

### 3 Bestimmungen allgemeiner Merkmale

Dieser Teil der NIN übernimmt die Bestimmungen von Teil 3 «Bestimmungen allgemeiner Merkmale» des  HD 60364-1, welche für das Gebiet der Schweiz massgebend sind.

Das HD seinerseits basiert auf der  IEC 60364-1.

#### Teil 3

#### 3.0 Allgemeines

#### 3.1 Zweck, Stromversorgung und Aufbau der Anlage

3.1.1 Leistungsbedarf und Gleichzeitigkeitsfaktor

3.1.2 Leiteranordnung und System nach Art der Erdverbindung

3.1.2.1 Anordnung stromführender Leiter abhängig von der Art des Stromes

3.1.2.2 Systeme nach Art der Erdverbindungen

3.1.3 Stromversorgungen

3.1.3.1 Allgemeines

3.1.3.2 Stromversorgungen für Anlagen für Sicherheitszwecke und Ersatzstromversorgungsanlagen

3.1.4 Aufteilung in Stromkreise

#### 3.2 Klassifizierung äusserer Einflüsse

#### 3.3 Verträglichkeit

3.3.1 Verträglichkeit von Merkmalen

3.3.2 Elektromagnetische Verträglichkeit

#### 3.4 Instandhaltbarkeit

#### 3.5 Stromversorgungen für Sicherheitszwecke

3.5.1 Allgemeines

3.5.2 Klassifizierung

#### 3.6 Verfügbarkeit der Versorgung

### 3.0 Allgemeines

- .1 Die folgenden charakteristischen Merkmale der Anlagen sind entsprechend den angegebenen Kapiteln zu bestimmen:
- der beabsichtigte Verwendungszweck der Anlage, ihr allgemeiner Aufbau und ihre Stromversorgungen:  3.1,  3.5,  3.6
  - die äusseren Einflüsse, denen die Anlage ausgesetzt ist:  3.2
  - die Verträglichkeit der Betriebsmittel der Anlage:  3.3
  - die Instandhaltbarkeit der Anlage:  3.4

Diese charakteristischen Merkmale sind bei der Wahl der Schutzmassnahmen (Teil 4) und bei der Auswahl und Errichtung der Betriebsmittel (Teil 5) zu berücksichtigen.

#### Anmerkung:

*Für andere Arten von Anlagen, z.B. für Fernmeldeanlagen oder elektronische Heim- und Gebäudeanlagen (HBES) usw. sollten die für die Art der Anlage zutreffenden*

 *CENELEC-Dokumente berücksichtigt werden. Für Fernmeldeanlagen sind auch die Veröffentlichungen der ITU-T (International Telecommunication Union - Telecommunication) und ITU-R (International Telecommunication Union - Radiocommunication) zu berücksichtigen.*

### 3.1 Zweck, Stromversorgung und Aufbau der Anlage

#### 3.1.1 Leistungsbedarf und Gleichzeitigkeitsfaktor

Für eine wirtschaftliche und zuverlässige Planung der Anlage innerhalb der Grenzwerte für die Erwärmung und des Spannungsfalls ist die Ermittlung des maximalen Leistungsbedarfs wesentlich. Bei der Ermittlung des Leistungsbedarfs der Anlage oder eines Teils der Anlage darf ein Gleichzeitigkeitsfaktor berücksichtigt werden.

#### 3.1.2 Leiteranordnung und System nach Art der Erdverbindung

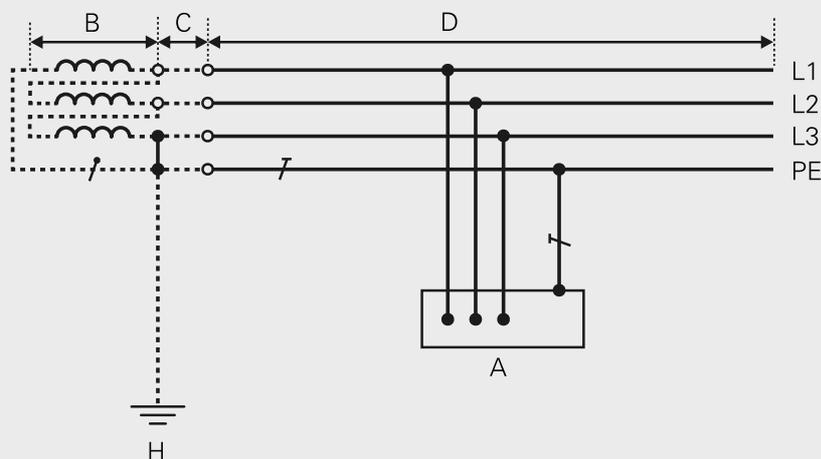
Die folgenden Merkmale sind zu berücksichtigen:

- Anordnung stromführender Leiter unter normalen Betriebsbedingungen;
- Systeme nach Art der Erdverbindungen.

##### .1 System TN (AC)

##### 1. System TN mit Mehrfacheinspeisung (AC)

3.1.2 Figur 1: System TN-S mit getrenntem geerdeten Aussenleiter und Schutzleiter im gesamten System



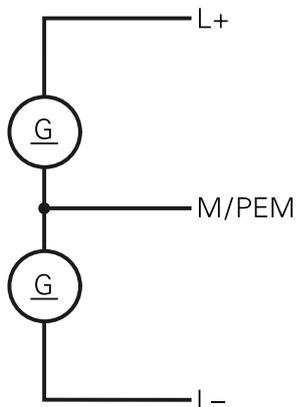
##### Legende

A	Körper
B	Stromquelle
C	Verteilungsnetz (wenn vorhanden)
D	Anlage
H	Erdung an der Stromquelle

##### Anmerkung:

*Zusätzliche Erdung in der Anlage darf vorgesehen werden.*

3.1.2 Figur 24: 3-Leiter-Anordnung



**Anmerkung:**

PEL- und PEM-Leiter sind keine aktiven Leiter, obwohl sie Betriebsstrom führen. Deshalb wird die Bezeichnung 2-Leiter-Anordnung bzw. 3-Leiter-Anordnung angewendet.

**3.1.2.2 Systeme nach Art der Erdverbindungen**

In der NIN werden folgende Systeme nach Art der Erdverbindung berücksichtigt:

**Anmerkungen:**

Die 3.1.2 Figur 25 bis 3.1.2 Figur 31 und 3.1.2 Figur 1 bis 3.1.2 Figur 9 sind Beispiele für übliche Dreiphasen-Wechselstromsysteme. Die 3.1.2 Figur 32 bis 3.1.2 Figur 36 und 3.1.2 Figur 10 bis 3.1.2 Figur 14 sind Beispiele für übliche Gleichstromsysteme.

Die gestrichelten Linien zeigen Teile des Systems, die nicht durch den Anwendungsbereich der NIN abgedeckt sind, während die durchgezogenen Linien die durch die NIN abgedeckten Teile des Systems zeigen.

Für private Stromversorgungssysteme dürfen die Stromquelle und/oder das Verteilungsnetz als Teil der Anlage im Geltungsbereich der NIN angesehen werden. In diesem Fall dürfen die Bilder vollständig mit durchgezogenen Linien dargestellt werden.

Die verwendeten Kurzzeichen haben folgende Bedeutung:  
Erklärung der Kurzzeichen

Erster Buchstabe	Beziehung des Stromversorgungssystems zur Erde:
T	Direkte Verbindung eines Punkte zur Erde.
I	Entweder alle aktiven Teile von Erde getrennt oder ein Punkt über eine hohe Impedanz mit Erde verbunden.
Zweiter Buchstabe	Beziehung der Körper der elektrischen Anlage zur Erde.
T	Direkte elektrische Verbindung der Körper zur Erde, unabhängig von der etwa bestehenden Erdung eines Punkts des Versorgungssystems.

N	Direkte elektrische Verbindung der Körper mit dem geerdeten Punkt des Stromversorgungssystems (in Wechselstromsystemen ist der geerdete Punkt des Stromversorgungssystems im Allgemeinen der Sternpunkt oder, falls ein Sternpunkt nicht vorhanden ist, ein Aussenleiter).
Weitere Buchstaben	(falls vorhanden) Anordnung des Neutralleiters und des Schutzleiters:
S	Schutzfunktion, die durch einen vom Neutralleiter oder von dem geerdeten Aussenleiter getrennten Leiter vorgesehen wird.
C	Neutralleiter- und Schutzleiterfunktion, kombiniert in einem einzigen Leiter (PEN-Leiter).

**3.1.2.2.1 System TN**

**3.1.2.2.1.1 Systeme mit Einfachspeisung**

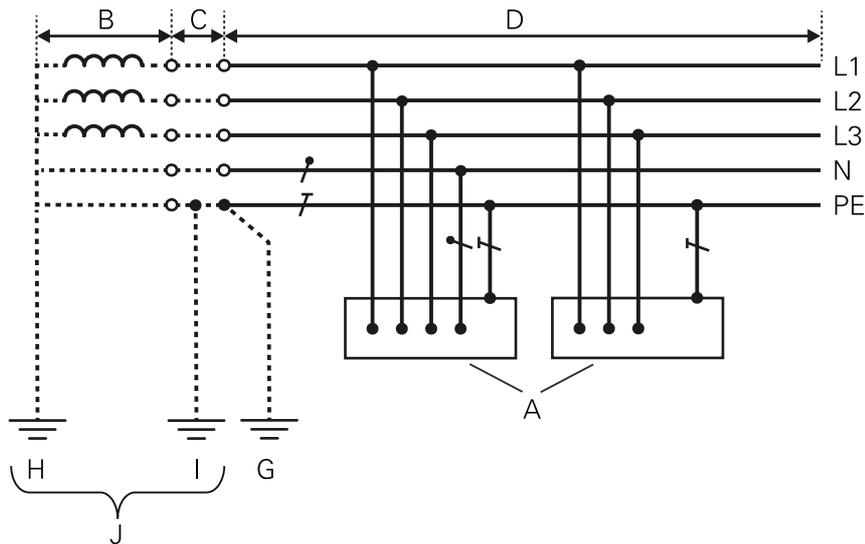
Im Versorgungssystem TN ist ein Punkt direkt geerdet; die Körper der elektrischen Anlagen sind über Schutzleiter mit diesem Punkt verbunden. Drei Arten von Systemen TN sind entsprechend der Anordnung des Neutralleiters und des Schutzleiters wie folgt zu unterscheiden:

System TN-S: im gesamten System wird ein getrennter Schutzleiter verwendet (Beispiele  3.1.2 Figur 25 und  3.1.2 Figur 1 und  3.1.2 Figur 2).

**Anmerkung:**

Erklärung der Symbole in  3.1.2.2

3.1.2 Figur 25: System TN-S mit getrenntem Neutralleiter und Schutzleiter im gesamten System



**Anmerkung:**

Zusätzliche Erdung des Schutzleiters in der Anlage darf vorgesehen werden.

System TN-C-S: Neutralleiter und Schutzleiterfunktion sind in einem einzigen Leiter in einem Teil des Systems kombiniert (Beispiele  3.1.2 Figur 26 und  3.1.2 Figur 3 und  3.1.2 Figur 4).

Corrigendum 08.2020

☐ 4.1.1.7 Abs. 2 und 4.1.1.7 Abs. 3 beschrieben sind, angewendet werden, um den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) und Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren) sicherzustellen. Diese Kombination von Vorkehrungen wird FELV genannt.

---

**Anmerkung:**

*Solche Bedingungen können zum Beispiel vorgefunden werden, wenn der Stromkreis Betriebsmittel (wie Transformatoren, Relais, ferngesteuerte Schalter, Schütze) enthält, deren Isolierung im Hinblick auf Stromkreise mit höherer Spannung unzureichend ist.*

---

**.2 Anforderungen an den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren)**

Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) muss vorgesehen werden:

- entweder durch Basisisolierung gemäss ☐ 4.1.A.1 und entsprechend der Bemessungsspannung des Primärstromkreises der Stromquelle
- oder durch Abdeckungen oder Umhüllungen gemäss ☐ 4.1.A.2.

**.3 Anforderungen an den Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)**

Die Körper der Betriebsmittel des FELV-Stromkreises müssen mit dem Schutzleiter des Primärstromkreises der Stromquelle verbunden werden, vorausgesetzt, der Primärstromkreis ist geschützt durch die in ☐ 4.1.1.3 und eine der in ☐ 4.1.1.4 bis 4.1.1.6 beschriebenen Schutzmassnahmen zur automatischen Abschaltung der Stromversorgung.

**.4 Stromquellen**

Die Stromquelle für das FELV-System muss entweder ein Transformator mit zumindest einfacher Trennung zwischen den Wicklungen sein oder sie muss die Bestimmungen von ☐ 4.1.4.3 erfüllen.

---

**Anmerkung:**

*Wenn das FELV-System von einem Versorgungssystem höherer Spannung durch Betriebsmittel versorgt wird, die nicht mindestens einfache Trennung zwischen diesem System und dem Kleinspannungssystem herstellen, wie Spartransformatoren, Potentiometer, Halbleitereinrichtungen usw., dann wird der Ausgangstromkreis als eine Erweiterung des Primärstromkreises angesehen und muss durch die im Eingangstromkreis angewendete Schutzmassnahme geschützt sein.*

---

**.5 Steckvorrichtungen**

Steckvorrichtungen für FELV-Systeme müssen mit den folgenden Anforderungen übereinstimmen:

- Stecker dürfen nicht in Steckdosen für andere Spannungssysteme eingeführt werden können.
- In Steckdosen dürfen keine Stecker für andere Spannungssysteme eingeführt werden können.
- Steckdosen müssen einen Schutzkontakt aufweisen.

## 4.1.2 Schutzmassnahme: Doppelte oder verstärkte Isolierung (Sonderisolierung)

### 4.1.2.1 Allgemeines

- .1 Doppelte oder verstärkte Isolierung ist eine Schutzmassnahme in der:
  - der Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) durch Basisisolierung vorgesehen ist und der Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren) durch eine zusätzliche Isolierung vorgesehen ist oder
  - der Basisschutz und Fehlerschutz durch verstärkte Isolierung zwischen aktiven Teilen und berührbaren Teilen vorgesehen ist.
- .2 Die Schutzmassnahme «Doppelte oder verstärkte Isolierung» ist in allen Situationen anwendbar, ausser den in  7 festgelegten Ausnahmen.
- .3 In Fällen, wo diese Schutzmassnahme als alleinige Schutzmassnahme angewendet wird (z.B. wenn für einen Stromkreis oder einen Teil einer Anlage vorgesehen ist, nur Betriebsmittel mit doppelter oder verstärkter Isolierung zu errichten), muss nachgewiesen werden, dass sich dieser Stromkreis oder der Teil der Anlage im normalen Betrieb unter wirksamer Überwachung befindet, so dass keine Änderung vorgenommen werden kann, welche die Wirksamkeit der Schutzmassnahme beeinträchtigt. Diese Schutzmassnahme darf nicht angewendet werden, wenn ein Stromkreis eine oder mehrere Steckdosen enthält oder wenn ein Anwender ohne Berechtigung Teile von Betriebsmitteln auswechseln kann.

### 4.1.2.2 Anforderungen an den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren) und Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)

#### 4.1.2.2.1 Elektrische Betriebsmittel

In Fällen, wo die Schutzmassnahme doppelte oder verstärkte Isolierung für die gesamte Anlage oder einen Anlagenteil angewendet wird, müssen die elektrischen Betriebsmittel mit den in einem der folgenden Unterabschnitten festgelegten Anforderungen übereinstimmen:

-  4.1.2.2.1 Abs. 1 oder
-  4.1.2.2.1 Abs. 2 und  4.1.2.2.2 oder
-  4.1.2.2.1 Abs. 3 und  4.1.2.2.2.

- .1 Elektrische Betriebsmittel müssen typgeprüft und nach den einschlägigen Normen gekennzeichnet sein und den folgenden Bauarten entsprechen:
  - elektrische Betriebsmittel mit doppelter oder verstärkter Isolierung (Betriebsmittel der Schutzklasse II)
  - elektrische Betriebsmittel, die in der relevanten Produktnorm als mit Schutzklasse II gleichwertig deklariert sind, wie Schaltgerätekombinationen mit vollständiger Isolierung ( SN EN 61439-1).

---

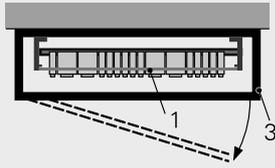
#### Anmerkung:

Diese Betriebsmittel sind mit dem Symbol  gekennzeichnet.

---

- .2 Elektrische Betriebsmittel, die nur eine Basisisolierung haben, müssen eine zusätzliche Isolierung erhalten, die während des Errichtens der elektrischen Anlage angebracht wird und mit der ein Grad an Sicherheit gleichwertig zu elektrischen Betriebsmitteln gemäss  4.1.2.2.1 Abs. 1 erreicht wird und die die Bestimmungen von  4.1.2.2.2 Abs. 2 bis  4.1.2.2.2 Abs. 3 erfüllt.
- .3 Elektrische Betriebsmittel, die nicht isolierte aktive Teile haben, müssen eine verstärkte Isolierung erhalten, die während des Errichtens der elektrischen Anlage angebracht wird und mit der ein Grad an Sicherheit gleichwertig zu Betriebsmitteln gemäss  4.1.2.2.1 Abs. 1 erreicht wird und welche die Bestimmungen von  4.1.2.2.2 Abs. 2 und 4.1.2.2.2 Abs. 3 erfüllt; diese Form der Isolierung ist nur zulässig in Fällen, wo die Konstruktionsmerkmale die Anbringung einer doppelten Isolierung nicht zulassen.

4.2.2 Figur 3: c) «geprüftes Gehäuse»

**Legende**

- |   |   |
|---|---|
| 1 | Schaltgerätekombination   |
| 3 | geprüftes Gehäuse IP5X, nicht brennbar mit Feuerwiderstand 30 Minuten (Zertifikat erforderlich) |

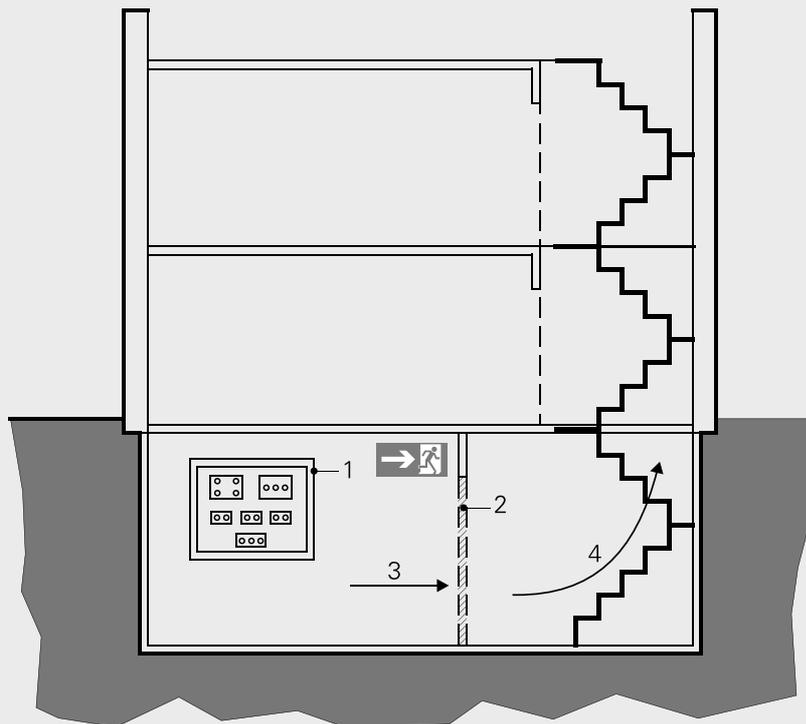
- .5 **CH** In horizontalen Fluchtwegen, welche gegenüber vertikalen Fluchtwegen einen Brandabschluss aufweisen, sind Schaltgerätekombinationen in Gehäusen der Schutzart IP4X aus Baustoffen der RF1 zu installieren. Dichtungen bei Kabelverschraubungen dürfen aus Materialien der RF3 bestehen.

Muss bei einem Brand in der Schaltgerätekombination **im horizontalen Fluchtweg** (Korridor) mit der Verqualmung des vertikalen Fluchtweges (Treppenhaus) gerechnet werden, ist ein Brandabschnitt erforderlich.

Um diese Bedingung zu erfüllen, gibt es zwei Möglichkeiten:

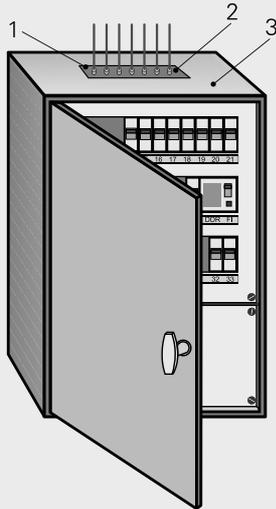
1. Die Schaltgerätekombination erfüllt die Anforderungen von  4.2.2.2 Abs. 4 oder
2. Ist der Korridor gegenüber dem vertikalen Fluchtweg (Treppenhaus) mit einer Brandschutztüre mindestens E 30 abgetrennt, so reicht ein nicht brennbares rauchhemmendes Gehäuse.

4.2.2 Figur 4: Anordnung einer Schaltgerätekombination im Korridor eines mehrgeschossigen Gebäudes (Anordnung b)



**Legende**

- 1 SK in nicht brennbarem, rauchhemmenden Gehäusen
- 2 Türe E30
- 3 horizontaler Fluchtweg
- 4 vertikaler Fluchtweg

**4.2.2 Figur 5: Mögliche Ausführung eines nicht brennbaren, rauchhemmenden Gehäuses****Legende**

- 1 Nichtbrennbare Abdeckung
- 2 Nichtbrennbare Kabeleinführung IPX4 (Dichtung brennbar möglich)
- 3 Nichtbrennbares Gehäuse (AP-Montage) oder nichtbrennbare Schrankfront (UP-Montage) mind. IP4X

**.6  Einrichtungen der Informationstechnik**

Bei der Aufstellung von Betriebsmitteln der Informationstechnik (wie z.B. Brandmelde-, Gegensprech-, Videoanlagen resp. Bildschirme) in Fluchtwegen sind die Brandschutzrichtlinien zu berücksichtigen.

**.7  Kabel**

1. In vertikalen Fluchtwegen sind nur Kabel zulässig, die zur Versorgung oder der Kommunikation der dort installierten Geräte und Installationen dienen.
2. In horizontalen Fluchtwegen sind Kabel bis zu einer gesamten Brandlast von 200 MJ/Laufmeter Fluchtweg zulässig.

Die Summe der im horizontalen Fluchtweg vorhandenen Brandlast aus Kabeln geteilt durch die Länge des horizontalen Fluchtweges darf max. 200 MJ/Laufmeter (55.6 kWh/m) betragen. Örtlich sind höhere Werte zulässig.

Die Brandschutzbehörde kann Nachweise für die Berechnung der Brandbelastung verlangen.

#### 4.2.2.4 Räume oder Orte mit brennbaren Baustoffen

---

##### **Anmerkung:**

*Gebäude, die hauptsächlich aus brennbaren Baustoffen hergestellt sind, z.B. Holzhäuser.*

---

- .1 Vorsorge muss getroffen werden, um sicherzustellen, dass elektrische Betriebsmittel, brennbare Wände, Fussböden und Decken nicht entzünden können. Dies kann erreicht werden durch geeignete Planung, Auswahl und Installation der elektrischen Betriebsmittel.

Um das Eindringen fester Fremdkörper zu vermeiden, müssen in vorgefertigte Hohlwände installierte Dosen und Gehäuse, die wahrscheinlich während der Errichtung der Wand gebohrt werden, einen Schutzgrad von mindestens IP3X besitzen.

- .2 Für Leuchten gelten die Bestimmungen in  4.2.2.3 Abs. 1

- .3  Auswahl und Errichtung von Betriebsmitteln in Hohlwänden:

1. Betriebsmittel wie Dosen und Gehäuse für Installationsgeräte, Schaltgerätekombinationen und dgl., die in brennbaren Hohlwänden eingebaut werden, müssen den Prüfanforderungen der massgebenden Normen entsprechen.
2. Wenn Betriebsmittel, die nicht die Anforderungen von  4.2.2.4 Abs. 1 erfüllen, in brennbare Hohlwände eingebaut werden, müssen sie von nichtbrennbaren und wärmeisolierenden Stoffen umschlossen sein.

Werden solche Stoffe verwendet, muss der Einfluss des Materials auf die Ableitung der Wärme vom Betriebsmittel berücksichtigt werden.

Dies gilt auch für Hohlwände aus nichtbrennbaren Stoffen, wenn brennbare Isolierstoffe vorhanden sind (z.B. zur Wärme- oder Schalldämmung).

Schalter und Steckvorrichtungen sind mit einem Einlasskasten von brennbaren Gebäudeteilen zu trennen. Diese Einlasskasten sowie Verteildosen müssen der  SN EN 60670 entsprechen.

---

##### **Anmerkung:**

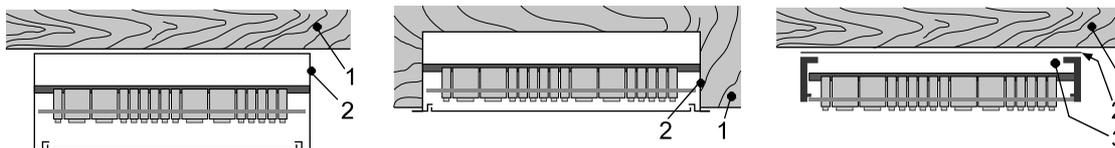
*Hohlwände bestehen im allgemeinen aus Rahmen, abgedeckt mit Gipsplatten, Spanplatten oder dgl., Verputz (Gips), Holz oder Metallplatten. Hohlwände können auch fabrikfertig hergestellt sein. Betriebsmittel dürfen in Hohlwände eingebaut und Leitungen fest oder beweglich angebracht werden.*

---

- .4  Schaltgerätekombinationen, die gegen brennbare Gebäudeteile und Stoffe offen sind, müssen von diesen durch eine nicht- oder schwerbrennbare (RF1 resp. RF2) Verkleidung getrennt sein.

Schaltgerätekombinationen, die in einem geschlossenen Kasten aus nichtbrennbarem (RF1) oder schwerbrennbarem (RF2) Stoff eingebaut sind, dürfen unmittelbar auf oder in brennbare Gebäudeteile montiert werden.

4.2.2 Figur 8

**Legende**

- |   |  |
|---|--|
| 1 | brennbares Gebäudeteil   |
| 2 | nichtbrennbar oder schwerbrennbar, RF1, RF2, (RF = Brandverhaltensgruppe gemäss VKF) |
| 3 | Schaltgerätekombination (SK) hinten offen  |

**Anmerkungen:**

RF1 – RF4  VKF – Brandschutzrichtlinie «Baustoffe und Bauteile», Kapitel 2.1.

Hinsichtlich Brandgefahr bei Anordnung und Montage von Schaltgerätekombinationen müssen Montageanweisungen und weitere Herstellerangaben sowie die Auflagen der zuständigen kantonalen Brandschutzbehörden beachtet werden.

**4.2.2.5****Feuerausbreitende Gebäudeausrüstungen und Gebäudestrukturen**

Aspekte bezüglich der Ausbreitung von Feuer in Gebäuden (5.1.2 Tabelle 10 CB2) können sein:

- Gebäude, bei denen die Form und Ausdehnung die Ausbreitung von Feuer erleichtert (z.B. Kamineffekt bei Hochhäusern)
  - Anlagentechnische Einrichtungen z.B. Zwangsbelüftung
  - Betriebsmittel aus Materialien, welche die Ausbreitung eines Brandes hemmen, auch bei Bränden, die nicht durch elektrische Anlage verursacht wird
  - Brandschottungen
- .1 In Gebäuden, welche durch die Form und Dimension eine Ausbreitung von Feuer begünstigt werden (CB2), müssen dagegen Vorkehrungen getroffen werden (z.B. Kamineffekt)

**4.2.3****Schutz gegen Verbrennungen**

- .1 Im Handbereich zugängliche elektrische Einrichtungen dürfen keine Temperaturen erreichen, die bei Personen Verbrennungen verursachen können.

Die in der  4.2.3 Tabelle 1 angegebenen max. Temperaturen dürfen daher nicht überschritten werden. Alle Teile einer Anlage, die bei normalem Betrieb, auch nur für kurze Zeit, die in der  4.2.3 Tabelle 1 aufgeführten Temperaturen überschreiten können, müssen gegen zufällige Berührung geschützt sein.

Die Werte von  4.2.3 Tabelle 1 sind jedoch nicht auf Betriebsmittel anwendbar, die den für diese Betriebsmittel geltenden Normen entsprechen.

Wenn das Kurzschlusschaltvermögen einer Überstrom-Schutzeinrichtung kleiner ist als der an dessen Eingangsklemmen auftretende Kurzschlussstrom, kann eine der folgenden Massnahmen getroffen werden:

- Es wird eine Überstrom-Schutzeinrichtung vorgeschaltet, deren Kurzschlusschaltvermögen dem zu erwartenden prospektiven Kurzschlussstrom entspricht. In diesem Fall darf die beim Abschalten des Kurzschlussstromes von der vorgeschalteten Überstrom-Schutzeinrichtung durchgelassene Kurzschlussenergie weder die nachgeschaltete zu «schwache» Überstrom-Schutzeinrichtung noch die angeschlossenen Leiter beschädigen.
- Es wird eine Überstrom-Schutzeinrichtung vorgeschaltet, die zusammen mit der zu «schwachen» nachgeschalteten Überstrom-Schutzeinrichtung den auftretenden Kurzschlussstrom abzuschalten vermag, ohne dass einer der beiden Überstrom-Schutzeinrichtungen oder die angeschlossenen Leiter beschädigt werden. In diesem Fall sind die Überstrom-Schutzeinrichtungen so anzuordnen, dass zwischen ihnen kein Kurzschluss entstehen kann.
- Es wird ein Strombegrenzungselement oder dgl. der zu «schwachen» Überstrom-Schutzeinrichtung vorgeschaltet, damit die Überstrom-Schutzeinrichtungen zusammen mit dem Strombegrenzungselement in der Lage ist, den auftretenden Kurzschlussstrom abzuschalten, ohne dass das Strombegrenzungselement oder die Überstrom-Schutzeinrichtung oder die angeschlossenen Leiter beschädigt werden. In diesem Fall sind das Strombegrenzungselement und die Überstrom-Schutzeinrichtungen so anzuordnen, dass zwischen ihnen kein Kurzschluss entstehen kann.

Wie die Überstrom-Schutzeinrichtungen zu kombinieren sind, damit dieses «Backup-Schutz» genannte Zusammenwirken zweier Überstrom-Schutzeinrichtungen einwandfrei funktioniert, kann den Unterlagen der Hersteller von Überstrom-Schutzeinrichtungen entnommen werden. Schmelzeinsätze mit zu geringem Schaltvermögen können nicht durch vorgeschaltete Überstrom-Schutzeinrichtungen geschützt werden.

Wenn die einem Leiter vorgeschaltete Überstrom-Schutzeinrichtung den Leiter nur gegen Kurzschluss, nicht aber gegen Überlast schützen soll, darf der Bemessungsauslösestrom der Überstrom-Schutzeinrichtung grösser sein als die Strombelastbarkeit des zu schützenden Leiters.

Es muss aber überprüft werden, ob der Leiter im Kurzschlussfall geschützt ist. Dabei ist zu beachten, dass die Berechnung der zulässigen Abschaltzeit sowohl beim minimalen als auch beim maximalen Kurzschlussstrom vorgenommen werden muss.

Dies ist notwendig, weil die zulässige Zeit/Strom-Kennlinie für einen Leiter nicht parallel mit der Auslösezeit-/Strom-Kennlinie der verschiedenen Überstrom-Schutzeinrichtungen (Schmelzeinsatz, Leistungsschalter, Leitungsschutzschalter) verläuft.

Für die Berechnung der zulässigen Abschaltzeit ist zu beachten:

1. Der maximal mögliche Kurzschlussstrom ist der dreipolige Kurzschlussstrom, welcher am Einbauort der zu betrachtenden Kurzschluss-Schutzeinrichtung entsteht.
2. Der minimal mögliche Kurzschlussstrom entsteht als einpoliger Kurzschlussstrom am Ende der zu schützenden Leitung und kann nicht genau ermittelt werden. Einerseits ist die Übergangsimpedanz an der Kurzschlussstelle nicht bekannt, und andererseits werden die Leiter durch den Kurzschlussstrom bis zu dessen Abschaltung erwärmt. Dadurch steigt der Leitungswiderstand und der Kurzschlussstrom sinkt.

Als minimaler Kurzschlussstrom ist in die Formel einzusetzen:

- $\frac{1}{4}$  des Kurzschlussstroms, der entsteht bei einem Kurzschluss am Ende der Leitung zwischen den drei Aussenleitern,
- oder

- $\frac{3}{4}$  des Kurzschlussstroms, der entsteht bei einem Kurzschluss am Ende der Leitung zwischen
  - einem Aussen- und dem Neutralleiter
  - einem Aussen- und dem PEN-Leiter
  - einem Aussen- und dem Schutzleiter.

Es ist der kleinste der drei Werte zu berücksichtigen. Dieser kann auch in die Formel für die Berechnung der zulässigen Abschaltzeit eingesetzt werden, wenn  $\frac{1}{4}$  des dreipoligen Kurzschlussstroms einen kleineren Wert ergibt.

Erfolgt der Schutz gegen Kurzschlussstrom durch Schmelzeinsätze, muss die Überprüfung des Kurzschlussstromes nur beim minimalen Kurzschlussstrom durchgeführt werden.

Die maximal zulässige Abschaltzeit  $t$  zum Schutze der Leiter darf 5 s nicht übersteigen. Aus Personenschutzgründen gemäss  4.1.1 Tabelle 1 kann unter Umständen eine maximale Abschaltzeit von 0,4 s erforderlich sein.

Erfolgt der Schutz gegen Kurzschlussstrom durch Leistungsschalter oder Leitungsschutzschalter, muss die Überprüfung des Kurzschlussstromes sowohl beim minimalen als auch beim maximalen Kurzschlussstrom durchgeführt werden.

- Beim maximalen Kurzschlussstrom darf der vom Hersteller des Leistungs- bzw. Leitungsschutzschalters angegebene Durchlassenergie  $I^2t$  nicht grösser sein als das Produkt  $k^2S^2$  des zu schützenden Leiters.
- Beim minimalen Kurzschlussstrom ist der Kurzschlussstrom des Leiters gegeben, wenn der Ansprechstrom der magnetischen Kurzschlussschutz kleiner ist als der minimale Kurzschlussstrom.

Beispiel:

Ein PVC-isoliertes Kabel 3L+N+PE soll gegen Kurzschluss geschützt werden. Der Querschnitt  $S$  der Leiter beträgt  $1,5 \text{ mm}^2$ . Innerhalb welcher Zeit muss der Kurzschlussstrom abgeschaltet werden, damit der Kurzschlussstrom sichergestellt ist?

Im Projektstadium wurde für das Leitungsende ein dreipoliger Kurzschlussstrom von 800 A berechnet.

$\frac{1}{4}$  des dreipoligen Kurzschlussstroms ist:  $\frac{1}{4} \cdot 800 \text{ A} = 200 \text{ A}$

Daraus ergibt sich für den Kurzschlussstrom des Leiters mit einem Querschnitt  $S = 1,5 \text{ mm}^2$  bei einem Kurzschlussstrom  $I_k = 200 \text{ A}$  eine maximal zulässige Abschaltzeit  $t$  des Kurzschluss-Schutzeinrichtung von:

$$t = \left( k \frac{S}{I_k} \right)^2 = \left( 115 \cdot \frac{1,5}{200} \right)^2 = 0,74 \text{ s}$$

4.4.3 Tabelle 1: Berechnung von  $f_{env}$ 

Umgebung	$f_{env}$
Dünn oder mittel besiedeltes Gebiet (Bsp. Ortsrand, Land, usw.)	85
Stark besiedeltes Gebiet (Bsp. Stadt, Dorfzentrum, usw.)	850

- $N_g$  die Häufigkeit der Blitze am Boden (Blitzschläge pro km<sup>2</sup> pro Jahr) gültig am Standort der elektrischen Leitungen und der angeschlossenen Anlage ist. Der Wert von  $N_g$  ist gemäss der  4.4.3 Tabelle 2 zu bestimmen.

 4.4.3 Tabelle 2

Region	$N_g$
Mittelland	3.5
Südschweiz	5

**Anmerkung:**

Nach  SN EN 62305-2, Abschnitt A.1, sind 25 Gewittertage pro Jahr gleichbedeutend mit dem Wert von 2.5 Blitzen pro km<sup>2</sup> und Jahr. Dieser Wert ist aus der Formel  $N_g = 0.1 \cdot T_d$  abgeleitet, wo  $T_d$  die Anzahl der Gewittertage pro Jahr ist (keraunischer Pegel).

Die Anzahl der Gewittertage/Jahr (keraunischer Pegel) kann regional verschieden sein. Für die praktische Anwendung können für 30 – 35 Gewittertage/Jahr für das Mittelland und 40 – 50 Gewittertage/Jahr für die Südschweiz in Betracht gezogen werden.

- die Risikoauswertungslänge  $L_p$  wie folgt berechnet wird:

$$L_p = 2 L_{PAL} + L_{PCL} + 0.4 L_{PAH} + 0.2 L_{PCH}$$

wobei

- $L_{PAL}$  Länge (km) der überirdischen Niederspannungsleitung,
- $L_{PCL}$  Länge (km) der unterirdischen Niederspannungsleitung ist,
- $L_{PAH}$  Länge (km) der überirdischen Hochspannungsleitung ist,
- $L_{PCH}$  Länge (km) der unterirdischen Hochspannungsleitung ist.

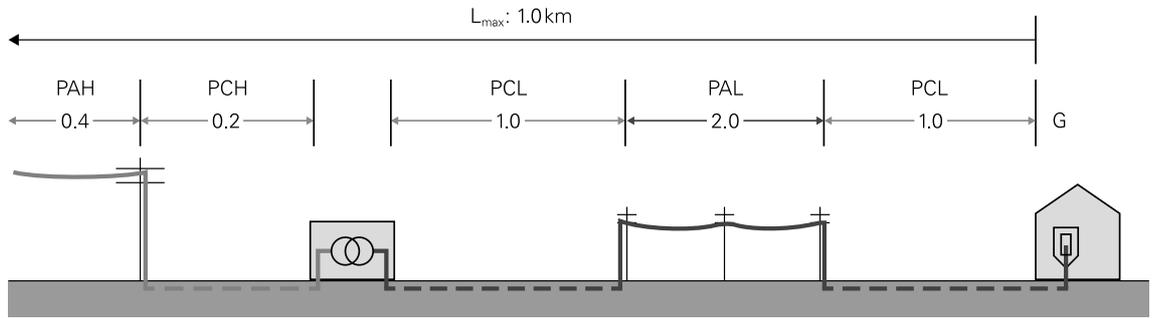
Die gesamte Länge ( $L_{PAL} + L_{PCL} + L_{PAH} + L_{PCH}$ ) wird auf den letzten km ab dem Gebäude begrenzt oder durch die Distanz zwischen den ersten im elektrischen Netz installierten Überspannungsableiter (SPD) und den Anschlusspunkt der Anlage, indem den niedrigsten Wert zu berücksichtigen ist.

Falls die Länge der Verteilungsnetze ganz oder teilweise unbekannt sind, dann beträgt  $L_{PAL}$  die verbleibende Strecke, um die Distanz von 1 km zu erreichen.

Zum Beispiel, falls nur die Länge der unterirdischen Kabelstrecke ( $L_{PCL}$ ) bekannt ist (Bsp. 100 m), dann beträgt  $L_{PAL}$  900 m. Eine Abbildung einer Installation mit den zu berücksichtigenden Strecken ist unter

 4.4.3 Figur 1 dargestellt.

4.4.3 Figur 1: Abbildung einer Installation mit den Strecken zu berücksichtigen



**Legende**

G Gewichtung

Falls  $CRL \geq 1000$ , ist kein Schutz gegen Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse notwendig;  
 Falls  $CRL < 1000$ , ist ein Schutz gegen Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse notwendig.

Wenn diese Berechnung ergibt, dass eine Überspannungs-Schutzeinrichtung (SPD) erforderlich ist, darf der Überspannungs-Schutzpegel dieser Schutzeinrichtungen nicht höher als der in [NNN](#) 4.4.3 Tabelle 3 angegebene Wert nach der Überspannungskategorie II sein.

[NNN](#) 4.4.3 berücksichtigt den Schutz bei Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse auf gebäudeexterne Leitungen des Stromversorgungsnetzes. Für den Schutz bei transienten Überspannungen infolge direkter Blitzschläge siehe [NNN](#) 5.3.4.

Für die Realisierung von Überspannungsschutzmassnahmen im Zusammenhang mit direkten Blitzschlägen gilt, [NNN](#) 5.3.4.

4.4.3 Tabelle 3: Risikoanalyse Beispiele

		Beispiel 1	Beispiel 2	Beispiel 3	Beispiel 4	Beispiel 5
		besiedelt Nordschweiz	besiedelt Nordschweiz	unbesiedelt Nordschweiz	besiedelt Südschweiz	unbesiedelt Südschweiz
		L in km	L in km	L in km	L in km	L in km
NS Kabel erdverlegt	$L_{PCL}$	0.08	0.15	0.25	0.12	0.12
NS Freileitung	$L_{PAL}$	0.42	0	0	0	0
HS Kabel erdverlegt	$L_{PCH}$	0.1	0.05	0.7	0.1	0.1
HS Freileitung	$L_{PAH}$	1.5*	0	0	0	0
Länge für Berechnung, gewichtet	$L_p$	1.10	0.16	0.39	0.14	0.14
Umgebungsfaktor	$f_{env}$	850	850	85	850	85
Blitzhäufigkeit	$N_G$	3.5	3.5	3.5	5	5
Risikolevel	CRL	221	1518	62	1214	121
SPDs erforderlich		Ja	Nein	Ja	Nein	Ja

\*jedoch auf 0,4 km begrenzt, da  $L_{PAL} + L_{PCL} + L_{PAH} + L_{PCH} = 1 \text{ km max.}$

Corrigendum 08.2020

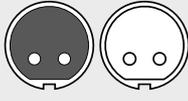
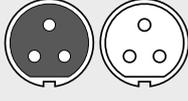
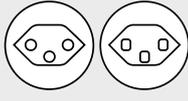
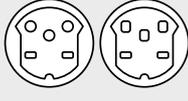
Ⓢ Es kann sich um eine der folgenden Anlagen handeln:

- Anlagen mit max. 50 V
- Anlagen im Anschluss an einen Schutz- oder Trenntransformator
- Anlagen mit 500 V Bemessungsspannung
- Anlagen mit Drehstrom 230 V, z.B. für Datenverarbeitungsanlagen

Die Unverwechselbarkeit muss durchgehend gewährleistet sein, das heisst Steckvorrichtungen allfälliger Kupplungs- oder Verlängerungskabel müssen im gleichen Sinne diesen Bestimmungen entsprechen.

Überdies dienen die in der Tabelle aufgeführten Steckvorrichtungen der leichten Austauschmöglichkeit von Betriebsmittel für Servicezwecke, wie Pumpen, Antriebe von Ventilatoren, Heizungsmotoren usw. Der Anschluss der Steckvorrichtungen erfolgt vorwiegend im Hinblick darauf, dass für Servicearbeiten kein Eingriff in die Installationen nötig wird. Eine Freizügigkeit ist somit nicht erforderlich, und die Wahl der Steckvorrichtungen kann nach Spannung und Stromstärke des Verbrauchsmittels erfolgen.

5.1.1 Tabelle 4: Steckvorrichtungen

Nennspannung [V]	Nennstrom [A]	Typ/Farbe	Steckdosenbild	Pole
25/50	16	violett/weiss		2L
	32			
	16			3L
	32			
230	10	13		LNPE
	16	23		
230/400 (CH)	10	15		3LNPE
	16	25		
230 (6h)	16	blau		LNPE
	32			
	63			
	125			
230 (9h)	16	blau		2LPE
	32			
	63			

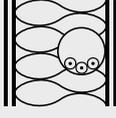
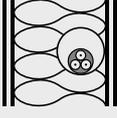
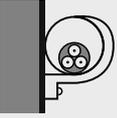
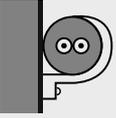
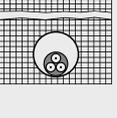
Corrigendum 08.2020

Nennspannung [V]	Nennstrom [A]	Typ/Farbe	Steckdosenbild	Pole	
400 (9h)	16	rot		3LNPE	
	32				
	63				
125					
400 (6h)	16				3LNPE
	32				
	63				
	125				
400 (6h)	16	rot		3LNPE	
	32				
	63				
	125				
500 (7h)	16	schwarz		3LNPE	
	32				
	63				
	125				

**Anmerkungen:**

In Spalte 1 weisen die Angaben nach der Nennspannung (6h, 7h, 9h) darauf hin, in welcher Position sich die Schutzleiterbuchse im Vergleich mit einem Zifferblatt jeweils befindet.

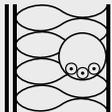
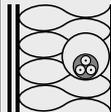
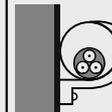
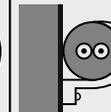
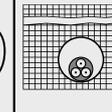
In bestehenden Installationen, welche an ein 500-V-Netz angeschlossen sind, können für Erweiterungen und als Ersatz Steckvorrichtungen Typ 30, 32, 33, 34, 52, 53, 56, 57, 60 und 61 noch verwendet werden, sofern diese Typen schon vorhanden sind.

Querschnitt der Leiter [mm <sup>2</sup> ]	Verlegeart nach  5.2.3 Tabelle 2					
	A1	A2	B1	B2	C	D
						
Spalte	1	2	3	4	5	6
Aluminium						
2,5	14	13,5	16,5	15,5	18,5	18,5
4	18,5	17,5	22	21	25	24
6	24	23	28	27	32	30
10	32	31	39	36	44	39
16	43	41	53	48	59	50
25	57	53	70	62	73	64
35	70	65	86	77	90	77
50	84	78	104	92	110	91
70	107	98	133	116	140	112
95	129	118	161	139	170	132
120	149	135	186	160	197	150
150	170	155	204	176	227	169
185	194	176	230	199	259	190
240	227	207	269	232	305	218
300	261	237	306	265	351	247

**Anmerkung:**

*In den Spalten 2, 4, 5 und 6 sind für Leiter bis einschliesslich 16 mm<sup>2</sup> Rundleiter angenommen. Belastbarkeitsangaben für grössere Leiter beziehen sich auf Sektorleiter und dürfen mit ausreichender Sicherheit auch für Rundleiter angewendet werden.*

5.2.3 Tabelle 7: Strombelastbarkeit in Ampère für Verlegearten nach  5.2.3 Tabelle 2  
 VPE- oder EPR-Isolierung/Drei belastete Leiter/Kupfer oder Aluminium  
 Leitertemperatur 90 °C/Umgebungstemperatur 30 °C/Erdreich 20 °C

Querschnitt der Leiter [mm <sup>2</sup> ]	Verlegeart nach  5.2.3 Tabelle 2					
	A1	A2	B1	B2	C	D
						
Spalte	1	2	3	4	5	6
Kupfer						
1,5	17	16,5	20	19,5	22	21
2,5	23	22	28	26	30	28
4	31	30	37	35	40	36
6	40	38	48	44	52	44
10	54	51	66	60	71	58
16	73	68	88	80	96	75
25	95	89	117	105	119	96
35	117	109	144	128	147	115
50	141	130	175	154	179	135
70	179	164	222	194	229	167
95	216	197	269	233	278	197
120	249	227	312	268	322	223
150	285	259	342	300	371	251
185	324	295	384	340	424	281
240	380	346	450	398	500	324
300	435	396	514	455	576	365

Corrigendum 08.2020

5.2.3 Tabelle 36: Strombelastbarkeit in Ampère für die Referenzverlegearten A1, A2, B1, B2, C, D, E und F, PVC-Isolierung/Drei belastete Leiter Cu/Leitertemperatur 70 °C/Umgebungstemperatur 30 °C

Referenz-Verlegeart	Anzahl Stromkreise	Querschnitte der Leiter (mm <sup>2</sup> )																		
		1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630
A1	1	13.5	18	24	31	42	56	73	89	108	136	164	188	216	245	286	328			
A2	1	13	17.5	23	29	39	52	68	83	99	125	150	172	196	223	261	298			
B1	1	15.5	21	28	36	50	68	89	110	134	171	207	239							
B2	1	15	20	27	34	46	62	80	99	118	149	179	206	225	255	297	339			
	2	12	16	21	27	37	49	64	79	95	120	144	165							
	3	10.5	14	18.5	24	33	43	56	69	83	105	126	145							
	4	10	13	17.5	22	30	40	52	64	77	97	117	134							
	5	9	12	16	21	28	37	48	59	71	90	108	124							
	6	8.5	11.5	15.5	19.5	26	35	46	56	67	85	102	118							
	7	8	11	14.5	18.5	25	33	43	53	64	81	97	111							
	8	8	10.5	14	18	24	32	42	51	62	78	93	107							
	9...11	7.5	10	13.5	17	23	31	40	49	59	75	90	103							
	12...15	7	9	12	15.5	21	28	36	44	53	67	81	93							
16...19	6	8	11	14	19	25	33	40	49	61	74	85								
20 und mehr	5.5	7.5	10	13	17.5	23	31	37	45	57	68	78								
C	1	17.5	24	32	41	57	76	96	119	144	184	223	259	299	341	403	464			
	2	15	20	27	35	48	65	81	101	122	156	190	220	254	290	342	394			
	3	14	19	25	33	45	60	76	94	114	145	177	205	236	270	318	366			
	4	13	18	24	31	43	57	72	89	108	138	168	194	224	256	302	348			
	5	13	17.5	23	30	42	56	70	87	105	134	163	189	218	249	294	339			
	6+7	12.5	17	23	30	41	55	69	85	104	133	161	187	215	246	290	334			
	8	12.5	17	23	29	40	54	68	84	102	131	159	184	212	242	286	329			
	9 und mehr	12.5	17	22	29	40	53	67	83	101	129	156	181	209	239	282	325			
D	1	18	24	30	38	50	64	82	98	116	143	169	192	217	243	280	316			
	2	14.5	19.2	24	30.4	40	51.2	65.6	78.4	92.8	114	135	154	174	194	224	253			
	3	12.5	16.8	21	26.6	35	44.8	57.4	68.6	81.2	100	118	134	152	170	196	221			
	4	11.7	15.5	19.5	24.7	32.5	41.6	53.3	63.7	75.4	93	110	125	141	158	182	205			
	5	11	14.5	18	22.8	30	38.4	49.2	58.8	69.6	85.8	101	115	130	146	168	190			
	6	10.5	13.5	17.1	21.7	28.5	36.5	46.7	55.9	66.1	81.5	96.3	109	124	139	160	180			
	7	10	12.96	16.2	20.5	27	34.6	44.3	52.9	62.6	77.2	91.3	104	117	131	151	171			
	8	9.5	12.48	15.5	19.8	26	33.3	42.6	51	60.3	74.4	87.9	99.8	113	126	146	164			
	9..11	9	12	15	19	25	32	41	49	58	71.5	84.5	96	109	122	140	158			
	12..15	8	11	13.5	17.1	22.5	28.8	36.9	44.1	52.2	64.4	76.1	86.4	97.7	109	126	142			
	16..19	7.5	10	12.5	15.5	20.5	26.2	33.6	40.2	47.6	58.6	69.3	78.7	89	99.6	115	130			
20 und mehr	7	9	11.5	14.5	19	24.3	31.2	37.2	44.1	54.3	64.2	73	82.5	92.3	106	120				
E (mehradrige Kabel)	1	18.5	25	34	43	60	80	101	126	153	196	238	276	319	364	430	497			
	2	16.5	22	30	38	52	70	89	110	134	172	209	243	280	321	379	437			
	3	15	21	28	36	49	65	83	103	125	160	195	227	261	299	353	407			
	4	14	19.5	26	33	46	61	78	97	118	151	183	213	245	281	331	382			
	5	14	19	25	33	45	60	76	94	114	147	178	207	239	273	323	372			
	6 + 7	13.5	18.5	25	32	44	58	74	92	111	143	174	202	233	266	314	362			
	8 und mehr	13.5	18	24	31	43	57	73	90	110	141	171	199	229	262	310	358			
F (eindrige Kabel)	1							110	137	167	216	264	308	356	409	485	561	656	749	855
	2							97	121	147	190	232	271	313	360	427	494	577	659	752
	3							90	112	137	177	216	252	292	335	398	460	538	614	701
	4							85	105	129	166	203	237	274	315	373	432	505	577	658
	5							82	103	126	162	198	231	267	307	364	421	492	562	641
	6+7							80	100	122	158	193	225	260	298	354	410	479	547	624
	8 und mehr							79	99	121	155	190	221	256	294	349	404	472	539	615

**Anmerkung:**

Die Werte in der Tabelle entsprechen der 5%-Regel. Die Ermittlung der Strombelastbarkeit mit Einzel Tabellen kann in einzelnen Fällen zu kleinen Abweichungen führen.

Corrigendum 08.2020

### .3 Gleichzeitigkeitsfaktoren

Als Gleichzeitigkeitsfaktor  $k_G$  gilt das Verhältnis der Summe aller Ströme, die in einer Anzahl von Stromkreisen fließen, zur Summe der Ströme, für welche die Leiter dieser Stromkreise bemessen sind.

Die  5.2.3 Tabelle 37 enthält Gleichzeitigkeitsfaktoren  $k_G$ , mit denen üblicherweise gerechnet werden kann.

**5.2.3 Tabelle 37: Zuordnung der Gleichzeitigkeitsfaktoren  $k_G$  zur Anzahl der gemeinsam verlegten Stromkreise**

Anzahl Stromkreise	Gleichzeitigkeitsfaktor $k_G$
1	1
2 und 3	0.9
4 und 5	0.8
6 bis 9	0.7
10 bis 13	0.63
14 bis 19	0.58
20 und mehr	0.54

**Anmerkung:**

Diese Gleichzeitigkeitsfaktoren sind in Anlehnung an  SN EN 61439-1 und -3, festgelegt. Es darf nur mit einem Gleichzeitigkeitsfaktor  $k_G$  gerechnet werden, wenn angenommen werden kann, dass die von einem Stromkreis gespeisten Verbrauchsmittel nicht gleichzeitig eingeschaltet sind.

### .4 Kombinierte Umrechnungsfaktoren für Häufung und Gleichzeitigkeit

Die in  5.2.3.1.12 Abs. 2, Umrechnungsfaktoren für Häufung,  5.2.3 Tabelle 21, angegebenen Umrechnungsfaktoren  $k_H$  gelten für Dauerbetrieb mit einem Belastungsgrad von 100% für alle aktiven Leiter.

Werden die Umrechnungsfaktoren für Häufung  $k_H$  der  5.2.3 Tabelle 21 mit den Gleichzeitigkeitsfaktoren  $k_G$  der  5.2.3 Tabelle 37 kombiniert, ergeben sich die in  5.2.3 Tabelle 38 angegebenen kombinierten Umrechnungsfaktoren  $k_{GH}$ . Die kombinierten Umrechnungsfaktoren  $k_{GH}$  sind gerundete Quotienten. Diese Kombination ist gemäss  5.2.3.1.18 Abs. 5, Aussetzbetrieb und veränderliche Belastungen, zulässig.

Werden ARD (Automatic Reclosing Devices) verwendet, so müssen diese Geräte den Anforderungen nach  SN EN 63024 entsprechen.

Anforderungen an die Auswahl von Geräten zum Schutz gegen elektrischen Schlag durch automatische Abschaltung der Stromversorgung sind in den folgenden Unterabschnitten enthalten.

In Systemen TN, TT und IT dürfen hierfür folgende Schutzeinrichtungen eingesetzt werden:

- Überstrom-Schutzeinrichtungen,  5.3.1.2;
- Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs),  5.3.1.3.

Betriebsmittel gemäss  SN EN 60947-2, die mit dem Symbol  oder mit dem Symbol  verbunden mit einem Wert der Bemessungsspannung gekennzeichnet sind, dürfen in Systemen IT nicht oder nicht für diese Spannung verwendet werden.

Zusätzlich dürfen in Systemen IT folgende Überwachungseinrichtungen zur Erkennung von Isolationsfehlern eingesetzt werden:

- Einrichtungen zur Isolationsüberwachung (IMDs),  5.3.8.1;
- Einrichtungen zur Isolationsfehlersuche,  5.3.8.2;
- Einrichtungen zur Differenzstromüberwachung (RCMs),  5.3.8.4.

## 5.3.1.2 Überstrom-Schutzeinrichtungen



### 5.3.1.2.1

#### Allgemeines

Werden Überstrom-Schutzeinrichtungen für den Schutz gegen elektrischen Schlag durch automatische Abschaltung der Stromversorgung eingesetzt, müssen diese nach  5.3.3 ausgewählt werden.

### 5.3.1.2.2

#### Systeme TN

In Systemen TN müssen Überstrom-Schutzeinrichtungen für den Fehlerschutz gemäss den Anforderungen von  4.1, insbesondere  4.1.1.4, ausgewählt und errichtet werden.

Wenn für bestimmte Betriebsmittel oder bestimmte Teile der Installation die maximale Abschaltzeit gemäss  4.1.1 Tabelle 1 durch die Überstrom-Schutzeinrichtung nicht erreicht werden kann, müssen diese Teile durch eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) gemäss  5.3.1.3.5.2 geschützt werden. In Systemen TN-S braucht der Neutraleiter nicht geschaltet zu werden, wenn der Neutraleiter zuverlässig mit einem geeignet niedrigen Widerstand mit Erde verbunden ist.

In Systemen TN-C darf der PEN-Leiter nicht geschaltet werden.

### 5.3.1.2.3

#### Systeme TT

In Systemen TT dürfen Überstrom-Schutzeinrichtungen für den Fehlerschutz verwendet werden, vorausgesetzt, dass ein genügend niedriger Wert von  $Z_s$  dauernd und zuverlässig gewährleistet werden kann, so dass im Fehlerfall die Auslösung der Überstrom-Schutzeinrichtung in Übereinstimmung mit der erforderlichen Abschaltzeit gewährleistet ist (siehe auch  4.1.1.5.4).

### 5.3.1.2.4

#### Systeme IT

Überstrom-Schutzeinrichtungen für den Fehlerschutz im Fall eines zweiten Fehlers müssen folgenden Anforderungen genügen:

-  5.3.1.2.2, unter Berücksichtigung der Anforderungen von  4.1.1.6.4 a), wenn berührbare leitfähige Teile miteinander verbunden sind; oder
-  5.3.1.2.3, unter Berücksichtigung der Anforderungen von  4.1.1.6.4 b), wenn berührbare leitfähige Teile gruppenweise oder einzeln geerdet sind.

Wenn in Systemen IT die Abschaltzeit gemäss  4.1 im Fall eines zweiten Fehlers durch eine Überstrom-Schutzeinrichtung nicht eingehalten werden kann, müssen ein oder mehrere Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) für die Sicherstellung des Fehlerschutzes verwendet werden.

Überstrom-Schutzeinrichtungen, die in Systemen IT eingesetzt werden, müssen bezüglich der Aussenleiter für die Spannung zwischen den Aussenleitern und bezüglich des Neutralleiters für die Spannung zwischen Aussenleiter und Neutralleiter geeignet sein.

In Systemen IT muss die Überstrom-Schutzeinrichtung im Fall eines zweiten Fehlers alle Aussenleiter und, falls vorhanden, den Neutralleiter abschalten (siehe auch  4.3.1.2.2).

### 5.3.1.3 Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs)

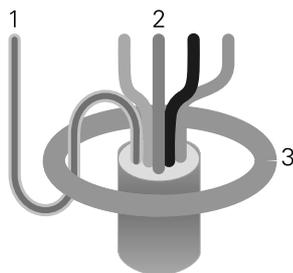
#### 5.3.1.3.1 Allgemeines

Eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) muss alle aktiven Leiter des geschützten Stromkreises abschalten.

Die Schaltung des Neutralleiters ist erforderlich, damit beim Unterbruch eines Neutralleiters vor der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) mit dem Schutzleiter verbundene Verbrauchsgeräte oder Neutralleiter nicht unter Rückspannung gesetzt werden können.

Der Schutzleiter darf nicht durch den Summenstromwandler der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) geführt werden, ausser in Fällen, in denen das Durchführen des Schutzleiters durch den Summenstromwandler unvermeidbar ist, z.B. bei bewehrten Kabeln. In diesen Fällen muss der Schutzleiter alleine noch einmal, aber in umgekehrter Richtung, durch den Summenstromwandler geführt werden. Der Schutzleiter muss isoliert sein und darf zwischen dem ersten und zweiten Durchführen durch den Summenstromwandler nicht geerdet sein.

#### 5.3.1 Figur 1



#### Legende

- 1 Schutzleiter (PE)
- 2 Aktive Leiter (Aussenleiter und Neutralleiter)
- 3 Summenstromwandler der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)

Ein Schutzleiterstrom darf die Messung des Differenzstroms nicht beeinflussen.

#### 5.3.1.3.2 Vermeidung von unerwünschtem Abschalten

Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) müssen so ausgewählt und errichtet werden, dass das Risiko einer unerwünschten Abschaltung begrenzt ist. Folgende Anforderungen müssen berücksichtigt werden:

- Aufteilung der Stromkreise mit jeweils einzeln zugeordneten Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs). Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) müssen so ausgewählt und die elektrischen Stromkreise müssen so aufgeteilt werden, dass ein Ableitstrom gegen Erde, dessen Entstehen im üblichen Betrieb der angeschlossenen Lasten wahrscheinlich ist, kein unerwünschtes Abschalten verursacht. Siehe auch  3.1.4.
- Um unerwünschtes Abschalten durch Schutzleiterströme und/oder Ableitströme gegen Erde zu vermeiden, darf die Summe solcher Ströme auf der Lastseite der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) nicht mehr als das 0,3 fache des Bemessungsfehlerstroms betragen.

Wenn bei Schaltern nach  SN EN 60947-3 die Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) nicht entsprechend den Anweisungen des Schalterherstellers ausgewählt wird, ist das folgende Alternativverfahren für die Koordination Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) und Schalter anwendbar:

- das Bemessungs-Kurzschlusseinschaltvermögen des Schalters ist höher als der Maximalwert des unbeeinflussten Kurzschlussstroms am Einbauort, und
- die Zeit/Strom-Eigenschaften der Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) liegen innerhalb des vom Hersteller angegebenen  $I_{cw}$  des Schalters.

#### 5.3.6.4.2.4 Back-up-Schutz von Fehlerstrom-Schutzschaltern (RCCB)

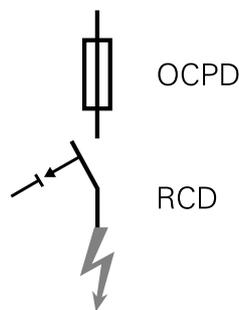
Die Anforderungen dieses Abschnitts können sinngemäss auch auf Kurzschluss-Schutzeinrichtungen (SCPDs) angewendet werden.

Fehlerstrom-Schutzschalter (RCCBs) nach  SN EN 61008-2-1 sind zum Schutz von Personen gegen elektrischen Schlag vorgesehen. Sie dürfen auch zum Schutz vor Brandgefahren aufgrund eines dauerhaften Erdschlusses eingesetzt werden. Diese Einrichtungen haben eine begrenzte Kurzschlussstromfestigkeit, daher müssen sie durch eine vorgeschaltete Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) geschützt werden.

Im Falle eines Kurzschlusses auf der Lastseite des Fehlerstrom-Schutzschalters (RCCB) fliesst der Strom durch beide Einrichtungen (Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) und Fehlerstrom-Schutzschalter (RCCB)); daher müssen die Durchlassenergie und der von der Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) begrenzte Spitzenstrom auf die Kurzschlussfestigkeit des Fehlerstrom-Schutzschalters (RCCB) abgestimmt sein.

In  5.3.6 Figur 10 ist ein typisches Schaltbild für die Koordination zwischen einem Fehlerstrom-Schutzschalter (RCCB) und einer Kurzschluss-Schutzeinrichtung (OCPD) dargestellt.

#### In 5.3.6 Figur 10: Koordination zwischen Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) und Fehlerstrom-Schutzschalter (RCCB)



Fehlerstrom-Schutzschalter (RCCBs) müssen in Verbindung mit der vom Hersteller angegebenen Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) ausgewählt und errichtet werden, um sicherzustellen, dass ihr bedingter Bemessungs-Kurzschlussstrom höher ist als der unbeeinflusste Kurzschlussstrom am Einbauort.

Der bedingte Bemessungs-Kurzschlussstrom des Fehlerstrom-Schutzschalters (RCCB) mit der Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) in Abhängigkeit vom entsprechenden Bemessungsstrom und der Bemessungsspannung wird durch den Hersteller auf Basis von Prüfungen nach  SN EN 61008-2-1 angegeben.

Die Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) kann auch dem Fehlerstrom-Schutzschalter (RCCB) nachgeschaltet sein, vorausgesetzt, dass die Verbindung zwischen Fehlerstrom-Schutzschalter (RCCB) und nachgeschalteter Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) kurz- und erdschlussicher ausgewählt und errichtet wird.

### 5.3.6.4.3 Anforderungen an den Schutz bei Überlast

#### 5.3.6.4.3.1 Überlastschutz von Schütze oder Kurzschlusschutzeinrichtungen (SCPDs)

Schütze nach  SN EN 60947-4-1 oder  SN EN 61095 und Kurzschlusschutzeinrichtungen (SCPDs) ohne integrierten Überlastschutz, wie beispielsweise ICBs nach  SN EN 60947-2, müssen durch eine Überlast-Schutzeinrichtung geschützt werden.

Einrichtungen für den Überlastschutz werden nach  4.3.3.1 ausgewählt, um den Schutz von Kabeln und Leitungen sicherzustellen. Um den Überlastschutz von Schütze oder Kurzschlusschutzeinrichtungen (SCPDs) sicherzustellen, muss der Bemessungsstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) entsprechend den Informationen des Herstellers ausgewählt werden.

#### Anmerkung:

*In Fällen, in denen  4.3.3.3 den Verzicht auf Einrichtungen zum Schutz bei Überlast beschreibt, ist eine Koordination nicht anwendbar.*

#### 5.3.6.4.3.2 Überlastschutz von Fehlerstrom-Schutzschaltern (RCCBs), Schaltern, Netzumschaltern (TSE) oder Impulsrelais

Fehlerstrom-Schutzschalter (RCCBs) nach  SN EN 61008-2-1 sind zum Schutz von Personen gegen elektrischen Schlag vorgesehen. Schalter nach  SN EN 60947-3 oder  SN EN 60669-2-4, Impulsrelais nach  SN EN 60669-2-2, und Netzumschaltern (TSEs) nach  SN EN 60947-6-1 werden zum Schalten von Lasten oder Stromkreisen eingesetzt. Diese Einrichtungen bieten keinen Überlastschutz und müssen daher durch eine Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) geschützt werden.

Einrichtungen für den Überlastschutz werden nach  4.3.3.1 ausgewählt, um den Schutz von Kabeln und Leitungen sicherzustellen. Um den Überlastschutz von Fehlerstrom-Schutzschaltern (RCCBs), Schaltern, Impulsrelais oder Netzumschaltern (TSE) sicherzustellen, muss der Bemessungsstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) entsprechend den Angaben des Herstellers ausgewählt werden; im Allgemeinen wird die Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) diesen Betriebsmitteln vorgeschaltet.

Der Bemessungsstrom von Fehlerstromschutzschaltern (RCCBs), Schaltern, Impulsrelais oder Netzumschaltern (TSE) darf auch auf dem Gleichzeitigkeitsfaktor der nachgeschalteten Stromkreise basieren ( 4.3.3.1 und  3.1.1), und der Bemessungsstrom der Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) muss entsprechend den Herstelleranweisungen ausgewählt werden.

#### Anmerkung:

*Wird ein Fehlerstrom-Schutzschalter mit eingebautem Überstromschutz (RCBO) anstelle eines Fehlerstrom-Schutzschalter ohne eingebauten Überstromschutz (RCCB) eingesetzt, ist keine weitere Betrachtung des Überlastschutzes des Fehlerstrom-Schutzschalters mit eingebautem Überstromschutz (RCBO) notwendig.*

In Fällen, in denen  4.3.3.3 den Verzicht auf Einrichtungen zum Schutz bei Überlast beschreibt, ist eine Koordination nicht anwendbar.

#### 5.3.6 Tabelle 3: Gleichzeitigkeitsfaktoren in Abhängigkeit von der Anzahl der angeschlossenen Stromkreise

Anzahl Stromkreise	Gleichzeitigkeitsfaktor	Anzahl Stromkreise	Gleichzeitigkeitsfaktor
2 und 3	0.8	6 und 9	0.6
4 und 5	0.7	10 und mehr	0.5

Der Schutz gegen Kurzschlussstrom bzw. Überlaststrom kann folgendermassen erfüllt werden:

1. Schutz gegen Kurzschlussstrom

Der Schutz gegen Kurzschlussstrom ist in den Pos. a) und b) der **MIN** 5.3.6 Figur 11 gewährleistet, wenn der Bemessungsauslösestrom von keiner der nachgeschalteten Überstrom-Schutzeinrichtungen grösser ist als der Bemessungsstrom der vorgeschalteten Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD).

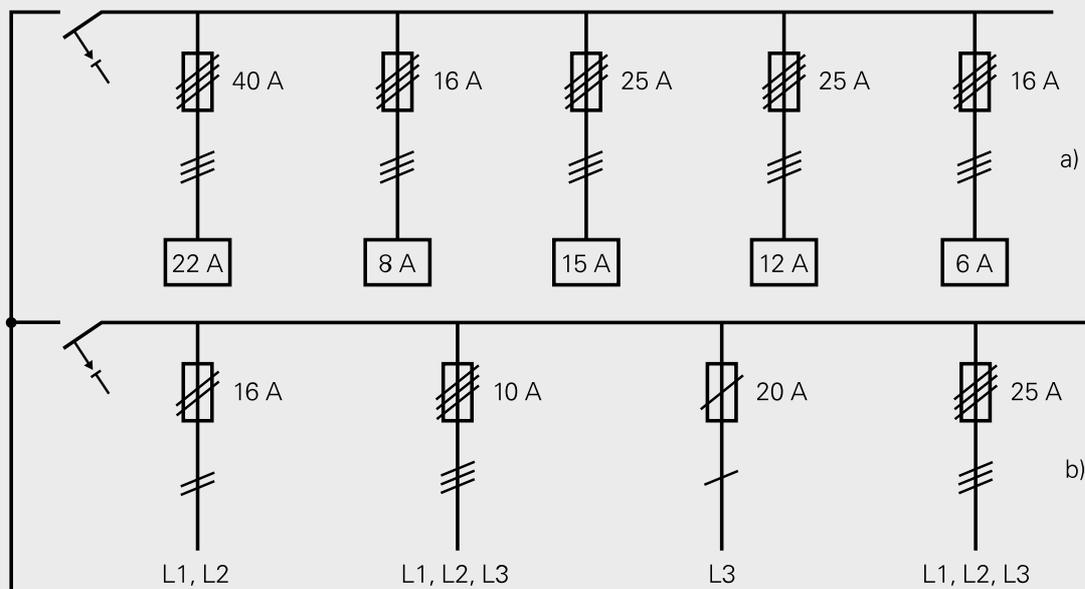
2. Schutz gegen Überlaststrom

Gemäss a) in **MIN** 5.3.6 Figur 11 ist der Schutz gegen Überlaststrom gewährleistet, wenn die Summe der Bemessungsströme der fest angeschlossenen und gleichzeitig eingeschalteten Verbrauchsmittel nicht grösser ist als der Bemessungsstrom der vorgeschalteten Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD).

Gemäss b) in **MIN** 5.3.6 Figur 11 ist der Schutz gegen Überlaststrom gewährleistet, wenn die Summe der Bemessungsströme der in den Abgängen eingebauten Überstrom-Schutzeinrichtungen, multipliziert mit dem zutreffenden Gleichzeitigkeitsfaktor aus der Legende **MIN** 5.3.6 Figur 11, in keinem Aussenleiter grösser ist als der Bemessungsstrom der vorgeschalteten Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD).

Damit die Wahrscheinlichkeit eines Kurzschlusses zwischen der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) und den nachgeschalteten Überstrom-Schutzeinrichtungen minimal ist, müssen die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) und die nachgeschalteten Überstrom-Schutzeinrichtungen in der gleichen Schaltgerätekombination eingebaut sein, oder bei Montage ausserhalb der Schaltgerätekombination darf die Länge der Leitung zwischen der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) und der entferntesten Überstrom-Schutzeinrichtung nicht mehr als 3 m betragen.

5.3.6 Figur 11: Überstromschutz von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs)



$\Sigma I_n = 63 \text{ A}$

**Legende**

- a) Fest angeschlossene Verbrauchsmittel
- b) Max. 3 Abgänge pro Aussenleiter  
Gleichzeitigkeitsfaktor = 0,8

- L1:  $\Sigma I_n = 51 \text{ A} \rightarrow 51 \text{ A} \cdot 0,8 = 40,8 \text{ A}$
- L2:  $\Sigma I_n = 51 \text{ A} \rightarrow 51 \text{ A} \cdot 0,8 = 40,8 \text{ A}$
- L3:  $\Sigma I_n = 55 \text{ A} \rightarrow 55 \text{ A} \cdot 0,8 = 44,0 \text{ A}$   
(N und PE-Leiter sind nicht eingetragen.)

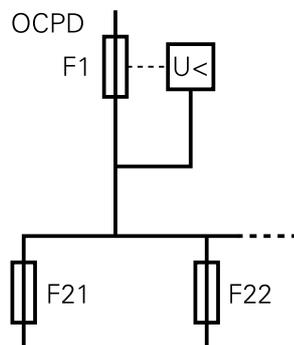
#### 5.3.6.4.4 Anforderungen zur Selektivität zwischen Überstrom-Schutzeinrichtungen (OCPDs) mit Unterspannungsauslösung

Im Fall eines Fehlers kann ein hoher Kurzschluss- oder Erdschlussstrom einen Spannungseinbruch innerhalb der Anlage erzeugen. Ein Spannungseinbruch in der Anlage kann auch aus anderen Gründen auftreten (z.B. Aus- und Wiedereinschalten von Hochspannungsschaltgeräten, Netzschalthandlungen).

Wenn ein Unterspannungsauslöser in der Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) auf der Versorgungsseite oder an anderer Stelle in der Anlage errichtet ist, darf das Ansprechen des Unterspannungsauslösers eine Selektivität zwischen den Überstrom-Schutzeinrichtungen (OCPDs) und/oder Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) in Reihenschaltung nicht beeinträchtigen.

In  5.3.6 Figur 12 ist ein typisches Schaltbild für die Koordination zwischen einer Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) und einem Unterspannungsauslöser dargestellt.

#### 5.3.6 Figur 12: Selektivität mit Überstrom-Schutzeinrichtung (OCPD) und Unterspannungsauslöser



Um Selektivität sicherzustellen, muss die Auslösung des Unterspannungsauslösers entsprechend der maximalen Dauer des Kurz- oder Erdschlusses zeitverzögert stattfinden. In allen Fällen müssen die Anweisungen des Herstellers erfüllt werden, um die Sicherheit der elektrischen Anlage nicht zu beeinträchtigen.

#### 5.3.6.4.5 Niederspannungsschaltgerätekombination nach Normenreihe SN EN 61439

Die Bemessungswerte einer Schaltgerätekombination nach den Normen der Reihe  SN EN 61439 müssen an die anzuschliessenden Stromkreise angepasst sein. Ferner muss die Schaltgerätekombination den Einbaubedingungen entsprechen (z.B. Umgebungstemperatur, klimatische Bedingungen, IP-Schutzart usw.). Die Merkmale der Schaltgerätekombination müssen vom Hersteller festgelegt sein, wobei die in  5.3.6.4.1 bis  5.3.6.4.4 spezifizierten Kriterien zu berücksichtigen sind.

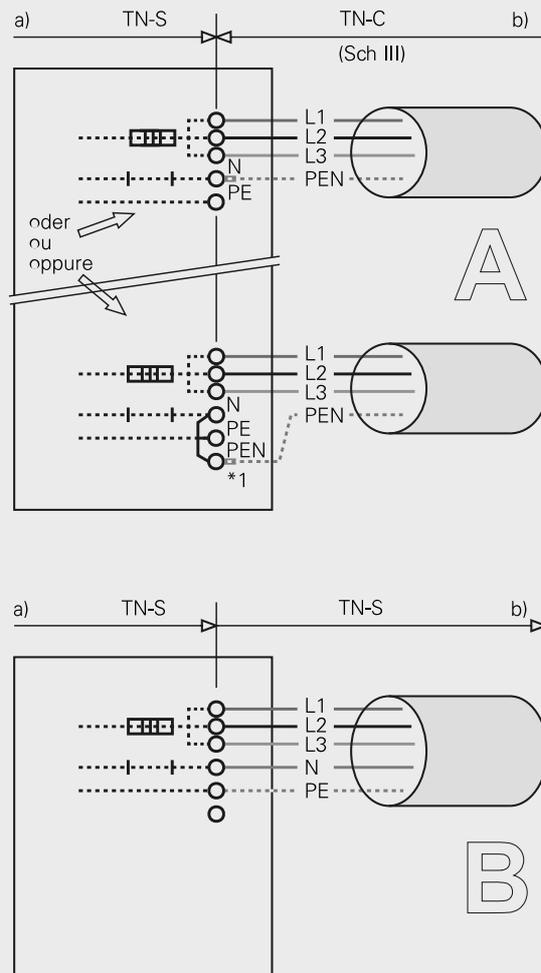
#### 5.3.6.5 Dokumentation

Die in den vorhergehenden Abschnitten gegebenen Informationen für die Koordination von elektrischen Einrichtungen können aus den Herstellerunterlagen entnommen werden (z.B. Katalog, Betriebsanweisungen, Berechnungssoftware).

Aus Sicherheitsgründen dürfen nur Kombinationen von Einrichtungen nach den technischen Angaben oder den Bemessungswerten des Herstellers verwendet werden.

Nach der Erstprüfung muss die Dokumentation bezüglich der Auswahl von Einrichtungen zur Koordination zu den entsprechenden Dokumentationen hinzugefügt werden.

5.4.3 Figur 6: Einspeisung bestehender Leitungen ab sanierter Verteilung

**Legende**

- a) Schaltgerätekombination nach System TN-S
- b) Abgang
- A: bis abgehende Leitungen saniert sind
- B: Schaltgerätekombination und abgehende Leitung im System TN-S
- \*1 PEN-Klemme isoliert angeordnet (keine Verbindung zu PE oder leitenden Teilen der SK)

**Anmerkungen:**

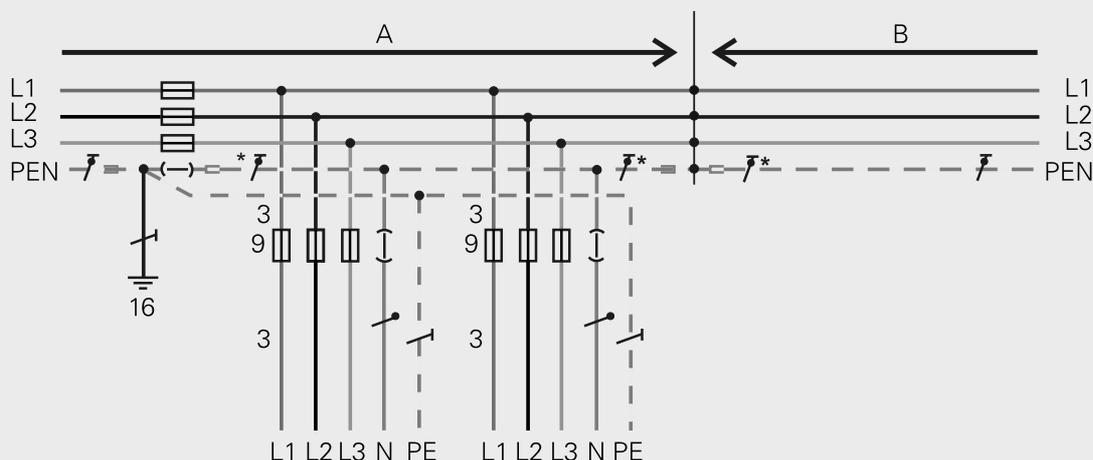
**(CH)** An der Stelle der Aufteilung in Schutzleiter und Neutraleiter muss in den Neutraleiter ein Neutraleitertrenner eingebaut werden.

**(CH)** In bestehenden Anlagen mit gelb gekennzeichnetem Neutraleiter **(NIN)** 5.4.3 Figur 7, Abschnitt B) darf dieser bei Erneuerung von Haus- und Bezügerleitungen als PEN-Leiter verwendet werden, sofern die Anforderungen an einen PEN-Leiter erfüllt sind. Ausserdem ist der vorhandene Neutraleiter (in der bestehenden Anlage) eindeutig als PEN-Leiter zu kennzeichnen.

In bestehenden Anlagen mit gelb gekennzeichnetem Neutralleiter (NIN 5.4.3 Figur 7, Abschnitt B) muss dieser gelb gekennzeichnete Leiter eindeutig als PEN-Leiter bezeichnet werden, sofern dieser weiter als PEN-Leiter verwendet wird. Wird der Leitungsabschnitt A erneuert und bis zur Einspeisung der bestehenden Installation «B» als PEN-Leiter verwendet, muss dieser blaue Leiter die Anforderungen als PEN-Leiter erfüllen um muss beidseitig eindeutig als PEN-Leiter bezeichnet werden. Diese Anordnung darf nur als Übergangslösung bis zur Sanierung der Installation im Abschnitt B verwendet werden.

Die Verwendung eines vorhandenen Neutralleiters als PEN-Leiter setzt voraus, dass dieser durchgehend einen Minimalquerschnitt von 10 mm<sup>2</sup> Cu aufweist und durchgehend isoliert ist. Ausserdem muss er als PEN-Leiter gemäss NIN 5.4.3 Figur 7 gekennzeichnet sein.

5.4.3 Figur 7: Bestehende Haus- oder Bezügerleitung



**Legende**

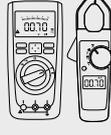
- A Neue « sanierte » Haus- oder Bezügerleitung (Steigleitung) System TN-S
- B Bestehende « alte » Installation System TN-C
- 1 Der gelb gekennzeichnete Neutralleiter der bestehenden Installation (B) ist an beiden Enden grün und blau zumarkieren, weil er die Funktion eines PEN-Leiters hat.
- 2 Der blaue Leiter der neuen Installation (A) ist an beiden Enden grün-gelb zu markieren, weil er die Funktion eines PEN-Leiters hat
- 3 Hausleitung
- 9 Bezüger-Überstrom-Schutzeinrichtung
- 16 Erdungsleiter
- L1, L2, L3 Aussenleiter
- N Neutralleiter blau (gelb \*)
- PEN PEN-Leiter (grün-gelb, Enden blau)
- PE Schutzleiter (grün-gelb)
- |— Neutralleitertrenner
- |— Überstrom-Schutzeinrichtung

.4 Fremde leitfähige Teile dürfen als PEN-Leiter nicht verwendet werden.

**5.4.3.5 Kombinierte Schutz- und Funktionserdungsleiter**

.1 Wenn ein gemeinsamer Schutzerdungs- und Funktionserdungsleiter verwendet wird, muss dieser die Anforderungen für einen Schutzleiter erfüllen. Zusätzlich muss er auch die entsprechenden Anforderungen für Funktionszwecke erfüllen.

**6.1.3 Tabelle 1: Die Leitfähigkeit des Schutzleiters muss geprüft werden, wobei folgendes Vorgehen empfohlen wird:**

Messeinrichtung Anforderung/Einsatz für	Ohmmeter / Vielfachmess- instrumente	Einfache Prüfeinrichtungen, mit Bereichsanzeigen	Einfache Prüf- und Messgeräte, mit Anzeige des Widerstandswertes	Installations- Tester (R <sub>low</sub> )
Beispielbild				
SN EN 61010 erfüllt	Ja	Ja	Ja	Ja
SN EN 61557-4 erfüllt	Nein	Nein	Ja	Ja
4-24 V AC od. DC / ≥ 200 mA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ausreichend für das Erstellen eines Messprotokolls	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Einsatz in Anlagen unter Spannung	<input checked="" type="checkbox"/>	gemäss Angaben der Hersteller	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Messung der Leitfähigkeit mit einer Quelle, deren Leerlaufspannung zwischen 4 V und 24 V DC oder AC beträgt und welche einen Strom von mindestens 0,2 A abgibt.

**6.1.3 Tabelle 2: Die Tabelle erleichtert die Überprüfung der Plausibilität von Mess- oder Prüfergebnissen von PE- und PA-Leitern.**

Querschnitt mm <sup>2</sup>	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	95	150
Spez. Widerstand Cu mΩ / m	12.575	7.566	4.739	3.149	1.881	1.185	0.752	0.546	0.404	0.205	0.134
Widerstand in mΩ für 10; 20; 50; 100; 200 m	10	126	76	47	31	19	12	8	5	4	2
	20	252	151	95	63	38	24	15	11	8	4
	50	629	378	237	157	94	59	38	27	20	10
	100	1258	757	474	315	188	119	75	55	40	21
	200	2515	1513	948	630	376	237	150	109	81	41
alle Werte in mΩ											

Die Mess- und Prüfeinrichtungen müssen den grundsätzlichen Anforderungen an die Messeinrichtungen erfüllen, welche die Sicherheit der Benutzer gemäss  SN EN 61010 gewährleisten.

Corrigendum 08.2020

### 6.C.3.2 Durchgängigkeit der Schutzleiter

Diese Messung ist erforderlich, um die Einhaltung der Abschaltbedingungen bei Anwendung der Schutzmassnahme automatische Abschaltung der Stromversorgung (MIN 6.1.3.6) nachzuweisen. Der Nachweis wird als erbracht angesehen, wenn das bei der Prüfung verwendete Messgerät einen geeigneten Wert liefert.

**Anmerkung:**

*Die bei der Messung verwendete Stromstärke sollte ausreichend klein sein, damit keine Brand- oder Explosionsgefahr entstehen kann.*

### 6.1.3.3 Isolationswiderstand der elektrischen Installation



.1 Der Isolationswiderstand muss gemessen werden zwischen:

- a) aktiven Leitern, und
- b) aktiven Leitern und dem mit der Erdungsanlage verbundenen Schutzleiter  
Bei dieser Prüfung dürfen die aktiven Leiter miteinander elektrisch verbunden werden.

Eine Messung zwischen aktiven Leitern kann nur durchgeführt werden, falls keine Verbraucher oder Speisungen von Schutzeinrichtungen angeschlossen sind. Ein Abklemmen von diesen Betriebsmitteln, nur zu Messzwecken, ist nicht gefordert.

Die Isolationsmessung muss bei der Erstprüfung in jedem Fall ausgeführt werden.

Für die Messung der Isolationswiderstände sind die Aussenleiter und der Neutraleiter als aktive, d.h. stromführende Leiter zu betrachten. Der PEN-Leiter gilt dagegen als geerdet. Während einer Messung dürfen die Aussenleiter und der Neutraleiter an der Messstelle miteinander verbunden sein.

Enthält ein Stromkreis elektronische Geräte, sind vor der Messung die Aussenleiter mit dem Neutraleiter zu verbinden. Sollte die Messung ein ungenügendes Resultat ergeben, sind die elektronischen Geräte abzutrennen, und die Messung ist mit getrennten Leitern zu wiederholen.

Sind Systeme wie Isolationsüberwachungseinrichtungen, Differenzstromüberwachungen, etc. installiert, muss bei der Erstprüfung trotzdem eine Isolationsmessung durchgeführt werden.

.2 Es gelten die Werte in nachfolgender Tabelle.

**6.1.3 Tabelle 3: Mindestwerte des Isolationswiderstandes**

Bemessungsspannung	Messgleichspannung	Isolationswiderstand
V	V	MΩ
SELV und PELV	250	≥ 0,5
50 ≤ 500 V	500	≥ 1,0
> 500 V	1000	≥ 1,0

### 7.05.2.1.3 Intensivtierhaltung

Aufzucht und Haltung von Nutztieren, für deren Lebenserhaltung automatisch wirkende technische Systeme notwendig sind.

#### Anmerkungen:

*Beispiele für automatisch wirkende technische Systeme zur Lebenserhaltung sind solche zur Lüftung, Fütterung und Klimatisierung.*

*Beispiele für Intensivtierhaltung sind Schweinemästereien, Geflügelhäuser, Binnenfischerei und Teichwirtschaft.*

### 7.05.2.1.4 Einrichtungen zur Nutztierhaltung

Gebäude und Räume (Ställe), Käfige, Ausläufe oder andere Behältnisse zur dauernden Unterbringung von Nutztieren.

## 7.05.4 Schutzmassnahmen

### 7.05.4.1 Schutz gegen elektrischen Schlag

#### 7.05.4.1.0 Einleitung

##### .3 Allgemeine Anforderungen

Folgende Schutzvorkehrungen für den Basisschutz sind nicht zulässig:

- Schutz durch Hindernisse (NIN 4.1.B.2) und
- Anordnung ausserhalb des Handbereichs (NIN 4.1.B.3)

Folgende Schutzvorkehrungen für den Fehlerschutz sind nicht zulässig:

- Nicht leitende Umgebung (NIN 4.1.C.1) und
- Schutz durch erdfreien örtlichen Schutz-Potenzialausgleich (NIN 4.1.C.2).

#### 7.05.4.1.1 Automatische Abschaltung der Stromversorgung

##### \* .1 Allgemeines (NIN 4.1.1.1)

In Stromkreisen, gleichgültig welchen Systems nach Art der Erdverbindung, müssen die folgenden Abschalteinrichtungen vorgesehen werden:

- in Endstromkreisen mit Steckdosen eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) mit einem Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ ;
- in allen anderen Stromkreisen Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit einem Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n} \leq 300 \text{ mA}$ .

#### Anmerkung:

*In Fällen, in denen eine verbesserte Aufrechterhaltung der Versorgung verlangt ist, sollten die Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) mit einem Bemessungsdifferenzstrom  $I_{\Delta n} \leq 300 \text{ mA}$  solche der Bauart  $\text{S}$  sein oder zeitverzögert abschalten.*

(CH) Bei Verteilungen, kann auf die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung verzichtet werden, falls:

- die Leitung auf der gesamten Länge durch metallische Rohre oder metallische Kanäle mechanisch geschützt ist oder Kabel mit konzentrischem Schutzleiter verwendet werden und

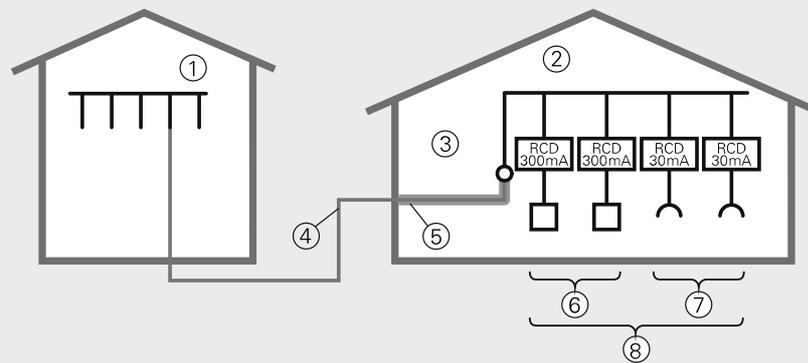
– die Rohre so verlegt und verschlossen sind, dass ein Eindringen von Nagetieren verhindert ist.

**Anmerkung:**

Mit Verteilleitungen sind typischerweise Zuleitungen zu Schaltgerätekombinationen gemeint. Die Schaltgerätekombination muss vor mechanischer Beschädigung und vor dem Eindringen von Nagetieren geschützt sein.

Ziel der durch die NIN geforderten Fehlerstrom-Schutzeinrichtung ist die Verhinderung von Bränden infolge von Isolationsfehlern. Isolationsfehler in landwirtschaftlichen Betriebsstätten sind oft eine Folge einer mechanischen Beschädigung der Leitungen oder eines Nagetierfrasses an der Ader- und Kabelisolation. Mit geeigneten Massnahmen kann das Risiko für Isolationsfehler auf ein vertretbares Risiko minimiert werden.

7.05.4 Figur 1



**Legende**

- |   |   |
|---|---|
| 1 | Wohnhaus  |
| 2 | Ökonomiegebäude   |
| 3 | feuergefährdeter Bereich  |
| 4 | Verteilstromkreis   |
| 5 | Leitung ohne RCD, falls:  |
|   | – Die Leitung durch das Verwenden von metallischen Rohren oder metallischen Kanälen auf der gesamten Länge mechanisch geschützt ist und das Eindringen von Nagetieren verhindert ist oder |
|   | – Kabel mit konzentrischem Schutzleiter PE verwendet werden   |
| 6 | beliebige Stromkreise   |
| 7 | Stromkreise mit Steckdosen  |
| 8 | Endstromkreise  |

**.43 Systeme TN** (NIN 4.1.1.4 Abs. 3)

In landwirtschaftlichen oder gartenbaulichen Betriebsstätten ist die elektrische Installation ab Anschlussüberstromunterbrecher als System TN-S auszuführen. Dies gilt auch für Wohnungen und andere Räumlichkeiten, die zu den landwirtschaftlichen oder gartenbaulichen Betriebsstätten nach der Begriffsbestimmung in NIN 7.05.2.1.2 gehören.

- Funktionsbeschreibung für den Betrieb der Stromversorgung für Sicherheitszwecke und Einrichtungen für Sicherheitszwecke.

---

**Anmerkung:**

*Beispiele für rechentechnische Nachweise sind:*

- *Nachweis der selektiven Abschaltung der Schutzeinrichtungen, die direkt mit der Versorgungsseite verbunden sind, bei Kurzschluss;*
  - *Berechnung und Überprüfung sind besonders wichtig bei elektronischen Stromquellen (z.B. Stromrichter).*
- 

#### **7.10.5.1.4.6 Anleitungen für den Betrieb**

Anleitungen für den Betrieb und Wartung müssen dem Betreiber zur Verfügung gestellt werden.

Die einschlägigen Dokumente sind im Einzelnen:

- Anleitungen für Bedienung, Besichtigen, Prüfung und Wartung der Akkumulatoren und der Stromquellen für Sicherheitszwecke;
- ein Prüfbuch, das Aufzeichnungen über alle Prüfungen und Besichtigungen enthält, die vor der Inbetriebnahme vollständig durchgeführt sein müssen;
- Information bezüglich Besichtigung(en).

### **7.10.5.2 Kabel und Leitungsanlagen**

Jede Kabel- und Leitungsanlage innerhalb von medizinisch genutzten Bereichen der Gruppe 2 darf nur für die Versorgung der elektrischen Verbrauchsmittel und des Zubehörs in diesen Bereichen benutzt werden.

### **7.10.5.3 Schalt- und Steuergeräte**

#### **7.10.5.3.1 Einrichtungen zum Schutz bei Überstrom**

##### **7.10.5.3.1.1 Schutz der Kabel- und Leitungsanlagen in medizinisch genutzten Bereichen der Gruppe 2**

- .1 Im Ausgangsstromkreis (Sekundärkreis) des Transformators des medizinischen IT-Systems ist ein Schutz bei Überlast nicht zulässig.

---

**Anmerkung:**

*Überstrom-Schutzeinrichtungen (z.B. Sicherungen) dürfen im Eingangskreis des Transformators nur zum Schutz bei Kurzschluss verwendet werden.*

*Für jeden Endstromkreis ist ein Schutz bei Kurzschluss und bei Überlast notwendig.*

---

##### **7.10.5.3.1.3 Isolationsüberwachungseinrichtungen (IMDs)**

Die Isolationsüberwachungseinrichtung (IMD) muss so nah wie möglich am Anfang des medizinischen IT-Systems errichtet und mit ihm verbunden werden.

#### **7.10.5.3.6 Koordination von Schutzeinrichtungen**

##### **7.10.5.3.6.1 Selektivität bei Überstrom-Schutzeinrichtungen**

Selektivität muss sichergestellt werden: Bei Kurzschluss in einem Endstromkreis dürfen die Stromkreise des vorgeschalteten Verteilers nicht unterbrochen werden.

**7.10.5.3.7 Einrichtungen zum Trennen und Schalten****7.10.5.3.7.9 Selbsttätige Umschalteinrichtung**

Selbsttätige Umschalteinrichtungen müssen so ausgeführt sein, dass eine sichere Trennung zwischen den Einspeisungen aufrechterhalten wird.

**Anmerkung:**

*Das kann z.B. dadurch erreicht werden, dass die maximale Gesamtaus Schaltzeit (vom Eintritt des ersten Fehlers bis zur Löschung des Lichtbogens in der Schalteinrichtung) kleiner ist als die minimale Umschaltverzögerungszeit der selbsttätigen Umschalteinrichtung.*

*In diesem Fall sollten die elektrischen Leitungen/Kabel zwischen der selbsttätigen Umschalteinrichtung und der nachgeordneten Überstrom-Schutzeinrichtung kurzschluss- und erdschlusssicher verlegt werden.*

*Selbsttätige Umschalteinrichtungen sollten  SN EN 60947-6-1 entsprechen.*

## Funktionsbeschreibung Umschaltung:

Im fehlerfreien Betriebszustand ist die bevorzugte Einspeisung eingeschaltet. Sinkt die Spannung unter den eingestellten Ansprechwert, erfolgt eine automatische Umschaltung auf die zweite Einspeisung. Die Umschaltzeit kann individuell eingestellt werden. Zur Sicherstellung der Betriebsbereitschaft wird ebenfalls die zweite Einspeisung sowie der Ausgang des Umschaltmoduls überwacht. Eine Rückschaltung auf die bevorzugte Einspeisung erfolgt automatisch nach Spannungswiederkehr. Durch einstellbare Zeiten, wie z.B. Rückschaltzeit und Pausenzeit, berücksichtigt die Umschaltung den individuellen Aufbau einer Anlage (z.B. Staffelung mehrerer Umschaltmodule, Abbau von Schaltenergie). Über eine Prüftaste kann die Umschaltfunktion geprüft werden.

**7.10.5.5 Andere Betriebsmittel****7.10.5.5.1 Steckdosen, geschützt durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs)**

Für jeden Stromkreis, der mit einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) mit einem Auslösestrom  $\leq 30$  mA geschützt ist, muss die maximale Anzahl von Steckdosen festgelegt werden, die durch die Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) geschützt werden.

**7.10.5.5.8 Steckdosenstromkreise im medizinischen IT-System für medizinisch genutzte Bereiche der Gruppe 2**

Steckdosen, die für den Anschluss medizinischer elektrischer Geräte vorgesehen sind, müssen mit einer Spannungsanzeige versehen sein.

**Anmerkung 1:**

*Für Lampen der Spannungsanzeige wird grünes Licht bevorzugt.*

An jedem Patientenbehandlungsplatz, z.B. an den Kopffenden, müssen die Steckdosen folgendermassen angeordnet sein:

- Jede Steckdose wird von einzeln geschützten Stromkreisen versorgt oder
- mehrere Steckdosen werden auf mindestens zwei separate Stromkreise aufgeteilt.

### 7.12.5.1.5 Vermeidung gegenseitiger nachteiliger Beeinflussung

#### .1 Schutz gegen Überhitzung

Die Module sind so zu montieren, dass aufgrund eines Wärmestaus oder einer optischen Konzentration des Sonnenlichtes durch die Module Verbrennungen oder eine Entzündung benachbarter Strukturen ausgeschlossen ist. Beim Einbau der Module sind die Angaben des Herstellers zu beachten. (siehe [NNN](#) 4.2.2.1)

#### .2 Gleichstrombeeinflussung

Eine Gleichstrombeeinflussung der Wechselstromseite, die Sicherheitskonzepte wie Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs), etc. oder andere empfindliche Schutz- und Steuerelemente beeinflussen oder blockieren könnte, muss ausgeschlossen werden. Diese Sicherheit kann durch folgende Massnahmen erreicht werden:

- Trenntransformatoren
- Kondensatoren
- Gleichstromüberwachung auf der Wechselstromseite mit schneller Abschaltung des Wechselrichters (die Abschaltung muss eine sichere DC-Trennung ermöglichen) z.B. der AC-Schalter muss auch für die mögliche DC-Last ausgelegt sein.

## 7.12.5.2 Leitungen

### 7.12.5.2.1 Allgemeines und Arten von Leitungen

#### .1 Schutz gegen Überhitzung

##### **Anmerkung:**

Die Strombelastbarkeit dieser Leitungen muss für den maximal auftretenden Strom ausgelegt werden. Dieser berechnet sich z.B. für das DC-Hauptkabel wie folgt:

$$I_{G\ SC\ STC} = I_{M\ SC\ STC} \cdot n \cdot 1,25$$

$n$  = gesamte Anzahl parallel geschalteter Stränge

#### .2 Gleichstrombeeinflussung

Die PV-Gleichstromhauptleitung ist ortsfest zu verlegen und es sind Isolationsmaterialien zu verwenden, welche erhöhte Anforderungen an die Isolation (halogenfreie Isolationsmaterialien) erfüllen. PVC-Isolationen sind dazu nicht geeignet. Sofern der mögliche Kurzschlussstrom den Betriebsstrom nicht oder nur unwesentlich übersteigt, sind für den Schutz bei Kurzschlüssen keine weiteren Massnahmen zu treffen.

Führen solche Leitungen über brennbare Gebäudeteile (AP) oder sind in brennbaren Gebäudeteilen verlegt (UP), sind diese in schwerbrennbare (RF2/BKZ 5.2) oder in nichtbrennbare (RF1/BKZ 6q, BKZ 6) Rohre oder Kanäle zu verlegen, oder es sind Kabel mit einer metallischen Umhüllung oder einem konzentrischen Leiter zu verwenden (keine PVC-Isolation).

Führen solche Leitungen durch feuergefährdete Bereiche, sind diese in nichtbrennbare (RF1/BKZ 6q, BKZ 6) Rohre oder Kanäle zu verlegen, oder es sind Kabel mit einer metallischen Umhüllung oder einem konzentrischen Leiter zu verwenden (keine PVC-Isolation).  4.2.2.3

7.12.5 Figur 6: Montage und Anordnung von DC-Leitungen

Montageort Anordnung	auf/in brennbaren Gebäudeteilen	in feuergefährdeten Bereichen	horizontale Fluchtwege	vertikale Fluchtwege	explosionsgefährdete Bereiche
	Alle DC Leitungen	doppelte Isolation			
	keine PVC-Kabel				
DC Modulverkabelung	 ohne Rohr	☒			
DC Hauptleitung oder Array-/Stringleitung	Rohr RF1 BKZ 6.3	Rohr RF1 BKZ 6.3 *1)		☒ *2)	
	Rohr RF2 BKZ 5.2				
	oder konzentrischer PE-Leiter				

**Legende**

 zulässig

 nicht zulässig

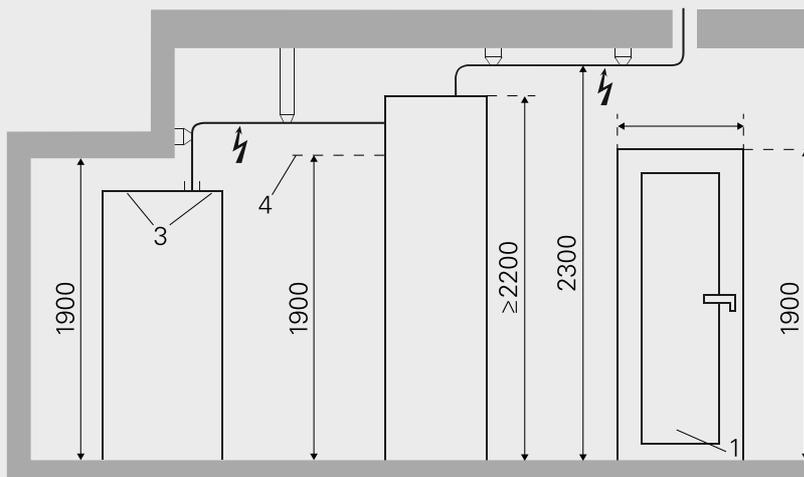
\*1) Die Rohre müssen so verlegt und verschlossen werden, dass ein Eindringen von Nagetieren verhindert wird.

\*2) Anordnung durch räumliche Abtrennung mindestens EI30-RF1 möglich.

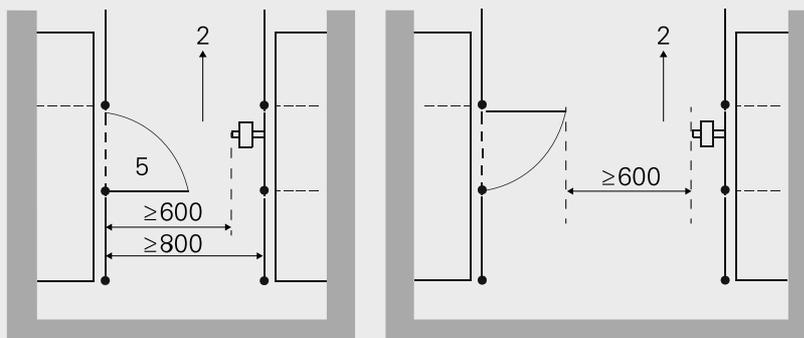
Corrigendum 08.2020

Gemäss  SR 822.114, Art. 10, der Verordnung 4 zum Arbeitsgesetz, müssen Türen, die ins Freie oder im Innern des Gebäudes zu den Ausgängen und Treppenhäusern führen, sich in Richtung des Fluchtweges öffnen lassen oder nach der üblichen Ausdrucksweise «nach aussen schwenken». Es sind also Flügeltüren oder Pendeltüren anzubringen. Schiebetüren sind deshalb nicht zugelassen. Türen dürfen in geöffnetem Zustand die Zirkulation nicht behindern.

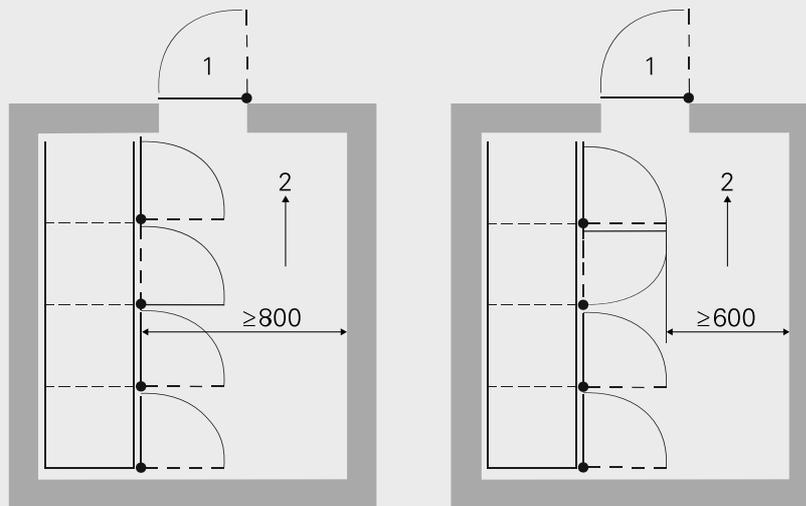
7.29.3 Figur 1: Minimalabmessungen für Zugänge und Türen



7.29.3 Figur 2: Fluchweg gewährleistet



7.29.3 Figur 3: Fluchtweg gewährleistet

**Legende**

- |   |  |
|---|--|
| 1 | Raumtüren zu Bedienungsgängen oder elektrischen Betriebsräumen |
| 2 | Fluchtwegrichtung  |
| 3 | Abdeckung  |
| 4 | Verschalung  |
| 5 | Türe darf nicht arretiert werden können                        |

**7.29.4 Schaltgerätekombination (SK)**

- .1 (CH) Geschlossene Schaltgerätekombinationen und dgl. von weniger als 2,2 m Höhe müssen auch oben geschlossen sein.

(CH) Durch diese Bestimmung soll verhindert werden, dass auf den oberen Rand von Schaltgerätekombinationen gelegte Gegenstände ins Innere fallen und so Störungen und Unfälle verursachen. Unbenützte Öffnungen in Abdeckungen sind daher zu verschliessen.

**7.29.5 Beleuchtung**

- .1 (CH) Ständig bediente und besonders wichtige elektrische Betriebsräume müssen mit einer Beleuchtung für Sicherheitszwecke versehen sein.

Als besonders wichtige elektrische Betriebsräume gelten

- Räume, in welchen elektrische Anlagen bei Netzausfall oder in Störungsfällen bedient werden müssen,
- Räume, in welchen sich Schaltanlagen befinden, an denen Umschaltungen vorgenommen werden müssen,
- Räume, in welchen sich eine Stromquelle für Sicherheitszwecke befindet, auch wenn diese vollautomatisch ist,
- Räume, in welchen sich häufig Personal aufhält, das bei Dunkelheit durch ungeschützte blanke, spannungsführende Teile gefährdet werden könnte.

Es sind Lampen zu verwenden, die eine sofortige Betriebsbereitschaft gewährleisten.