen innerhalb der festgelegten Grenzwerte (siehe Tabelle 7.1) liegen, erhält man für jede Umhüllung den Höchstwert der thermischen Verlustleistung.

Diese Methode bedingt einige Einschränkungen und wird insbesondere bei folgenden Schaltgerätekombinationen angewendet:

- mit nur einem Schaltfeld und bei Strom bis zu 630 A,
- bei einer gleichmäßigen Verteilung der internen Verluste,
- in solchen, bei denen die mechanischen Teile und die installierten Geräte so angeordnet sind, dass die Luftumwälzung nicht oder nur in geringem Ausmaß behindert wird,
- in solchen, bei denen die Leiter, die Ströme über 200 A führen, und die strukturellen Teile so angeordnet sind, dass die Verluste durch Kriechströme vernachlässigbar sind,
- solche, die Geräte enthalten, die innerhalb 80% des spezifischen konventionellen thermischen Stroms in freier Luft verwendet werden.

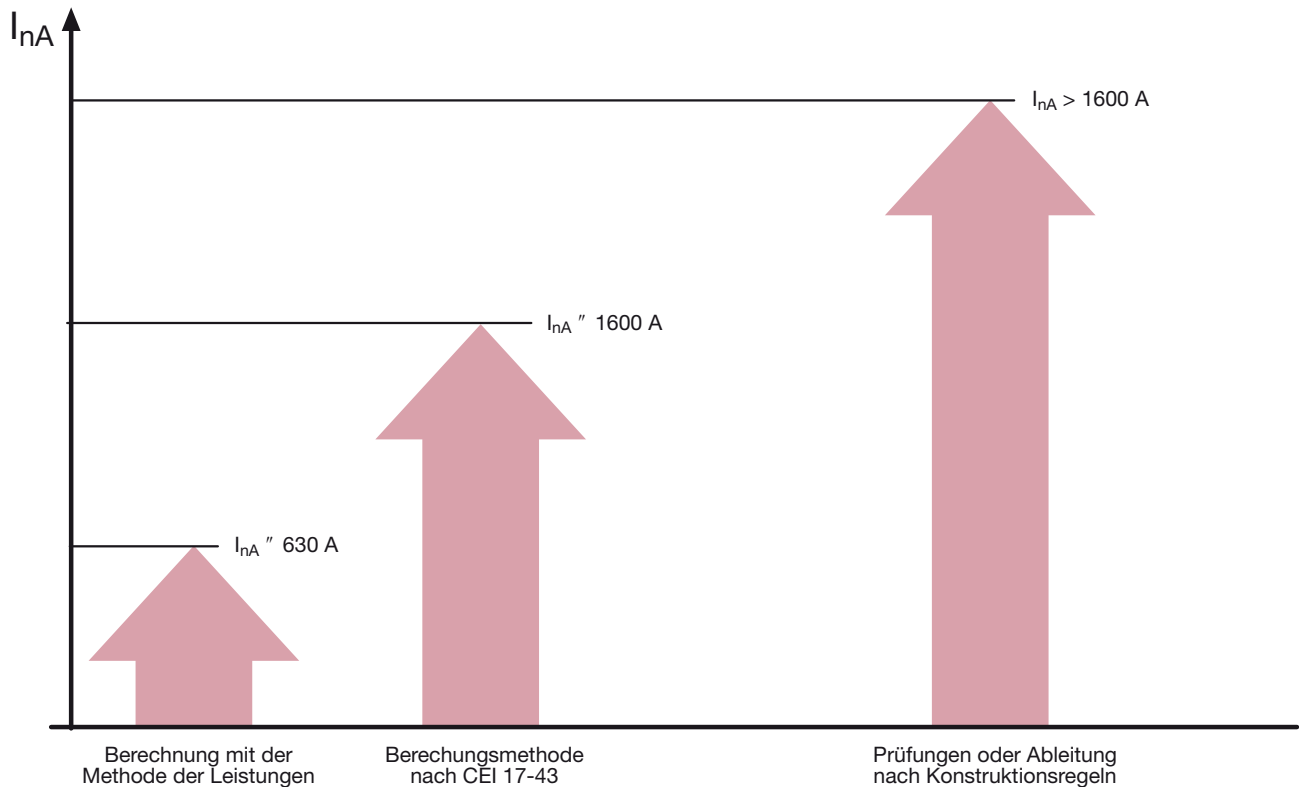
b) der Berechnungs-Algorithmus der Norm CEI 17-43, anwendbar auf Schaltgerätekombinationen mit mehreren Schaltfeldern und mit Bemessungsstrom bis zu 1600 A (früher bis zu 3150 A).

In diesem Fall benutzt man die algebraischen Berechnungsverfahren ohne experimentelle Daten.

Es handelt sich um ein Berechnungsverfahren, das zum Zeichnen der thermischen Mappe bei Betriebsbedingungen der Schaltgerätekombination von unten nach oben führt, gemäß linear steigender Temperaturwerte, die den Höchstwert genau oben an der Umhüllung erreichen.

Auf diese Weise ist es möglich, aufgrund des Gesamtleistungsverlustes die Erwärmung innerhalb der Schaltgerätekombination auf verschiedenen Höhen von unten nach oben zu valutieren.

Abbildung 7.2



Mit den Berechnungsverfahren allein kann die Konformität mit den Erwärmungsgrenzen der Schaltgeräte-kombinationen nachgewiesen werden, die folgende Bemessungs-Ströme haben:

- nicht über 630 A mit der Methode der Leistungen
- nicht über 1600 A mit der CEI 17-43

Der Nachweis der Erwärmung kann ohne irgendeine Beschränkung auf die Leistung oder den Strom der Schaltgeräte-kombination mit Stücknachweis oder mit der Einhaltung von Konstruktionsregeln ausgeführt werden.

Die in diesem Dokument befolgte Methode basiert auf der Berechnung der Lufterwärmung innerhalb der Schaltgeräte-kombination gemäß der oben erwähnten Norm CEI 17-43.

Diese Norm und die IEC EN 61439-1 sehen vor, dass die Berechnungsmethode nur dann anwendbar ist, wenn die folgenden Bedingungen gegeben sind:

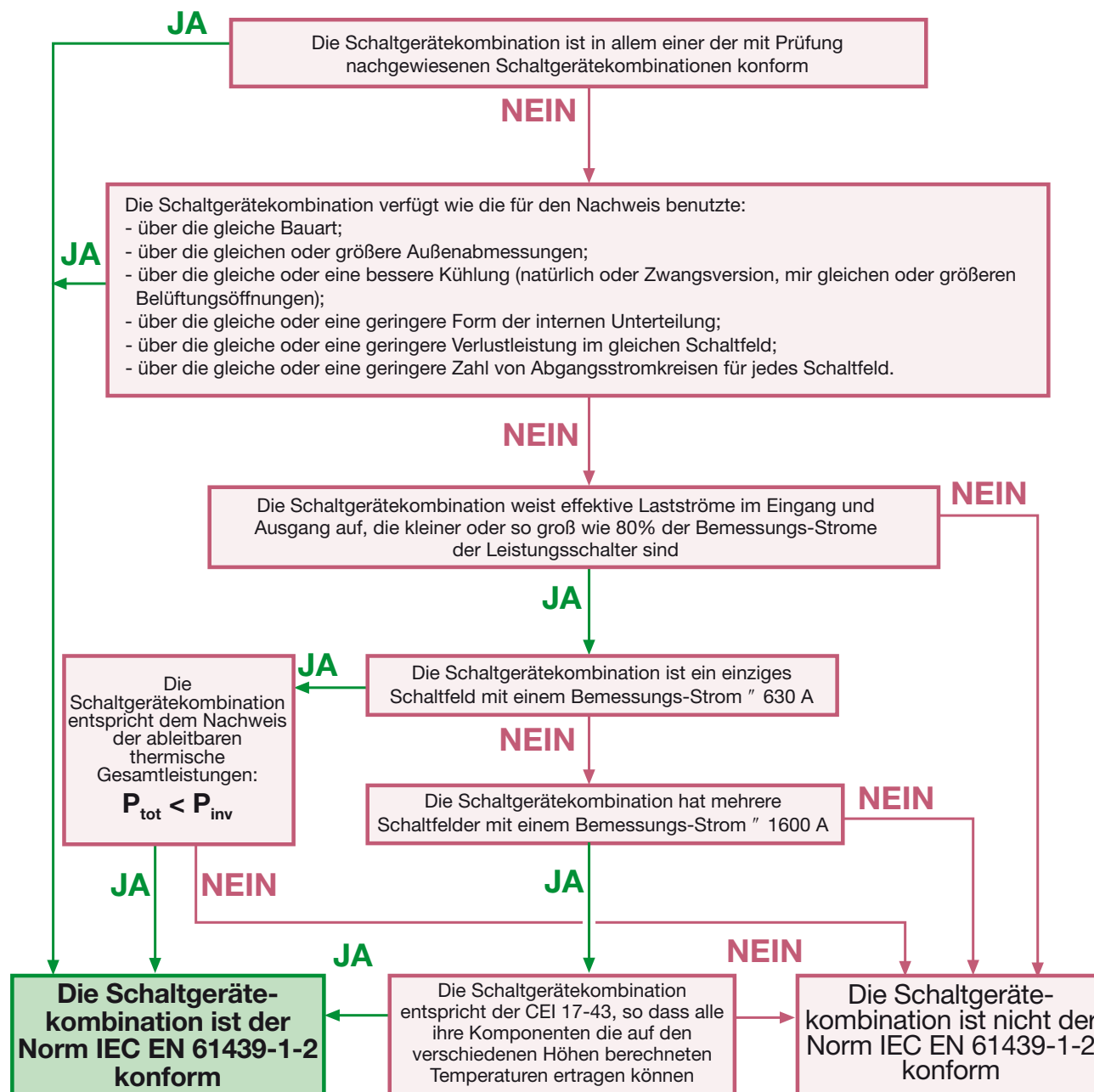
- Der Bemessungsstrom der Stromkreise der Schaltanlage darf nicht über 80% des Bemessungsstroms (in freier Luft) der Schutzeinrichtungen und der elektrischen Komponenten liegen, die im dem Stromkreis installiert sind.
- Die Verteilung des Leistungsverlustes innerhalb der Umhüllung ist praktisch gleichmäßig und findet bei seiner Ableitung aus der Schaltanlage heraus keine Hindernisse.
- Die Schaltanlage ist so angeordnet, dass die Luftumwälzung nicht oder nur in geringem Ausmaß behindert wird.

- Die installierte Schaltgeräte-kombination ist für DC oder AC bis einschließlich 60 Hz ausgelegt, die Summe der Ströme der Versorgungsstromkreise liegt außerdem nicht über 1600 A.
- Die Leiter, die Ströme über 200 A führen, und die strukturellen Teile, die so angeordnet sind, dass Verluste infolge Kriechströmen vernachlässigbar sind.
- Für die Umhüllungen mit Belüftungsschlitzen muss der Querschnitt der Öffnungen für dem Luftaustritt mindestens den 1,1-fachen Wert des Querschnitts der Eingangsöffnungen haben.
- Es gibt nicht mehr als drei horizontale Trennwände für jedes seiner Schaltfelder.
- Falls die Umhüllungen mit äußeren Belüftungsöffnungen in Schaltfelder gegliedert sind, muss die Fläche der Belüftungsöffnungen jeder inneren horizontalen Trennwand mindestens 50% des horizontalen Querschnitts der Schaltfelds entsprechen.

Bei den Anwendungen mit geschotteten Schaltgerätekombinationen werden nicht alle Hypothesen zur Anwendbarkeit der CEI 17-43 befriedigt. Es wurde beschlossen, dieses Berechnungsverfahren dennoch auch in diesen Fällen zu benutzen, da es, weil es auch für die Schaltgerätekombinationen aus Isolierstoff gültig ist, für sol-

che mit Metallstruktur als konservativ zu betrachten ist. Der thermische Nachweis der Schaltgerätekombination (mit Berechnungen oder Überprüfung der Einhaltung der Konstruktionsregeln) lässt sich mit dem folgenden Diagramm zusammenfassen.

Abbildung 7.3



7.3 Berechnung der Erwärmung nach der Norm CEI 17-43

In Abbildung 7.4 stehen die verschiedenen Installationsmodalitäten, die von der Norm CEI 17-43 berücksichtigt werden.

Berechnung der Leistungen, die von den verschiedenen Komponenten erzeugt und innerhalb der Schaltgerätekombination verloren gehen

Die Berechnung der Leistungsverluste, die in den dargestellten Konfigurationen angegeben sind, wird unter Berücksichtigung der effektiven Leistungen ausgeführt, die von den verschiedenen Komponenten abgeleitet werden.

Leistungsschalter

Beim Vorliegen der Leistungsverluste beim Bemessungsstrom (I_n), die in den folgenden Tabellen stehen, und des

Stroms, der die Leistungsschalter tatsächlich durchläuft (I_b), kann man die Leistung festlegen, die tatsächlich von den Schaltgeräten verloren wird:

$$P(I_b) = P(I_n) \left(\frac{I_b}{I_n} \right)^2$$

Die dadurch erhaltenen Werte müssen durch einen Faktor erhöht werden, der vom Typ des Leistungsschalters abhängt.

Dieser Koeffizient dient dazu, die Anschlüsse zu berücksichtigen, die den Strom zu den Leistungsschaltern bringen.

Tabelle 7.2

Typologie des Leistungsschalters	Luft- und große Kompakt-Leistungsschalter (T7)	Kompakt-Leistungsschalter	Modulare Leistungsschalter
Erhöhender Koeffizient (C)	1,3	1,5	2

Abbildung 7.4

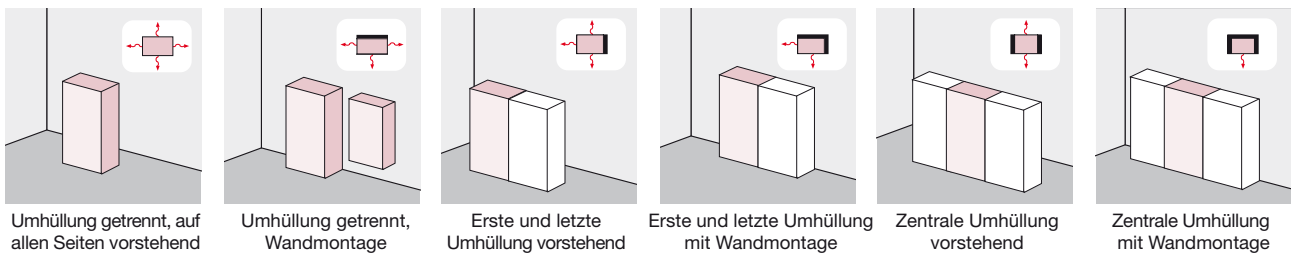


Tabelle 7.3

Leistungsverlust - Kompaktleistungsschalter SAGE Tmax XT

Gesamtleistungsverlust (3/4-polig) [W]

Auslöser	I_n [A]	XT1		XT2		XT3		XT4	
		F	P	F	P/W	F	P	F	P/W
TMD TMA TMG MA MF	1,6			6	7,14				
	2			7,14	8,28				
	2,5			7,41	8,55				
	3			8,28	9,69				
	4			7,41	8,55				
	6,3			9,99	11,7				
	8			7,71	9,12				
	10			8,85	10,26				
	12,5			3,15	3,72				
	16	4,5	4,8	3,99	4,56				
	20	5,4	6	4,86	5,7				
	25	6	8,4						
	32	6,3	9,6	7,71	9,12			13,32	13,32
	40	7,8	13,8	11,13	13,11			13,47	14,16
	50	11,1	15	12,27	14,25			14,04	14,76
	63	12,9	18	14,55	17,1	12,9	15,3	15,9	17,28
	80	14,4	21,6	17,4	20,52	14,4	17,4	16,56	18
	100	21	30	24,24	28,5	16,8	20,4	18,72	20,88
	125	32,1	44,1	34,2	41,91	19,8	23,7	22,32	25,92
	160	45	60	48,45	57	23,7	28,5	26,64	32,4
200					39,6	47,4	35,64	44,64	
250					53,4	64,2	49,32	63,36	

F: fest - W: ausfahrbar - P: steckbar

Tabelle 7.4

Leistungsverlust - Kompaktleistungsschalter Tmax

Gesamtleistungsverlust (3/4-polig) [W]

Auslöser	In [A]	T11P		T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7 S,H,L		T7 V	
		F	F	F	P	F	P	F	P/W	F	P/W	F	W	F	W	F	W		
TMF	1			4,5	5,1														
	1,6			6,3	7,5														
	2			7,5	8,7														
	2,5			7,8	9														
	3,2			8,7	10,2														
	4			7,8	9														
	5			8,7	10,5														
	6,3			10,5	12,3														
	8			8,1	9,6														
	10			9,3	10,8														
	12,5			3,3	3,9														
	16	1,5	4,5	4,2	4,8														
	20	1,8	5,4	5,1	6				10,8	10,8									
	25	2	6	6,9	8,4														
	32	2,1	6,3	8,1	9,6				11,1	11,1									
	40	2,6	7,8	11,7	13,8														
	50	3,7	11,1	12,9	15				11,7	12,3									
	63	4,3	12,9	15,3	18	12,9	15,3												
	80	4,8	14,4	18,3	21,6	14,4	17,4	13,8	15										
	100	7	21	25,5	30	16,8	20,4	15,6	17,4										
125	10,7	32,1	36	44,1	19,8	23,7	18,6	21,6											
160	15	45	51	60	23,7	28,5	22,2	27											
200					39,6	47,4	29,7	37,2											
250					53,4	64,2	41,1	52,8											
320									40,8	62,7									
400									58,5	93									
500									86,4	110,1									
630											92	117							
800											93	119							
PR221	10			1,5	1,8														
	25			3	3,6														
	63			10,5	12														
	100			24	27,2			5,1	6,9										
	160			51	60			13,2	18										
	250							32,1	43,8										
	320							52,8	72	31,8	53,7								
	400									49,5	84				15	27	24	36	
	630									123	160,8	90	115	36	66	60	90		
	800											96	125	57,9	105,9	96	144		
	1000											150		90	165	150	225		
1250													141	258	234,9	351,9			
1600													231	423					

F: fest - W: ausfahrbar - P: steckbar

Tabelle 7.5

Leistungsverlust - Luft-Leistungsschalter Emax und X1

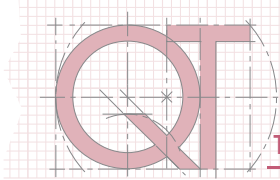
Gesamtleistungsverlust (3/4-polig) [W]

Iu [A]	X1B-N		X1L		E1B-N		E2B-N-S		E2L		E3N-S-H-V		E3L		E4S-H-V		E6H-V	
	F	W	F	W	F	W	F	W	F	W	F	W	F	W	F	W	F	W
In=630	31	60	61	90														
In=800	51	104	99	145	65	95	29	53			22	36						
In=1000	79	162	155	227	96	147	45	83			38	58						
In=1250	124	253	242	354	150	230	70	130	105	165	60	90						
In=1600	203	415			253	378	115	215	170	265	85	150						
In=2000							180	330			130	225	215	330				
In=2500											205	350	335	515				
In=3200											330	570			235	425	170	290
In=4000															360	660	265	445
In=5000																	415	700
In=6300																	650	1100

F: fest - W: ausfahrbar

Die in der Tabelle stehenden Werte beziehen sich auf ausgewogene Lasten, mit Phasenströmen gleich In, und sie gelten für Leistungsschalter und Lasttrennschalter sowohl in dreipoliger als auch vierpoliger Ausführung. Für diese letzteren ist der Strom des Neutralleiters der Definition nach Null.

Für weitere Informationen und eingehendere Erklärungen ist Bezug auf die entsprechenden technischen Kataloge des Produkts zu nehmen.



Abzweigschienen

Die Sammelschienen in dem geprüften Schaltfeld müssen in der Berechnung des Energieverlusts berücksichtigt werden.

Die Länge kann durch Inspektion der Schaltanlagenfront annäherungsweise festgelegt werden.

Der Energieverlust derselben kann mit der folgenden Formel festgelegt werden:

$$P(I_b) = P(I_n) \left(\frac{I_b}{I_n} \right)^2 \cdot L_{\text{tratto}} \cdot 3$$

Wobei:

- $P(I_n)$ der Leistungsverlust pro Längeneinheit beim Bemessungs-Strom ist und sein Wert aus der Tabelle B.2 der Norm CEI 17-43, die hier unten folgt, oder aus den Katalogen des Herstellers erhalten werden kann.
- $(L_{\text{Strecke}} \cdot 3)$ die Länge der Schienenstrecke ist, die das fragliche Schaltfeld durchquert, multipliziert mit 3, da der Stromkreis ein dreiphasig ist.

Bei den Berechnungen, die in diesem Dokument stehen, wird die Tabelle B.2 der Norm CEI 17-43 (siehe Tabelle 7.6) benutzt, wobei eine Temperatur der die Schiene umgebenden Luft von 55°C angenommen wird.

Betriebsstrom und Leistungsverluste der blanken Schienen mit vertikaler Anordnung, ohne direkte Anschlüsse an das Schaltgerät

Tabelle 7.6

Länge x Stärke	Querschnitt (Cu)	Höchstzulässige Temperatur des Leiters: 85 °C															
		Lufttemperatur rings um die Leiter innerhalb der Umhüllung 35°C								Lufttemperatur rings um die Leiter innerhalb der Umhüllung 55 °C							
		von 50 Hz bis 60 Hz AC				DC und AC bis 16 2/3 Hz				von 50 Hz bis 60 Hz AC				DC und AC bis 16 2/3 Hz			
		Betriebsstrom	Verlustleistungen (1)	Betriebsstrom	Verlustleistungen (1)	Betriebsstrom	Verlustleistungen (1)	Betriebsstrom	Verlustleistungen (1)	Betriebsstrom	Verlustleistungen (1)	Betriebsstrom	Verlustleistungen (1)	Betriebsstrom	Verlustleistungen (1)	Betriebsstrom	Verlustleistungen (1)
mm x mm	mm ²	A*	W/m	A**	W/m	A*	W/m	A**	W/m	A*	W/m	A**	W/m	A*	W/m	A**	W/m
12 x 2	23,5	144	19,5	242	27,5	144	19,5	242	27,5	105	10,4	177	14,7	105	10,4	177	14,7
15 x 2	29,5	170	21,7	282	29,9	170	21,7	282	29,9	124	11,6	206	16,0	124	11,6	206	16,0
15 x 3	44,5	215	23,1	375	35,2	215	23,1	375	35,2	157	12,3	274	18,8	157	12,3	274	18,8
20 x 2	39,5	215	26,1	351	34,8	215	26,1	354	35,4	157	13,9	256	18,5	157	12,3	258	18,8
20 x 3	59,5	271	27,6	463	40,2	271	27,6	463	40,2	198	14,7	338	21,4	198	14,7	338	21,4
20 x 5	99,1	364	29,9	665	49,8	364	29,9	668	50,3	266	16,0	485	26,5	266	16,0	487	26,7
20 x 10	199	568	36,9	1097	69,2	569	36,7	1107	69,6	414	19,6	800	36,8	415	19,5	807	37,0
25 x 5	124	435	34,1	779	55,4	435	34,1	78	55,6	317	18,1	568	29,5	317	18,1	572	29,5
30 x 5	149	504	38,4	894	60,6	505	38,2	899	60,7	368	20,5	652	32,3	369	20,4	656	32,3
30 x 10	299	762	44,4	1410	77,9	770	44,8	1436	77,8	556	27,7	1028	41,4	562	23,9	1048	41,5
40 x 5	199	641	47,0	1112	72,5	644	47,0	1128	72,3	468	25,0	811	38,5	469	24,9	586	38,5
40 x 10	399	951	52,7	1716	88,9	968	52,6	1796	90,5	694	28,1	1251	47,3	706	28,0	1310	48,1
50 x 5	249	775	55,7	1322	82,9	782	55,4	1357	83,4	566	29,7	964	44,1	570	29,4	989	44,3
50 x 10	499	1133	60,9	2008	102,9	1164	61,4	2141	103,8	826	32,3	1465	54,8	849	32,7	1562	55,3
60 x 5	299	915	64,1	1530	94,2	926	64,7	1583	94,6	667	34,1	1116	50,1	675	34,4	1154	50,3
60 x 10	599	1310	68,5	2288	116,2	1357	69,5	2487	117,8	955	36,4	1668	62,0	989	36,9	1814	62,7
80 x 5	399	1170	80,7	1929	116,4	1200	80,8	2035	116,1	858	42,9	1407	61,9	875	42,9	1484	61,8
80 x 10	799	1649	85,0	2806	138,7	1742	85,1	3165	140,4	1203	45,3	2047	73,8	1271	45,3	1756	74,8
100 x 5	499	1436	100,1	2301	137,0	1476	98,7	2407	121,2	1048	53,3	1678	72,9	1077	52,5	1756	69,8
100 x 10	999	1982	101,7	3298	164,2	2128	102,6	3844	169,9	1445	54,0	2406	84,4	1552	54,6	2803	90,4
120 x 10	1200	2314	115,5	3804	187,3	2514	115,9	4509	189,9	1688	61,5	2774	99,6	1833	61,6	3288	101,0

* ein Leiter pro Phase

** zwei Leiter pro Phase

(1) Einzelne Länge

Eingangs- und Abgangskabel der Schaltgerätekombination

Der Leistungsverlust von den Kabelstrecken, die in die Schaltgerätekombination eintreten, muss getrennt berechnet werden.

Die Variabilität der Länge dieser Strecken führt dazu, dass ihre Leistung in einigen Fälle vernachlässigbar ist, während sie in anderen entscheidend für die korrekte Berechnung des Leistungsverlustes innerhalb der Schaltgerätekombination ist.

Der Energieverlust derselben kann mit der folgenden Formel festgelegt werden:

$$P(I_b) = P(I_n) \left(\frac{I_b}{I_n} \right)^2 \cdot L_{\text{tratto}} \cdot 3$$

Wobei:

- $P(I_n)$ der Leistungsverlust pro Längeneinheit beim Bemessungs-Strom ist und sein Wert aus der Tabelle B.1 der Norm CEI 17-43 (siehe Tabelle 77) oder aus den Katalogen des Herstellers erhalten werden kann.
- $(L_{\text{Strecke}} \cdot 3)$ die Länge der Kabelstrecke innerhalb der Schaltgerätekombination oder des Schaltfeldes ist, multipliziert mit 3, da der Stromkreis ein dreiphasig ist. Diese Länge kann annäherungsweise durch die Inspektion der Schaltanlagenfront festgelegt werden.

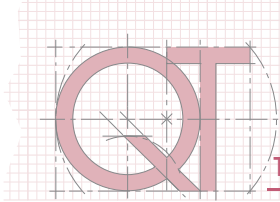
Bei den Berechnungen, die in diesem Dokument stehen, wird die Tabelle B.1 der Norm CEI 17-43 (siehe Tabelle 7.7) benutzt, wobei eine Temperatur der das Kabel umgebenden Luft von 55°C angenommen wird.

Betriebsströme und Leistungsverluste von isolierten Leitern

Tabelle 7.7

Querschnitt (Cu)	Höchstzulässige Temperatur des Leiters 70°C											
	Lufttemperatur rings um die Leiter innerhalb der Umhüllung											
	35 °C (2)		55 °C (2)		35 °C (2)		55 °C (2)		35 °C (2)		55 °C (2)	
	Betriebsstrom	Verlustleistungen	Betriebsstrom	Verlustleistungen	Betriebsstrom	Verlustleistungen	Betriebsstrom	Verlustleistungen	Betriebsstrom	Verlustleistungen	Betriebsstrom	Verlustleistungen
mm ²	A	W/m	A	W/m	A	W/m	A	W/m	A	W/m	A	W/m
1,5	12	2,1	8	0,9	12	2,1	8	0,9	12	2,1	8	0,9
2,5	17	2,5	11	1,1	20	3,5	12	1,3	20	3,5	12	1,3
4	22	2,6	14	1,1	25	3,4	18	1,8	25	3,4	20	2,2
6	28	2,8	18	1,2	32	3,7	23	1,9	32	3,7	25	2,3
10	38	3,0	25	1,3	48	4,8	31	2,0	50	5,2	32	2,1
16	52	3,7	34	1,6	64	5,6	42	2,4	65	5,8	50	3,4
25					85	6,3	55	2,6	85	6,3	65	3,7
35					104	7,5	67	3,1	115	7,9	85	5,0
50					130	7,9	85	3,4	150	10,5	115	6,2
70					161	8,4	105	3,6	175	9,9	149	7,2
95					192	8,7	125	3,7	225	11,9	175	7,2
120					226	9,6	147	4,1	250	11,7	210	8,3
150					275	11,7	167	4,3	275	11,7	239	8,8
185					295	10,9	191	4,6	350	15,4	273	9,4
240					347	12,0	225	5,0	400	15,9	322	10,3
300					400	13,2	260	5,6	460	17,5	371	11,4

(1) Jede mit den spezifischen Werten berücksichtigte Anordnung bezieht sich auf eine Gruppe von Leitern, die gebündelt sind (sechs Leiter mit 100% Last).
 (2) Einzelne Länge



Berechnung der Erwärmung

Der Wert der Erwärmung innerhalb der Schaltgerätekombination kann mit den ABB SACE Software-Instrumenten wie DOC berechnet werden.

Die Parameter, die von der Software verlangt werden, die die folgenden:

- lineare Abmessungen der Schaltgerätekombination (Höhe, Länge, Breite),
- Installationsmodalität (freistehend getrennt, getrennt an der Wand, ...);
- Lufteintrittsfläche, (die Norm CEI 17-43 schreibt eine Luftaustrittsfläche von mindestens dem 1,1-fachen Wert der Eintrittsfläche vor. Wenn das nicht der Falls ist, muss die Eintrittsfläche im Bezug zu der effektiven um 10 % reduziert werden)
- Umgebungstemperatur,
- Zahl der horizontalen Unterteilungen,
- Gesamtverlustleistung.

Mit der gleichen Methode oder dem gleichen Instrument berechnet man schließlich die Lufttemperatur auf mittlerer Höhe und oben auf der zu realisierenden Schaltgerätekombination.

Nachdem nun die thermische Mappe innerhalb der Schaltgerätekombination von unten nach oben fertig gestellt ist und sich für jede installierte Schaltgerät ergibt, dass die entsprechende Temperatur am Befestigungspunkt unterhalb oder gleich der Temperatur ist, die der Hersteller als zulässig erklärt hat, kann die gesamte Schaltgerätekombination als erfolgreich nachgewiesen betrachtet werden.

Auch für diese Spezifikation ist die Reduzierung der Lasten auf nicht mehr als 80% des Bemessungs-Stroms der Schutzeinrichtungen erforderlich.

Anmerkung

Von der Konformität einer Schaltgerätekombination mit der Norm CEI 17-43 können durch Analysen und physikalische Ableitungen konservativen Typs andere Ausstattungen abgeleitet werden. Diese Ausstattungen sind akzeptabel, wenn:

- sie eine Struktur mit größeren linearen Abmessungen benutzen,
- sie in einer klimatisierten Umgebung mit ≤ 35 °C als Durchschnittstemperatur stehen,
- sie eine Installationsmethode mit einer höheren Belüftung der Schaltgerätekombination verwenden,
- sie eine Zwangsbelüftung für die Schaltgerätekombination benutzen.

Falls erforderlich, können diese Parameter erneut in die Berechnung der Erwärmung eingesetzt werden, um eine genaue thermische Mappe der Schaltgerätekombination zu erhalten.

Die Berücksichtigung einer anderen Schutzart oder einer anderen Form der internen Unterteilung ist dagegen nicht möglich, um tiefere Erwärmungen zu erhalten.

7.4 Berechnungsbeispiele der Erwärmung

Auf den folgenden Seiten stehen vier Berechnungsbeispiele der Erwärmung mit der Methode, die in der Norm CEI 17-43 beschrieben ist.

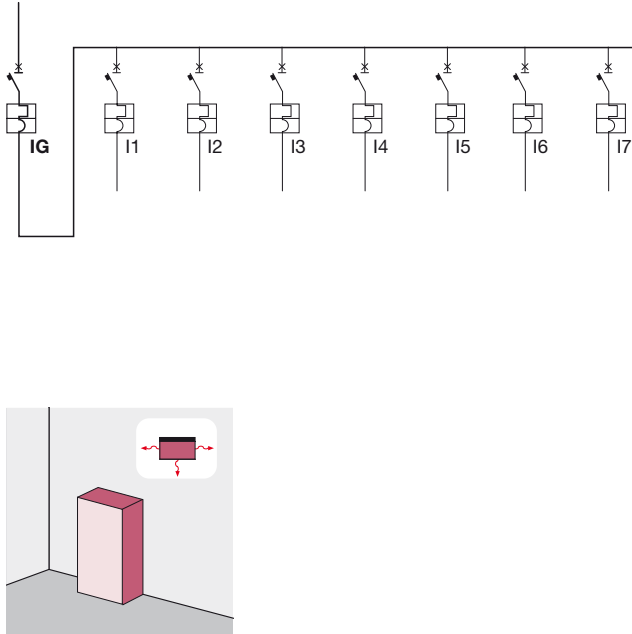
Jedes Beispiel enthält:

- Übersichtsschaltbild,
- Schematische Darstellung der Schaltanlagenfrontseite mit dem Lageplan der Sammelschienen,
- Detail der Sammelschienen (Länge, Querschnitt, Strom, Verlustleistung),
- Detail der Leistungsschalter (Modell, Baugröße, Strom, Verlustleistung, Anschlüsse, Ausführung),
- Detail der Kabel (Länge, Querschnitt, Strom, Verlustleistung),
- Lufttemperaturen, mit der ABB Software DOC berechnet.

Beispiel Nr. 1

Übersichtsschaltbild

Abbildung 7.5



Schaltanlagenfront

Abbildung 7.6

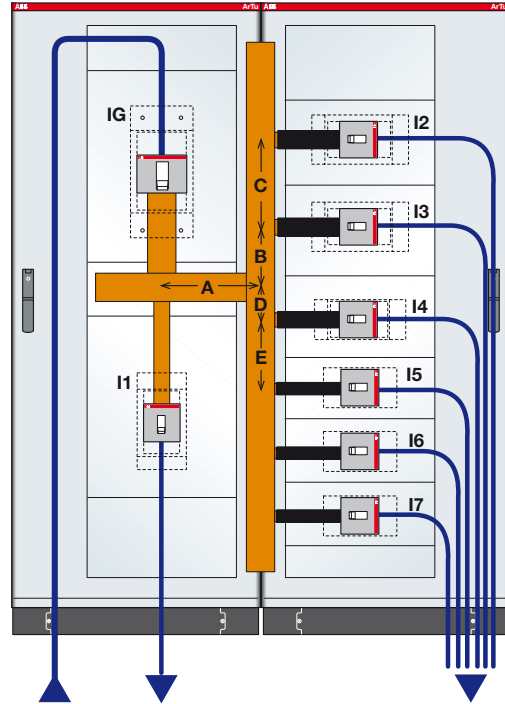


Tabelle 7.8

Leistungsschalter	Typ	Anschlüsse	I_n [A]	I_b [A]	$P(I_n)$ [W]	$P(I_b)$ [W]
IG	T7H1600 (F)	Rückseitig	1600	1200	231	168,92
I1	T5H400 (F)	Rückseitig	400	320	58,5	56,16
I2	T5H400 (F)	Rückseitig	400	300	58,5	49,36
I3	T5H400 (F)	Rückseitig	400	300	58,5	49,36
I4	T4H250 (F)	Rückseitig	250	200	41,1	39,46
I5	T2H160 (F)	Rückseitig	125	60	36	12,44
I6	T2H160 (F)	Rückseitig	125	0	36	0
I7	T2H160 (F)	Rückseitig	125	0	36	0

Gesamtverlustleistung von den Leistungsschaltern

375,7

Ausführungen: F = Fest

Tabelle 7.9

Sammelschiene	Querschnitt [mm]x[mm]	Länge [mm]	Strom I_b [A]	$P(I_b)$ [W]
A	100x10	300	880	18
B	100x10	200	600	5,6
C	100x10	300	300	2,1
D	100x10	100	280	0,6
E	100x10	250	60	0,1

Gesamtverlustleistung von den Sammelschienen

26

Tabelle 7.10

Kabel	Querschnitt [mm ²]	Länge [mm]	Strom I_b [A]	$P(I_b)$ [W]
IG	5x240	2400	1200	205,3
I1	240	500	320	15,2
I2	240	2100	300	56
I3	240	1800	300	48
I4	120	1500	220	41,3
I5	50	1100	60	5,5

Gesamtverlustleistung von den Kabeln

371,3

Tabelle 7.11

Verlustleistungen				Dimensionen [mm]			0	Erhaltene Temperaturen °C (Umgebungstemperatur = 25°C)	
Sammelschienen	Geräte	Kabel	Insgesamt	H [mm]	B [mm]	T [mm]		Höhe [m]	DOC
26	375,7	371,3	773	2000	1600	700	Vorstehend getrennt	2	49
								1	42

Tabelle 7.12

Beispiel Nr. 1

Struktur	ArTu K
Trennwand	nicht geschottet
Schutzart	IP65
Montage	Getrennt an der Wand

Beispiel Nr. 2

Übersichtsschaltbild

Abbildung 7.7

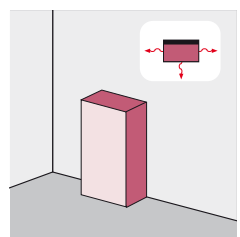
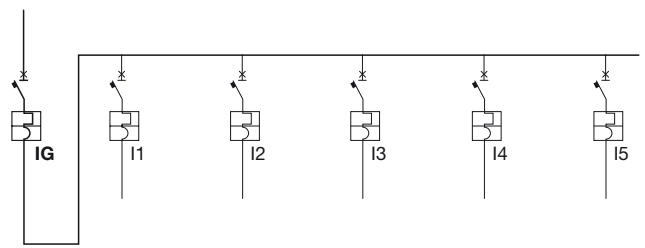


Tabelle 7.13

Leistungsschalter	Typ	Anschlüsse	I_n [A]	I_b [A]	$P(I_n)$ [W]	$P(I_b)$ [W]
IG	E2N1600 (W)	Waagerechte	1600	1214	215	160,9
I1	T2S160 (F)	Rückseitig	160	50	51	7,47
I2	T2S160 (F)	Rückseitig	160	50	51	7,47
I3	T2S160 (F)	Rückseitig	160	50	51	7,47
I4	T2S160 (F)	Rückseitig	160	50	51	7,47
I5	T2S160 (F)	Rückseitig	160	50	51	7,47
Gesamtverlustleistung von den Leistungsschaltern						198,3

Ausführungen: F = Fest - W = ausfahrbar

Tabelle 7.14

Sammelschiene	Querschnitt [mm]x[mm]	Länge [mm]	Strom I_b [A]	$P(I_b)$ [W]
B	3x(60x10)	360	1214	21,2
C	3x(60x10)	480	1214	28,2
D	80x10	100	1214	13,8
E	80x10	200	1164	25,5
F	80x10	200	150	vernachlässigbar
G	80x10	200	100	vernachlässigbar
H	80x10	200	50	vernachlässigbar
Gesamtverlustleistung von den Sammelschienen				89

Tabelle 7.15

Verlustleistungen				Dimensionen [mm]			3 Waagerechte Trennwände	Erhaltene Temperaturen °C (Umgebungstemperatur = 25°C)	
Sammel-schienen	Geräte	Kabel	Insgesamt	H [mm]	B [mm]	T [mm]		Höhe [m]	DOC
89	198,3	0	287,3	2000	800	900	Getrennt an der Wand	2	46,7
								1	41,2

Schaltanlagenfront

Abbildung 7.8

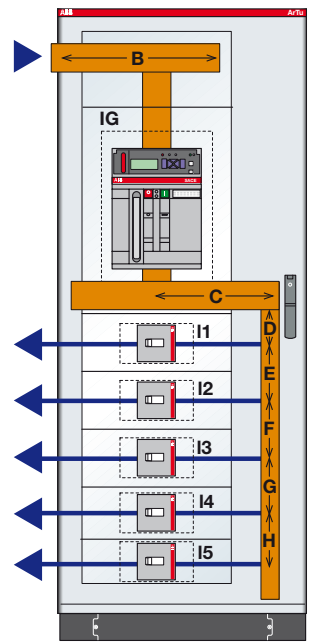


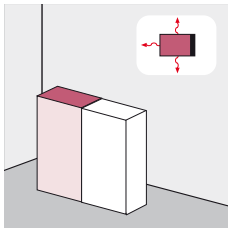
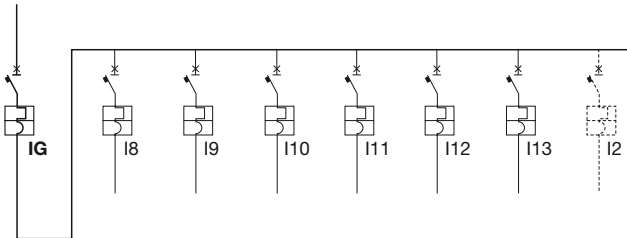
Tabelle 7.16

Beispiel Nr. 2	
Struktur	ArTu K
Trennwand	Form 3a
Schutzart	IP65
Montage	Getrennt an der Wand

Beispiel Nr. 3

Übersichtsschaltbild

Abbildung 7.9



Schaltanlagenfront

Abbildung 7.10

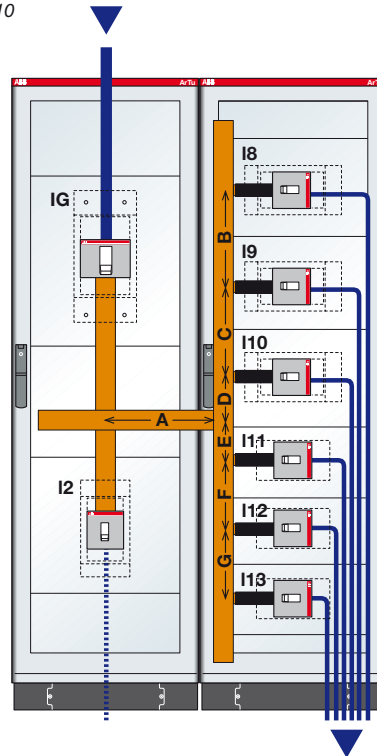


Tabelle 7.17

Leistungsschalter	Typ	Anschlüsse	I_n [A]	I_b [A]	$P(I_n)$ [W]	$P(I_b)$ [W]
IG	T7H1600 (F)	Rückseitig	1600	1360	231	217
I8	T5H400 (F)	Rückseitig	400	320	58,5	56,2
I9	T5H400 (F)	Rückseitig	400	320	58,5	56,2
I10	T4H250 (F)	Rückseitig	250	200	41,1	39,46
I11	T2H160 (F)	Rückseitig	160	125	51	46,7
I12	T2H160 (F)	Rückseitig	160	125	51	46,7
I13	T2H160 (F)	Rückseitig	160	125	51	46,7
Gesamtverlustleistung von den Leistungsschaltern						509

Ausführungen: F = Fest

Tabelle 7.18

Sammelschiene	Querschnitt [mm ²]	Länge [mm]	Strom I_b [A]	P (I _b) [W]
A	2x80x10	360	1360	35,2
B	2x80x10	400	360	2,7
C	2x80x10	400	720	11
D	2x80x10	50	940	2,3
E	2x80x10	150	420	1,4
F	2x80x10	200	280	0,8
G	2x80x10	200	140	vernachlässigbar
Gesamtverlustleistung von den Sammelschienen				54

Tabelle 7.19

Kabel	Querschnitt [mm ²]	Länge [mm]	Strom I_b [A]	P (I _b) [W]
IG	5x240	400	1360	44
I8	240	1800	360	69,3
I9	240	1400	360	54
I10	120	1000	220	28
I11	70	800	140	17
I12	70	600	140	12,7
I13	70	400	140	8,5
Gesamtverlustleistung von den Kabeln				234

Tabelle 7.20

Verlustleistungen				Dimensionen [mm]			3 Waagerechte Trennwände	Erhaltene Temperaturen °C (Umgebungstemperatur = 25 °C)	
Sammel- schienen	Geräte	Kabel	Insgesamt	H [mm]	B [mm]	T [mm]		Höhe [m]	DOC
54	509	234	797	2000	1400	800	Bedeckt auf einer Seite	2 1	64 55

Tabelle 7.21

Beispiel Nr. 3

Struktur	ArTu K
Trennwand	Form 4
Schutzart	IP65
Montage	Vorstehend bedeckt auf einer Seite

Beispiel Nr. 4 Übersichtsschaltbild

Abbildung 7.11

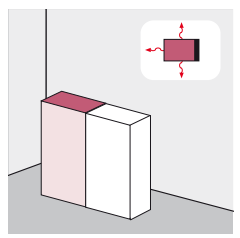
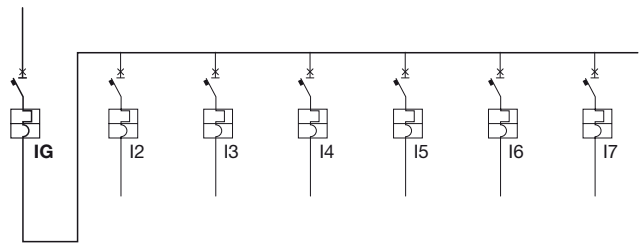


Tabelle 7.22

Leistungsschalter	Typ	Anschlüsse	In [A]	Ib [A]	P(In) [W]	P(Ib) [W]
IG	T7S1600 (F)	Rückseitig	1600	1140	231	152,45
I2	T5N400 (F)	Rückseitig	400	320	58,5	56,2
I3	T4N250 (F)	Rückseitig	250	200	41,1	39,46
I4	T4N250 (F)	Rückseitig	250	200	41,1	39,46
I5	T2N160 (F)	Rückseitig	160	125	51	46,7
I6	T2N160 (F)	Rückseitig	160	125	51	46,7
I7	T1N160 (F)	Rückseitig	125	100	45	43,2
Gesamtverlustleistung von den Leistungsschaltern						424

Ausführungen: F = Fest

Tabelle 7.23

Sammel-schiene	Querschnitt [mm ²]	Länge [mm]	Strom Ib [A]	P (Ib) [W]
A	2x80x10	360	780	11,6
B	40x10	400	210	3,1
C	40x10	400	420	12,4
D	40x10	50	360	1,1
E	40x10	150	230	1,4
F	40x10	200	100	0,3
Gesamtverlustleistung von den Sammelschienen				30

Schaltanlagenfront

Abbildung 7.12

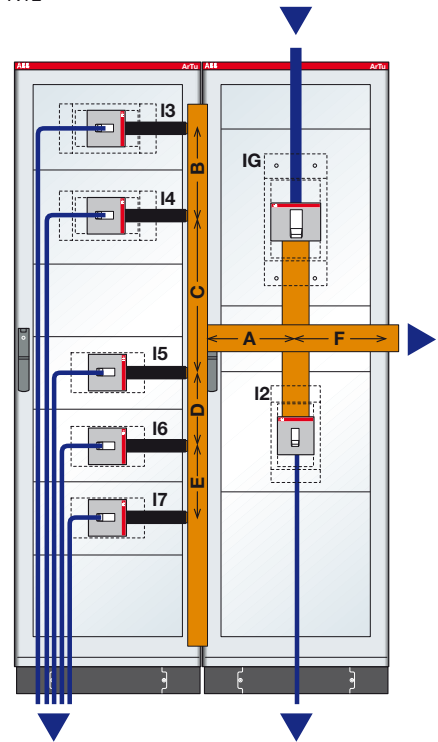


Tabelle 7.24

Kabel	Querschnitt [mm ²]	Länge [mm]	Strom Ib [A]	P (Ib) [W]
IG	5x240	400	1140	31
I2	240	400	360	15,5
I3	120	1800	210	46,2
I4	120	1500	210	38,5
I5	70	1100	130	20
I6	70	900	130	16,4
I7	70	700	100	10
Gesamtverlustleistung von den Kabeln				177,6

Tabelle 7.25

Verlustleistungen				Dimensionen [mm]			3 Waagerechte Trennwände	Erhaltene Temperaturen °C (Umgebungstemperatur = 25 °C)	
Sammel-schienen	Geräte	Kabel	Insgesamt	H [mm]	B [mm]	T [mm]		Höhe [m]	DOC
30	424	177,6	631,6	2000	1400	800	Bedeckt auf einer Seite	2	57
								1	50

Tabelle 7.26

Beispiel Nr. 4	
Struktur	ArTu K
Trennwand	Form 4
Schutzart	IP65
Montage	Vorstehend bedeckt auf einer Seite

8 Nachweis der Leistungen bei Kurzschluss

Die Schaltgerätekombination muss so gebaut sein, dass sie die thermischen und dynamischen Belastungen erträgt, die sich aus dem Kurzschlussstrom bis zu den zugewiesenen Werten ergeben. Außerdem muss die Schaltgerätekombination mittels Sicherungsautomaten oder Sicherungen, die in der Schaltgerätekombination oder stromauf von ihr installiert werden können, gegen Kurzschlussströme geschützt werden.

Der Anwender muss bei der Bestellung die Kurzschlussbedingungen am Installationspunkt angeben.

Dieses Kapitel betrachtet die folgenden Aspekte:

- ob es erforderlich ist oder nicht, den Nachweis der Kurzschlussfestigkeit der Schaltgerätekombination auszuführen,
- die Eignung einer Schaltgerätekombination für eine Anlage je nach dem unbeeinflussten Kurzschlussstrom der Anlage und den Kurzschlussparametern der Schaltgerätekombination,
- die Eignung eines Sammelschienensystems je nach dem Kurzschlussstrom und den Schutzeinrichtungen,
- der Nachweis der Kurzschlussfestigkeit der Schaltgerätekombination nach den Konstruktionsregeln, die mit der IEC EN 61439-1 festgelegt sind.

8.1 Nachweis der Kurzschlussstehfestigkeit

Der Nachweis der Kurzschlussfestigkeit wird in den neuen Normen IEC EN 61439-1 und 2 behandelt. Darin werden insbesondere die Fälle spezifiziert, in denen der

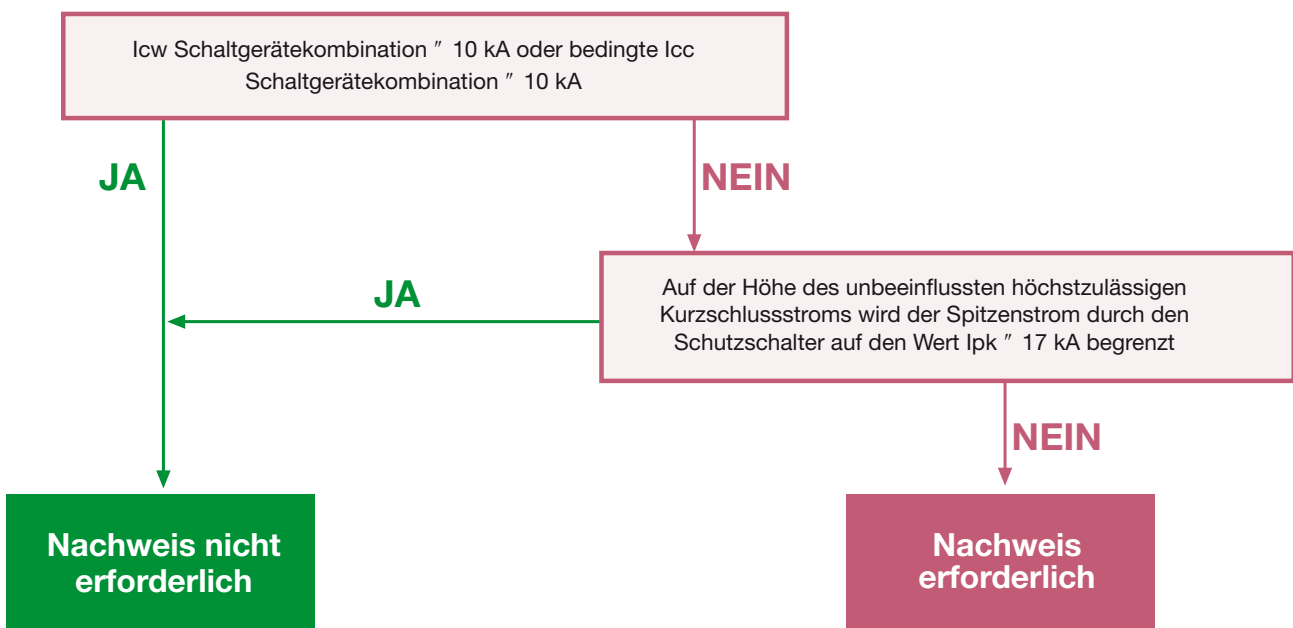
Nachweis ausgeführt werden muss und welches die verschiedenen Nachweistypen sind.

Der Nachweis der Kurzschlussfestigkeit ist in den folgenden Fällen nicht erforderlich:

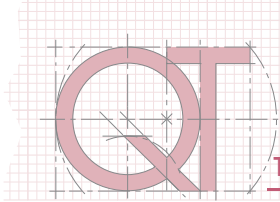
- für eine Schaltgerätekombination, die einen Bemessungs-Kurzzeitstrom oder einen bedingten Bemessungs-Kurzschlussstrom von weniger als 10 A hat,
- für die Schaltgerätekombinationen, die durch Strombegrenzungseinrichtungen geschützt werden, die auf der Höhe des unbeeinflussten höchstzulässigen Kurzschlussstroms an den Enden der in die Schaltgerätekombination eingeführten Anschlüsse einen beschränkten Spitzenstrom von nicht mehr als 17 kA haben,
- für die Hilfsstromkreise der Schaltgerätekombination, deren Anschluss am Transformatoren mit Bemessungs-Leistung nicht über 10 kVA mit Bemessungs-Sekundärspannung nicht unter 110 V vorgesehen sind, oder nicht über 1,6 kVA mit einer Bemessungs-Sekundärspannung unter 110 V, und deren Kurzschlussspannung in beiden Fällen nicht unter 4% liegt.
- für alle Teile der Schaltgerätekombination (Sammelschienen, Träger der Sammelschienen, Anschlüsse an die Sammelschienen, Eingangs- und Abgangseinheit, Schalt- und Schutzgeräte etc.), die für die bestehenden Bedingungen schon einem Nachweis durch Berechnung unterzogen worden sind.

Ob es notwendig ist oder nicht, einen Nachweis auszuführen, kann daher wie folgt zusammengefasst werden:

Abbildung 8.1



Was die Details hinsichtlich der Ausführung des Kurzschlussnachweises betrifft, empfehlen wir, direkten Bezug auf die Norm IEC EN 61439-1 zu nehmen.



In der folgenden Tabelle stehen für die unterschiedlichen Schutzschalter und für die am häufigsten benutzten Anlagenspannungen die Werte, die annäherungsweise den unbeeinflussten maximalen Kurzschlussstrom in [kA] darstellen, der so beschaffen ist, dass der beschränkte Spitzenwert nicht über 17 kA zu liegen kommt, so dass der Nachweis der Kurzschlussfestigkeit der Schaltgerätekombination nicht ausgeführt zu werden braucht.

Tabelle 8.1

Leistungsschalter Typologie	Bemessungs- Strom In [A]	Bemessungs-Spannung der Anlage			
		230 V AC	415 V AC	500 V AC	690 V AC
S200	≤63	20	10	-	-
S200M	≤63	25	15	-	-
S200P	≤25	40	25	-	-
S200P	32-63	25	15	-	-
S800	≤125	50	50	15(In≤80A) 10(In≤80A)	6(In≤80A) 4.5(In≤80A)
S290	≤125	25	15	-	-
T1	<160	50	35	15	6
T1	160	37	33	15	6
T2	≤32	120	85	50	10
T2	≤50	120	85	39	10
T2	≤63	120	65	30	10
T2	80 -160	120	50	29	10
T3	63	37	20	18	8
T3	80	27	18	17	8
T3	100	21	16	15	8
T3	125-160	18	15	14	8
T3	200-250	16	14	13	8
T4	20	200	200	150	80
T4	32-50	200	200	150	55
T4	80	200	100	48	32
T4	100-320	200	24	21	19
T5 T6 T7	320-1600	10	10	10	10

Der in der Tabelle stehende Kurzschlussstromwert muss mit dem Ausschaltvermögen des Leistungsschalters für die verschiedenen lieferbaren Versionen verglichen werden.

8.2 Kurzschlussstrom und Eignung der Schaltgerätekombination für die Anlage

Der Nachweis der Kurzschlussfestigkeit basiert im Wesentlichen auf zwei Parametern der Schaltgerätekombination, und zwar:

- der zulässiger Bemessungs-Kurzzeitstrom I_{cw} ,
- der bedingte Bemessungs-Kurzschlussstrom I_{cc} .

Aufgrund dieser beiden Werte ist es möglich festzulegen, ob die Schaltgerätekombination sich eignet oder nicht, an einem bestimmten Punkt der Anlage installiert zu werden.

Es ist nachzuweisen, dass die Ausschaltvermögen der Schaltgeräte (eventuell mittels Back-up) innerhalb der Schaltgerätekombination mit den Kurzschlusswerten der Anlage verträglich sind.

Der zulässige Bemessungs-Kurzzeitstrom I_{cm} ist der Effektivwert des Stroms für die Kurzschlussprüfung von 1 s ohne die Öffnung der Schutzeinrichtungen, die der Hersteller der Schaltgerätekombination erklärt und den diese ertragen muss, ohne in den nach Strom und Zeit festgelegten Bedingungen Schaden zu nehmen. Einer Schaltgerätekombination können für unterschiedliche Zeiten (z.B. 0,2 s; 3 s) unterschiedliche Werte von I_{cw} zugewiesen werden.

Der Prüfung (falls bestanden), die es gestattet, den Wert von I_{cw} festzulegen, ist die spezifische durchgehende Energie (I^2t) zu entnehmen, die von der Schaltgerätekombination geführt werden kann (diese Gleichung gilt bei der Annahme einer adiabatischen Erscheinung, die daher nicht länger als 3 Sekunden dauern kann):

$$I^2t = I_{cw}^2 \cdot t \text{ (allgemein } t = 1s).$$

Die Norm legt auch den zulässigen Bemessungs-Spitzenstrom I_{pk} als dem Spitzenwert des Kurzschlussstroms fest, den der Hersteller der Schaltgerätekombination erklärt, den diese in den festgelegten Bedingungen ertragen können muss.

Den Spitzenwert des Kurzschlussstroms, der dazu dient, die elektrodynamischen Belastungen festzulegen, kann man durch Multiplizieren des Kurzeitstroms mit dem Faktor "n" nach der Tabelle 7 der Norme IEC EN 61439-1 erhalten.

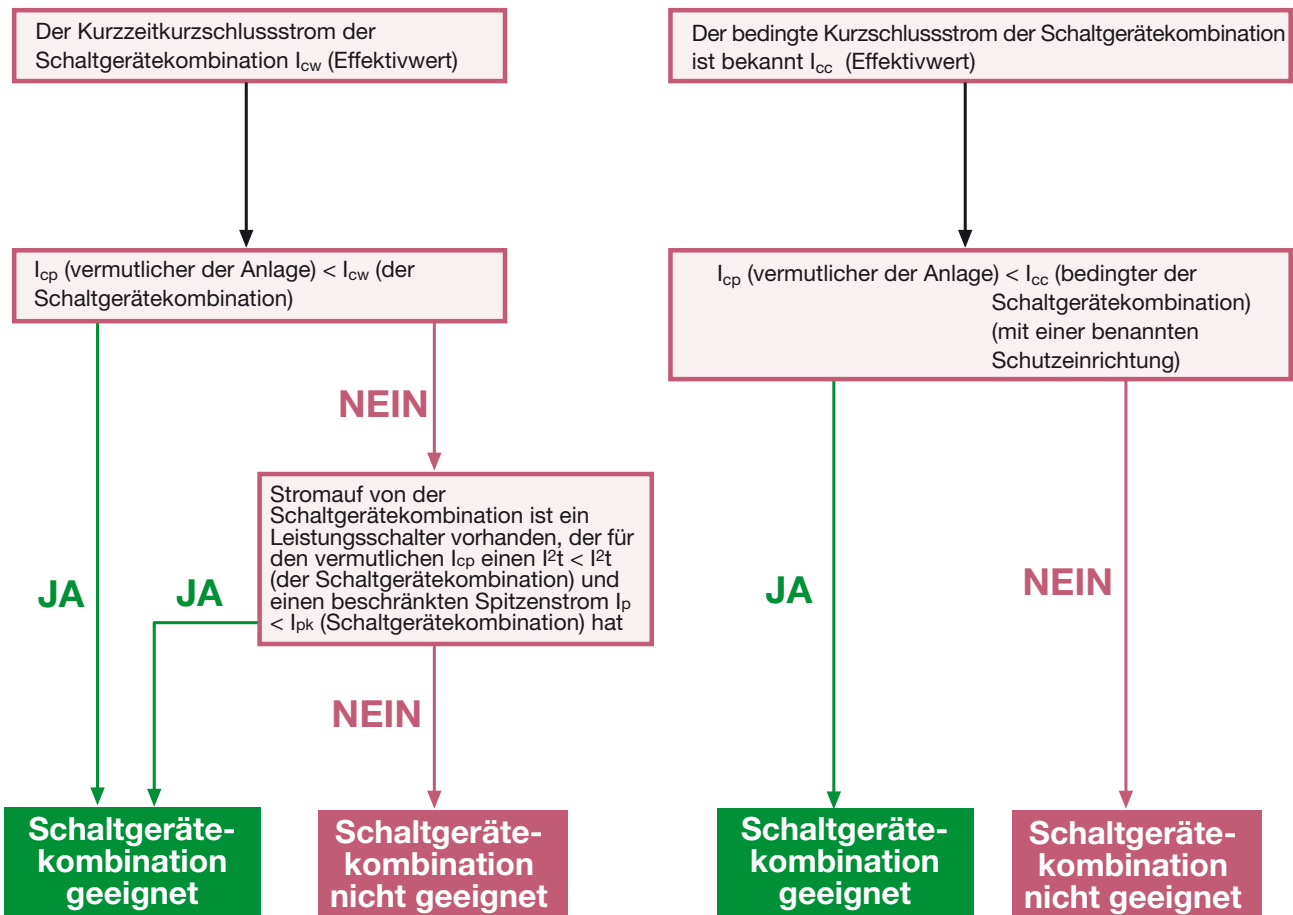
Die standardisierten Werte des Faktors "n" stehen in der Tabelle 8.2.

Tabelle 8.2 $I_{pk} = I_{cw} \cdot n$

Effektivwert des Kurzschlussstroms	$\cos\varphi$	n
$I \leq 5$	0.7	1.5
$5 < I \leq 10$	0.5	1.7
$10 < I \leq 20$	0.3	2
$20 < I \leq 50$	0.25	2.1
$50 < I$	0.2	2.2

Die Werte dieser Tabelle berücksichtigen die Mehrheit der vorkommenden Anwendungen. In besonderen Bereichen, z.B. in der Nähe von Transformatoren oder Generatoren, kann der Leistungsfaktor tiefere Werte annehmen, so dass in diesen Fällen der maximale Spitzenwert des zu erwartenden Stroms zum begrenzenden Faktor werden kann, und nicht der Effektivwert des Kurzschlussstroms.

Abbildung 8.2



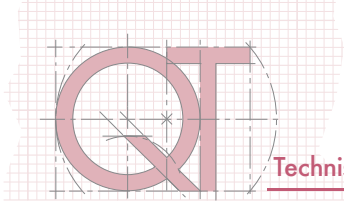
Der bedingte Bemessungs-Kurzschlussstrom I_{cc} ist der zu erwartende Wert des Kurzschlussstroms, den der Hersteller der Schaltgerätekombination erklärt, den die Schaltgerätekombination während der gesamten Betriebszeit (Ausschaltungszeit) der Schutzeinrichtung gegen Kurzschluss bei den genannten Bedingungen ertragen kann.

Der I_{cc} muss gleich oder größer als der Effektivwert des zu erwartenden Kurzschlussstroms (I_{cp}) für eine Zeitspanne sein, die von der Auslösung der Kurzschluss-Schutzeinrichtung beschränkt wird, die die Schaltgerätekombination schützt.

Mit den Werten I_{cw} oder I_{cc} und dem Wert des zu erwartenden Kurzschlussstroms der Anlage kann festgelegt werden, ob die Schaltgerätekombination sich zur Installation in der Anlage eignet oder nicht.

Die folgenden Diagramme illustrieren die Methode, um die Kompatibilität der Schaltgerätekombination mit der Anlage festzulegen¹.

¹ Es ist nachzuweisen, dass die Ausschaltvermögen der Schaltgeräte innerhalb der Schaltgerätekombination mit den Kurzschlusswerten der Anlage verträglich sind.

**Beispiel**

Daten der bestehenden Anlage:

$$\begin{aligned}V_n &= 400 \text{ V} \\f_n &= 50 \text{ Hz} \\I_{cp} &= 35 \text{ kA}\end{aligned}$$

Nehmen wir an, in einer Anlage eine Schaltgerätekombination mit einem I_{cw} von 35 kA zu haben und dass am Installationspunkt der Schaltgerätekombination der zu erwartende Kurzschlussstrom 35 kA beträgt.

Nehmen wir jetzt an, eine Erweiterung der Leistung der Anlage zu beschließen, und dass der Wert des Kurzschlussstroms auf 60 kA steigt.

Daten der Anlage nach der Erweiterung:

$$\begin{aligned}V_n &= 400 \text{ V} \\f_n &= 50 \text{ Hz} \\I_{cp} &= 60 \text{ kA}\end{aligned}$$

Da der I_{cw} der Schaltgerätekombination kleiner als der Kurzschlussstrom der Anlage ist, ist für den Nachweis, dass die Schaltgerätekombination noch verträglich ist, folgendes erforderlich:

- die Werte von I^2t und I_p festlegen, die zum Leistungsschalter auf der Versorgungsseite der Schaltgerätekombination durchgelassen werden,
- nachweisen, dass die Schutzeinrichtungen, die sich innerhalb der Schaltgerätekombination befinden, ein passendes Ausschaltvermögen haben, einzeln oder durch Back-up.

$I_{cw} = 35 \text{ kA}$, davon:

- $I^2t_{\text{Schaltgerätekombination}} = 35^2 \times 1 = 1225 \text{ MA}^2\text{s}$,
- $I_{pk \text{ Schaltgerätekombination}} = 35 \times 2,1 = 73,5 \text{ kA}$ (siehe Tabelle 8.2).

Nehmen wir an, dass auf der Versorgungsseite der Schaltgerätekombination ein neuer Kompakt-Leistungsschalter Tmax T5H ($I_{cu}=70 \text{ kA}$ bei 415V) installiert wird:

- $I^2t_{\text{Leistungsschalter}} < 4 \text{ MA}^2\text{s}$,
- $I_p_{\text{Leistungsschalter}} < 40 \text{ kA}$.

Da:

- $I^2t_{\text{Schaltgerätekombination}} > I^2t_{\text{Leistungsschalter}}$
- $I_{pk \text{ Schaltgerätekombination}} > I_p_{\text{Leistungsschalter}}$

Die Schaltgerätekombination (Struktur und Sammelschienensystem) sind geeignet.

Was die Leistungsschalter betrifft, die innerhalb der Schaltgerätekombination angeordnet sind, nehmen wir an, dass dies Kompakt-Leistungsschalter Tmax T1, T2, T3 Version N mit $I_{cu}=36 \text{ kA}$ bei 415V sind.

Aus den Back-up-Tabellen erkennt man, dass die Leistungsschalter, die in der Schaltgerätekombination vorhanden sind, für die Anlage geeignet sind, weil ihr Ausschaltvermögen durch den Leistungsschalter T5H, der auf der Versorgungsseite installiert ist, auf 65 kA erhöht worden ist.

8.3 Wahl des Verteilungssystems im Bezug auf die Kurzschlussfestigkeit

Die Auslegung der Abmessungen des Verteilungssystems der Schaltgerätekombination wird realisiert, indem man den sie durchlaufenden Bemessungs-Strom und den zu erwartenden Kurzschlussstrom der Anlage berücksichtigt.

In der Regel gibt es vom Hersteller gelieferte Tabellen, welche die Wahl des Querschnitts der Sammelschienen aufgrund des Bemessungs-Stroms gestatten und die die Abstände liefern, an denen Schienenträger anzubringen sind, um die Kurzschlussfestigkeit zu gewährleisten.

Im technischen Katalog ABB Sace "Generalkatalog Installationsverteiler" stehen die Verteilungssysteme, die innerhalb der Schaltgerätekombinationen ArTu benutzt werden können. Das sind:

Sammelschienen mit Formprofil bis zu:

- 3200 A (IP65),
- 3600 A (IP31)

Gelochte Flachschienen bis zu:

- 4000 A (IP65),
- 4460 A (IP31)

Flexible Sammelschienen bis zu:

- 1250 A (IP65),
- 1515 A (IP31)

Verdrahtungssystem Unifix bis zu 400 A, Verteiler bis zu 400 A

Um das Verteilungssystem zu wählen, das mit den Kurzschlussdaten der Anlage verträglich ist, muss das folgende Verfahren beachtet werden:

- Wenn die Schutzeinrichtung auf der Versorgungsseite des geprüften Verteilungssystems bekannt ist

Aus dem Wert I_{cw} des Verteilungssystems erhält man:

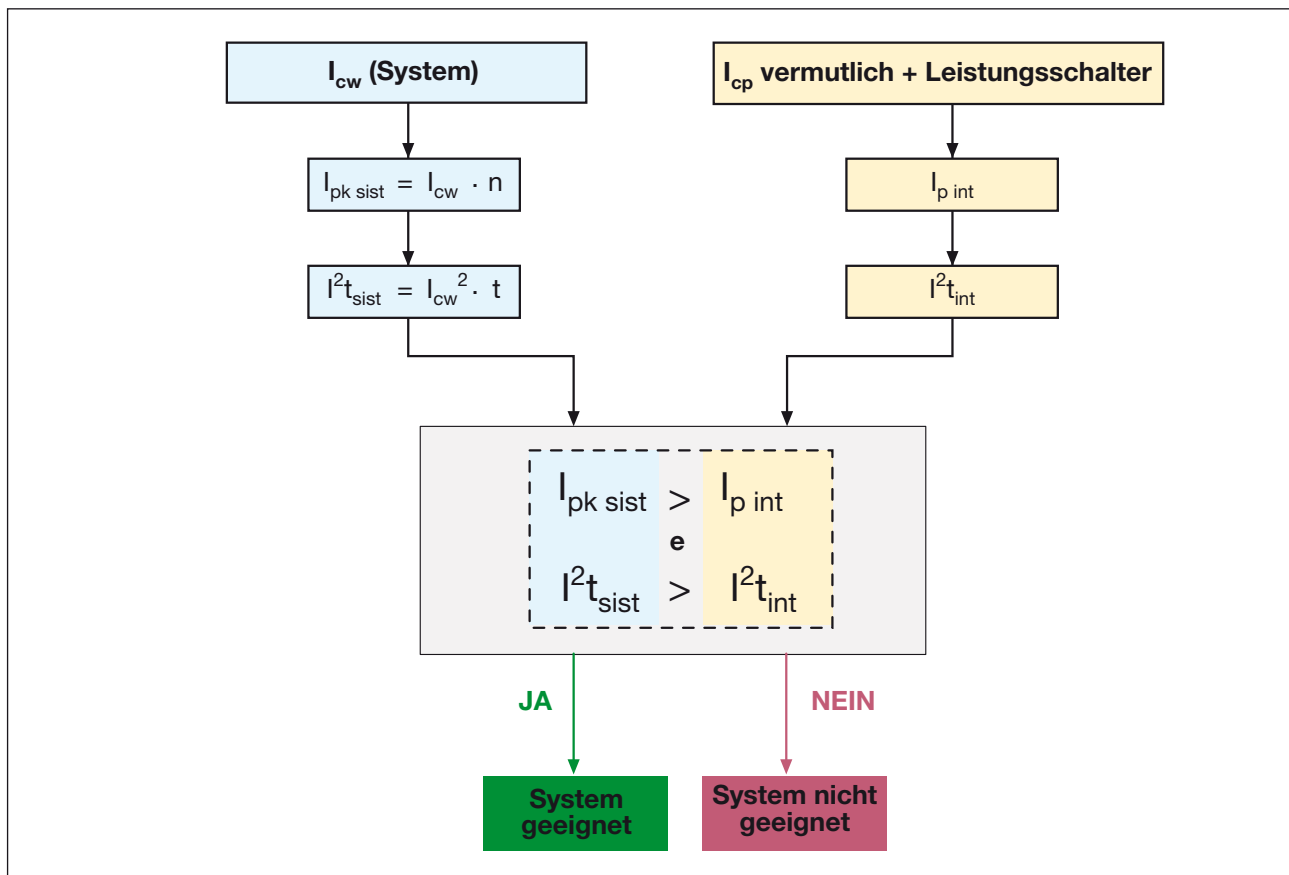
- $I_{pk\ syst} = I_{cw} \cdot n$
(wobei n der Faktor ist, den man aus der Tabelle 8.2 erhält)
- $I^2t_{syst} = I_{cw}^2 \cdot t$
(wobei t 1 Sekunde entspricht)

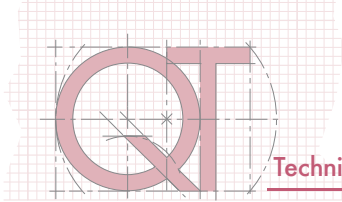
Auf der Höhe des Wertes des zu erwartenden Kurzschlussstroms der Anlage bestimmt man:

- den Wert des durch den Leistungsschalter beschränkten Spitzenstroms $I_{p\ CB}$,
- die spezifische durch den Leistungsschalter durchgelassene Energie I^2t_{CB}

Wenn $I_{p\ CB} < I_{pk\ syst}$ und wenn $I^2t_{CB} < I^2t_{syst}$, ist das Verteilungssystem geeignet.

Abbildung 8.3





Beispiel

Anlagendaten:

$$V_n = 400 \text{ V}$$

$$f_n = 50 \text{ Hz}$$

$$I_{cp} = 65 \text{ kA}$$

Nehmen wir an, ein System mit Formprofilschienen von 400 A benutzen zu müssen.

Nach dem Katalog ABB SACE "Generalkatalog Installationsverteiler" könnte folgendes eine mögliche Wahl sein:

BA0400 In 400 A (IP65) mit $I_{cw} = 35 \text{ kA}$.

Nehmen wir an, auf der Versorgungsseite des Schienensystems den folgenden Kompakt-Leistungsschalter zu haben:

Tmax T5H400 In 400

Aus dem I_{cw} des Schienensystems erhält man:

$$- I_{pk \text{ syst}} = I_{cw} \cdot 2,1 = 73,5 \text{ [kA]}$$

$$- I^2t_{\text{syst}} = I_{cw}^2 \cdot t = 35^2 \cdot 1 = 1225 \text{ [(kA)^2s]}$$

Nach den Strombegrenzungskennlinien und den Kennlinien der spezifischen Energie des T5H400 In 400 entspricht einem zu erwartenden Kurzschlussstrom I_{cp} von 65 kA:

$$- I_{p \text{ CB}} < 40 \text{ kA}$$

$$- I^2t_{\text{CB}} < 4 \text{ [(kA)^2s]}$$

Da:

$$- I_{p \text{ CB}} < I_{pk \text{ syst}}$$

$$- I^2t_{\text{CB}} < I^2t_{\text{syst}}$$

ist das Schienensystem mit der Anlage verträglich.

- Wenn die Schutzeinrichtung auf der Versorgungsseite des geprüften Verteilungssystems bekannt ist, ist folgendes zu prüfen:

$$I_{cp} \text{ (zu erwarten)} < I_{cw} \text{ (Verteilungssystem)}$$

Tabelle 8.3

Leitertyp	Vorschriften
Blanke Leiter oder einadrige Leiter mit Hauptisolation, wie beispielsweise Kabel nach der IEC 60227-3	Gegenseitiger Kontakt oder Kontakt mit den spannungsleitenden Teilen ist zu vermeiden, zum Beispiel durch Benutzung von Abstandhaltern.
Einadrige Leiter mit Hauptisolation und einer höchstzulässigen Temperatur für den Betrieb des Leiters über 90°C, zum Beispiel Kabel gemäß der IEC 60245-3, oder isolierte thermoplastischen Kabel (PVC) mit Hitzebeständigkeit nach der IEC 60227-3	Der gegenseitige Kontakt oder der Kontakt mit spannungsführenden Teilen ist dort zulässig, wo kein externer Druck ausgeübt wird. Die Berührung mit spitzen Kanten ist zu vermeiden. Es darf keine Gefahr mechanischer Beschädigungen geben. Diese Leiter dürfen nur so weit belastet werden, dass eine Betriebstemperatur nicht überschritten wird, die 80% der höchstzulässigen Betriebstemperatur des Leiters entspricht.
Leiter mit Hauptisolation, beispielsweise Leiter gemäß der IEC 60227-3, die eine zusätzliche Nebenisolation haben, die beispielsweise einzeln mit einer Schrumpfhülle überzogen sind oder die einzeln in Plastikrohren verlegt sind.	Keine zusätzliche Vorschrift
Leiter, die mit Werkstoff mit einer hohen mechanischen Festigkeit isoliert sind, zum Beispiel Isolation mit Ethylen-Tetrafluor-Ethylen (ETFE), oder Leiter mit Doppelisolation mit verstärkter Außenhülle zum Einsatz bis zu 3 kV, beispielsweise Kabel gemäß der IEC 60502.	
Einadrige oder mehradrige Kabel mit Hülle, beispielsweise Kabel gemäß IEC 60245-4 oder IEC 60227-4	

Leiterstrecken auf der Versorgungsseite der Einrichtung

Die Norm IEC EN 61439-1 sieht vor, dass innerhalb einer Schaltgerätekombination die Leiter (Abzweigschienen inbegriffen), die zwischen den Sammelschienen und der Versorgungsseite der einzelnen Funktionseinheiten angeordnet sind, wie auch die Komponenten, aus denen diese Einheiten aufgebaut sind, aufgrund der reduzierten Kurzschlussbelastungen ausgelegt werden können, die auf der Lastseite der Schutzeinrichtung der Einheit entstehen.

Dies kann möglich sein, wenn die Leiter derart angeordnet sind, dass der interne Kurzschluss zwischen den Phasen und/oder zwischen den Phasen und der Erde unter normalen Betriebsbedingungen als eine entfernte Möglichkeit zu betrachten ist. Diese Leiter sollten daher vorzugsweise eine massive und starre Bauart aufweisen.

Die Norm gibt in der Tabelle 4 (siehe Tabelle 8.3) ein Beispiel für die Leiter und die Installationsvorschriften an, die es gestatten, den Kurzschluss zwischen den Phasen und/oder zwischen den Phasen und der Erde als eine entfernte Möglichkeit zu betrachten.

Wenn diese Bedingungen vorliegen, kann der interne Kurzschluss als eine entfernte Hypothese betrachtet werden und man kann zum Nachweis der Eignung des Verteilungssystems unter Kurzschlussbedingungen das vorstehend beschriebene Verfahren verwenden, wo diese aufgrund der Eigenschaften des Leistungsschalters festgelegt werden, der sich auf der Lastseite der Sammelschienen befindet.

Beispiel

Anlagendaten:

$$V_n = 400 \text{ V}$$

$$f_n = 50 \text{ Hz}$$

$$I_{cp} = 45 \text{ kA}$$

Betrachten wir nun die Schaltgerätekombination der Abbildung, wo von den Sammelschienen vertikale Abzweigschienen abgehen.

Diese sind Schienen mit Formprofil von 800 A, wie dem Generalkatalog Installationsverteiler zu entnehmen ist:

I_n 800, (IP65),

$$I_{cw} \text{ max } 35 \text{ kA}$$

Da es sich um ein starres System mit Abstandhaltern handelt, ist gemäß der Norm IEC EN 61439 der Kurzschluss zwischen den Schienen eine entfernte Hypothese.

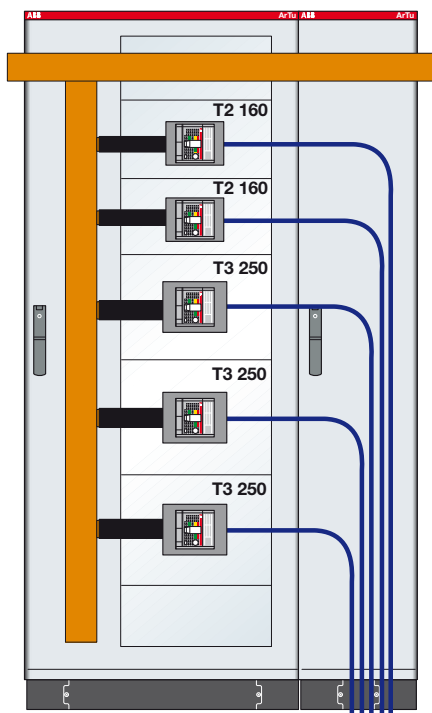
Wir müssen daher nachweisen, dass die reduzierten Belastungen an den Leistungsschaltern auf der Lastseite des Systems mit der Schaltgerätekombination verträglich sind.

Nehmen wir an, dass wir in den Schaltfeldern folgendes haben:

Tmax T3S250

Tmax T2S160

Abbildung 8.4



Es ist nachzuweisen, dass die von dem Leistungsschalter erzeugten Beschränkungen in Fall eines Kurzschlusses auf jedem beliebigen Abgang mit dem Schienensystem verträglich sind.

Es ist daher nachzuweisen, dass der Leistungsschalter, der Spitze und Energie weniger beschränkt, diese Werte für das Schienensystem auf jeden Fall ausreichend begrenzt.

In unserem Fall handelt es sich um den T3S250 In 250. Daher weisen wir auf analoge Weise zum vorherigen Abschnitt nach:

Aus dem I_{cw} des Schienensystems erhält man:

$$- I_{pk\ syst} = I_{cw} \cdot n = 35 \cdot 2,1 = 73,5 \text{ [kA]}$$

$$- I^2t_{syst} = I_{cw}^2 \cdot t = 35^2 \cdot 1 = 1225 \text{ [(kA)^2s]}$$

Nach den Strombegrenzungskennlinien und den Kennlinien der spezifischen Energie des T3S250 In 250 entspricht einem zu erwartenden Kurzschlussstrom I_{cp} von 45 kA:

$$- I_{p\ CB} < 30 \text{ kA}$$

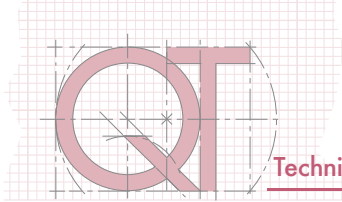
$$- I^2t_{CB} < 2 \text{ [(kA)^2s]}$$

Da:

$$- I_{p\ CB} < I_{pk\ syst}$$

$$- I^2t_{CB} < I^2t_{syst}$$

Das Schienensystem ist mit der Schaltgerätekombination verträglich.



8.4 Kurzschluss Prüfung nach den Konstruktionsregeln

Nach der neuen IEC EN 61439-1 kann die Konformität der Schaltgerätekombination bei Kurzschluss nicht nur durch Laborprüfungen (I_{cw}), sondern auch durch die Anwendung geeigneter Konstruktionsregeln nachgewiesen werden, die untenstehend angegeben werden (Tabelle 13 der IEC EN 61439-1).

Es ist keine Laborprüfung erforderlich, wenn man beim Vergleich der nachzuweisenden Schaltgerätekombination mit einer Bezugsbauart (schon nachgewiesen) unter

Benutzung der folgenden Tabelle bei den Vorschriften hinsichtlich des Vergleichs mit "JA" antwortet.

Wie man der Tabelle ersehen kann, gehen die vorgeschlagenen Ableitungen auf Prüfungen zurück, die an einer Bezugsbauart ausgeführt wurden, weil man nur dank dieser letzteren einen bestimmten Kurzzeitstrom (I_{cw}) erhalten kann, der es seinerseits gestattet, zwei weitere zulässige Variable des Systems Schaltgerätekombination zu erhalten, und zwar:

- Spitzenstrom (I_{pk}),
- ertragbare spezifische Energie (I^2t).

Tabelle 8.4

Bezug Nr.	Zu betrachtende Vorschriften	JA	NEIN
1	Der Bemessungswert der Kurzschlussfestigkeit jedes Stromkreises der nachzuweisenden Schaltgerätekombination ist kleiner oder so groß wie der der Bezugsbauart?		
2	Die Abmessungen der Querschnitte der Schienen und der Anschlüsse jedes Stromkreises der nachzuweisenden Schaltgerätekombination sind größer oder so groß wie die der Bezugsbauart?		
3	Die Abstände zwischen den Schienen und den Anschlüssen jedes Stromkreises der nachzuweisenden Schaltgerätekombination sind größer oder so groß wie die der Bezugsbauart?		
4	Die Schienenträger jedes Stromkreises der nachzuweisenden Schaltgerätekombination sind des gleichen Typs, der gleichen Form und des gleichen Werkstoffs und haben den gleichen oder einen geringeren Abstand im Bezug zu der ganzen Länge der Schienen der Bezugsbauart?		
5	Die Werkstoffe und die Eigenschaften der Werkstoffe der Leiter jedes Stromkreises der nachzuweisenden Schaltgerätekombination sind die gleichen der Bezugsbauart?		
6	Die Schutzeinrichtungen gegen Kurzschluss jedes Stromkreises der nachzuweisenden Schaltgerätekombination sind gleichwertig, d.h. mir dem gleichen Herstellungstyp und der gleichen Serie ^{a)} , mit gleichen oder besseren Begrenzungseigenschaften (I^2t , I_{pk}) aufgrund der vom Hersteller der Einrichtung gelieferten Daten, und sie haben die gleiche Anordnung wie bei der Bezugsbauart?		
7	Die Länge der aktiven, nicht geschützten Leiter in Übereinstimmung mit 8.6.4 jedes nicht geschützten Stromkreises der nachzuweisenden Schaltgerätekombination ist so groß oder kleiner als die der Bezugsbauart?		
8	Wenn die nachzuweisende Schaltgerätekombination eine Umhüllung enthält, enthielt die Bezugsbauart eine Umhüllung, als es nachgewiesen wurde?		
9	Ist die Umhüllung der nachzuweisenden Schaltgerätekombination vom gleichen Projekt und vom gleichen Typ und hat mindestens die Abmessungen wie die der Bezugsbauart?		
10	Haben die Schaltfelder jedes Stromkreises der nachzuweisenden Schaltgerätekombination das gleiche mechanische Projekt und mindestens die gleichen Abmessungen wie die der Bezugsbauart?		

"JA" auf alle Vorschriften – es ist keine Prüfung erforderlich.

"NEIN" auf mindestens eine Vorschrift – es ist eine weitere Prüfung erforderlich, siehe 10.11.4 und 10.11.5.

^{a)} Die Schutzeinrichtungen gegen den Kurzschluss der gleichen Fabrikation, aber von unterschiedlichen Serien, können als gleichwertig betrachtet werden, wenn vom Hersteller erklärt die Leistungseigenschaften der Einrichtung die gleichen oder besser als die der für die Prüfung verwendeten Serie sind, z.B. das Ausschaltvermögen, die Begrenzungseigenschaften (I^2t , I_{pk}) und die kritischen Abstände.

9 Nachweis der dielektrischen Eigenschaften der Schaltgerätekombination

Unter den drei wichtigsten Leistungseigenschaften (Bauartnachweis), die ein System von Schaltgeräte-kombinationen besitzen muss, finden wir neben der Wärmebeständigkeit und der gerade geprüften Kurzschlussfestigkeit den Nachweis der dielektrischen Eigenschaften.

Zu diesem Aspekt hat die neue IEC EN 61439 eine doppelte Konformität eingeführt, indem die vorherige Leistung zu der Bemessungs-Stechwechselfspannung U_i bestätigt wurde und die neue Eigenschaft der Bemessungs-Stehblitzstoßspannung U_{imp} hinzugefügt wurde.

Wir erinnern, dass die wachsende Sequenz, die die unterschiedlichen Spannungen betrifft, die eine Schaltgerätekombination kennzeichnen, mit der U_e beginnt, der Betriebsspannung aufgrund des effektiven Werts, der in einer bestimmten Anlage vorliegt, mit der U_n weitergeht, der Bemessungs-Spannung des betrachteten Systems Schaltgerätekombination und im entsprechenden Katalog angegeben wird, mit der U_i weitermacht, die Isolationsspannung des Systems, auf die sich die dielektrischen Prüfungen beziehen, und mit der U_{imp} endet, der Bemessungs-Stehblitzstoßspannung, die dem höchsten Stoßwert entspricht, den das System ertragen kann. Dieser Spitzenwert wird vom ursprünglichen Hersteller des Systems zugewiesen, und zwar dank angemessener Bauartnachweise.

9.1 Stehwechselfspannungsprüfung

Die Entwicklungen im Normenbereich gehen in Richtung auf eine bestimmte technische Vereinfachung. Hinsichtlich der wirksamen Werte der im Labor anzulegenden Prüfspannungen (in der unten stehenden Tabelle 8 der IEC 61439-1 angegeben), ist zu bemerken, dass sie im Bezug zur Vergangenheit reduziert worden sind, wobei der Vermögen gelassen wird, die Prüfung der Hauptstromkreise sowohl bei Wechselstrom als auch bei Gleichstrom auszuführen, wobei jedoch das vorgeschriebene Verhältnis von 1,41 zu beachten ist.

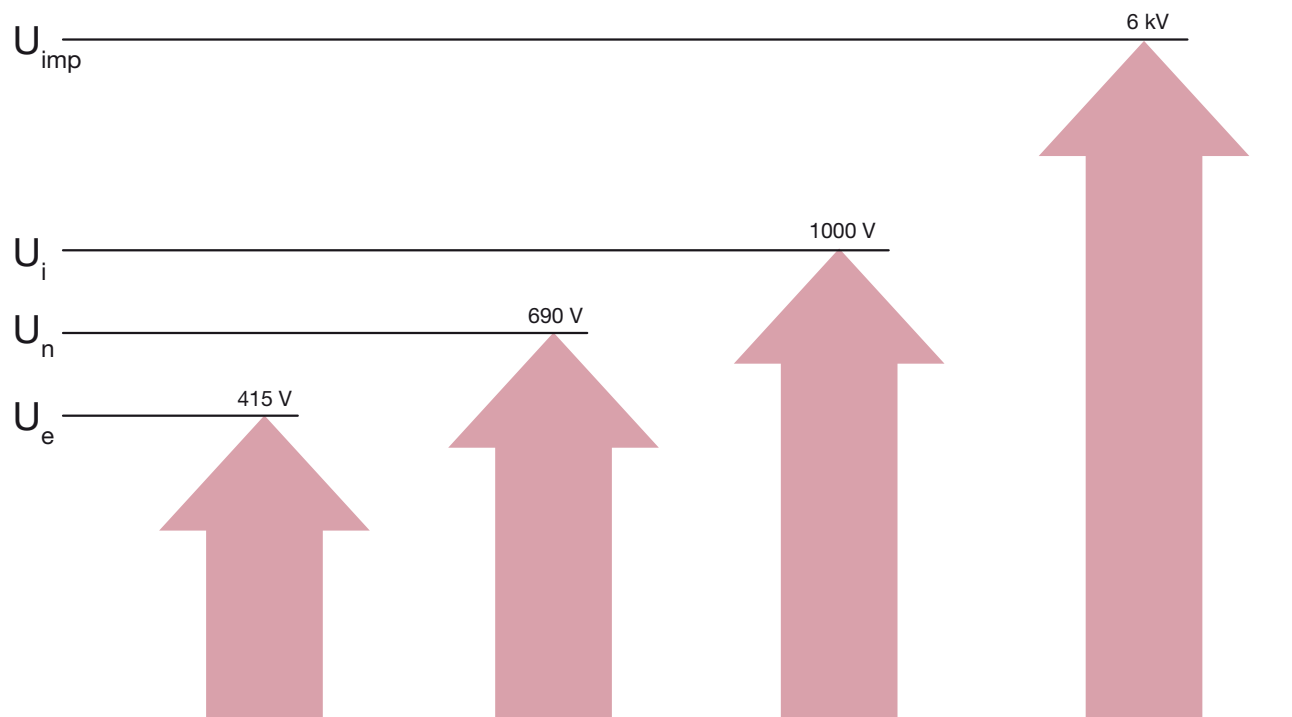
Tabelle 9.1

Bemessungs- Isolationsspannung (U_i) (zwischen den Phasen in AC oder DC) V	Dielektrische Prüfspannung in AC Effektivwert V	Dielektrische Prüfspannung ^{b)} in DC V
$U_i \leq 60$	1 000	1 415
$60 < U_i \leq 300$	1 500	2 120
$300 < U_i \leq 690$	1 890	2 670
$690 < U_i \leq 800$	2 000	2 830
$800 < U_i \leq 1\ 000$	2 200	3 110
$1\ 000 < U_i \leq 1\ 500$ ^{a)}	-	3 820

^{a)} Nur für DC

^{b)} Die Prüfspannungen basieren auf 4.1.2.3.1, dritter Abschnitt der IEC 60664-1.

Abbildung 9.1



Diese Prüfung bei Wechselstrom und bei der Frequenz von 50 Hz, die es gestattet, die Bemessungs-Isolationsspannung U_i festzulegen, ist erforderlich und ausschließlich, in dem Sinn, dass sie keine alternativen Nachweise oder Berechnungen oder die Beachtung der Konstruktionsregeln zulässt. Sie ist daher für den ursprünglichen Hersteller zwangsweise durchzuführen.

Nach der Trennung aller aktiven Stromkreise auf der Versorgungs- und der Lastseite wird die Prüfung in zwei getrennten Phasen durchgeführt, auf den Hauptstromkreisen und den Hilfsstromkreisen.

Insbesondere für die ersten sind zwei getrennte Verfahren vorgesehen, die folgendes in Spannung setzen:

- zuerst alle aktiven Stromkreise, untereinander kurzgeschlossen, im Bezug zur geerdeten Umhüllung (1. Test)
- dann jeder Hauptpol im Bezug zu den anderen untereinander kurzgeschlossenen Polen und der geerdeten Umhüllung (2. Test).

Die Prüfspannung, die von spezifischen Laboreinrichtungen erzeugt wird, wird über die klassischen Sicherheitsklemmen an den Messteilen angelegt. Die beschriebene Methode, welche die Anwendung einer Rampe mit steigenden Werten bis zum Höchstwert bedingt, der dann jedes Mal für fünf Sekunden beibehalten wird, verdeutlicht eine weitere Erleichterung (Reduzierung) der Zeiten für die Anlegung der Prüfspannung im Bezug zur Vergangenheit (früher wurde die Spannung eine Minute angelegt).

Was die Hilfsstromkreis betrifft, die in der Regel geringere Betriebsspannungen als die Hauptstromkreise haben, legt die neue Norm IEC EN 61439 diese in der Tabelle 9.2 fest (siehe Tabelle 9.2).

Tabelle 9.2

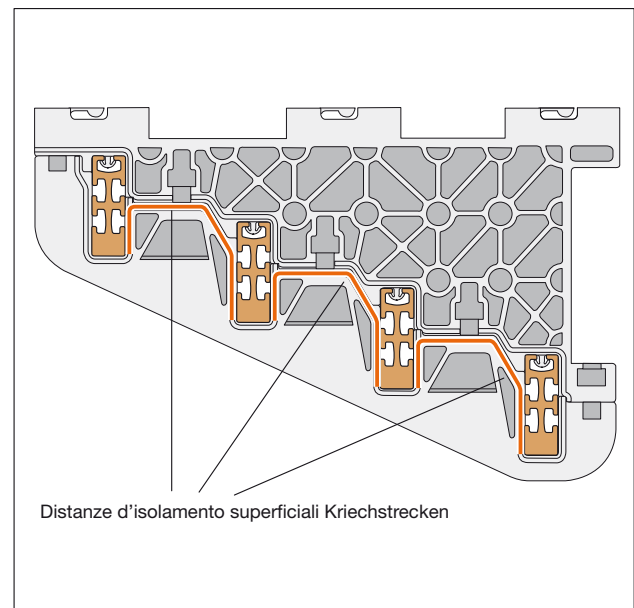
Bemessungs- Isolationsspannung U_i (zwischen den Phasen) V	Dielektrische Prüfspannung in AC Effektivwert V
$U_i \leq 12$	250
$12 < U_i \leq 60$	500
$60 < U_i$	$2 U_i + 1000$ mit einem Mindestwert von 1500

Hinsichtlich der gerade beschriebenen Spannungsprüfung bei Wechselstrom gibt es dann die Prüfung der Einhaltung der kleinsten Kriechstrecken innerhalb der

Schaltgerätekombination. Diese Vorschrift betrifft alle internen Komponenten, die mit isolierten Teilen versehen sind, sowohl zwischen den aktiven Teilen als auch gegen Masse.

Die kritischen Punkte, die mehr Aufmerksamkeit verlangen, sind in der Regel vor allem die Schienenträger und die isolierten Anschlüsse.

Abbildung 9.2



Wie üblich, muss man bei diesem Verfahren auch den Typ des Isolierstoffs und seinen Tracking-Koeffizienten CTI (in Volt) berücksichtigen, der die maximale Stehspannung ausdrückt, die ohne das Zustandkommen von Entladungen ertragen werden kann. Je wertvoller das Produkt ist (Glas, Keramik), desto höher ist dieser Koeffizient (600 und höher) und desto tiefer ist die entsprechende Werkstoffgruppe.

Tabelle 9.3

Werkstoffgruppe	CTI (Tracking)	
I	> 600	
II	600	> CTI > 400
IIIa	400	> CTI > 175
IIIb	175	> CTI > 100

Dies ist der folgenden Tabelle zu entnehmen, in der die kleinsten Kriechstrecken in Millimetern für jeden Typ Komponente stehen, die sich innerhalb der Schaltgerätekombination befinden, und zwar je nach der Isolationsspannung U_i , dem Verunreinigungsgrad und der

Werkstoffgruppe.

Die direkte Messung dieser Segmente zeigt selten kritische Situationen, weil die normalen mechanischen und geometrischen Toleranzen meist weit über diesen Werten liegen.

Tabelle 9.4

Bemessungs- Isolationsspannung U_i V	Kleinste Kriechstrecken mm							
	Verunreinigungsgrad							
	1 Werkstoffgruppe	2 Werkstoff- gruppe			3 Werkstoff- gruppe			
	I	I	II	IIIa und IIIb	I	II	IIIa	IIIb
32	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
40	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.8	1.8
50	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.7	1.9	1.9
63	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.8	2	2
80	1.5	1.5	1.5	1.5	1.7	1.9	2.1	2.1
100	1.5	1.5	1.5	1.5	1.8	2	2.2	2.2
125	1.5	1.5	1.5	1.5	1.9	2.1	2.4	2.4
160	1.5	1.5	1.5	1.6	2	2.2	2.5	2.5
200	1.5	1.5	1.5	2	2.5	2.8	3.2	3.2
250	1.5	1.5	1.8	2.5	3.2	3.6	4	4
320	1.5	1.6	2.2	3.2	4	4.5	5	5
400	1.5	2	2.8	4	5	5.6	6.3	6.3
500	1.5	2.5	3.6	5	6.3	7.1	8.0	8.0
630	1.8	3.2	4.5	6.3	8	9	10	10
800	2.4	4	5.6	8	10	11	12.5	
1000	3.2	5	7.1	10	12.5	14	16	
1250	4.2	6.3	9	12.5	16	18	20	
1600	5.6	8	11	16	20	22	25	

9.2 Stoßspannungsfestigkeit sprüfung

Der Stoßspannungstest, der in der Vergangenheit nur fakultativ war und es gestattet, die Bemessungs-Stoßspannung U_{imp} festzulegen, erhält jetzt einen obligatorischen Wert, was die Strategie der Normen belegt, dieser Leistung eine immer stärkeren Wert zu geben. Neben den üblichen vorübergehenden Überspannungen, die in der Regel von der Versorgungsleitung eintreten, sind die Anlagen und entsprechenden Schaltgerätekominationen potentiell den vorübergehenden und nicht linearen Spannungsspitzen und Schwankungen ausgesetzt, die aus atmosphärischen Ursachen (Blitzschlag) beruhen, sowohl direkt, wenn sie die Struktur treffen, als auch indirekt, wenn ihre Wirkung durch die elektromagnetischen Felder übertragen wird, die sich rings um die Einschlagstelle des Blitzes bilden. Das Vermögen der Schaltgerätekominationen, diese Belastungen zu ertragen, hängt von der dielektrischen Festigkeit der Luft ab, die sich zwischen den beiden spannungsführenden Teilen befindet, welchen den Stoß tragen. Früher wurde diese Leistung nur durch direkte Prüfung festgelegt. Mit der neuen Norm IEC EN 61439 kommt auch der Nachweis durch die Konstruktionsregeln als gleichwertige Möglichkeit zur Prüfung hinzu.

Die Prüfung sieht die Anlegung des Spannungsstoßes 1,2/50 μs (siehe Abbildung 9.3) aufgrund eines besonderen Verfahrens vor.

Der Spannungsstoß wird fünf Mal mit Intervallen von mehr als einer Sekunden angelegt zwischen:

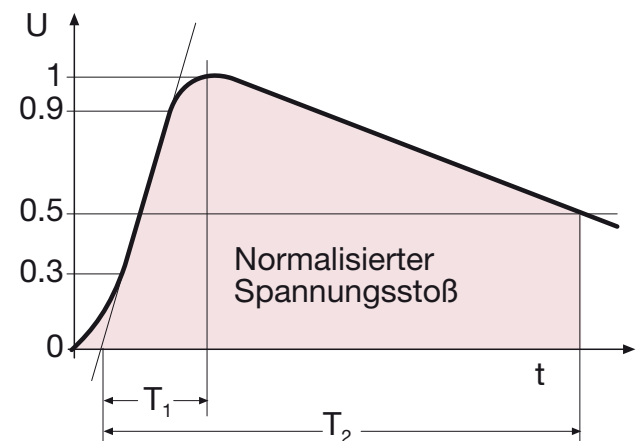
- allen untereinander kurzgeschlossenen Stromkreisen und der geerdeten Umhüllung
- jedem Pol im Bezug zu allen anderen, kurzgeschlossen mit der Umhüllung und geerdet.

Nach der Festlegung des Stoßprofils ist der weitere Wert, der den Nachweis gestattet, natürlich der des Scheitelwertes, der den absoluten Höchstwert der Funktion darstellt.

Die aktuelle Tendenz, die wir den Tabellen der Norm IEC EN 61439-1 entnehmen, unterstreicht einige runde Werte, wie sechs, acht, zehn und zwölf kV.

Der direkte Nachweis wird unter Berücksichtigung einer spezifischen Tabelle (Tabelle 10 der IEC EN 61439-1, hier unten dargestellt) ausgeführt, die die Alternative zwischen effektivem Stoß, Wechselfspannung (als Effektivwert) und Gleichspannung, mit dem Wert vorschlägt, der in Abhängigkeit von der Höhenlage festgelegt wird und damit in Abhängigkeit von der Qualität der Umgebungsluft der geprüften Schaltgerätekomination. Der Nachweis wird als bestanden betrachtet, wenn man keine Art der Entladung feststellt.

Abbildung 9.3



T1: Spitzzeit = 1,2 μs

T2: Halbwertzeit = 50 μs

Tabelle 9.5

Bemessungs-Stoßspannungsfestigkeit U_{imp} kV	Steh-Stoßspannungen									
	Höhe in m NN	U1,2/50, AC Spitze und DC kV				Effektivwert AC kV				
		200 m	500 m	1 000 m	2 000 m	Meereshöhe	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
2,5	2,95	2,8	2,8	2,7	2,5	2,1	2	2	1,9	1,8
4	4,8	4,8	4,7	4,4	4	3,4	3,4	3,3	3,1	2,8
6	7,3	7,2	7	6,7	6	5,1	5,1	5	4,7	4,2
8	9,8	9,6	9,3	9	8	6,9	6,8	6,6	6,4	5,7
12	14,8	14,5	14	13,3	12	10,5	10,3	9,9	9,4	8,5

Der Nachweis durch die Konstruktionsregeln (in Alternative zur Prüfung) sieht vor sicherzustellen, dass die Luftstrecken aller spannungsführenden Teile und die Entladungsfahrer mindestens 1,5 den Werten entsprechen, die in der Tabelle 1 der IEC EN 61439-1 (siehe Tabelle 9.6) stehen.

Der Sicherheitsfaktor 1,5 berücksichtigt die Herstellungstoleranzen.

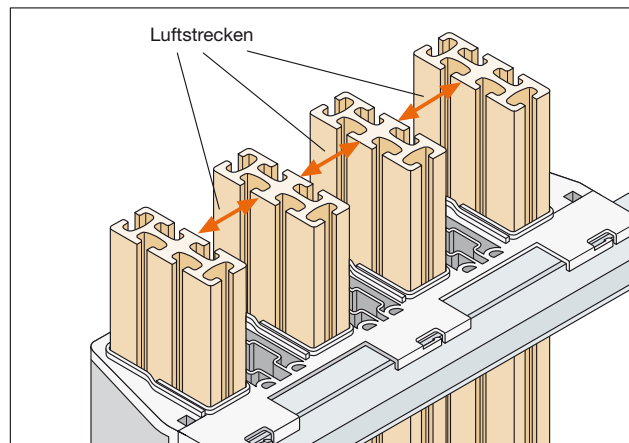
Tabelle 9.6

Bemessungs-Stoßspannungsfestigkeit U_{imp} kV	Kleinste Luftstrecken mm
≤ 2,5	1,5
4,0	3,0
6,0	5,5
8,0	8,0
12,0	14,0

^{a)} Basierend auf einem nicht homogenen Feld, Bedingungen und Verunreinigungsgrad 3

Die Luftstrecken können mittels physikalischer Messungen oder aufgrund der Werte der Bauartzeichnungen nachgewiesen werden.

Abbildung 9.4



Damit die gesamte Schaltgerätekombination über eine bestimmte U_{imp} verfügen kann, versteht es sich von selbst, dass neben der Prüfung oder der Einhaltung der Konstruktionsregeln, die diese Spezifikation rechtfertigen, auch jede einzelne Komponente, die in ihrem Inneren installiert ist, über eine U_{imp} verfügen muss, die gleich groß oder größer ist.

Das System ArTu bietet seit Jahren sowohl die dielektrische Festigkeit bei 50 Hz als auch die Standstoßfestigkeit und insbesondere:

- die Versionen L und M verfügen über
 - * U_n von 690 V
 - * U_i von 1000 V
 - * U_{imp} von 6 kV an der Wand und 8 kV am Boden
- die Version K verfügt über
 - * U_n und U_i bei 1000 V
 - * U_{imp} von 8 kV

10 Schutz gegen elektrische Schläge

Die folgenden Vorschriften sind dazu bestimmt, zu gewährleisten, dass die verlangten Schutzmaßnahmen durchgeführt werden, wenn die Schaltgerätekombination gemäß den entsprechenden Normen in der elektrischen Anlage eingebaut worden ist.

10.1 Schutz gegen direktes Berühren

Der Schutz gegen direkte Berührungen kann sowohl durch die Bauart der Schaltgerätekombination als auch durch zusätzliche Maßnahmen erhalten werden, die während der Installation anzuwenden sind.

Die Schutzmaßnahmen gegen direktes Berühren sind:

- *Schutz durch die Isolation der spannungsführenden Teile*
Die spannungsführenden Teile müssen ganz mit einem Isolierstoff bedeckt werden, der nur durch seine Zerstörung entfernt werden kann. Diese Isolation muss mit geeigneten Werkstoffe realisiert werden, die in der Lage sind, auf Dauer die mechanischen, elektrischen und thermischen Belastungen zu ertragen, denen sie während des Betriebs ausgesetzt sind. Lacke, Anstriche und ähnliche Produkte, die allein benutzt werden, sind in der Regel als nicht geeignet zu betrachten, eine angemessene Isolation für den Schutz gegen direkte Berührungen zu liefern.
- *Schutz mittels Barrieren oder Umhüllungen*
Alle Außenflächen müssen eine Schutzart von mindestens IPXXb haben. Die zugänglichen waagerechten Oberflächen bis zu einer Höhe von 1,6 Meter müssen eine Mindestschutzart IPXXD haben. Der Abstand zwischen den mechanischen Einrichtungen, die für den Schutz vorgesehen sind, und den von ihnen geschützten spannungsführenden Teilen darf nicht unter den Werten liegen, die für die Luft- und Kriechstrecken angegeben sind. Alle Barrieren und Umhüllungen müssen sicher an ihrer Stelle befestigt werden. Unter Berücksichtigung ihrer Beschaffenheit, Abmessung und Anordnung müssen sie eine ausreichend robuste Bauart und Haltbarkeit aufweisen, um die Belastungen zu ertragen, die im normalen Betrieb vorkommen können, ohne die Luftstrecken zu verringern.
- *Schutz mittels Hindernissen*
Dieser Schutz wird auf Schaltgerätekombinationen des offenen Typs angewendet.

10.2 Schutz gegen indirektes Berühren

Der Anwender muss die Schutzmaßnahme zu der Installation angeben, für welche die Schaltgerätekombination best immt ist.

Die Schutzmaßnahmen gegen indirekte Berührung sind:

- *Schutz unter Verwendung von Schutzstromkreisen*
Der Schutzstromkreis (koordiniert mit der Einrichtung für das automatische Unterbrechen der Stromversorgung) kann separat von der Metallumhüllung realisiert werden oder die Metallumhüllung kann selbst als Teil des Schutzstromkreises benutzt werden. Die berührbaren inaktiven Metallteile der Schaltgerätekombination stellen keine Gefahr dar, weil sie nicht auf größeren Flächen berührt oder mit den Händen angefasst werden können, weil sie kleinere Abmessungen haben (zu, Beispiel Schrauben, Schilder etc.). Sie brauchen daher nicht an den Schutzstromkreis angeschlossen zu werden. Die manuellen Schaltteile, wie Hebel, Handgriffe und andere Einrichtungen aus Metall müssen dagegen auf sichere Weise mit dem Teilen verbunden werden, die an den Schutzstromkreis angeschlossen sind, oder sie müssen eine zusätzliche Isolation haben, die auf die höchste Isolationsspannung der Schaltgerätekombination abgestimmt ist. Die Metallteile, die mit einer Lack- oder Anstrichschicht überzogen sind, können in der Regel als angemessen isoliert betrachtet werden, um diesen Vorschriften zu entsprechen. Mit Deckeln, Türen, Verschlussplatten etc. versehen, sind die normalen Anschlüsse, die mittels Metallschrauben oder Scharnieren realisiert worden sind, als ausreichend zu betrachten, um den Stromdurchgang zu gewährleisten, vorausgesetzt es werden keine elektrischen Geräte darauf montiert, die einen Masseanschluss benötigen. In diesem Fall müssen die berührbaren inaktiven Metallteile mit einem Schutzleiter angeschlossen werden, dessen Querschnitt mindestens dem maximalen Querschnitt des Phasenleiters entspricht, der das Gerät speist. Der Querschnitt der Schutzleiter (PE, PEN), die dazu bestimmt sind, an von außen in eine Schaltgerätekombination eingeführte Leiter angeschlossen zu werden, ist mit einer der folgenden Methoden festzulegen:

- a) Der Querschnitt des Schutzleiters darf nicht kleiner als der Wert sein, der in der Tabelle steht.

Tabelle 10.1

Querschnitt des Phasenleiters S (mm)	Mindestquerschnitt des entsprechenden Schutzleiters S (mm)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S \leq 400$	S/2
$400 < S \leq 800$	200
$S > 800$	S/4

Wenn sich aus der Anwendung dieser Tabelle ein nicht genormter Wert ergibt, muss der höhere genormte Querschnitt benutzt werden, der dem berechneten Wert am nächsten liegt.

Die Werte der Tabelle gelten nur, wenn der Schutzleiter (PE, PEN) aus dem gleichen Material des Phasenleiters besteht. Anderenfalls muss der Querschnitt des Schutzleiters (PE, PEN) so festgelegt werden, dass man eine Leitfähigkeit erhält, die der entspricht, die sich bei der Anwendung der Tabelle ergibt.

Bei PEN-Leitern sind außerdem die folgenden Zusatzbedingungen zu beachten:

- Der Mindestquerschnitt muss für Kupferleiter 10 mm² und für Aluminiumleiter 16 mm² betragen.
- Der Querschnitt des PEN-Leiters darf nicht kleiner als der des Neutralleiters sein*.
- Es ist nicht erforderlich, dass die PEN-Leiter innerhalb der Schaltgerätekombination isoliert werden.
- Die Teile der Struktur dürfen nicht als PEN-Leiter benutzt werden. Montageführungen aus Kupfer oder Aluminium können dagegen als PEN-Leiter benutzt werden.
- Für einige Anwendungen, bei denen der Strom in den PEN-Leitern hohe Werte erreichen kann, wie beispielsweise in großen Beleuchtungsanlagen mit Leuchtstofflampen, kann es erforderlich sein, einen PEN-Leiter zu benutzen, der die gleiche Strombelastbarkeit wie die Phasenleiter oder auch eine größere Strombelastbarkeit hat. Dies muss Gegenstand einer besonderen Absprache zwischen Hersteller und Anwender sein.

* Der Mindestquerschnitt des Neutralleiters in einem dreiphasigen Stromkreis mit Neutralleiter muss wie folgt aussehen:

- Für die Stromkreise mit einem Querschnitt des Phasenleiters $S \leq 16 \text{ mm}^2$ 100% dessen der entsprechenden Phasen.
- Für die Stromkreise mit einem Querschnitt des Phasenleiters $S > 16 \text{ mm}^2$ 50% dessen der entsprechenden Phasen mit einem Mindestwert von 16 mm².

Es ist davon auszugehen, dass die Ströme des Neutralleiters nicht über 50% der Phasenströme liegen.

b) Der Querschnitt des Schutzleiters (PE, PEN) kann mit Hilfe der folgenden Formel berechnet werden:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

Die Formel wird benutzt, um den Querschnitt der Schutzleiter zu berechnen, der erforderlich ist, um die thermischen Belastungen zu ertragen, die durch Ströme in der Größenordnung von 0,2s bis 5s verursacht werden, wobei:

S_p die Fläche des Querschnitts ausgedrückt in mm² ist
I der Effektivwert des Fehlerstroms (in AC) ist, der die Schutzeinrichtung durchläuft, ausgedrückt in A, wenn der Fehler eine vernachlässigbare Impedanz aufweist.
t die Zeit der Auslösung der Unterbrechungseinrichtung ausgedrückt in Sekunden ist.

k der Faktor ist, dessen Wert von dem Werkstoff des Schutzleiters, der Isolation und anderen Werten abhängt, wie auch von der Temperatur zu Beginn und am Ende (siehe Tabelle 10.2).

Werte des Faktors k für Schutzleiter, die nicht in Kabel integriert sind, oder blanke Schutzleiter, die Kontakt mit Kabelumhüllungen haben.

Tabelle 10.2

Endtemperatur	K	PVC	XLPE EPR Blanke Leiter	Butylgummi
		Kupfer	Aluminium	Stahl
160	143	176	166	
250	95	116	110	
220	52	64	60	

Hinweis: Wir nehmen an, die Anfangstemperatur der Leiter beträgt 30 °C.

Die berührbaren inaktiven Metallteile, die nicht mit ihren Befestigungsmitteln an den Schutzstromkreis angeschlossen werden können, sind an den Schutzstromkreis der Schaltgerätekombination mit einem Leiter anzuschließen, dessen Querschnitt in der folgenden Tabelle ausgewählt wird:

Tabelle 10.3

Bemessungs-Betriebsstrom I _n (A)	Mindestquerschnitt des Schutzleiters mit Potentialausgleich (mm ²)
I _n ≤ 20	S
20 < I _n ≤ 25	2.5
25 < I _n ≤ 32	4
32 < I _n ≤ 63	6
63 < I _n	10

S: Querschnitt des Phasenleiters

- **Schutz, der unter Anwendung anderer Maßnahmen als Schutzstromkreise realisiert wird**
 Die Schaltgerätekombinationen können Schutz bei indirekten Berührungen durch die folgenden Maßnahmen liefern, die keinen Schutzstromkreis verlangen:
 - a) Elektrische Trennung der Stromkreise
 - b) Vollständige Isolation.

10.3 Sicheres Management der Schaltgerätekombination

Die Benutzung der Schaltgerätekombination muss die üblichen Sicherheitsbedingungen gewährleisten, sowohl im Fall von Schaltungen als auch im Fall der Ersetzung kleinerer Bauteile, wie Glühlampen und Sicherungen, die durch das normale Bedienungspersonal ausgeführt werden, falls diese Prozedur vorgesehen ist.

Komplexere oder gefährliche Eingriffe dürfen nur durch das befugte Personal ausgeführt werden und sie betreffen die Durchführung von besonderen Prozeduren und die Benutzung von besonderen Sicherheitskomponenten, die sich auf die Zugänglichkeit der Schaltgerätekombination beziehen, und zwar für:

- Inspektionen und Kontrollen
- Instandhaltung
- Erweiterungsarbeiten, auch bei Spannung führenden Teilen.

11 Praktische Angaben zur Konstruktion von Schaltgerätekombinationen

11.1 Konstruktion der Schaltgerätekombination

Der Zusammenbau der verschiedenen mechanischen und elektrischen Komponenten (Umhüllungen, Sammelschienen, Funktionseinheiten etc.), aus denen sich das System Schaltgerätekombination zusammensetzen, das der ursprüngliche Hersteller festgelegt hat, muss in Übereinstimmung mit den Anweisungen (technischer Katalog/Montageanleitung) des Herstellers selbst vorgenommen werden.

Nach der Vorbereitung der losen Teile, die zusammengebaut werden, beginnt man mit dem Zusammenbau des Metallrahmens. Im Fall von ArTu kann dieser schon als Monoblockstruktur fertig zur Verfügung stehen, so wie es beim ArTu M der Fall ist, oder noch zusammenzufügen sein, wie beim ArTu L und K.

Für Schaltgerätekombinationen kleiner und mittlerer Baugröße kann das Einbauen der Produkte in das Innere bequem vorgenommen werden, indem man die Umhüllung horizontal auf besondere Trageböcke stellt. Auf diese Weise arbeitet man auf der Beckenhöhe und vermeidet, mit hoch gestreckten Armen oder gebeugten Knien zu arbeiten, wie es der Fall wäre, wenn man an einer Umhüllung in der vertikalen Stellung arbeiten würde.

Einen weiteren Vorteil zur Zugänglichkeit des Inneren hat man, wenn man ohne die metallischen Seitenteile der Umhüllung arbeitet, weil dann die ganze interne Verdrahtung frei zugänglich offen liegt.

Natürlich sollte man so vorgehen, dass man die Geräte von der Mitte nach außen hin einbaut und die Kabel nach und nach anschließt und in die entsprechenden Kabelkanäle steckt.

Schon in dieser Phase ist besonders darauf zu achten, dass die Mindestwerte der Luft- und Kriechstrecken zwischen den verschiedenen spannungsführenden Teilen und den Körpern eingehalten werden.

11.2 Anordnung der Leistungsschalter

Hier folgend werden einige Angaben allgemeiner Art gemacht, um eine bessere Anordnung der Leistungsschalter innerhalb der Schaltgerätekombination zu erhalten.

Es ist der Anlagenbauer, der die Einzelheiten der Anlage, den Installationsort und die effektive Benutzung besser kennt, der die Frontseite der Schaltgerätekombination auf die optimale Weise gestalten kann.

- Es gilt immer, dass man versuchen sollte, die Leistungsschalter so anzuordnen, dass die Strecken der höchsten Ströme immer so kurz wie möglich bleiben, weil das die Verlustenergie innerhalb der Schaltgerätekombination verringert, was unter dem thermischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkt unzweifelhafte Vorteile mit sich bringt.

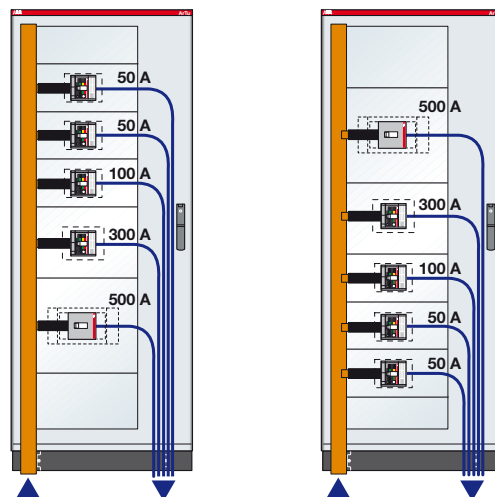
Abbildung 11.1

Empfohlene Positionierung:

Der HÖHERE Strom (500 A) hat die KÜRZESTE Strecke

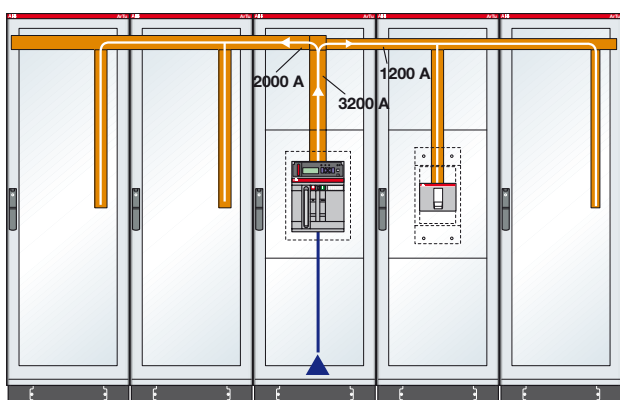
NICHT empfohlene Positionierung:

Der HÖHERE Strom (500 A) hat die LÄNGSTE Strecke



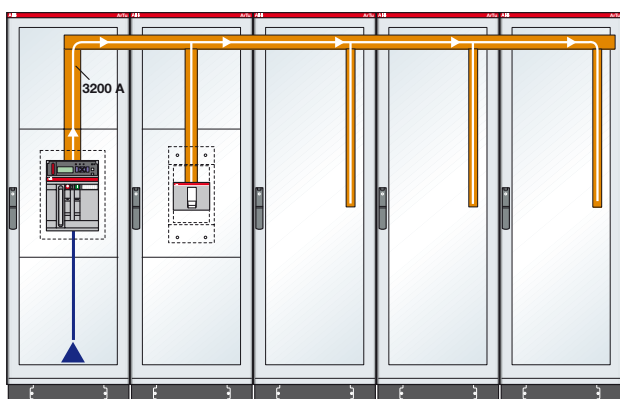
- Im Fall von Schaltgerätekombinationen mit vielen Schaltfeldreihen empfiehlt es sich, den Hauptleistungsschalter, sofern möglich, in der mittleren Spalte anzuordnen.
Auf diese Weiser teilt man den Strom sofort in den beiden Zweige der Schaltgerätekombination und kann den Querschnitt der Hauptabzweigsschienen verringern.

Abbildung 11.2



In dem Beispiel der Abbildung kann das System der Hauptsammelschienen mit einem deutlichen wirtschaftlichen Vorteil für 2000 A ausgelegt werden.

Abbildung 11.3

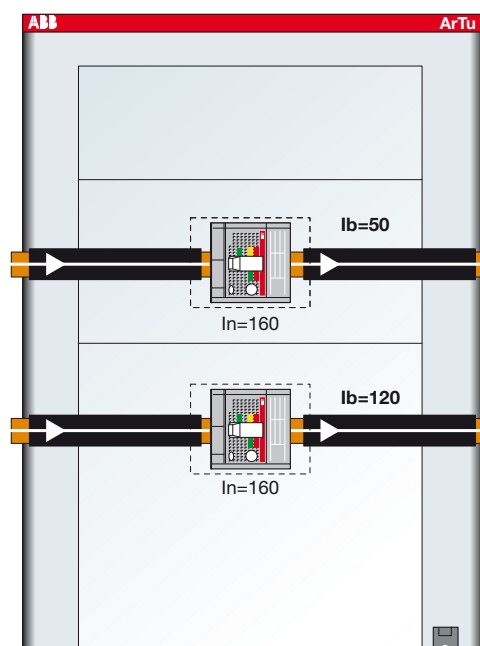


In diesem Fall muss das System der Hauptsammelschienen dagegen ausgelegt werden, um 3200 A zu tragen.

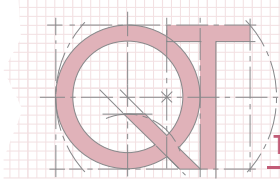
- Es empfiehlt sich, die größeren und damit schwereren Leistungsschalter unten anzuordnen. Dies gestattet es, eine höhere Stabilität der Schaltgerätekombination zu erhalten, vor allem während des Transports und der Installation.
- In einer Schaltgerätekombination ändert sich die Temperatur in der vertikalen Richtung:
 - Die unteren Bereiche sind kühler,
 - die oberen Bereiche sind wärmer.

Aus diesem Grund empfiehlt es sich, die Schaltgeräte, die durch einen Strom durchlaufen werden, der in der Nähe des Bemessungswertes liegt (mehr belastet), unten anzuordnen und die Schaltgeräte, die durch einen Strom durchlaufen werden, die entfernt vom Bemessungswert liegt (weniger belastet), oben anzuordnen.

Abbildung 11.4



- Um das Schalten großer Geräte zu vereinfachen, empfiehlt es sich, diese in einer Höhe von 0,8 m bis 1,6 m über dem Boden anzuordnen.



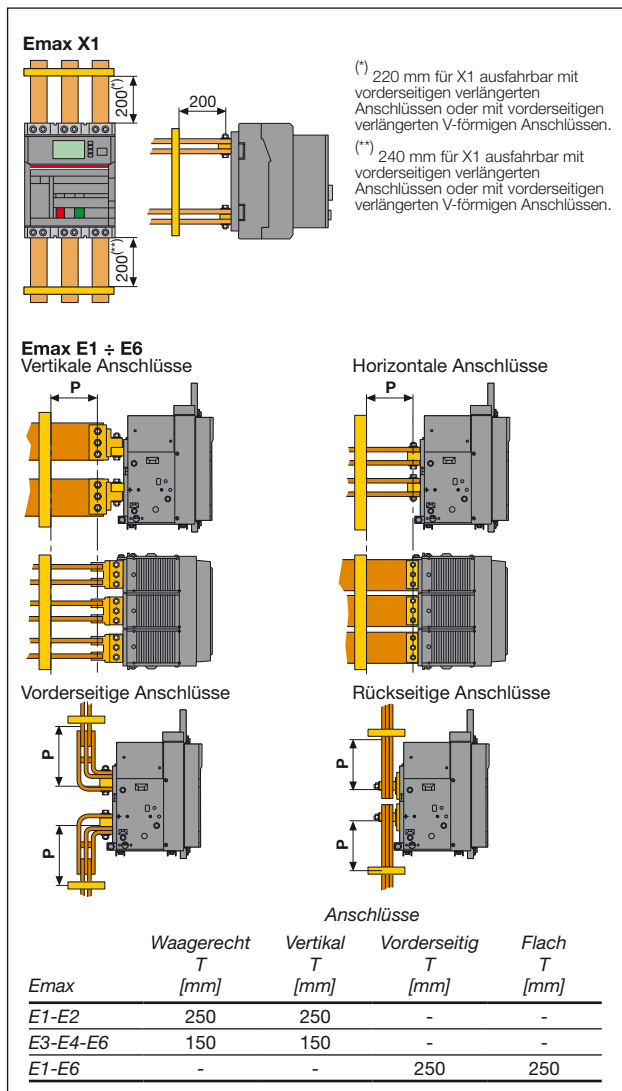
11.3 Verankern der Leiter in der Nähe der Leistungsschalter

Innerhalb der Schaltgerätekombinationen ist es erforderlich, dass die Kabel und Sammelschienen an der Struktur befestigt werden. Während eines Kurzschlusses könnten die elektrodynamischen Belastungen, die in den Leitern erzeugt werden, nämlich die Anschlüsse der Leistungsschalter beschädigen.

Emax

Die Abbildung 11.5 liefert für die Luft-Leistungsschalter Emax ein Beispiel des maximalen Abstandes (in mm), in dem die erste Verankerungsplatte der Sammelschienen anzuordnen ist, die an den Leistungsschalter anzuschließen sind, und zwar je nach dem Anschlussstyp und mit Bezug auf den höchstzulässigen Wert des Kurzschlussstroms und des entsprechenden Spitzenwert.

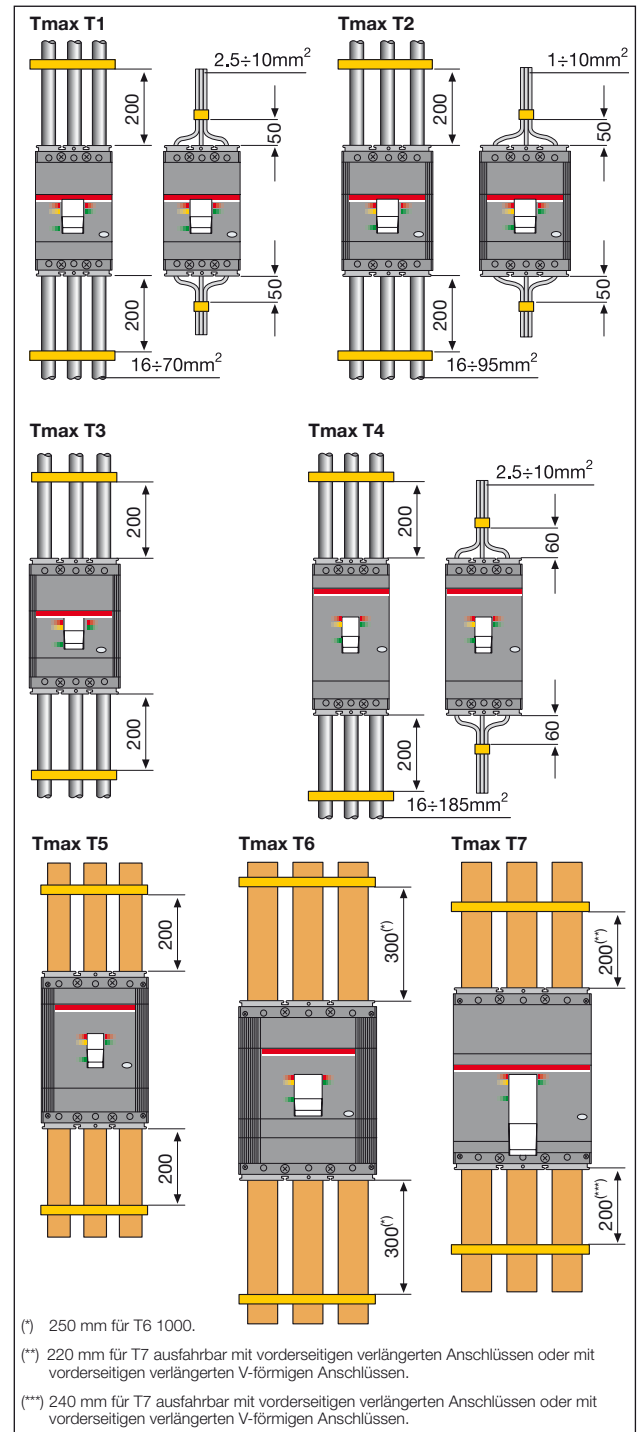
Abbildung 11.5



Tmax

Für die Kompakt-Leistungsschalter Tmax wird in Abbildung 11.6 ein Beispiel für den empfohlenen Höchstabstand (in mm) geliefert, an dem die erste Verankerungsplatte anzubringen ist, und zwar je nach dem maximalen Spitzenstrom des Leistungsschalters. Für nähere Angaben wird auf die technischen Kataloge und die Handbücher der Leistungsschalter verwiesen.

Abbildung 11.6



Untenstehend folgen die Kennlinien, die je nach dem Spitzenwert des unbeeinflussten maximalen Kurzschlussstroms und dem Typ der Leistungsschalters die höchstzulässigen Abstände zwischen den Anschlüssen des Leistungsschalters und dem ersten Verankerungselement der Leiter liefern.

Für Leiter wird Bezug genommen auf:

- Kabel für Ströme bis 400 A,
- Kabel oder Sammelschienen, die denen der Tabelle 12 der IEC EN 61439-1 entsprechen, für Ströme über 400 A und nicht über 800 A,
- Sammelschienen für Ströme über 800 A und nicht über 4000 A.

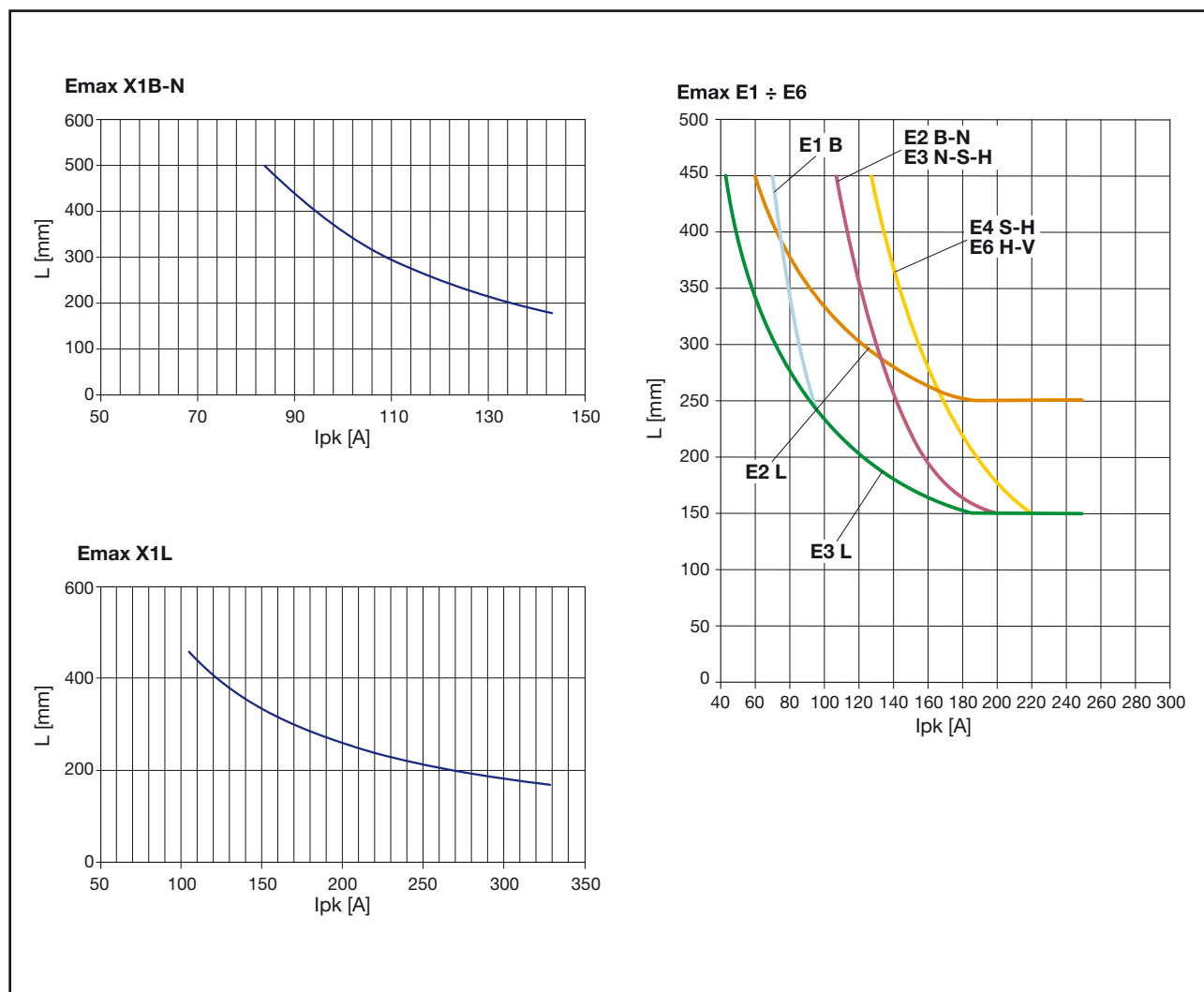
Diese Unterscheidungen entsprechen denen der Tabellen 11 und 12 der Norm IEC EN 61439-1.

Wenn besondere Erfordernisse den Einsatz von Sammelschienen auch für Ströme unter 400 A verlangen oder vorsehen, erleiden die den Kennlinien zu entnehmenden Abstände keine Variationen, während die Abstände, die sich auf die Benutzung von Sammelschienen beziehen, nicht gültig sind, wenn man Kabel verwendet.

Emax

- Empfohlener Abstand zur Positionierung der ersten Verankerungsplatte der Sammelschienen je nach dem Spitzenwert des unbeeinflussten maximalen Kurzschlussstroms. Leistungsschalter mit horizontalen oder vertikalen Anschlüssen.

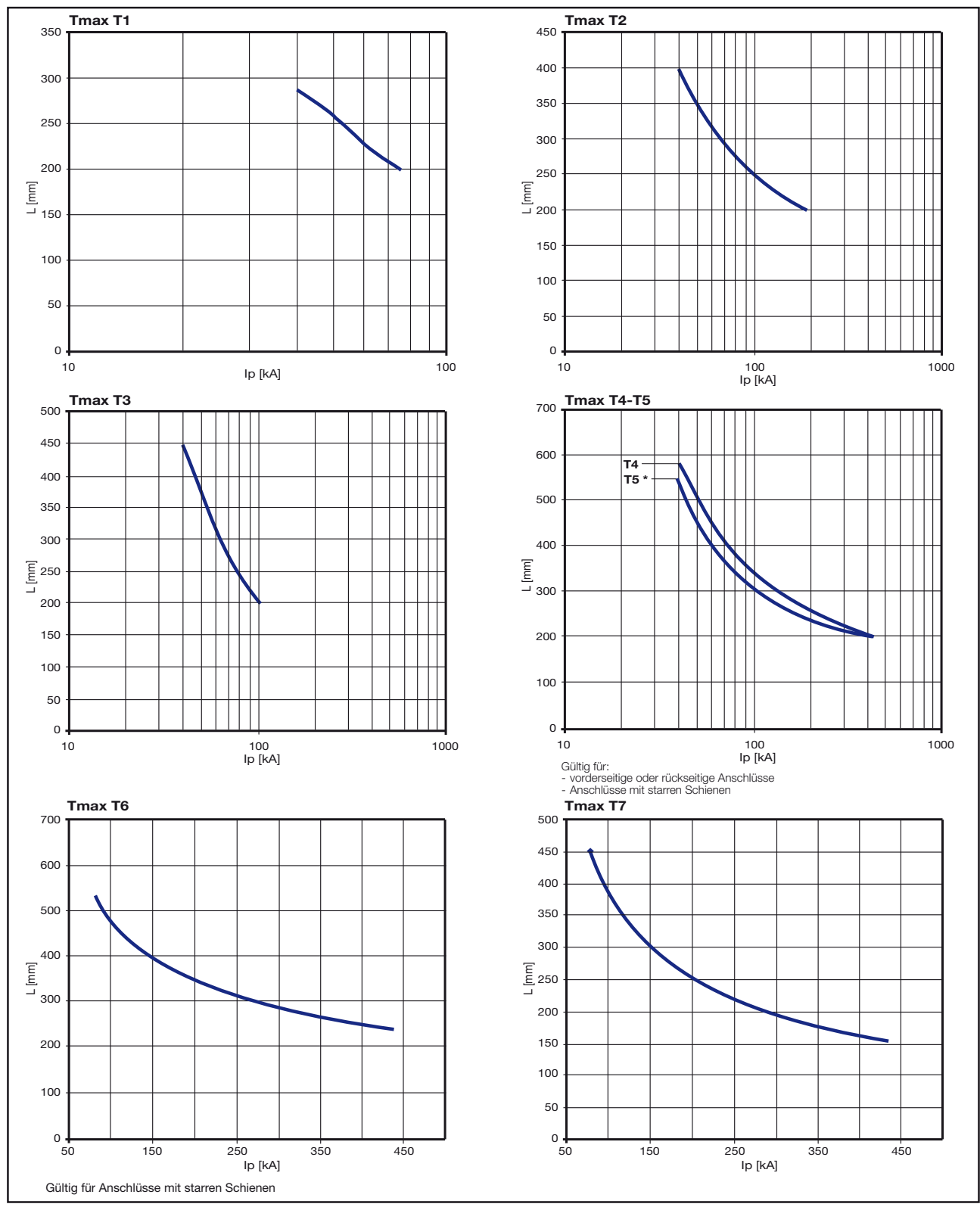
Abbildung 11.7



Tmax

- Empfohlener Abstand zur Positionierung der ersten Verankerungsplatte der Leiter je nach dem Spitzenwert des unbeeinflussten maximalen Kurzschlussstroms.

Abbildung 11.8



11.4 Angaben zum Anschluss der Leistungsschalter an das Sammelschienenensystem

Um einen Anschluss zu erhalten, der einen angemessenen Wärmeaustausch zwischen den Anschlüssen und dem Verteilungssystem der Schaltgerätekombination gestattet, liefert ABB SACE Angaben zum Mindestquerschnitt der Kabel und der Sammelschienen, die verwendet werden müssen.

Untenstehend geben wir in der Tabelle 11.1 die Angaben für die Kompakt-Leistungsschalter Serie Tmax T und SACE Tmax XT und in der Tabelle 11.2 die Angaben zu den Luft-Leistungsschaltern Serie Emax und Emax X1.

Die Querschnitte der Kabel und der Sammelschienen, die in den Tabellen 11.1 und 11.2 stehen, sind die, die benutzt werden, um die Bemessungs-Strombelastbarkeit der Leistungsschalter an der freien Luft gemäß der Produktnorm IEC EN 60947-2 festzulegen.

Tabelle 11.1

Leistungsschalter Tmax T	I_n [A]	Kabel [n //] x [mm ²]	Sammelschienen [n //] x [mm] x [mm]
T2	≤ 8	1	
T2-T4	10	1,5	
T1-T2	16	2,5	
T1-T2-T4	20	2,5	
T1-T2-T4	25	4	
T1-T2-T4	32	6	
T1-T2-T4	40	10	
T1-T2-T4	50	10	
T1-T2-T3-T4	63	16	
T1-T2-T3-T4	80	25	
T1-T2-T3-T4	100	35	
T1-T2-T3-T4	125	50	
T1-T2-T3-T4	160	70	
T3-T4	200	95	
T3-T4	250	120	
T4-T5	320	185	
T5	400	240	
T5	500	2x150	2x30x5
T5-T6	630	2x185	2x40x5
T6	800	2x240	2x50x5
T6-T7	1000	3x240	2x60x5
T7	1250	4x240	2x80x5
T7	1600	5x240	2x100x5

Leistungsschalter SACE Tmax XT	I_n [A]	Kabel [n //] x [mm ²]	
XT2	≤ 8	1	
XT2	10	1,5	
XT2	12,5	2,5	
XT1-XT2-XT4	16	2,5	
XT1-XT2-XT4	20	2,5	
XT1-XT4	25	4	
XT1-XT2-XT4	32	6	
XT1-XT2-XT4	40	10	
XT1-XT2-XT4	50	10	
XT1-XT2-XT3-XT4	63	16	
XT1-XT2-XT3-XT4	80	25	
XT1-XT2-XT3-XT4	100	35	
XT1-XT2-XT3-XT4	125	50	
XT1-XT2-XT3-XT4	160	70	
XT3-XT4	200	95	
XT4	225	95	
XT3-XT4	250	120	

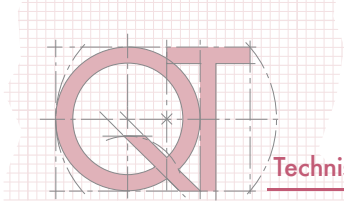


Tabelle 11.2

Leistungsschalter Emax X1	Vertikale Anschlüsse [n //] x [mm] x [mm]	Horizontale Anschlüsse [n //] x [mm] x [mm]
X1 B/N/L 06	2x40x5	2x40x5
X1 B/N/L 08	2x50x5	2x40x5
X1 B/N 10	2x50x8	2x50x10
X1 L 10	2x50x8	2x50x10
X1 B/N 12	2x50x8	2x50x10
X1 L 12	2x50x8	2x50x10
X1 B/N 16	2x50x10	3x50x8

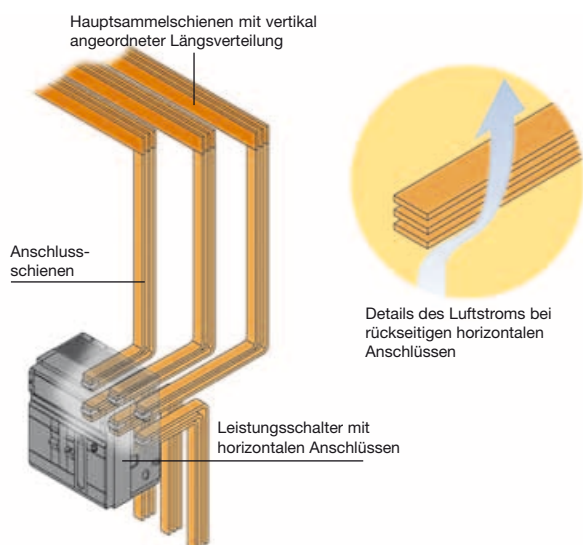
Leistungsschalter Emax	Vertikale Anschlüsse [n //] x [mm x mm]	Horizontale und vorderseitige Anschlüsse [n //] x [mm x mm]
E1B/N 08	1x(60x10)	1x(60x10)
E1B/N 12	1x(80x10)	2x(60x8)
E2B/N 12	1x(60x10)	1x(60x10)
E2B/N 16	2x(60x10)	2x(60x10)
E2B/N 20	3x(60x10)	3x(60x10)
E2L 12	1x(60x10)	1x(60x10)
E2L 16	2x(60x10)	2x(60x10)
E3S/H 12	1x(60x10)	1x(60x10)
E3S/H 16	1x(100x10)	1x(100x10)
E3S/H 20	2x(100x10)	2x(100x10)
E3N/S/H 25	2x(100x10)	2x(100x10)
E3N/S/H 32	3x(100x10)	3x(100x10)
E3L20	2x(100x10)	2x(100x10)
E3L 25	2x(100x10)	2x(100x10)
E4H/V 32	3x(100x10)	3x(100x10)
E4S/H/V 40	4x(100x10)	6x(60x10)
E6V 32	3x(100x10)	3x(100x10)
E6H/V 40	4x(100x10)	4x(100x10)
E6H/V 50	6x(100x10)	6x(100x10)
E6H/V 63	7x(100x10)	-

Um die beste Wärmeableitung zu erhalten und die Erscheinung der Wärmekonvektion* auszunützen, empfiehlt es sich, rückseitige vertikale Anschlüsse zu benutzen, die im Bezug zu den horizontalen Anschlüssen die natürliche Luftbewegung (siehe Abbildung 11.9) weniger behindern und damit die Ableitung der Wärmeenergie fördern.

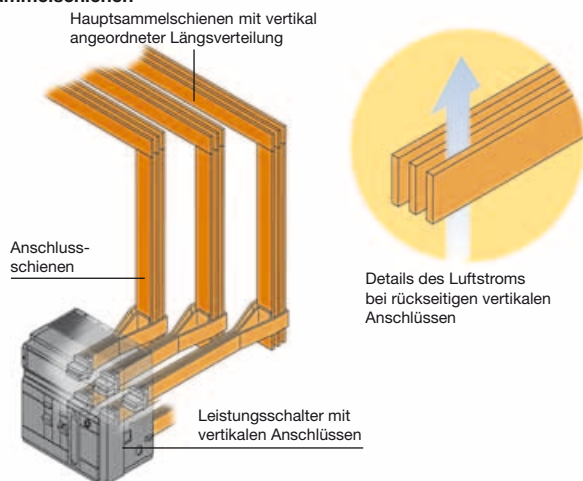
* Erscheinung, die auf der konvektiven Bewegung der Luft beruht, die bei ihrer Erwärmung die Tendenz aufweist, nach oben zu steigen.

Abbildung 11.9

Leistungsschalter mit horizontalen Anschlüssen und vertikale Hauptsammelschienen



Leistungsschalter mit vertikalen Anschlüssen und vertikale Hauptsammelschienen



Wie in Abbildung 11.9 dargestellt, bedingt die Benutzung der vertikalen Anschlüsse eine komplizierte Verbindung an das System der Hauptsammelschienen, die in ihrer Verteilung längs der gesamten Schalterärte kombination vertikal angeordnet sind.

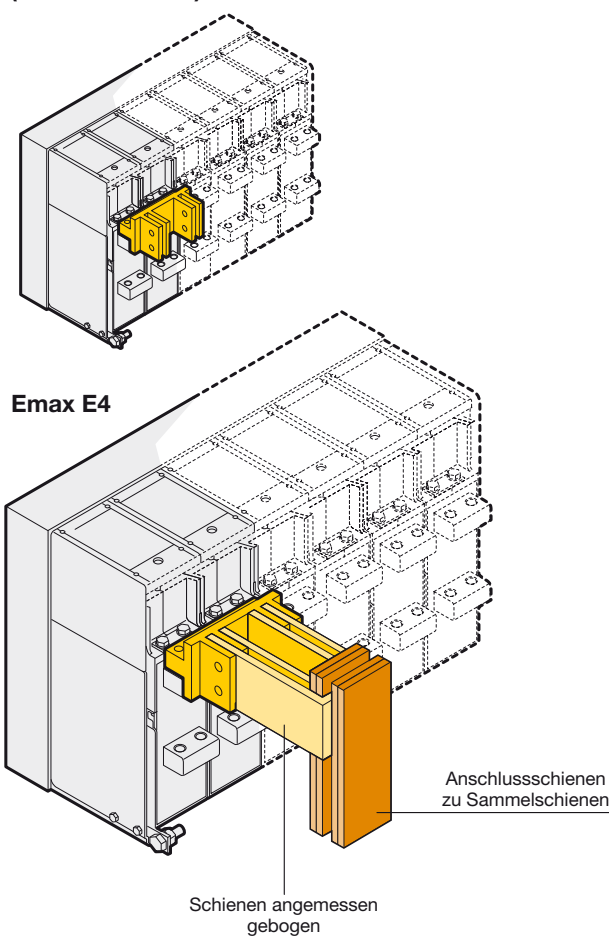
Dieses Problem stellt sich nicht mit dem System der Hauptsammelschienen, wenn die Anschlüsse des Leistungsschalters horizontal sind, denn Sammelschienen

und Anschlüsse sind beide nach zwei einfachen Anschlussebenen ausgerichtet.

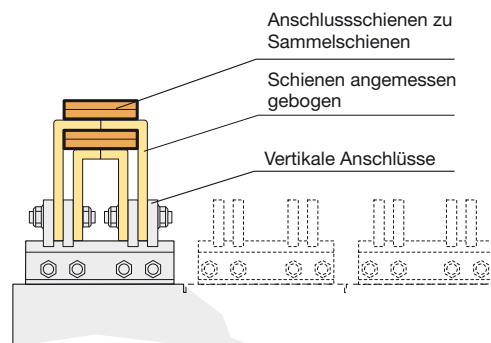
Um den Anschluss zwischen vertikalen Anschlüssen der Leistungsschalter Emax E4 und den Verbindungschienen an die Hauptsammelschienen zu vereinfachen, ist es möglich, den Anschluss mittels Schienen vorzunehmen, die angemessen gebogen sind, wie es in der Abbildung 11.10 gezeigt wird.

Abbildung 11.10

Vertikale Anschlüsse für Emax E4 (Detail von 1 Pol)

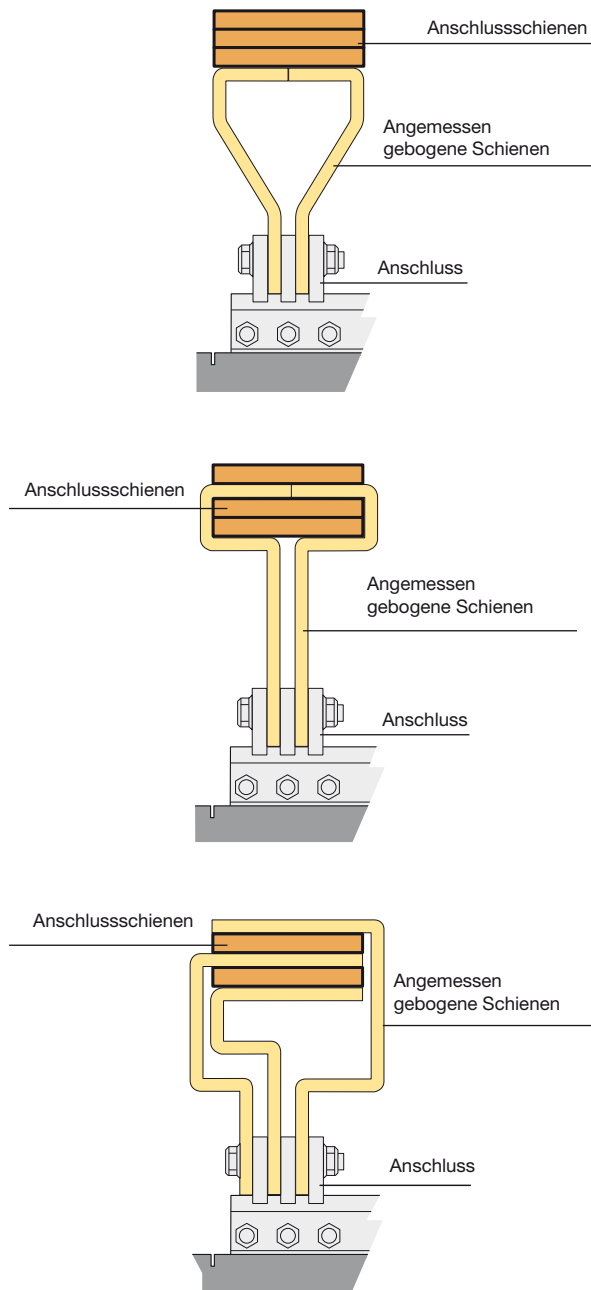


Aufsicht



In der Abbildung 11.11 stehen beispielhaft weitere drei Zeichnungen, die eine hypothetische Lösung für die Verbindung der vertikalen Anschlüsse an den Anschlussschienen für Leistungsschalter Emax E3 zeigen.

Abbildung 11.11

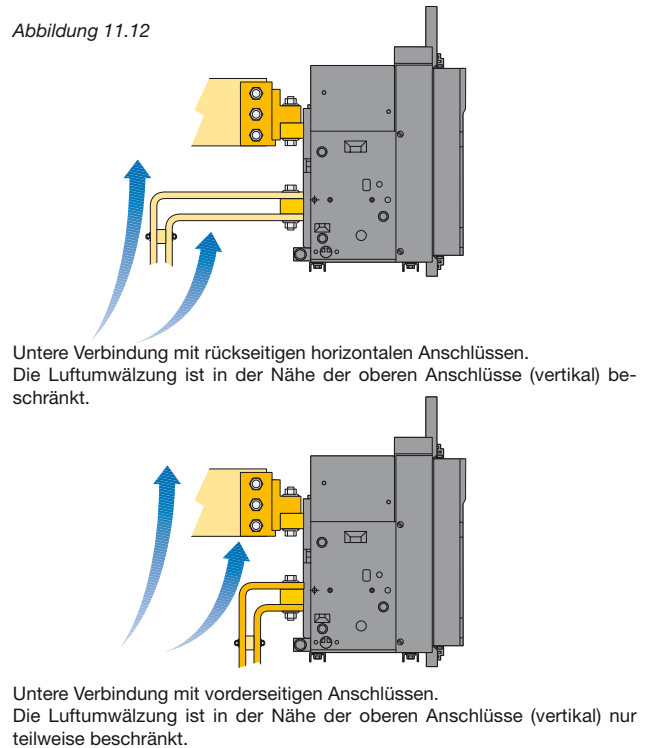


Wenn man oben vertikale Anschlüsse und unten Anschlüsse eines anderen Typs oder auf jeden Fall oben und unten voneinander abweichende Anschlüsse benutzt, muss man Lösungen anwenden, welche die Luftumwälzung zu den oberen Anschlüssen nicht begrenzen.

Wie man der Abbildung 11.12 ersehen kann, dürfen die

unteren Anschlüsse den Luftstrom nicht zu stark ableiten, so dass verhindert wird, dass dieser die oberen Anschlüsse erreicht, weil sonst die Vorteile der Kühlung durch Luftkonvektion verloren gingen.

Abbildung 11.12

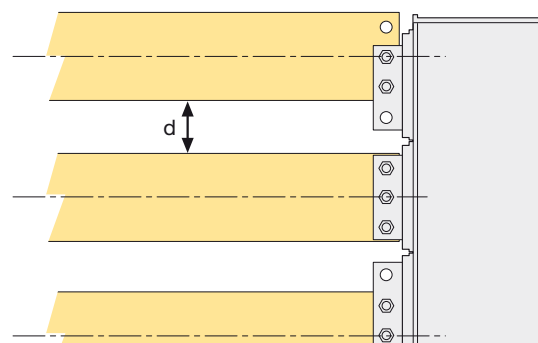


Untere Verbindung mit rückseitigen horizontalen Anschlüssen. Die Luftumwälzung ist in der Nähe der oberen Anschlüsse (vertikal) beschränkt.

Untere Verbindung mit vorderseitigen Anschlüssen. Die Luftumwälzung ist in der Nähe der oberen Anschlüsse (vertikal) nur teilweise beschränkt.

Um die Erwärmung an den Anschlüssen des Leistungsschalters zu verringern, kommt der Positionierung der Sammelschienen in der Regel eine große Bedeutung zu. Wenn man berücksichtigt, dass die Wärmeableitung desto größer ist, je weiter voneinander entfernt die Schienen angeordnet sind, und dass der mittlere obere Anschluss in der Regel der ist, der die größten Probleme unter dem thermischen Gesichtspunkt hat, ist es möglich, zur Verringerung der Erwärmung, zum Beispiel im Fall von dreipoligen Leistungsschaltern, die externen Verbindungen im Bezug zu den Anschlüssen aus der geraden Linie zu versetzen, um den Abstand "d" zu vergrößern (siehe Abbildung 11.13).

Abbildung 11.13



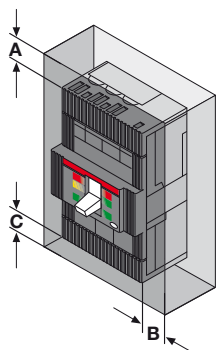
11.5 Angaben zu den Installationsabständen der Leistungsschalter

In Übereinstimmung mit der Norm IEC EN 61439-1 ist es Aufgabe des Herstellers der Leistungsschalter, die Angaben und Vorschriften zur Installation derselben innerhalb der Schaltgerätekombination zu liefern.

Abbildung 11.14

Untenstehend geben wir für die ABB Leistungsschalter Serie Tmax T, SACE Tmax XT, Emax X1 und Emax die Angaben zu den Abständen, die bei den Installationen bis zu 690 V AC zu beachten sind. Diese Abstände sind die, die in den technischen Katalogen und den Handbüchern der Leistungsschalter stehen, auf die hier für eingehendere Informationen verwiesen wird.

Tmax T Isolierstrecken für die Installation



Tmax	A [mm]	B [mm]	C [mm]
T1	25	20	20
T2	25	20	20
T3	50	25	20
T4	30 ^(*)	25	25 ^(*)
T5	30 ^(*)	25	25 ^(*)
T6	35 ^(*)	25	20
T7	50 ^(*)	20	10

^(*) Für $U_n \geq 440V$: A = 60 mm und C = 45 mm

^(*) Für $U_n \geq 440V$ (T6 e T7) oder T6 L ($U_n < 440V$): A = 100 mm

Hinweis: Für die Isolierstrecken der Leistungsschalter bei 1000 V bitte bei ABB SACE nachfragen.

Kleinsten Abstand zwischen zwei Leistungsschaltern übereinander

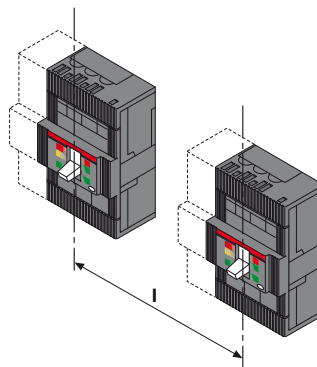
Für die Montage übereinander sicherstellen, dass die Anschlusskabel und -schiene die Luftstrecke nicht zu stark verringern.

Tmax	H [mm]
T1	80
T2	90
T3	140
T4	160
T5	160
T6	180
T7	180

Anm.: Die genannten Abmessungen gelten für Betriebsspannungen U_n bis zu 690 V. Die einzuhaltenden Abstände sind zu den maximalen Abmessungen der Leistungsschalter in den verschiedenen Ausführungen hinzuzufügen, Anschlüsse inbegriffen. Für Ausführungen mit 1000 V bitte bei ABB Sache nachfragen.

Abstände zwischen zwei Leistungsschaltern nebeneinander

Für die Montage nebeneinander sicherstellen, dass die Anschlusskabel und -schiene die Luftstrecke nicht zu stark verringern.



Kleinsten Achsabstand zwischen zwei Leistungsschaltern in Reihenaufstellung

Tmax	Breite Leistungsschalter [mm]		Achsabstand I [mm]	
	3-polig	4-polig	3-polig	4-polig
T1	76	101	77	102
T2	90	120	90	120
T3	105	140	105	140
T4	105	140	105 ^(*)	140 ^(*)
T5	140	184	140 ^(*)	184 ^(*)
T6	210	280	210	280
T7	210	280	210	280

^(*) Für $U_n \geq 500V$: I (3-polig) = 145 mm; I (4-polig) = 180 mm.

^(*) Für $U_n \geq 500V$: I (3-polig) = 180 mm; I (4-polig) = 226 mm.

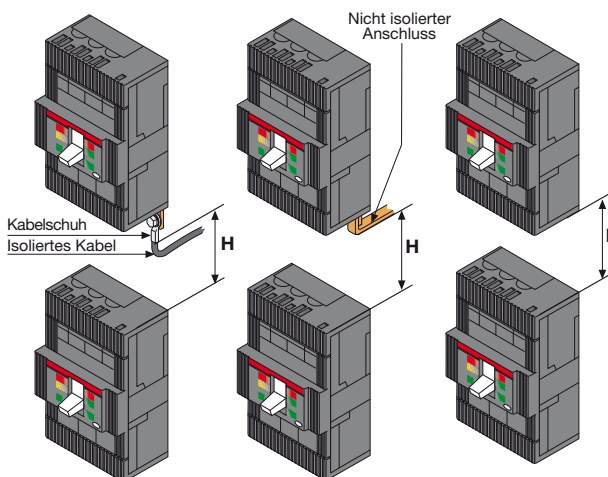


Abbildung 11.15

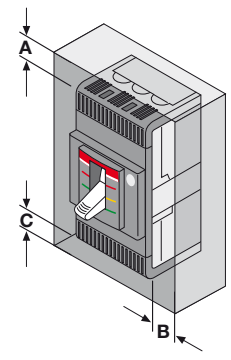
SACE Tmax XT

Isolierstrecken für die Installation in Metallschaltzelle.

Un ≤ 440 V

SACE Tmax	A [mm]	B [mm]	C [mm]
XT1	25	20	20
XT2 ⁽¹⁾	30	20	25
XT3	50	20	20
XT4 ⁽¹⁾	30	20	25

⁽¹⁾ Für Un > 440V: A = 50 mm und C = 45 mm

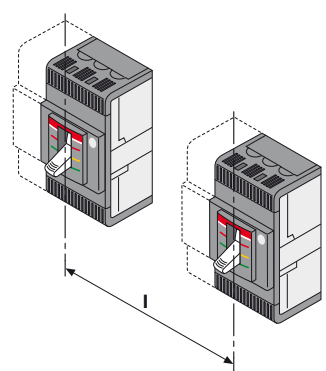


Kleinster Abstand zwischen zwei Leistungsschaltern nebeneinander

Für die Montage nebeneinander sicherstellen, dass die Anschlusskabel und -schiene die Luftstrecke nicht zu stark verringern.

Kleinster Achsabstand zwischen zwei Leistungsschaltern nebeneinander

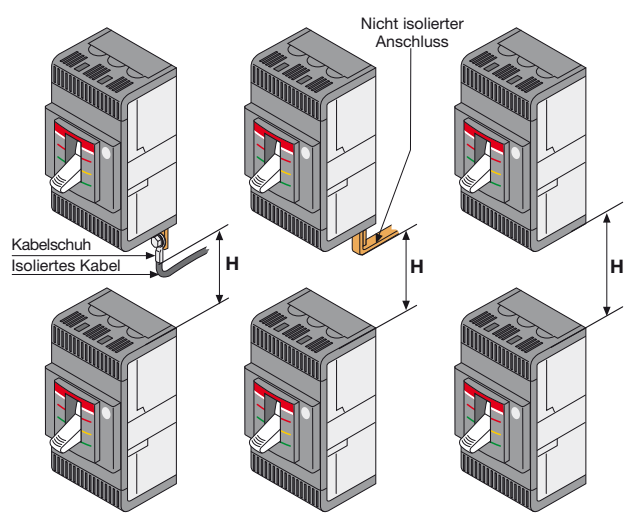
SACE Tmax	Breite Leistungsschalter [mm]		Achsabstand I [mm]	
	3-polig	4-polig	3-polig	4-polig
XT1	76	102	76	102
XT2	90	120	90	120
XT3	105	140	105	140
XT4	105	140	105	140



Kleinster Abstand zwischen zwei Leistungsschaltern übereinander

Für die Montage übereinander sicherstellen, dass die Anschlusskabel und -schiene die Luftstrecke nicht zu stark verringern.

SACE Tmax	H [mm]
XT1	80
XT2	120
XT3	140
XT4	160

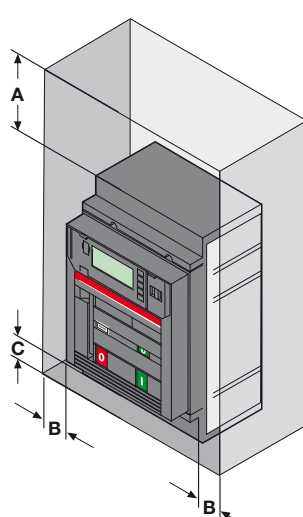


Anm.: Die einzuhaltenden Abstände sind zu dem maximalen Abmessungen der Leistungsschalter in den verschiedenen Ausführungen hinzuzufügen, Anschlüsse inbegriffen.

Abbildung 11.16

Emax X1

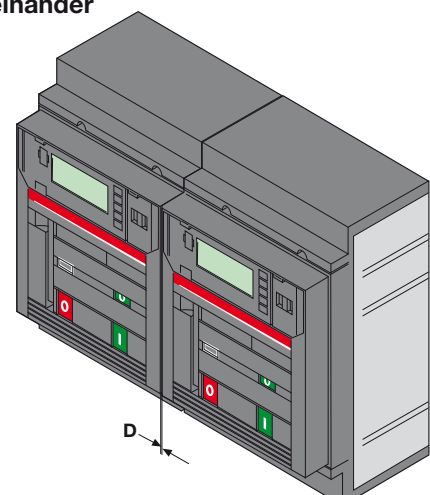
Isolierstrecken für die Installation



Emax		A [mm]	B [mm]	C [mm]
Un < 440V	X1 Feste Version	50	20	10
	X1 Ausfahrbare Version	50	-	-
440 V ≤ Un ≤ 690V	X1 Feste Version	100	20	10
	X1 Ausfahrbare Version	100	-	-

Anm.: Für die Verbindungen sollten isolierte Kabel oder Schieben verwendet werden, sonst sind auf der Installation spezifische Stücknachweise auszuführen. Für die Isolierstrecken der Leistungsschalter bei 1000 V bitte bei ABB SACE nachfragen.

Abstände zwischen zwei Leistungsschaltern nebeneinander



Emax	Breite Leistungsschalter [mm]		Strecke D [mm]	
	3-polig	4-polig	3-polig	4-polig
X1	210	280	0	0

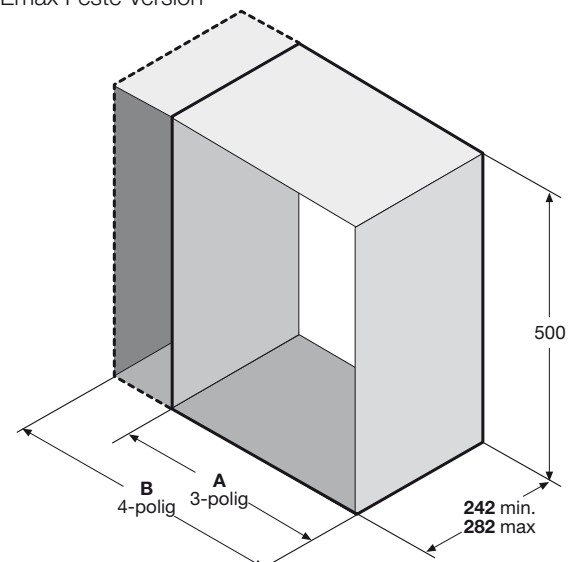
Abbildung 11.17

Emax E1-E6

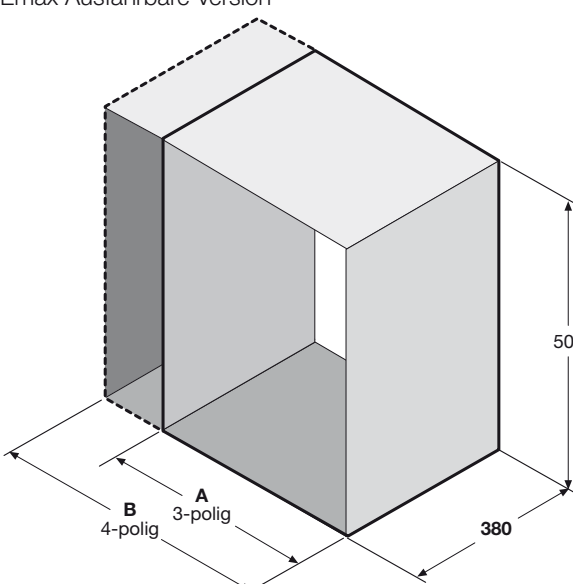
Abmessungen des Schaltfelds

Emax	A [mm]	B [mm]
E1	400	490
E2	400	490
E3	500	630
E4	700	790
E4f	-	880
E6	1000	1130
E6f	-	1260

Emax Feste Version



Emax Ausfahrbare Version



11.6 Andere logistische und praktische Angaben

Bei der Ausstattung der Schaltgerätekombination verlangt auch das Gewicht seine Aufmerksamkeit.

Die Erfahrung und der gesunde Menschenverstand haben gezeigt, dass es gut ist:

- die verschiedenen Teile innerhalb der Schaltgerätekombination unter Beachtung der ergonomischen Anordnung für ihre Benutzung und die etwaige Instandsetzung oder Austauschung gleichmäßig und bequem zu verteilen.
- den Hauptschwerpunkt tief zu halten, indem an die schwereren Geräte unten anordnet, um die maximale statische Stabilität zu erhalten.
- die Überlastung der beweglichen Türen zu vermeiden, um die Reibung nicht zu erhöhen und die Funktionalität und Haltbarkeit der Scharniere nicht in Frage zu stellen.

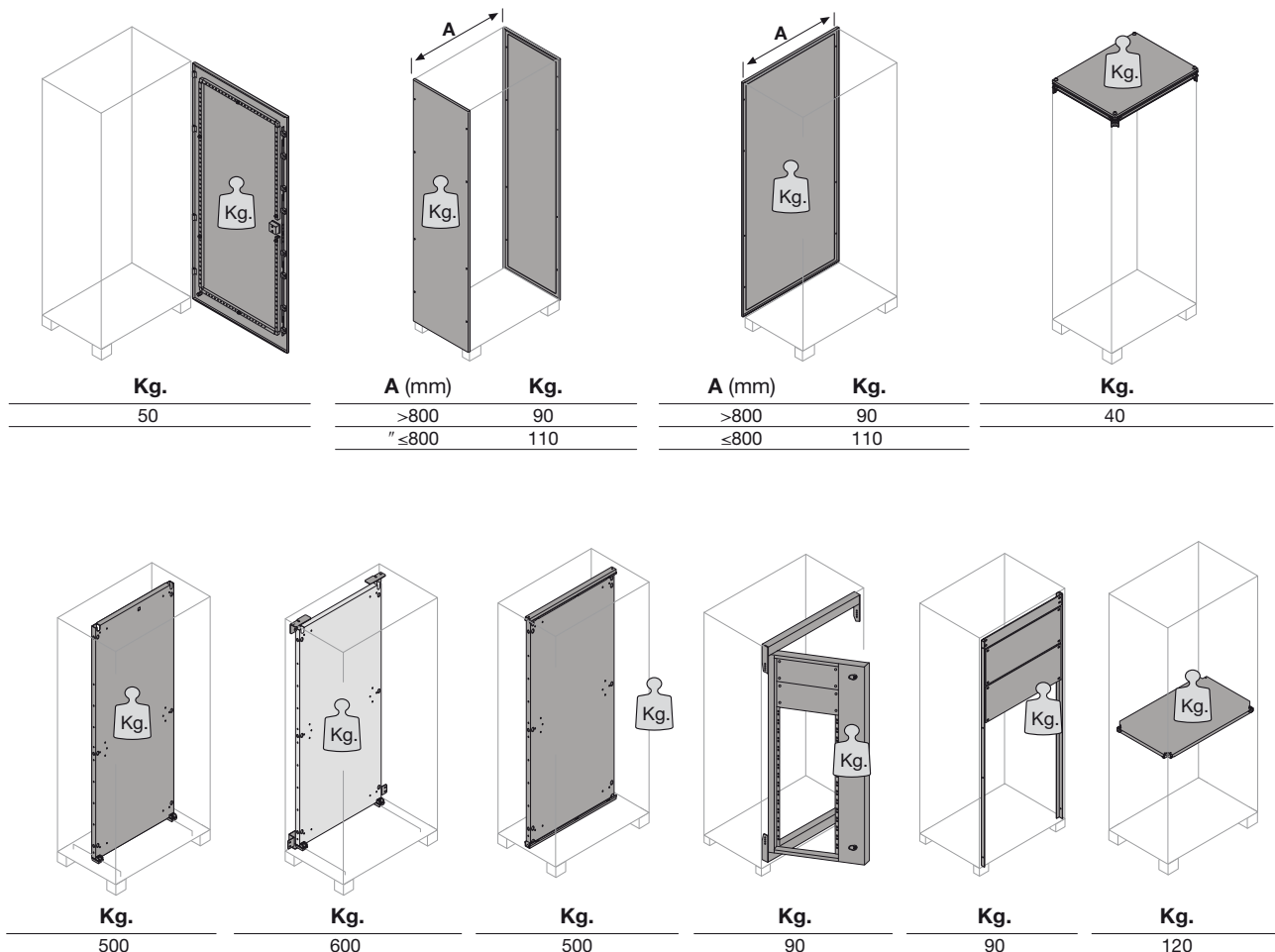
- nicht die maximalen Belastbarkeiten der Befestigungselemente der Boden- und Seitenplatten zu überschreiten, die auf den Montageblättern vermerkt ist.

Untenstehend folgen einige Abbildungen, welche die statische Belastbarkeit der verschiedenen Tafeln einer ABB Schaltgerätekombination veranschaulichen.

Auf jeden Fall empfiehlt es sich, die Transformatoren, die größeren Leistungsschalter, die daher auch schwerer sind, und etwaige Belüftungsmotoren unten anzuordnen, damit eine bessere Stabilität der Schaltgerätekombination, vor allem während Transport und Installation gegeben ist.

Nach Abschluss der internen Montage geht man zur Befestigung der Seitenteile und der Verschlussüren der Metallstruktur über. Schließlich hebt man alles in der vertikale Position und macht die Schaltgerätekombination nach einer letzten Sichtprüfung für die Abnahmekontrolle (Stücknachweise) verfügbar.

Abbildung 11.18



11.7 Handling, Transport und Endinstallation

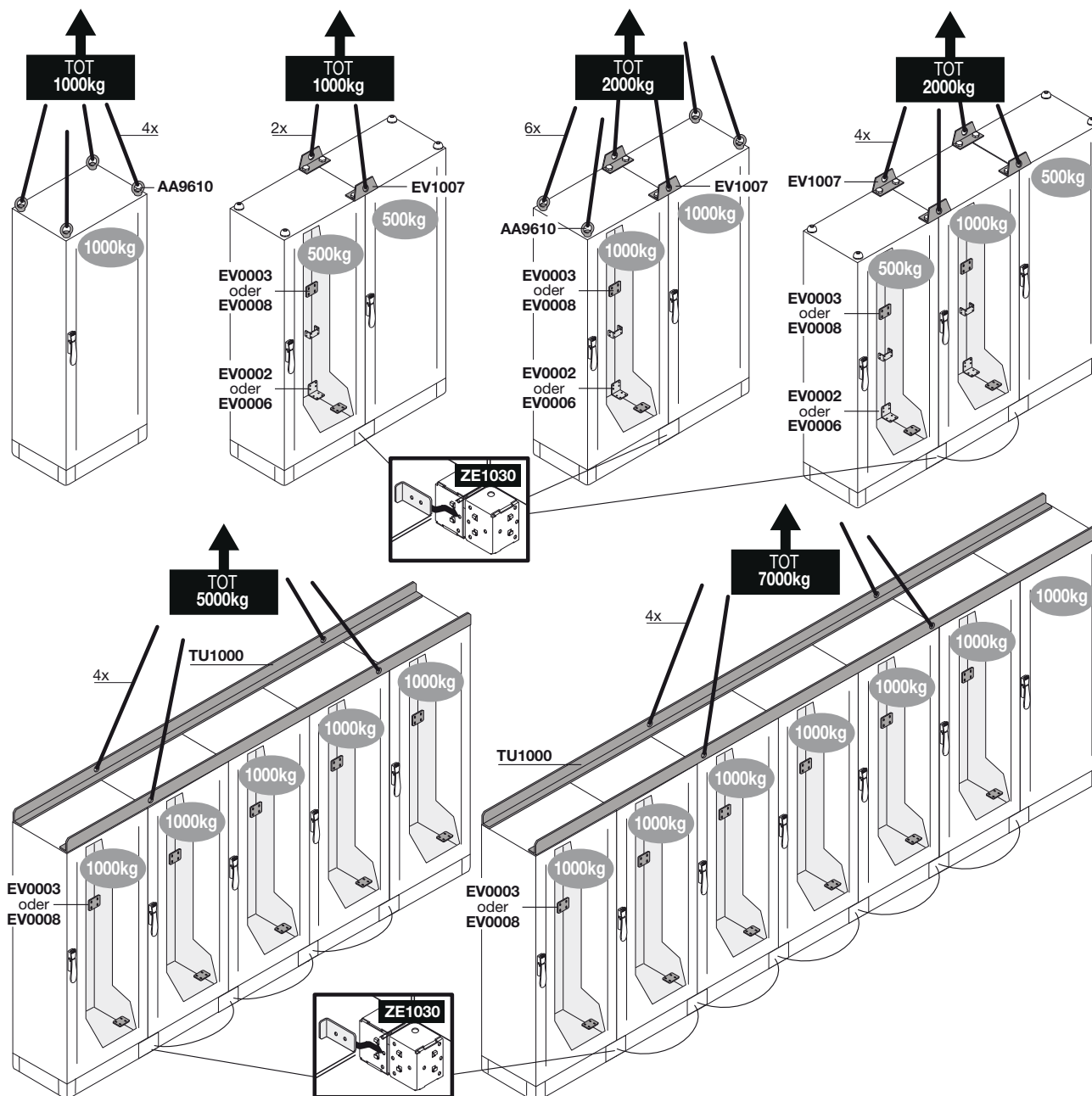
Im Fall großer Leistungs- oder Automatisierungs-Schaltanlagen stellt die Verbindung von mehreren Schaltfeldern zum Bildung einer Batterie von Schaltgerätekombinationen eine weitere kritische Situation dar.

Hier muss die mechanische Verbindung angesichts der erheblichen Belastungen, die die unterschiedlichen Metallstrukturen sich gegenseitig übertragen, besonders sorgfältig ausgeführt werden, vor allem in der Verlade- und Transportphase.

Erneut tritt die Bedeutung der Montageblätter hervor, die deutlich, detailliert und komplett sein müssen, mit allen Angaben zu den Befestigungen, den entsprechenden Sequenzen, wie auch der Angabe der Fehler, die man durch Mangel an Aufmerksamkeit oder Sorgfalt verursachen kann.

In der folgenden Abbildung sind einige Punkte unterstrichen, die eine besondere Konzentration des Anlagenbauers verlangen. Man kann die ausgezeichneten Befestigungen bemerken, die die Metallstrukturen untereinander und mit Sicherheit blockieren. Besondere

Abbildung 11.19



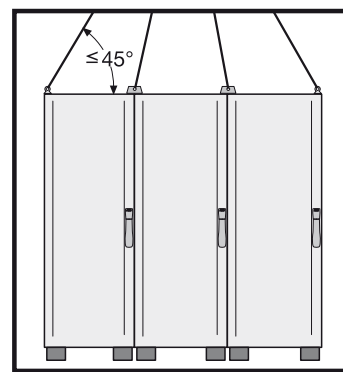
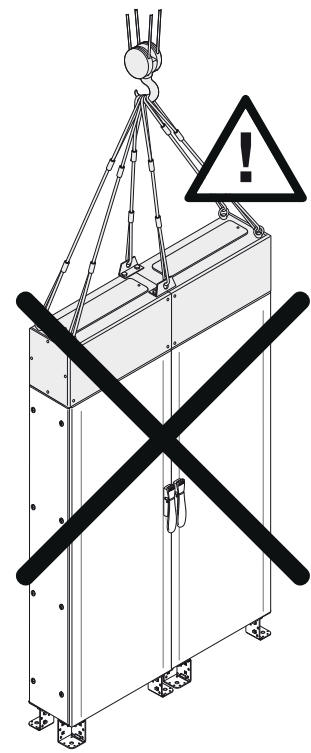
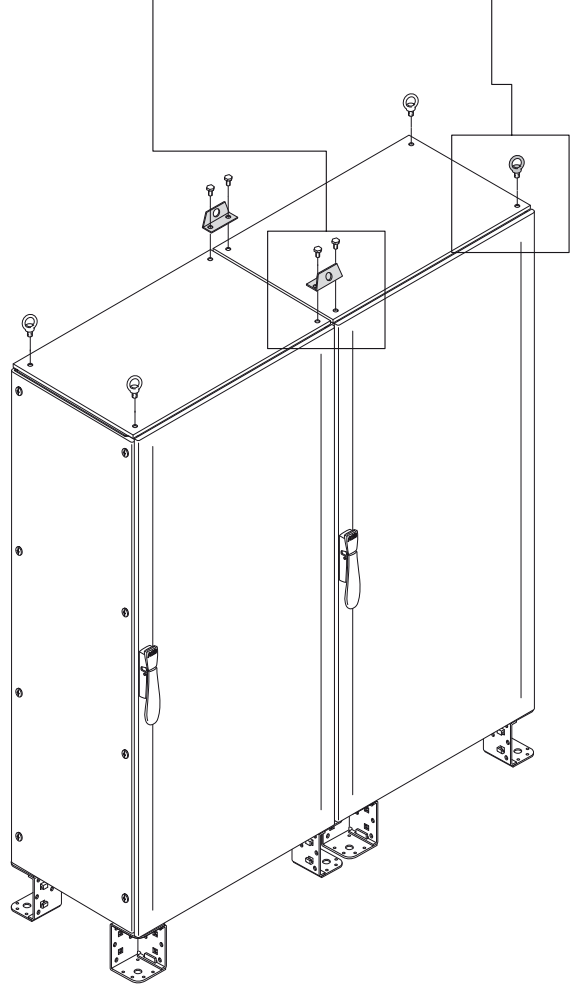
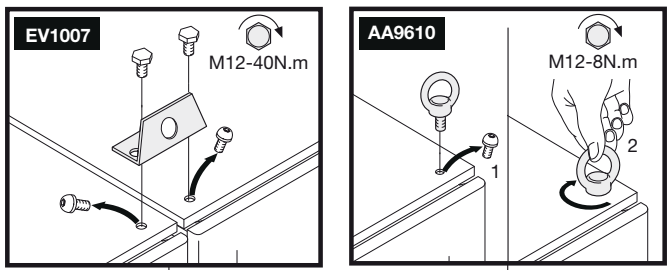
Aufmerksamkeit gilt dem oberen Kastenaufsatz, der in der Abbildung dargestellt ist und für einige Versionen erhältlich ist. Dieser Kasten eignet sich in der Regel nicht dazu, das gesamte Gewicht der Schaltgerätekombination zu tragen.

Daher muss er montiert werden, nachdem man die Schaltgerätekombination gehoben hat (wie in der Abbildung 11.20 gezeigt) und an ihrem Standort aufgestellt hat. Beim Zusammenbau von mehreren Schaltfeldern wird es erforderlich, die maximalen statischen Tragfähigkeiten einzuhalten, sowohl um eine angemessene Schwingungsbeständigkeit zu gewährleisten, als auch um ein korrektes Heben und Transportieren zum end-

gültigen Bestimmungsort zu gestatten. Die höchstzulässigen Werte sind in der Regel so großzügig ausgelegt, dass auch die schwersten Beladungen ohne besondere Maßnahmen gestattet sind.

In Abbildung 11.19 stehen einige Ausstattungsbeispiele mit großen Abmessungen und Gewichten. Es ist auch festzustellen, dass jeder Schaltschrank im Gewicht unterschiedliche Belastbarkeiten haben kann und dass für jede dieser Konfigurationen sind die entsprechenden Verankerungs-, Seilzug- und Hebeverfahren vorgeschrieben. In der neuen Norm IEC EN 61439-1 ist ein spezifischer Nachweis für das im Labor ausgeführte Heben vorgesehen.

Abbildung 11.20



Das Handling der verdrahteten und montierten Schaltgerätekombination muss mit Sicherheit und Bequemlichkeit ausgeführt werden, sowohl beim Verlassen der Werkstatt des Schaltanlagenbauers als auch bei der Anlieferung in den Räumen, wo es installiert werden soll.

Wegen der Abmessungen und der Gewichte, die relativ hoch sind, ist es gut, zu diesem Zweck angemessene Verfahren anzuwenden und die speziell vorgesehenen mechanischen Mittel zu benutzen. Alle Bewegungen sollten zudem mit besonderem Sachverstand ausgeführt werden, um den Verlust des Gleichgewichts, die Schwingungen, die Stöße und die Umkippgefahren der

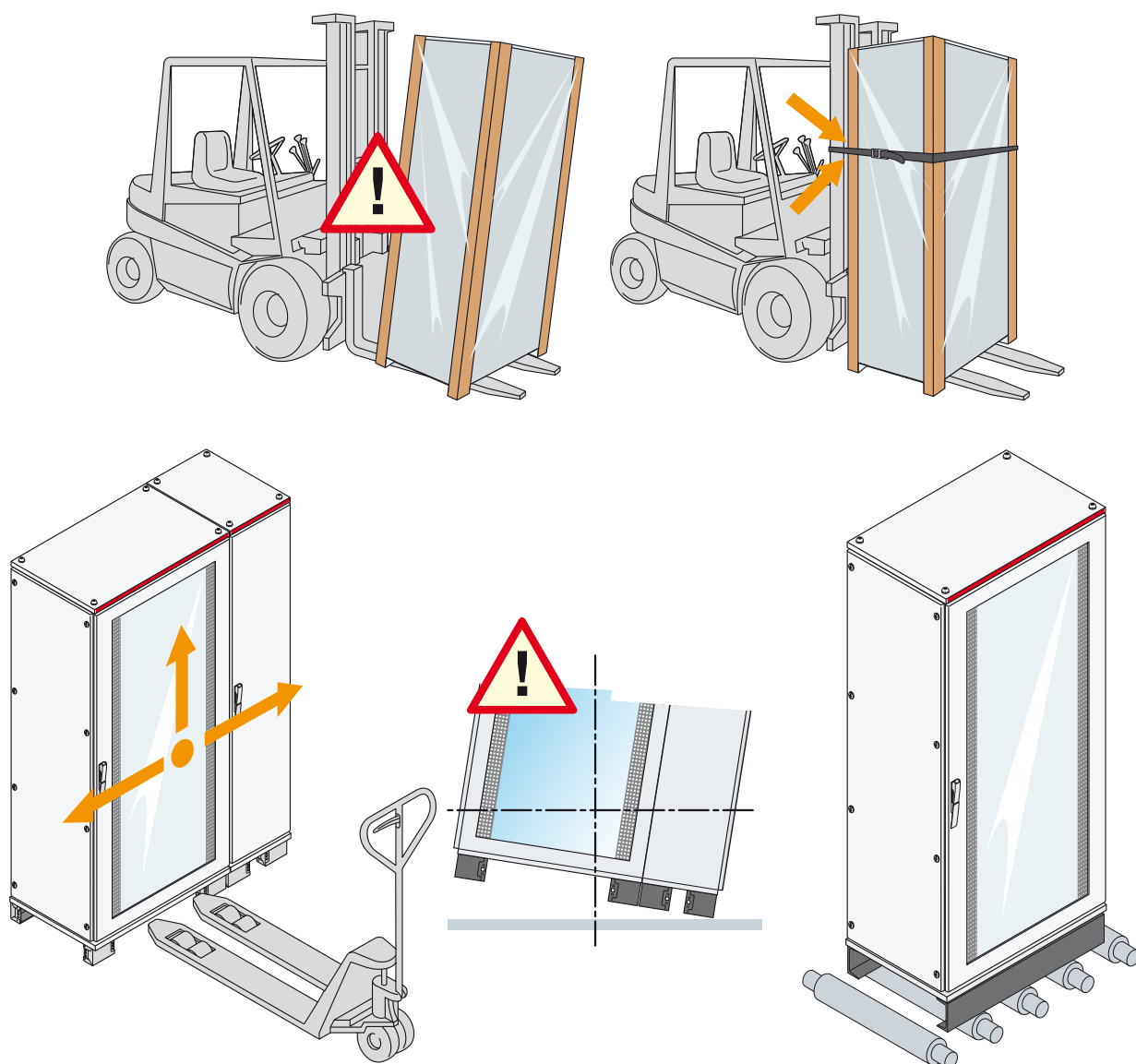
Schaltgerätekombination zu kontrollieren und auf das Minimum zu reduzieren.

Das System ArTu ist speziell entwickelt worden, um diese Missstände zu minimieren.

Die kalibrierten Beilagen der Streifen an der Basis der Metallstruktur gestatten ein bequemes Einfahren der Gabeln der Gabelstapler zum Heben, dem dann das Blockieren der Schaltgerätekombination in der Vertikalen auf der Gabelseite der Maschine folgen sollte (siehe Abbildung 11.21).

Das Fehlen von Vorsprüngen und scharfen Kanten verhindert jede weitere Verletzungs- oder Prellgefahr der Arbeitnehmer.

Abbildung 11.21



11.8 Eingriffe auf Schaltgerätekombinationen in Betrieb

Während des normalen Handlings und der normalen Benutzung der Schaltgerätekombination, die endgültig aufgestellt und in der Anlage oder auf der Maschine in Betrieb genommen worden ist, können Eingriffe auch intrusiver Art auf der Schaltgerätekombination ausgeführt werden, die auf Störungen, der normalen Alterung der Komponenten oder auf Änderungen und Erweiterung des Prozesses, und weiteren Vorgängen mehr beruhen.

Für diese Erfordernisse kann man Zugriff zu der Schaltgerätekombination erhalten, um folgendes auszuführen:

- *Inspektionen und ähnliche Vorgänge*
 - Sichtprüfungen
 - Inspektion der Schalt- und Schutzeinrichtungen
 - Einstellung der Relais und Auslöser
 - Anschlüsse und Kennzeichnungen der Leiter
 - Einstellung und Reparaturen
 - Austausch der Sicherungen
 - Austausch der Meldelampen
 - Messungen (von Spannung und Strom mit geeigneten Instrumenten)
- *Instandhaltung (auch nach Absprache zwischen Hersteller-Schaltanlagenbauer und Anwender-Auftraggeber)*

Abbildung 11.22

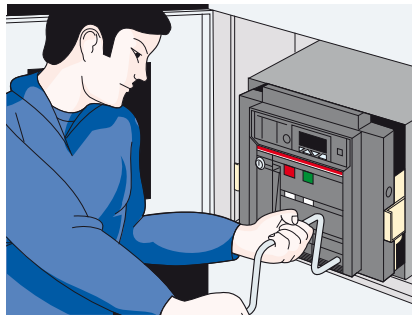
Elektrische Arbeiten sind:

Instandsetzungen



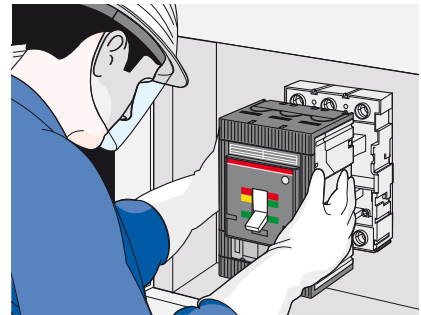
Spannungsführende Schaltgerätekombinationen

Ersetzungen



Arbeiten bei nicht spannungsführenden Teilen gemäß der Verfahren der CEI 11-27

Ersetzungen



Spannungsführende Schaltgerätekombinationen

- *Erweiterungsarbeiten bei spannungsführenden und nicht spannungsführenden Anlagen (Norm CEI 11-27, 11-48 und entsprechende Varianten).*

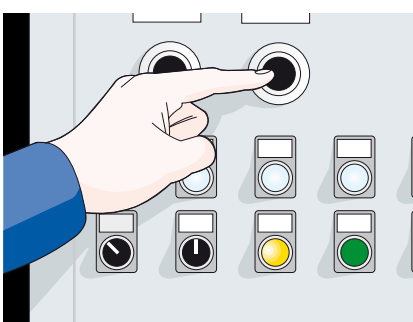
Unter diesem Gesichtspunkt sei daran erinnert, dass die aktuellen IEC Normen die normalen Routineeingriffe, d.h. die Eingriffe, die sich auf Schaltungen und Kontrollen beschränken, von den regelrechten elektrischen Eingriffen unterscheiden, wenn das Personal direkt oder in der Nähe der berührungsgefährlichen Teile (spannungsführend oder nicht spannungsführend) arbeitet und damit der Gefahr des Stromschlags ausgesetzt ist.

Die folgenden Bilder zeigen einige Beispiele von den einen und den anderen der besagten Situationen.

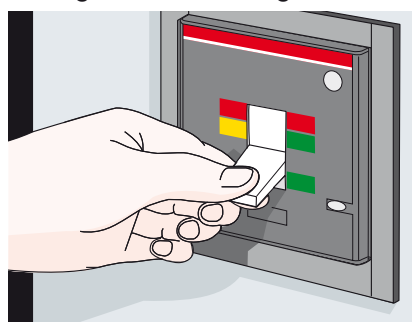
Den Begriffsfestlegungen ist zu entnehmen, dass weder ABB SACE während des gesamten Fertigungsprozesses der Leistungsschalter, der Metallstrukturen und der anderen Hilfsteile, noch der Hersteller der Schaltgerätekombination oder Anlagenbauer irgendwelche elektrischen Arbeiten ausführen. Unter diesem Bedingungen geht es nämlich um die Handhabung von metallischen und isolierten Teilen, die noch nicht mit Spannung versorgt werden. Daher besteht keine Stromschlaggefahr und es handelt sich der Definition nach nicht um elektrische Arbeit.

Keine elektrische Arbeiten sind:

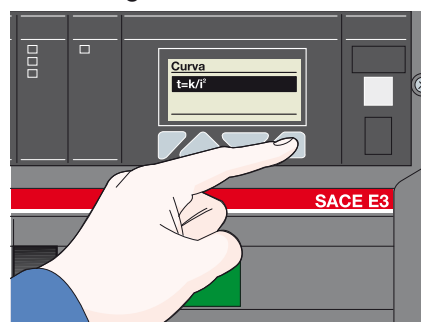
Schalten



Betätigen eines Leistungsschalters



Einstellungen



12 Leitfaden zur Zertifizierung einer Schaltgerätekombination

12.1 Die Normenkonformität der Schaltgerätekombination

ABB bietet ein System von Schaltgerätekombinationen, die einer Reihe von Prüfungen unterzogen werden, die es gestatten, Schaltgerätekombinationen nach IEC-Norm zu realisieren, ohne weitere Laborprüfungen zu verlangen, sondern die nur noch Stücknachweise verlangen (Abnahmeprüfung der Schaltgerätekombination). Um das zu erhalten, ist es erforderlich, die Metallstrukturen (mit entsprechendem Zubehör), die Leistungsschalter (modulare, kompakte und offene), die Verteilungssysteme von ABB SACE zu verwenden und die Auswahlkriterien und die Montageanweisungen der verschiedenen Komponenten zu beachten.

Hier fassen wir die Nachweise zusammen, die von der Norm IEC EN 61439 zu Lasten des ursprünglichen Herstellers vorgesehen sind, wie auch die zusätzlichen Nachweise zu Lasten des Herstellers der Schaltgerätekombination.

Der erste (ursprüngliche Hersteller) führt die Bauartnachweise (früher Typprüfungen) aus, und zwar:

- Festigkeit von Werkstoffen und Teilen
- IP-Schutzart der Schaltgerätekombination
- Isolierstrecken (Luft- und Kriechstrecken)
- Schutz gegen elektrischen Schlag und Integrität des Schutzleitersystems
- Einbau von Schaltgeräten und Komponenten
- Innere elektrische Stromkreise und Verbindungen
- Anschlüsse für von außen eingeführte Leiter
- Isolationseigenschaften (Spannungsfestigkeit bei 50 Hz und Stoßspannungsfestigkeit)
- Nachweis der Erwärmungsgrenzen
- Kurzschlussfestigkeit
- Elektromagnetische Verträglichkeit(EMV)
- Mechanische Funktion.

Wie gesehen leitet der ursprüngliche Hersteller die Schaltgerätekombination in Alternative oder zusätzlich durch die Beachtung von "Konstruktionsregeln" oder durch die Anwendung bestimmter Algorithmen und/oder durch die Ausnutzung physikalischer Prinzipien ab. Dem zweiten, dem Hersteller der Schaltgerätekombination, bleiben noch die Stücknachweise (Abnahmeprüfungen), die einige Sichtkontrollen und die einzige effektive und instrumentale Prüfung beinhalten, nämlich den dielektrischen Nachweis.

- Isolationseigenschaften (Spannungsfestigkeit bei 50 Hz und Stoßspannungsfestigkeit)

12.2 Wichtigste Nachweise, die durch den ursprünglichen Hersteller auszuführen sind

Nachweis der Erwärmungsgrenzen

Wir erinnern daran, dass es unter dem Gesichtspunkt des Nachweises der Erwärmung möglich ist, die Schaltgerätekombination wie folgt zu zertifizieren

- 1) durch Prüfung mit Strom im Labor, oder
- 2) unter Ausnutzung angemessener Konstruktionsregeln, oder
- 3) mit Algorithmen zur Berechnung der Erwärmung (für weitere Informationen siehe Kapitel 7).

Nachweis der dielektrischen Eigenschaften

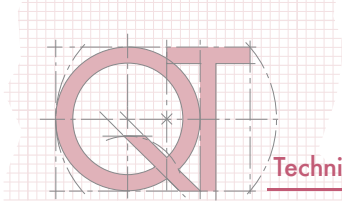
Wie in der Norm angegeben, ist die Ausführung dieses Bauartnachweises auf den Teilen der Schaltgerätekombination nicht erforderlich, die schon einen Bauartnachweis gemäß der entsprechenden Normen erlitten haben, wenn die dielektrische Festigkeit während der Montage nicht in Frage gestellt wird.

Was die ABB Schaltgerätekombinationen betrifft, stehen die dielektrischen Eigenschaften in der Tabelle 12.1.

Diese Eigenschaften sind als schon nachgewiesen zu betrachten, vorausgesetzt die Montageanleitungen werden auf korrekte Weise befolgt.

Tabelle 12.1

		Bemessungs-Spannung	Isolationsspannung	Bemessungs-Stehblitzstoßspannung
ArTu L	Wand P = 200 mm	bis 1000V AC/1500V DC	bis 1000V AC/1500V DC	bis zu 6 kV
	Boden P = 250 mm	bis 1000V AC/1500V DC	bis 1000V AC/1500V DC	bis zu 8 kV
ArTu M	Wand P = 150/200 mm	bis 1000V AC/1500V DC	bis 1000V AC/1500V DC	bis zu 6 kV
	Boden P = 250 mm	bis 1000V AC/1500V DC	bis 1000V AC/1500V DC	bis zu 8 kV
ArTu K		bis 1000V AC/1500V DC	bis 1000V AC/1500V DC	bis zu 12 kV
Gehäuse SR2		bis 1000V AC/1500V DC	bis 1000V AC/1500V DC	bis zu 6 kV
Schaltanlagen AM2		bis 1000V AC/1500V DC	bis 1000V AC/1500V DC	bis zu 8 kV
Schaltstränke IS2		bis 1000V AC/1500V DC	bis 1000V AC/1500V DC	bis zu 12 kV



Nachweis der Kurzschlussstehfestigkeit

Der Kurzschlussfestigkeit ist das Kapitel 8 dieses technischen Hefts gewidmet.

Wie in der Norm angegeben, ist der Nachweis der Kurzschlussfestigkeit nicht erforderlich:

1. wenn der Nachweis sich aufgrund der Flussdiagramme von Abs. 8.1 als nicht erforderlich ergibt,
2. für die Hilfsstromkreise der Schaltgerätekombination, deren Anschluss am Transformatoren mit Bemessungs-Leistung nicht über 10 kVA mit Bemessungs-Sekundärspannung nicht unter 110 V vorgesehen sind, oder nicht über 1,6 kVA mit einer Bemessungs-Sekundärspannung unter 110 V, und deren Kurzschlussspannung in beiden Fällen nicht unter 4% liegt.

3. für alle anderen Teile der Kombination, die schon einem Stücknachweis unterzogen worden sind, der für die vorliegenden Installationsbedingungen gilt.

Insbesondere für die Verteilungssysteme (siehe Generalkatalog der Installationsverteiler) wird die Kurzschlussfestigkeit durch den positiven Ausgang der Flussdiagramme von Abs.8.3 und die korrekte Ausführung der Montageanleitungen nachgewiesen.

Für die unterschiedlichen Typologien der Schaltgerätekombination sind die folgenden Eigenschaften als nachgewiesen zu betrachten:

Tabelle 12.2

		Bemessungs-Kurzzeitstrom I_{cw}		
		Phase-Phase	Phase-Neutralleiter	Bemessungs-Stoßstrom I_{pk}
ArTu L	Wand P = 200 mm	25 kA (1s)	9 kA (1s)	52,5 kA
	Boden P = 250 mm	25 kA (1s)	21 kA (1s)	74 kA
ArTu M	Wand P = 150/200 mm	25 kA (1s)	9 kA (1s)	52,5 kA
	Boden P = 250 mm	35 kA (1s)	21 kA (1s)	74 kA
ArTu K		105 kA (1s) - 50 kA (3s)	60 kA (1s)	254 kA
Schaltschränke IS2		65 kA (1s)	39 kA (1s)	143 kA

Nachweis der Kurzschlussstehfestigkeit des Schutzstromkreises

Tabelle 12.3

Nachweis des effektiven Anschlusses der berührbarenBei Beachtung der Montageanleitungen der Metallkomponenten ist der effektive elektrische inaktiven Metallteile Durchgang zwischen den berührbaren inaktiven Metallteilen mit vernachlässigbaren der Schaltgerätekombination und des Schutzleiterkreises Widerstandswerten nachgewiesen.

Kurzschlussfestigkeit des Schutzstromkreises: Phase-Erdungsschiene Bei Beachtung der Montageanleitungen und der Abgaben von Seite 78 und 79 dieser technischen Heftes ist die Kurzschlussfestigkeit des Schutzstromkreises nachgewiesen.

Maximale Kurzschlussfestigkeit Phase-Erdungsschiene für Struktur

ArTu L	Wand P = 200 mm	9 kA (1s)
	Boden P = 250 mm	21 kA (1s)
ArTu M	Wand P = 150/200 mm	9 kA (1s)
	Boden P = 250 mm	21 kA (1s)
ArTu K		60 kA (1s)
Schaltschränke IS2		39 kA (1s)

Nachweis der Isolierstrecken

Unter Beachtung der Zusammenbau- und Montageanleitungen der Metallstruktur und der Leistungsschalter von ABB SACE sind die Isolierstrecken gewährleistet.

Nachweis der mechanischen Funktionstüchtigkeit

Unter Beachtung der Montageanleitungen der Metallstruktur und der Leistungsschalter von ABB SACE ist die mechanische Funktionstüchtigkeit nachgewiesen.

Nachweis der Schutzart

Unter Beachtung der Montageanleitungen der Metallstruktur und der Leistungsschalter von ABB SACE sind die folgenden Schutzarten nachgewiesen.

		Ohne Tür	Mit Tür und mit belüfteten Seitenplatten	Ohne Tür mit Bausatz IP41	Mit Tür
ArTu L	Wand P = 200 mm	IP 31	-	-	IP 43
	Boden P = 250 mm	IP 31	-	-	IP 43
ArTu M	Wand P = 150/200 mm	-	-	-	IP 65
	Boden P = 250 mm	IP31	-	-	IP 65
ArTu K		IP 31	IP 41	IP 41	IP 65
Gehäuse SR2		-	-	-	IP 65
Schaltanlagen AM2		-	-	-	IP 65
Schaltschränke IS2		-	-	-	IP 65

12.3 Stücknachweise, die durch den Hersteller der Schaltgerätekombination auszuführen sind

Die Stücknachweise, manchmal auch Abnahmeprüfung der Schaltgerätekombination genannt, die von der Norm IEC EN 61439-1 vorgeschrieben und festgelegt werden, müssen am Ende des Zusammenbaus und der Verdrahtung der Schaltgerätekombination vom Schaltanlagenbauer auf allen Schaltgerätekombinationen durchgeführt werden. Der Zweck dieser Prüfungen ist es, etwaige Material- oder Fabrikationsfehler der Komponenten und/oder des Zusammenbaus der Schaltgerätekombination nachzuweisen.

Der gute Ausgang der Stücknachweise gestattet es, einen günstigen Prüfbericht (Protokoll der Abnahmeprüfung) auszustellen.

Verfahren und Modalitäten der Ausführung der Stücknachweise

Der Hersteller der Schaltgerätekombination kann ein Verfahren formalisieren, das folgendes betrifft:

- die Prüfbedingungen (geschultes Personal, Bereich der Werkstatt, der für die Abnahmeprüfung bestimmt ist etc.) und die Sicherheitsmaßnahmen,
- die Bezugsdokumente (technische Dossiers, Montageanleitungen, technische Normen etc.),
- die Identifikation des Materials und die Sichtprüfungen, die mechanischen und elektrischen Prüfungen,
- die dielektrischen Prüfungen,
- den Nachweis der Schutzmittel und den Nachweis des Durchgangs des Schutzstromkreises,
- die Messung des Isolationswiderstandes in Alternative zur dielektrischen Prüfung,
- die abschließende Dokumentation (Prüfbericht).

Es ist wichtig zu unterstreichen, dass der Installateur, obwohl die Stücknachweise nach den Bestimmungen der Norm in der Werkstatt des Herstellers der Schaltgerätekombination oder des Schaltanlagenbauers ausgeführt werden müssen, nicht von der Verpflichtung freigestellt ist, sicherzustellen, dass die Schaltgerätekombination nach dem Transport und der Installation nicht solche Schäden oder Veränderungen erlitten hat, dass sie nicht mehr den Anfordernden entspricht, die schon während der Stückprüfungen nachgewiesen worden waren.

Prüfbedingungen und Sicherheitsmaßnahmen

Innerhalb der Werkstatt ist es zu empfehlen, dass die Schaltgerätekombinationen, die für die Stücknachweise bereit sind, in separaten Bereichen aufgestellt werden,

zu denen nur das qualifizierte Personal freien Zugang haben darf.

Wenn das nicht möglich sein sollte, zum Beispiel aus Platzgründen, muss der Prüfbereich durch Schilder oder Barrieren sichtbar abgegrenzt werden.

Die Nachweise dürfen natürlich erst dann beginnen, wenn die Montage bereits beendet worden ist.

Es empfiehlt sich, während des Nachweises der dielektrischen Eigenschaften, zum Beispiel bei der Prüfung mit angelegter Spannung, isolierende Handschuhe zu tragen und besondere Prüfklemmen vom Pistolentyp mit einziehbarer Spitzen zu verwenden. Der Körper und die Arme des Personals sind angemessen zu schützen, es sei denn, die Spannung wird aus einem angemessenen Sicherheitsabstand angelegt.

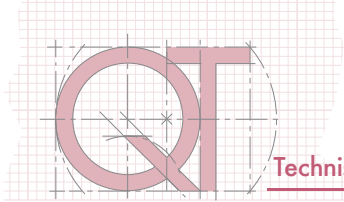
Hier folgen einige allgemeine Regeln, um die Stücknachweise in voller Sicherheit auszuführen.

Vor den Prüfungen:

- Die Schaltgerätekombination in einem angemessenen Bereich aufstellen.
- Die Schutzbarrieren korrekt installieren.
- Die Stromversorgungsanschlüsse korrekt an der Schaltgerätekombination ausführen (Erde und Spannungszufuhr).
- Die Nebenanschlüsse mit den gleichen Prinzipien ausführen (Verbindungsleitungen zwischen berührbaren inaktiven Metallteilen und Erdungsanschlüsse).
- Sicherstellen, dass die verwendeten Sicherheitseinrichtungen perfekt funktionieren (z.B.: Pilz-Schlagtaste, Blinklampen zur Gefahrenmeldung etc.).
- Sicherstellen, dass keine Unbefugten innerhalb des Bereichs anwesend sind, der für die Prüfungen reserviert ist.

Während der Prüfungen:

- Bei einer auch nur vorübergehenden Einstellung der Prüfungen ist es erforderlich, die Spannungsversorgung der geprüften Schaltgerätekombination zu unterbrechen.
- Für die Prüfungen oder elektrischen Messungen im spannungsführenden Zustand ist es erforderlich, dass die dafür verantwortliche Person sich der Gefahr bewusst ist, dass die verwendeten Messinstrumente den Sicherheitserfordernissen entsprechen und dass angemessene Schutzausrüstungen (z.B.: isolierte Arbeitshandschuhe etc.) verwendet werden.
- Die Kabel oder die elektrischen Instrumente dürfen nicht außerhalb des abgegrenzten Prüfbereiches gelassen werden.



Bezugsdokumente

Die spezifischen Elemente der zu prüfenden Schaltgerätekombination, auf die der Prüfer sich auf angemessene Weise beziehen kann, sind die Schaltbilder (Übersichtsschaltpläne, Wirkschaltpläne, Blindschaltbilder etc.), die Zeichnungen (Frontseite der Schaltgerätekombination, Platzbedarf etc.) und die besonderen Spezifikationen, die er zusammen mit der Schaltgerätekombination erhalten hat.

Neben der letzten Ausgabe der technischen Normen, im Bezug zu denen die Schaltgerätekombination konform erklärt worden ist, kann der Prüfer auch auf die Normen IEC EN 60529 (Schutzarten der Umhüllungen), auf die Norm CEI 28-6 (Regeln für die Koordination der Isolationen) Bezug nehmen.

12.4 Die Stücknachweise nach der Norm IEC EN 61439

Diese stellen den letzten technischen Eingriff des Schaltanlagenbauers vor der Auslieferung der fertigen Schaltgerätekombination und der Ausstellung der Rechnung und dem Versand an den Auftraggeber dar. Die Norm beschreibt in dieser Reihenfolge:

- *IP-Schutzart der Umhüllung*
Stellt den ersten Stücknachweis dar, der von der Norm IEC EN 61439-1 vorgesehen ist.
Er besteht lediglich in einer Sichtprüfung.
- *Luft- und Kriechstrecken*
In der Regel sind die Kriechstrecken schon der Sicht nach großzügig oberhalb der erforderlichen Werte ausgelegt.
Für die Luftstrecken sind die Werte zu betrachten, die von der Norm festgelegt werden (stehen in der Tabelle 9.6, im Abschnitt 9.2 dieses technischen Hefts). Für weitere Angaben dazu siehe Abschnitt 12.6 "Stücknachweis der Stoßspannungsfestigkeit".

- *Schutz gegen elektrischen Schlag und Integrität des Schutzleitersystems*

Er basiert auf einer Sichtprüfung und einigen stichprobenartigen Prüfungen der mechanischen Befestigungen.

Die gute Realisierung des Schutzstromkreises wird wie folgt nachgewiesen:

- visuell (z.B. durch das Feststellen des Vorhandenseins der Einrichtungen, die den Kontakt hinsichtlich des Durchgangs des Erdungsleiters gewährleisten etc.)
- mechanisch (Prüfung der Verbindungen auf festen Sitz, stichprobenweise)
- elektrisch (Prüfung des Stromkreises auf Durchgängigkeit)

Die benutzten Instrumente sind ein Testgerät und ein Drehmomentschlüssel.

- *Einbau von Schaltgeräten und Komponenten*

Man prüft die effektive Übereinstimmung der installierten Geräte mit denen, die im Projekt der Schaltgerätekombination vorgesehen sind.

- *Innere elektrische Stromkreise und Verbindungen*

Man prüft stichprobenartig die Klemmen auf festen Sitz.

- *Anschlüsse für von außen eingeführte Leiter*

Man prüft die Übereinstimmung zwischen Kabeln und Klemmen, so wie es der Verdrahtungsplan vorsieht.

- *Mechanische Funktion*

Man betätigt stichprobenartig die Hebel und Tasten und die etwaigen Schaltautomatismen.

- *Isolationseigenschaften*

Siehe Abschnitt 12.6.

- *Verdrahtung und Betrieb*

Man prüft das Typenschild und bei Bedarf die elektrische Funktionstüchtigkeit und die etwaigen Sicherheitsverriegelungen.

12.5 Weitere Angaben zur Abnahmeprüfung

Weitergehende Kontrollen bei der Abnahmeprüfung können sein:

Sichtprüfungen

Diese werden ausgeführt, indem man folgendes berücksichtigt:

- a) die Konformität der Schaltgerätekombination mit den Schaltbildern, den Bezeichnungen, Zeichnungen und dem Typ der Schaltfelder, die Anzahl und die Eigenschaften der Geräte, dem Querschnitt der Leiter und dem Vorhandensein von Kennzeichnungen auf den Kabeln und Geräten (Kurzbezeichnungen, Angaben auf Schildern etc.).
- b) das Vorhandensein der Komponenten, die es gestatten, die Schutzart (Dächer, Dichtungen) und das Fehlen von Mängeln auf dem Gehäuse (Schnitte, Löcher, welche die Schutzart in Frage stellen könnten) zu gewährleisten.
- c) die Übereinstimmung mit den spezifischen Vorschriften, sofern das von der Montageliste verlangt wird, wie beispielsweise:
 - die Verkleidung oder die Behandlung der Sammelschienen (Harzüberzug, Versilberung etc.),
 - der Kabeltyp (flammwidrig, umweltfreundlich etc.),
 - das lose Vervollständigungsmaterial,
 - die Kontrolle der Lackierung (Farbe, Schichtstärke etc.)

Mechanische Prüfungen

Diese sind gemäß den zum Lieferumfang gehörigen Dokumenten auszuführen, mit Bezug auf die folgenden Spezifikationen:

- korrekte Montage der Geräte (Anordnung der Verbindungen und, sofern vorgesehen, genaues Anzugsmoment der Verbindungen),
- Anordnung und Anziehen der Schraubteile,
- mechanische Verriegelungen und Antriebe (Einrichtungen zur Verriegelung des Einfahrens, mechanische Verriegelungen, Verriegelungen mit Schlüssel und manuelle Verfahrenrichtungen der Leistungsschalter und Lasttrennschalter unter Benutzung der Schalthebel und Zubehöreinrichtungen, mit denen die Schaltgerätekombination versehen ist),

- Verschluss und etwaige Verriegelungen der Türen und etwaige Adhäsionen der Staubdichtungen an der Struktur der Schaltgerätekombination.

Elektrische Prüfungen

Die Funktionsprüfungen bestehen darin, die korrekte Funktion aller Stromkreise (elektrisch oder elektromechanisch) zu prüfen, wobei die verschiedenen Betriebsbedingungen der Schaltgerätekombinationen so weit wie möglich simuliert werden.

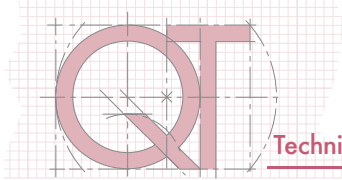
Die Prüfungen der strom- und spannungsmessenden Stromkreise können beispielsweise ausgeführt werden, indem man die Sekundärstromkreise der Stromwandler und der Spannungswandler speist, ohne die Stromwandler vom Stromkreis trennen zu müssen.

Die elektrischen Kontrollen können auch die Prüfung des korrekten Betriebs der Stromkreise und der Geräte beinhalten, insbesondere:

- Stromkreise für Schaltungen, Meldungen, Alarmer, Eingriffe, Wiedereinschaltung,
- Stromkreise für Beleuchtung und Heizung, sofern vorhanden,
- Schutz- und Messstromkreise (Überstrom-, Überspannungs-, Erdungs- und FE-Auslöser, Schütze, Strommesser, Spannungsmesser etc.),
- Klemmen und Kontakte, die an der Klemmenleiste zur Verfügung stehen,
- Einrichtungen zur Überwachung der Isolation (es sind auch die Luft- und Kriechstrecken auf der Höhe der Verbindungen und die in der Werkstatt realisierten Anpassungen zu prüfen).

Um die Kontrollen auszuführen, braucht man neben den normalen mechanischen Werkzeugen, die für den Zusammenbau benutzt wurden, auch elektrische Instrumente. Regelmäßige Justierungen der Geräte sind empfehlenswert, um zuverlässige Resultate zu erhalten. In der Regel werden folgende Instrumente benutzt:

- ein Testgerät oder ein Multimeter,
- eine Prüfbank (AD oder DC) zur Speisung der Schaltgerätekombination bei der Ausführung des Funktionstests bei angelegter Spannung,
- der Drehmomentschlüssel (um zu prüfen, ob an den Verbindungen die richtigen Anzugsdrehmomente angelegt worden sind) und andere Werkzeuge.



12.6 Weitere Angaben zum Stücknachweis der dielektrischen Eigenschaften

Die dielektrischen Prüfungen dienen zur Prüfung der Isolation, der Güte der Isolierstoffe und der korrekten Ausführung der Anschlüsse der in Prüfung befindlichen Schaltgerätekombination.

Während der Abnahmeprüfung wird für Schaltgerätekombinationen über 250 A für eine Sekunde die Testspannung mit Frequenz von 50 Hz an die verschiedenen Polaritäten und mit dem Effektivwert angelegt, der von der Norm festgelegt wird (siehe die Tabellen 9.1 und 9.2 im Abschnitt 9.1 des technischen Hefts). Nicht vergessen, dass für $690 \text{ V} < U_i \leq 800 \text{ V}$ der Wert der Prüfspannung 2000 V beträgt.

Diese Prüfungen sind für die Hilfsstromkreise nicht erforderlich, die von Geräte mit In bis zu 16 A geschützt

werden oder die schon die Prüfung des elektrischen Betriebs bestanden haben.

Stücknachweis mit Prüfung der angelegten Spannung
Nach Abtrennung der Schaltgerätekombination auf der Last- und der Versorgungsseite legt man mit allen Schutz- und Schaltgeräten im eingeschalteten Zustand die Prüfspannung an oder die Prüfspannung wird nacheinander an die verschiedenen Stromkreise der Schaltgerätekombination angelegt.

Für diese Prüfung benutzt man einen Generator, der Spannung mit Industriefrequenz (Dielektrometer) erzeugt. Die Prüfung ist bestanden, wenn es während der Spannungsanlegung nicht zu Durchbohrungen oder Entladungen kommt.

Alle Geräte, die Strom aufnehmen oder für welche die Anlegung der Prüfspannungen eine Beschädigung bedeuten würde, sind von der Stromversorgung abzuklemmen (Wicklungen, Ladegeräte, Messinstrument, Messmodule, elektronische FI-Schutzschalter etc.).

Für die Einrichtungen von ABB SACE gelten insbesondere die folgenden Angaben:

Tabelle 12.5

Fehlerstromauslöser

Leistungsschalter	FI-Schutzeinrichtung	Auszuführende Vorgänge
Tmax T1-T2-T3	RC221	Den Wahlschalter auf der Frontseite des Relais in die Test-Stellung drehen. Die Spule YO2 abklemmen.
Tmax T1-T2-T3 - T4-T5 (nur 4P)	RC222	Den Wahlschalter auf der Frontseite des Relais in die Test-Stellung drehen. Die Spule YO2 abklemmen.
Tmax T3 und T4 (nur 4P)	RC223	Den Wahlschalter auf der Frontseite des Relais in die Test-Stellung drehen. Die Spule YO2 abklemmen.
Tmax T1..T7	RCQ-RCQ020/A (Bemessungs-Strom bis 800 A)	Manuelles Abklemmen
Emax X1 (Bemessungs-Strom bis 800 A)	RCQ020/A	Manuelles Abklemmen
Emax E1..E3 (Bemessungs-Strom bis 2000A)	RCQ	Manuelles Abklemmen

Elektronische Auslöser

Leistungsschalter	Auslöser	
Tmax T2-T4-T5-T6	PR221-PR222DS/P	Kein Vorgang
	PR222DS/PD-PR223DS und EF	Die rückseitigen Stecker X3 und X4, sofern vorhanden, abklemmen
Tmax T7 Feste Ausführung	PR231-PR232	Kein Vorgang
	PR331	Falls vorhanden die folgenden Verdrahtungen abklemmen: T5, T6, K1, K2, W3, W4, 98S, 95S
	PR332	Falls vorhanden die folgenden Verdrahtungen abklemmen: T5, T6, T7, T8, T9, T10, K1, K2, K11, K12, K13, K14, K15, K21, 98S, 95S, W1, W2, W3, W4, C1, C2, C3, C11, C12, C13.
Tmax T7 Ausfahrbare Ausführung	PR231-PR232 PR331-PR332	Den Leistungsschalter in die Stellung ausgefahren bringen.
Emax X1 Feste Ausführung	PR331	Falls vorhanden die folgenden Verdrahtungen abklemmen: T5, T6, K1, K2, W3, W4, 98S, 95S
	PR332-PR333	Falls vorhanden die folgenden Verdrahtungen abklemmen: T5, T6, T7, T8, T9, T10, K1, K2, K11, K12, K13, K14, K15, K21, 98S, 95S, W1, W2, W3, W4, C1, C2, C3, C11, C12, C13.
Emax X1 Ausfahrbare Ausführung	PR331-PR332-PR333	Den Leistungsschalter in die Stellung ausgefahren bringen.
Emax E1-E6 Feste Ausführung	PR121	Falls vorhanden die folgenden Verdrahtungen abklemmen: T5, T6, K1, K2, W3, W4
	PR122-PR123	Falls vorhanden die folgenden Verdrahtungen abklemmen: T5, T6, T7, T8, K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10, K11, K12, K13, K14, K15, W1, W2, W3, W4, C1, C2, C3, C11, C12, C13, D1, D2, D13, D14, R1, R2, 37, 38.
Emax E1-E6 Ausfahrbare Ausführung	PR121-PR122-PR123	Den Leistungsschalter in die Stellung ausgefahren bringen.

Messmodule

Leistungsschalter und Auslöser	Messmodul	Auszuführende Vorgänge
Emax mit PR122 oder PR123 Feste Ausführung	PR120/V	Den Wahlschalter in die Stellung drehen, die mit "Insulating Test" angegeben ist.
Emax X1 mit PR332 oder PR333 Tmax T7 mit PR332 Feste Ausführung	PR330/V	Den Wahlschalter in die Test-Stellung bringen, die mit "Insulating Test" angegeben ist.

Außerdem sind alle Zubehörteile der Leistungsschalter abzuklemmen, die direkt an das Netz angeschlossen sind (Unterspannungsspulen, Ausschaltspulen, Einschaltspulen, Messmodule, Motorantriebe etc.)

Für weitere Angaben und nähere Informationen zu den Angaben und den auszuführenden Vorgängen ist für die Einrichtungen und Zubehörteile von ABB SACE Bezug auf die entsprechenden technischen Handbücher des Produkts zu nehmen.

Stücknachweis des Isolationswiderstands

In Übereinstimmung mit der Norm IEC EN 61439-1 reicht es in Alternative zur Prüfung mit anliegender Spannung und beschränkt auf die Schaltgerätekombinationen bis zu 250 A aus, die Messung eines geeigneten elektrischen Isolationswiderstandes vorzunehmen.

Die Prüfung wird vorgenommen, indem man zwischen den Stromkreisen und der Masse eine Spannung von 500 V anlegt. Das Ergebnis ist positiv, wenn für jeden geprüften Stromkreis der Isolationswiderstand über 1000 Ohm/V liegt, bezogen auf die Bemessungs-Spannung jedes Stromkreises gegen Erde. Auch in diesem Fall müssen die Strom aufnehmenden Geräte vorher abgeklemmt werden.

Für die Prüfung ist ein Gerät zu verwenden, das den Widerstand misst (Megaohmmeter oder Megger-Gerät).

Stücknachweis der Stoßspannungsfestigkeit

Bei der Abnahmeprüfung wird dieser Nachweis ausgeführt, indem man die effektiven Luftstrecken zwischen den spannungsführenden Teilen und zwischen den spannungsführenden Teilen und der Masse mit den von der Norm festgelegten kleinsten Isolierstrecken vergleicht:

- Wenn die effektiven Strecken bei der vorgesehenen Uimp größer als der 1,5-fache Wert der von der Norm festgelegten Mindeststrecken sind, reicht die Sichtprüfung aus.
- Wenn die effektiven Strecken einen Wert aufweisen, der zwischen dem 1,0- und dem 1,5-fachen Wert der von der Norm festgelegten Mindeststrecken liegen, reicht eine kalibrierte Messung aus.
- Wenn die von der Norm festgelegten Mindestwerte der Isolierstrecken nicht eingehalten werden, ist eine weitere Prüfung der Stoßspannungsfestigkeit vorzunehmen.

12.7 Enddokumentation und Ende der Prüfungen

Bis zum heutigen Tag ist das Berufsbild des Schaltanlagenbauers in Italien unter dem juristischen Gesichtspunkt noch nicht festgelegt worden.

Wie für ABB SACE ist er ein allgemeiner Hersteller von fertig gestellten Konstruktionen, der fachgerecht realisieren, ausschildern, mit CE-Kennzeichnung (nur in Europa)

versehen und schließlich einem Auftraggeber in Rechnung stellen und verkaufen muss.

Die Konformität mit den technischen Normen (IEC EN 61439) ist nicht obligatorisch, aber es ist eine Konformitätserklärung, d.h. eine ausreichende, aber nicht erforderliche Bedingung für die fachgerechte Ausführung.

Dieses technische Heft basiert auf den Normen und schlägt daher fachgerechte Lösungen vor.

Zu rein juristischen Zwecken ist der Hersteller, der die Schaltgerätekombination liefert, zu folgendem verpflichtet:

- sie fachgerecht zu realisieren,
- die sichtbar und leserlich zu beschildern und mit der CE-Kennzeichnung (in Europa) zu versehen,
- die Betriebs- und Wartungsanleitungen der Komponenten und der Schaltgerätekombination selbst beizulegen (gehören in der Regel zum Lieferumfang),
- die technische Dokumentation zu erstellen und aufzubewahren (nicht liefern, wenn nicht verlangt) (Niederspannungs-Richtlinie),
- die angemessene Rechnung auszustellen und dem Auftraggeber zukommen zu lassen.

Die technischen Normen IEC CEI EN 61439 verlangen für die Schaltgerätekombination zusätzlich folgendes:

- die integrale Beachtung der Planungs-, Montage- und AbnahmeprozEDUREN, die in den entsprechenden Dossiers beschrieben werden (IEC EN 61439-1 plus das oder die spezifischen Dossiers, die sich auf die fragliche Schaltgerätekombination beziehen),
- die Anbringung eines vollständigeren Kennschildes, das neben der CE-Kennzeichnung auch den Namen des Herstellers, die Seriennummer, das Baujahr und die spezifische technische Bezugsnorm angibt,
- in der Anlage eine spezifische technische Dokumentation mit den Eigenschaften und Bemessungs-Leistungen und die anderen Empfehlungen und Angaben für einen bestmöglichen Gebrauch.

Auch wenn es weder von der Gesetzen noch von den Normen ausdrücklich verlangt wird, ist es zu Darlegung der Qualität und der Vollständigkeit für die Abnahmeprüfung nützlich, analytischen Formulare zu verwenden, in denen alle Prüfungen, auch mit detaillierten Angaben erscheinen. Auf diese Weise kann man nacheinander alle verschiedenen Einträge abhaken, um sicherzugehen, dass alle verlangten Vorgänge ausgeführt worden sind.

Ein Beispiel für die Dokumentation der Abnahmeprüfung mit Zusammenfassung der vorgesehenen Prüfungen und dem für jede davon erhaltenen Resultaten befindet sich für eine Schaltgerätekombination, die der Norm IEC EN 61439 entspricht, in der Anlage A.

13 Beispiel zur Konstruktion einer Schaltgerätekombination ArTu

13 Beispiel zur Konstruktion einer Schaltgerätekombination ArTu

Dieser Abschnitt hat den Zweck, dem Anlagenbauer und Planer bei der Realisierung einer Schaltgerätekombination ArTu von ABB SACE zu helfen.

Dazu geht man von dem Übersichtsschaltplan einer Anlage aus, um dann durch die Wahl der Komponenten zu Realisierung der Schaltgerätekombination und der entsprechenden Konformitätserklärung nach der Norm IEC EN 61439-2 zu kommen.

Eigenschaften der Schaltgerätekombination sind nach den Liefervorschriften:

- nicht geschottete Schaltgerätekombination,
- IP 65,
- vorstehend an der Wand aufgestellt.

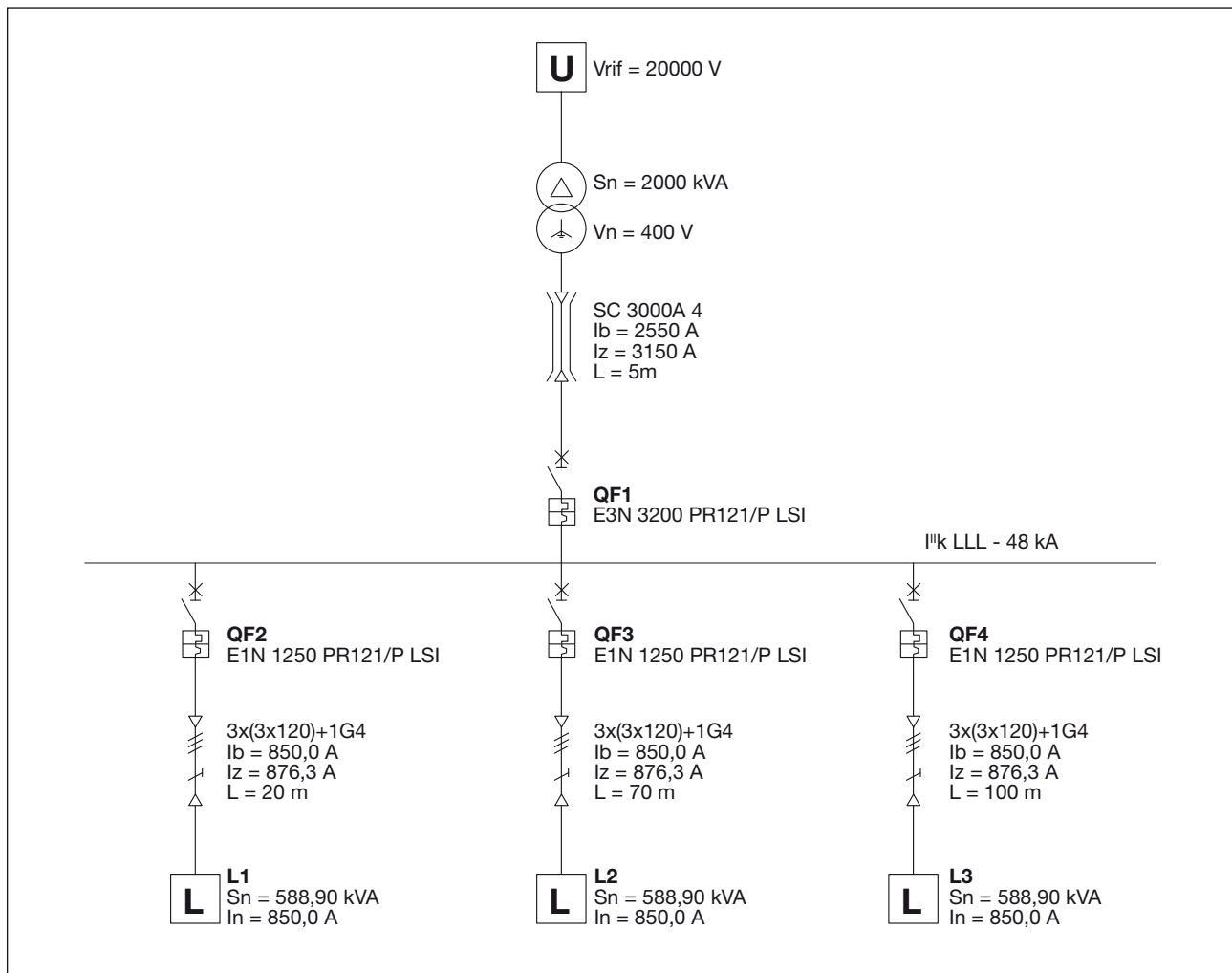
13.1 Übersichtsschaltbild

Nehmen wir an, es wird die Realisierung eines Installationsverteilers verlangt, der sofort stromab von einem MS/NS-Transformator von 2000 kVA aufzustellen ist. Von dieser Schaltanlage gehen drei Leitungen von 850A ab, die ebenso viele Verteilungsschaltanlagen speisen, mit denen wir uns hier allerdings nicht befassen.

Aus Gründen der Selektivität mit den Leistungsschaltern der nachgeschalteten Schaltgerätekombinationen wurden an den Abzweigungen der Sammelschienen Luft-Leistungsschalter gewählt.

Der Kurzschlussstrom an den Hauptverteilerschienen beträgt 48 kA.

Abbildung 13.1



13.2 Wahl der Leistungsschalter und der Außenleitungen der Schaltgerätekombination

Leistungsschalter

Wie in dem Übersichtsschaltplan gezeigt, wurden folgende Leistungsschalter gewählt:

- 1 Emax E3N3200 PR121/P - LSI In 3200 (Hauptleistungsschalter der Schaltgerätekombination QF1),
- 3 Emax E1N1250 PR121/P - LSI In 1250 (Leistungsschalter für die drei Abgänge QF2, QF3, QF4).

Leitungen

Im Eingang, vom Transformator kommend, haben wir:
 1 Verteilerschiene mit $I_z = 3150$ A; $L = 5$ m
 Abgehend von der Schaltgerätekombination, haben wir, wenn wir eine Freileitung auf perforierten Kabelrinnen annehmen:

- 1 Kabel von $L = 20$ m $3 \times (3 \times 120)$ $I_z = 876,3$ A;
- 1 Kabel von $L = 70$ m $3 \times (3 \times 120)$ $I_z = 876,3$ A;
- 1 Kabel von $L = 100$ m $3 \times (3 \times 120)$ $I_z = 876,3$ A.

13.3 Schaltanlagenfront, Verteilungssystem und Metallrahmen

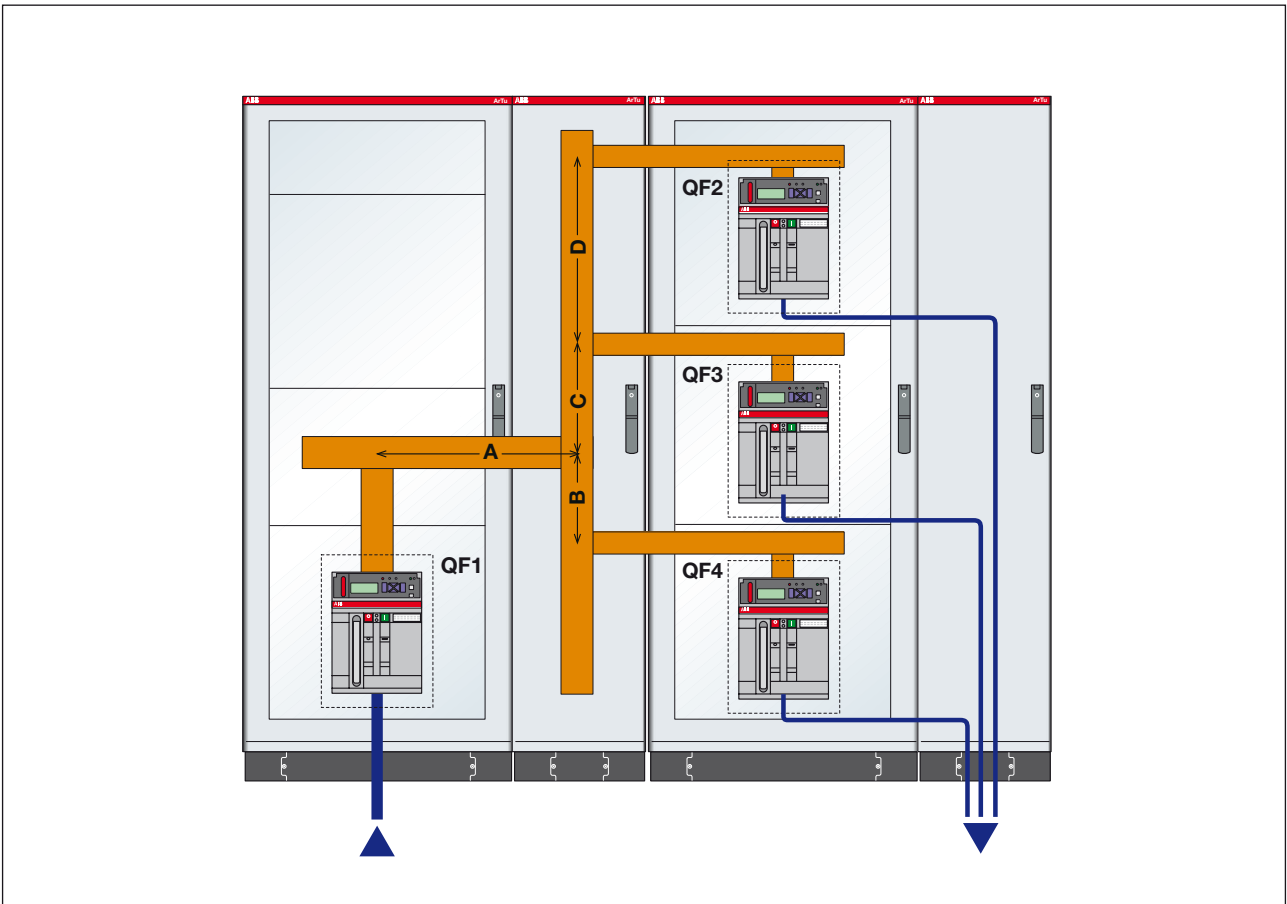
Was die Positionierung der Geräte betrifft, wurde beschlossen, den Hauptleistungsschalter in einer Spalte der Kombination und die drei abgehenden Gruppen in einer anderen anzuordnen.

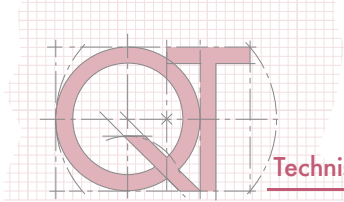
Da die Stromversorgung von unten kommt, wurde beschlossen, den Leistungsschalter QF1 unten anzuordnen.

Die Schaltgerätekombination hat keine interne Schottung.

Eine mögliche Anordnung der Schienen und der Leistungsschalter ist in der folgenden Abbildung dargestellt:

Abbildung 13.2





Stromverteilungssystem

Was die Schienen innerhalb der Schaltgerätekombination betrifft, werden diese in erster Annäherung aufgrund der Baugröße des Leistungsschalters gewählt:

Hauptverteilungsschienensystem

(Leistungsschalter QD1)

(Aus dem Generalkatalog Installationsverteiler)

BA2000 $I_n=3200$ A (IP65) I_{cw} max =100 kA

Um einen I_{cw} zu erreichen, der zum Kurzschlusswert der Anlage passt, ist folgendes zu positionieren:

5 Schienenträger **PB3201** mit einem max. Abstand von 425mm ($I_{cw} =50$ kA)

Da es sich um Luft-Leistungsschalter ohne Strombegrenzung handelt, muss der I_{cw} des Verteilersystems größer als der unbeeinflusste I_{cp} an den Schienen sein.

Abzweigschienen der Leistungsschalter

(Leistungsschalter QF2, QF3, QF4)

(Aus dem Generalkatalog Installationsverteiler)

BA1250 $I_n=1250$ A (IP65) I_{cw} max =75 kA

Um einen I_{cw} zu erreichen, der zum Kurzschlusswert der Anlage passt, ist folgendes zu positionieren:

5 Schienenträger **PB1601** mit einem max. Abstand von 425mm ($I_{cw} =50$ kA)

Verbindungsstrecken zwischen Leistungsschaltern und Schienen

(Leistungsschalter QF2, QF3, QF4).

In der Tabelle 11.2 von Abschnitt 11.4 dieses technischen Hefts stehen die Querschnitte der Schienen für den Anschluss der Leistungsschalter:

E3N32 3200 A Querschnitt 3x(100x10)

E1N12 1250 A Querschnitt 1x(80x10)

Es sind auch die maximalen Verankerungsabstände der ersten Befestigungsplatte zu beachten, die im Abschnitt 11.3 dieses technischen Hefts stehen, und zwar je nach den vorhandenen Anschlüssen.

Sammelschienenkupplungen

Wie dem "Generalkatalog Installationsverteiler" zu entnehmen ist, sind die folgenden Kupplungen erforderlich:

Sammelschienenkupplung von 3200 für Schiene von 3200, T-Kupplung, **AD1073**

Sammelschienenkupplung von 3200 für Schiene von 1250, **AD1078**.

Erdungsschiene

Wie auf Seite 44 und 45 dieses technischen Hefts angegeben, muss die Erdungsschiene einen Mindestquerschnitt haben, der 1/4 des Querschnitts der Sammelschienen entspricht. Daher wurde eine Schiene von 50x10 gewählt.

Metallstruktur

Was die Metallstruktur betrifft, wurde eine Schaltgerätekombination der Serie ArTu K mit Tür (IP 65) gewählt.

Um die Leistungsschalter, die vertikalen Schienensysteme und die abgehenden Kabel anbringen zu können, benutzt man:

2 Spalten für die Leistungsschalter,

2 Kabelanschlussräume, einen für das Schienensystem und einen für die abgehenden Kabel.

Für die korrekte Wahl der Struktur empfiehlt sich das Nachschlagen im "Generalkatalog Installationsverteiler", wo:

- für die Aufnahme der Leistungsschalter Emax E1-E2-E3 eine Schaltgerätekombination mit 800mm Tiefe, 600mm Breite und ein Installationsbausatz **KE3215** erforderlich ist

Die Kabelanschlussräume haben natürlich 800 mm Tiefe und 300 mm Breite.

Im Generalkatalog Installationsverteiler finden sich die Querstreben zur Befestigung der Formprofilschienen:

- für die horizontalen Schienen von 3200 A (**BA2000**) wird der Installationstyp Nummer 5 gewählt, so dass die korrekte Wahl zwei Komponenten **TV6221** und ein **TV8011** betrifft.
- für die vertikalen Schienen von 3200 A (**BA2000**) wird der Installationstyp Nummer 2 gewählt, so dass die korrekte Wahl die Komponente **TV8101** betrifft.
- für die horizontalen Schienen von 1250 A (**BA1250**) wird der Installationstyp Nummer 5 gewählt, so dass die korrekte Wahl zwei Komponenten **TV6221** und ein **TV8011** betrifft.

Wie im Generalkatalog Installationsverteiler angegeben, muss die Struktur mit den Bausätzen zur Nebeneinanderstellung (**AD1014**) vervollständigt werden.

13.4 Konformität mit der Norm IEC EN 61439-2

Es ist erforderlich, die Konformität der Schaltgerätekombination mit der Norm IEC EN 61439-2 zu prüfen.

Thermischer Nachweis der Schaltgerätekombination

Mit Bezug auf dem Abschnitt 10.10.3 der IEC EN 61439-1, da die Konfiguration der zu realisierenden Schaltgerätekombination der einer Schaltgerätekombination gleicht, die mit Prüfungen im Labor nachgewiesen wurde, und insbesondere da sie:

- die gleiche Bauart wie die für den Nachweis benutzt hat,
- größere Außenabmessungen als die für den Nachweis verwendeten hat,
- die gleichen Kühlbedingungen (natürliche Konvektion und gleiche Lüftungsschlitze) wie die für den Nachweis verwendeten hat,
- die gleiche Form der inneren Unterteilung wie die für den Nachweis verwendete hat,
- eine geringere Verlustleistung im gleichen Schaltfeld wie die für den Nachweis verwendete hat,
- die gleiche Zahl von Abgangsstromkreisen für jedes Schaltfeld hat,

ergibt sich, dass die Grenzen der Erwärmung nachgewiesen sind.

Der deutlichste Unterschied ist die Anordnung der Hauptleistungsschalters QF1.

In der nachgewiesenen Schaltgerätekombination befindet er sich im oberen Teil der Schaltgerätekombination, während er sich in der zu realisierenden im unteren Teil befindet. Da sich jedoch keine anderen Geräte innerhalb dieser Schrankspalte befinden und da der Leistungsschalter sich in einem kälteren Bereich als der in der nachgewiesenen Schaltgerätekombination befindet, kann man davon ausgehen, dass diese Variante **die Leistungen der Schaltgerätekombination nicht auf entscheidende Weise beeinflusst** (immer unter dem thermischen Gesichtspunkt).

Nachweis der dielektrischen Eigenschaften

Die dielektrischen Eigenschaften der nachzuweisenden Schaltgerätekombination sind die gleichen, die für das System ArTu erklärt worden sind, vorausgesetzt die Montageanleitungen der einzelnen Komponenten sind auf eine korrekte Weise ausgeführt worden.

Zu diesem Zweck ist der Schaltanlagenbauer dafür zuständig, die fachgerechte Anordnung jedes einzelnen Teils aufmerksam auszuführen, das separat und mit den entsprechenden Trägern für die Befestigung geliefert worden ist.

Es sei daran erinnert, dass bei Zunahme der Schottungsform die internen Montageräume im proportionalen Verhältnis abnehmen und dass der Einsatz von nicht dazu gehörigen Teilen (nach Maß angefertigte Metallteile, etwaige Behälter oder Metallschellen zur Befestigung), wie auch der Einbau von elektronischen Komponenten mit Metallgehäuse (Karten, Starteinrichtungen, Monitore, Abschirmungen und ähnliches) die dielektrische Festigkeit der Kombination verringern oder in Frage stellen können.

Um die Produktspezifikationen zu prüfen, hat ABB SACE sowohl bei Wechselstrom mit Frequenz von 50 Hz als auch bei Stehstoßspannung angemessene Prüfungen durchgeführt und die folgenden Leistungen erhalten:

- Bemessungs-Spannung $U_n = 400 \text{ V}$,
- Bemessungs-Isolationsspannung $U_i = 1000 \text{ V}$,
- Bemessungs-Stoßspannungsfestigkeit $U_{imp} = 8 \text{ kV}$.

Nachweis der Kurzschlussstehfestigkeit

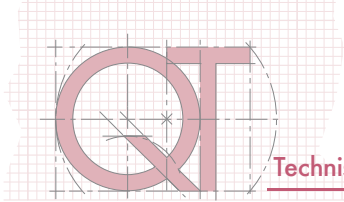
Mit den Auslegungen, die für die Schienen und die Leistungsschalter getroffen wurden, und unter korrekter Befolgung der Montageanleitungen ist die Kurzschlussfestigkeit bis zu dem im Katalog angegebenen Wert als nachgewiesen zu betrachten.

Neben des Befestigungsabständen zwischen den Schienen und den entsprechenden Schienenträgern sind auch die mechanischen Anzugsmomente zwischen den Schienen und den Schienenträgern korrekt einzuhalten, wobei zu prüfen ist, dass sie zwischen den verlangten kleinsten und größten Werten liegen. Außerdem darf man nicht vergessen, dass die höchstzulässigen Verdrahtungsabstände zwischen der Eingangs- oder Ausgangsklemme der Geräte und dem ersten Schienenträger eingehalten werden müssen. Diese Abstände sind geprüft worden und stehen in besonderen Tabellen, die sich im Abschnitt 11.3 dieses Dokuments befinden.

In diesem Fall werden keine besonderen Anleitungen von den Konstruktionsregeln verlangt, so dass die Kurzzeitstromfestigkeit der Kombination ausreicht, die für I_{cw} den folgenden Wert erreichen kann: **$I_{cw} = 50 \text{ kA}$** .

Nachweis der Kurzschlussstehfestigkeit des Schutzstromkreises

Bei Beachtung der Montageanleitungen der Metallkomponenten ist der effektive elektrische Durchgang zwischen den berührbaren inaktiven Metallteilen mit vernachlässigbaren Widerstandswerten nachgewiesen. Wenn man wie nach Projekt einen Querschnitt der Erdungsschiene wählt und dabei die Tabellen der Norm anwendet oder die Einhaltung des maximalen I^2t der Werkstoffe berechnet, ist die Kurzschlussfestigkeit auch für den Schutzstromkreis nachgewiesen.



Nachweis der Isolierstrecken

Unter Beachtung der Zusammenbau- und Montageanleitungen der Metallstruktur und der Leistungsschalter von ABB SACE, die zum Lieferumfang jedes Produkts gehören, sind angemessene Isolationsstrecken gewährleistet.

Auf jeden Fall gestattet es die Abnahmeprüfung, am Ende der Montage etwaige Fehler bei der Positionierung oder den Abständen sowohl von den spannungsführenden Teilen als von der Masse noch festzustellen und bei Bedarf zu korrigieren.

Diese Kontrolle empfiehlt sich besonders im Fall von Kombinationen mit der Form drei oder vier.

Nachweis der mechanischen Funktionstüchtigkeit

Es handelt sich um einen der Stücknachweise, welche die Korrektheit der Verbindungen prüft, welche die Fernsteuer-, Regel- und Sicherheitssysteme speisen, die vital für die Schaltgerätekombination, die Anlage oder die Maschine sind.

Unter Beachtung der Montageanleitungen der Metallstruktur und der Leistungsschalter von ABB SACE ist die mechanische Funktionstüchtigkeit nachgewiesen.

Nachweis der Schutzart

Bei Beachtung der Montageanleitungen der Metallstruktur, der Leistungsschalter und der entsprechenden Rahmen, Dichtungen und Kabelverschraubungen, mit denen die Schaltgerätekombinationen von ABB SACE ausgeliefert werden, kann man eine Schutzart bis zu **IP65** erhalten.

Nachweis der Durchgängigkeit

Die Norm IEC EN 61439 schreibt vor, alle vorhandenen und zugänglichen Körper der Schaltgerätekombination zu erden. Während der Abnahmeprüfung muss auf diesen Anschlüssen, die verschraubt, geschweißt oder auf eine andere Weise ausgefügt sein können, eine besondere Sichtprüfung vorgenommen werden.

Das System ArTu entspricht seit Jahren diesen Erfordernissen durch einen einzigen Erdungsanschluss der Metallstruktur (in der Regel längs einer der Ständer).

Die einfache mechanische Befestigung zwischen den Blechtafeln, Deckeln, Schildern, Ösenschrauben etc. durch Schrauben und Mutterschrauben, die eigens im Labor geprüft wurden, wird nämlich hinsichtlich der galvanischen Durchgängigkeit zur Erde als ausreichend betrachtet.

Auf diese Weise werden Probleme wie Korrosion, Kontakt oder Sicherheitsübertragungen mit Potentialausgleich an alle gefährlichen Teile auf eine elegante Weise gelöst.

Anhang A: Formulare für die Konformitätserklärung und die Prützertifikate

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG NIEDERSpannungs-SCHALTGERÄTEKOMBINATIONEN NACH IEC EN 61439-2 (IEC EN 61439-2)

Die Firma

Mit Sitz in

Hersteller der Schaltgerätekombination.....

.....

Erklärt unter der eigenen Verantwortung, dass die oben beschriebene Schaltgerätekombination fachgerecht und entsprechend aller Spezifikationen realisiert worden ist, die in der Norm IEC EN 61439-2 vorgesehen sind.

Sie erklärt außerdem, ABB SACE Komponenten verwendet zu haben, die Auswahlkriterien und die Montageanleitungen beachtet zu haben, die in den entsprechenden Katalogen und Anleitungsblättern vorgesehen sind, und während der Montage oder durch Änderungen die Leistungen des verwendeten Materials, die in den schon genannten Katalogen erklärt werden, auf keinerlei Weise im Frage gestellt zu haben.

Diese Leistungen und die ausgeführten Nachweiser gestatten es daher, die Konformität der fraglichen Schaltgerätekombination mit den folgenden Anforderungen der Norm zu erklären:

Bauanforderungen (Konstruktion);

- Festigkeit von Werkstoffen und Teilen der Schaltgerätekombination
- Schutzart
- Luft- und Kriechstrecken
- Schutz gegen elektrischen Schlag
- Einbau von Schaltgeräten und Bauteilen
- Innere Stromkreise und Verbindungen
- Anschlüsse für von außen eingeführte Leiter

Leistungsanforderungen

- Isolationseigenschaften
- Erwärmung
- Kurzschlussfestigkeit
- Elektromagnetische Verträglichkeit(EMV)
- Mechanische Funktion

Wir erklären schließlich unter unserer Verantwortung, alle Stücknachweise, die von der Norm vorgesehen sind, mit positivem Ausgang ausgeführt zu haben, und zwar:

Bauanforderungen:

- Schutzgrad der Unhüllung,
- Luft- und Kriechstrecken
- Schutz gegen elektrischen Schlag und die Durchgängigkeit von Schutzleiterkreisen,
- Einbau von Schaltgeräten und Komponenten,
- Innere Stromkreise und Verbindungen,
- Anschlüsse für von außen eingeführte Leiter,
- mechanische Funktion.

Leistungsanforderungen:

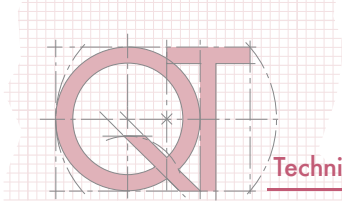
- Isolationseigenschaften
- Verdrahtung, Leistungen bei Betriebsbedingungen und Funktionalität.

Datum und Ort.....

.....

Unterschrift

(vollständiger Namen und Funktion der Person, die im Auftrag des Herstellers zur Unterschreibung beauftragt wurde)



**PRÜFZERTIFIKAT
NIEDERSpannungs-SCHALTGERÄTEKOMBINATIONEN - NACH DEN
STÜCKNACHWEISEN, DIE VON DER NORM IEC EN 61439-2 VORGESEHEN SIND**

Die Firma
Mit Sitz in
Hersteller der Schaltgerätekombination.....
.....

stellt das

PRÜFZERTIFIKAT

aus und bescheinigt mit diesem Dokument, dass alle technischen Prüfungen ausgeführt wurden, die von den an das Produkt anwendbaren Normen vorgesehen sind, und insbesondere die der Norm IEC EN 61439-2 (Klassifikation IEC EN 61439-2), so wie auch alle juristischen und normenbedingten Verpflichtungen erfüllt worden sind, die von den geltenden Anordnungen verlangt werden.

Datum und Ort.....
.....

Unterschrift
(vollständiger Namen und Funktion der Person, die im Auftrag des Herstellers zur Unterschreibung beauftragt wurde)

**EG-KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
NIEDERSpannungs-SCHALTGERÄTEKOMBINATIONEN NACH IEC EN 61439-2
(IEC 61439-2)**

Die Firma
 Mit Sitz in
 Hersteller der Schaltgerätekombination.....

Erklärt unter der eigenen Verantwortung, dass die Schaltgerätekombination

Typ
 Serien-N.
 Bezugsnorm IEC EN 61439-2
 Jahr der Anbringung der Kennzeichnung.....

Konformität mit den Bestimmungen der folgenden gemeinschaftlichen Richtlinien (einschließlich der letzten Änderungen) aufweist, wie auch mit der entsprechenden nationalen Gesetzgebung

Bezug Nr.	Titel
Die Richtlinie 2006/95/EG,	Niederspannungs-Richtlinie
Die Richtlinie EMV 2004/108/EG	Richtlinie zur elektromagnetischen Verträglichkeit ⁽¹⁾
93/68/EWG	Richtlinie zur CE-Kennzeichnung

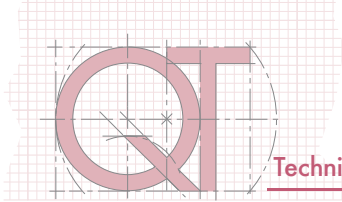
und dass die folgende harmonisierte Norm angewendet wurde

Norm Code	Ausgabe	Titel
IEC EN 61439-1	I	Norm IEC EN 61439-1 Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen (NS-SK) Teil 1: Allgemeine Festlegungen
IEC EN 61439-2	I	Norm IEC EN 61439-2 Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen Teil 2: Energie-Schaltgerätekombinationen

⁽¹⁾ Diese Richtlinie auslassen, falls die Übereinstimmung damit nicht verlangt wird

Datum und Ort.....

Unterschrift
 (vollständiger Namen und Funktion der Person, die im Auftrag des Herstellers zur Unterschreibung beauftragt wurde)



CHECK-LISTE FÜR STÜCKNACHWEISE

Kunde

Anlage

Auftrag/Schaltgerätekombination:

Kontrollvorgänge	Geprüft	Resultat	Operator
1) Konstruktion			
a) Schutzgrad der Unhüllung			
b) Luft- und Kriechstrecken			
c) Schutz gegen elektrischen Schlag und die Durchgängigkeit von Schutzleiterkreisen			
d) Einbau von Schaltgeräten und Komponenten			
e) Innere Stromkreise und Verbindungen			
f) Anschlüsse für von außen eingeführte Leiter			
g) mechanische Funktion			
2) Leistung			
a) Isolationseigenschaften,			
b) Verdrahtung, Leistungen bei Betriebsbedingungen und Funktionalität.			

Nachweis durch:

	Während des Zusammenbaus	Nach dem Zusammenbau
	<input type="text"/>	<input type="text"/>

BERICHT ZUM STÜCKNACHWEIS (ABNAHMEPRÜFUNG)

Kunde
 Anlage
 Auftrag Nr.

Typ und Identifikation der Schaltgerätekombination

Übersichtszeichnung.....
 Wirkschaltplan
 Weitere Schaltbilder
 Bemessungs-Betriebsspannung.....
 Bemessungs.Strom im Eingangstromkreis.....

Stücknachweise ausgeführt gemäß der Norm IEC EN 61439-2

	Resultat
- Schutzgrad der Unhüllung,	
- Luft- und Kriechstrecken,	
- Schutz gegen elektrischen Schlag und die Durchgängigkeit von Schutzleiterkreisen,	
- Einbau von Schaltgeräten und Komponenten,	
- Innere Stromkreise und Verbindungen,	
- Anschlüsse für von außen eingeführte Leiter,	
- mechanische Funktion.	
- Isolationseigenschaften	
- Verdrahtung, Leistungen bei Betriebsbedingungen und Funktionalität.	

Nachweise ausgeführt bei
 im Beisein von Herrn

**Die fragliche Schaltgerätekombination hat die oben genannten Prüfungen bestanden und
 ist daher mit der Norm IEC EN 61439-2 konform**

Kontakt

ABB SACE

A division of ABB S.p.A.

L.V. Breakers

Via Baioni, 35

24123 Bergamo - Italy

Phone: +39 035 395 111

Fax: +39 035 395 306-433

www.abb.com

The data and illustrations are not binding.
We reserve the right to make changes in the
course of technical development of the product.

Copyright 2011 ABB. All rights reserved.