

# Corrigendum zur NIN 2025

Seit 1. Januar 2025 ist die Niederspannungs-Installationsnorm SN 411000:2025 (NIN 2025) in Kraft. In Dokumenten mit einem solchen Umfang, werden im Gebrauch Kleinigkeiten festgestellt, die der Qualitätskontrolle vor der Veröffentlichung entgangen sind. Das Corrigendum zur NIN 2025 ist ein Instrument zur Verbesserung und dient der Korrektur der festgestellten Fehler. Im Prozess wird unterschieden zwischen Amendment, Corrigendum und stillschweigenden Korrekturen.

<b>Korrekturen mit normativer Änderung</b> Veränderung normativer Bestimmungen	▶ <b>Amendment zur NIN 2025</b> Erscheint als Anhang zur NIN 2025
<b>Korrekturen ohne normative Änderung</b> Verweise, B+E, Anmerkungen, Legenden	▶ <b>Corrigendum 11.2025</b> Erscheint als PDF und auf NIN-Online
<b>Korrekturen ohne inhaltliche Relevanz</b> Rechtschreibfehler, Darstellung, Satzzeichen	▶ <b>Stillschweigende Korrektur</b> Umgesetzt auf NIN Online und im Corrigendum-PDF

Als Corrigendum werden alle Korrekturen beschrieben und ausgewiesen, die eine ausreichende inhaltliche Relevanz haben, aber keine normativen Änderungen mit sich bringen. Rechtschreibfehler oder fehlende Satzzeichen wurden folglich stillschweigend korrigiert und werden weder im Corrigendum-PDF markiert, noch in der Liste mit Erläuterungen geführt. Für Korrekturen, die den normativen Inhalt der NIN 2025 verändern, wird ein Amendment erstellt. Dieses Dokument wird im Frühjahr 2026 erscheinen und wird genauso wie das Corrigendum in der NIN-Online sowie als PDF zur Verfügung stehen.

In der NIN-Online 2025 sind alle Corrigendum-Korrekturen eingepflegt. Für die Print-Version der NIN 2025 stellt Elektrosuisse ein PDF zum Ausdrucken der korrigierten Seiten zur Verfügung. Diese Seiten werden mit einem Schriftzug «Corrigendum 11.2025» gekennzeichnet, die übereinstimmenden, bestehenden Seiten in den NIN Print-Ordnern können durch die neuen Corrigendum-Seiten ersetzt werden.

Unten aufgelistet sind die wichtigsten Korrekturen mit Artikel und Titel in der NIN 2025, sowie einer kurzen Beschreibung der Anpassung.

# Liste NIN 2025 Corrigendum

<b>Artikel</b>	<b>Titel</b>	<b>Korrektur</b>
Teil 2	Stichwortverzeichnis	Stichwortverzeichnis am Anfang des Teils 2 wurde aktualisiert
2.2.1.44	Raumarten	Falscher Verweis, korrigiert zu 5.1.2.2
4.1.1 Figur 1 B+E	Schutz-Potenzialausgleich	Legende ergänzt mit Wechselrichter
4.3.1.6 B+E	Koordination des Schutzes gegen Überlastströme und des Schutzes gegen Kurzschlussströme	Falscher Verweis, korrigiert zu 4.3.1 Tabelle 2
4.3.1 Figur 11 B+E	Kurzschlusschutz mit Leitungsschutzschalter	Rechenbeispiel korrigiert
5.1.1.1 B+E	Grundsatz	Festlegung feuergefährdete Räume angepasst
5.1.2 Tabelle 7 B+E	Äussere Einflüsse	Falscher Verweis, korrigiert zu SN 414022
5.1.4.3.1	Kennzeichnung der Leiter	Falscher Verweis, korrigiert zu SN EN IEC 60445
5.2.1 Tabelle 6 B+E	Aufbau und Anwendung ortsveränderlicher Leiter aus Litzen	Titel angepasst: «ortsfest verlegt» ersetzt durch «ortsveränderlich»
5.2.2 Anmerkung	Auswahl und Errichtung von Leitungssystemen nach den Umgebungseinflüssen	Falscher Verweis, korrigiert zu 5.1.2.2
5.2.2.8	Andere mechanische Beanspruchungen (AJ)	Doppelte Auflistungen entfernt
5.5.1.2	Allgemeine Anforderungen	Falscher Verweis korrigiert zu 5.1.2.2
7.10.3 Figur 1 B+E	Festlegungsprotokoll für medizinisch genutzte Bereiche	Tabelle der Klassen A-F ergänzt.
7.10.5.1.2.3	Explosionsgefahr	«Mittelpunkt zu Mittelpunkt» geändert zu «Mittelpunkt Gasauslass bis Anfang Betriebsmittelland»
7.12.4.4.3.101	Schutz gegen transiente Überspannungen	Falscher Verweis, korrigiert zu 4.4.3
7.12.4 Figur 9 xC B+E	Beispiele Schutz gegen Überspannung	Skizze angepasst: SPD T1 auf Dach entfällt, SPD beim Gebäudeeintritt geändert auf T1
7.12.5.1.1.103 B+E	Zubehör und Gehäuse	«für AC-Schaltgerätekombinationen» ergänzt, Artikel als B+E markiert
7.12.5.1.2.1.1 B+E	Spannung	Formelzeichen der Spannungen in Formel und Legende angepasst
7.12.5.2.1.102 B+E	Arten von Leitungen	Falscher Verweis, korrigiert zu 5.1.4.3
7.12.5.2.3.6 B+E	Trennung AC- und DC-Leitungen	Begründung für getrennte Verlegung ergänzt
7.12.5.2.3.6 B+E	Trennung AC- und DC-Leitungen	Verweis Merkblatt Swissolar nr. 19 ergänzt
7.12.5.2.6.101 B+E	Steckverbinder für DC-Seite	Verweis Merkblatt Swissolar nr. 18 ergänzt
7.12.5.4.2.101	Kurze Schienen von Montagesystemen	Präzisierung zum Potenzialausgleich von Montagesystemen
7.14.5.1.2.10	Betriebsbedingungen und äussere Einflüsse	Falscher Verweis, korrigiert zu 5.1.2.2
7.18.5.5.9.1	Instandhaltung von Beleuchtungsstromkreisen	Falscher Verweis, korrigiert zu 5.1.2.2

## 2.2.1.41 Niederspannungsanlagen

Starkstromanlagen, bei welchen die Betriebsspannung grösser als 50 V AC oder 120 V DC, aber nicht grösser als 1000 V AC oder 1500 V DC ist.

### Installation à basse tension

Installation à courant fort dont la tension de service est supérieure à 50 V mais ne dépasse pas 1000 V.

### Impianti a bassa tensione

Impianti elettrici a corrente forte, nei quali la tensione di esercizio è superiore a 50 V AC o 120 V DC, ma inferiore a 1000 V AC o 1500 V DC.

## 2.2.1.43 Ortsveränderliche Leitungen

Leiter und Leitungen, die bei ihrer Benützung bewegt werden können.

### Mobile

Conducteur et canalisation qui peuvent être déplacés lors de leur utilisation.

### Mobili

Conduttori e condutture, che possono essere spostate nel loro impiego.

## 2.2.1.44 Raumarten

### Anmerkung:

Räume können in eine der in [NN 5.1.2.2](#) angegebenen Raumarten häufig nur nach genauerer Kenntnis der örtlichen und betrieblichen Verhältnisse eingeordnet werden. Wenn z.B. in einem Raum nur an einer bestimmten Stelle hohe Feuchtigkeit auftritt, der übrige Raum aber infolge regelmässiger Lüftung trocken ist, so braucht nicht der gesamte Raum als feuchter Raum zu gelten.

### Trockener Raum

Raum oder ein bestimmter Bereich innerhalb eines Raums, in dem in der Regel kein Kondenswasser auftritt oder in dem die Luft nicht mit Feuchtigkeit gesättigt ist.

### Anmerkung:

Räume (Bereiche), in denen die relative Luftfeuchte in der Regel weniger als 75% beträgt und nicht mit Kondenswasser zu rechnen ist, gelten als trockene Räume.

Hierzu gehören z.B. Wohnräume (auch Hotelzimmer), Büros; weiterhin können hierzu gehören:

- Geschäftsräume, Verkaufsräume, Dachböden, Treppenhäuser, beheizte und belüftbare Keller,
- Küchen in Wohnungen und Baderäume in Wohnungen und Hotels gelten in Bezug auf die Installation als trockene Räume, da in ihnen nur zeitweise Feuchtigkeit auftritt.

### Feuchter Raum

Raum oder ein bestimmter Bereich innerhalb eines Raums, in dem die Sicherheit der elektrischen Betriebsmittel durch Feuchtigkeit, Kondenswasser oder ähnliche klimatische Einflüsse beeinträchtigt werden kann.

**Anmerkung:**

Räume (Bereiche), in denen die relative Luftfeuchte in der Regel 75 – 90% beträgt, gelten als feuchte Räume. In feuchter Umgebung schlägt sich Luftfeuchtigkeit in wahrnehmbarer Weise (grosse Tropfen) nieder, wenn die Oberflächentemperatur eines Gegenstandes bedeutend tiefer ist als die Umgebungstemperatur.

Feuchte Räume sind z.B. Grossküchen, Baderäume für gewerbliche Zwecke, feuchte Keller und Kühlhäuser.

**Nasser Raum**

Raum oder ein bestimmter Bereich innerhalb eines Raums, dessen Fussboden - mitunter auch dessen Wände und/oder Einrichtungen – aus betrieblichen, hygienischen oder anderen Gründen mit Wasser abgespritzt werden.

**Anmerkung:**

Räume (Bereiche), in denen die relative Luftfeuchte in der Regel mehr als 90% beträgt, gelten als nasse Räume. In nasser Umgebung bildet sich Kondenswasser, wenn die Oberflächentemperatur eines Gegenstandes auch nur wenig tiefer ist als die Umgebungstemperatur.

Nasse Räume sind z.B. Bade- und Waschanstalten, Kellereien, Autowaschplätze, Metzgereien, Gewächshäuser oder Räume, in denen Wände und Böden abgespritzt werden.

**Genres de locaux****Note:**

*Il n'est souvent possible de classer des locaux dans un des genres de locaux donnés dans 5.1.2.2 qu'après avoir connaissance plus précise des conditions locales et d'exploitation. Si par exemple, l'humidité est importante à un endroit déterminé d'un local et que le reste du local est sec par suite d'une aération régulière, l'ensemble du local n'est pas considéré comme un locale humide.*

**Local sec**

Local ou volume particulier à l'intérieur d'un local dans lesquels, en règle générale, il n'apparaît pas d'eau de condensation ou dans lequel n'est pas saturé d'humidité.

**Note:**

*Les locaux (volumes) dans lesquels l'humidité relative de l'air est généralement inférieure à 75% et où il ne faut pas compter avec de l'eau de condensation sont considérés comme des locaux secs.*

*Il s'agit, par exemple, de locaux d'habitation (également les chambres d'hôtel), de bureaux et également:*

- de locaux commerciaux, de locaux de vente, de combles, de cages d'escalier, de caves chauffées et aérées;*
- de cuisine et de salle de bains dans les habitations ainsi que les salles de bains dans les hôtels, car dans ces locaux il n'y a que rarement de l'humidité.*

Der Schutz-Potenzialausgleich hat den Zweck, Spannungsdifferenzen zwischen gleichzeitig berührbaren leitfähigen Teilen zu begrenzen.

Bei der Verlegung des Schutz-Potenzialausgleichsleiters ist darauf zu achten, dass möglichst kurze Verbindungen entstehen. Dabei dürfen vorhandene Metallkonstruktionen (ausgedehnte Metallteile, metallene Rohrsysteme) als Schutz-Potenzialausgleichsleiter verwendet werden, sofern der vorgeschriebene minimale Querschnitt eingehalten und ihre durchgehend leitende Verbindung dauernd gewährleistet ist. Es ist deshalb darauf zu achten, dass durch ausbaubare Konstruktionsteile wie Wasserzähler, Ventile und dgl. kein Unterbruch im Schutz-Potenzialausgleichsleiter entstehen kann.

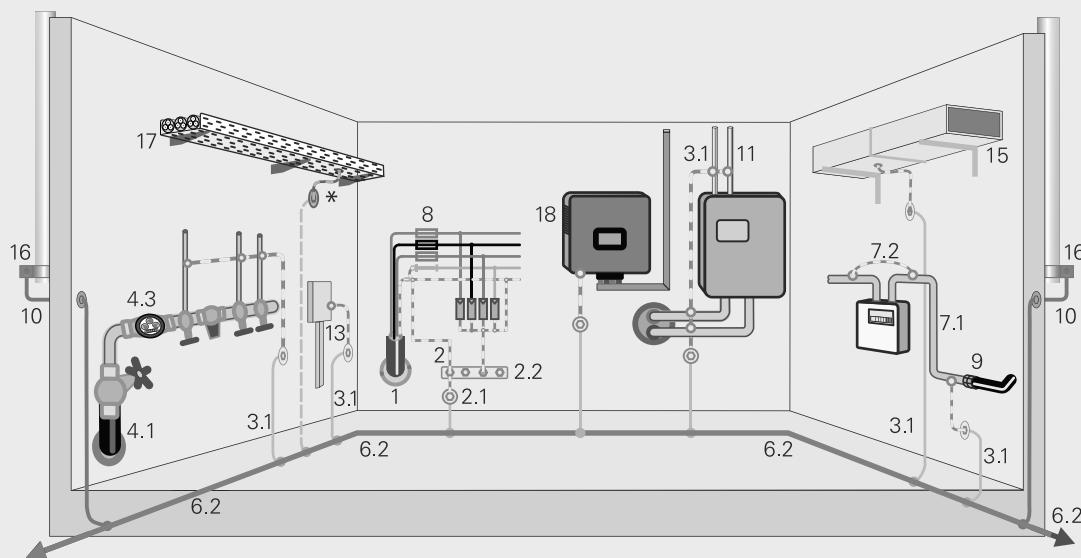
Das Parallelführen einzelner Schutz-Potenzialausgleichsleiter ist zu vermeiden.

Der Fundamenteerde ist als Bestandteil des Schutz-Potenzialausgleichsleiters mit zu verwenden.

Anschluss- und Abzweigstellen im Schutz-Potenzialausgleichsleiter müssen jederzeit gut zugänglich und als solche erkennbar sein. Verbindungen an Anschluss- und Abzweigstellen müssen gegen Selbstlockern gesichert sein.

Der Schutz-Potenzialausgleichsleiter darf als Teil der Ableitung für die Blitzschutzanlage nicht benutzt werden.

Wenn immer möglich, ist der Fundamenteerde als Erder für die Blitzschutzanlage zu verwenden (siehe auch  SN 414022).

**4.1.1 Figur 1: Schutz-Potenzialausgleich****Legende**

- |         |   |
|---------|---|
| 1       | Anschlussleitung  |
| 2       | Erdungsleiter (Verbindung zum Erder)  |
| 2.1     | Erdungsleiter (Verbindung mit der Haupterdungsschiene / Potenzialausgleichsschiene)                     |
| 2.2     | Haupterdungsschiene / Potenzialausgleichsschiene  |
| 3.1     | Verbindung mit dem Schutz-Potenzialausgleich  |
| 4.1     | Ortswasserleitung aus Isolierstoff  |
| 4.3     | Wasserzähler und Ventile und dgl., (Überbrückung falls erforderlich)                                    |
| 6.2     | Fundamenteerde oder gemäss Variante a, b oder d nach DIN 4.1.1 Figur 6                                  |
| 7.1     | Ortgasleitung, leitend  |
| 7.2     | Überbrückung Gaszähler  |
| 8       | Anschlussüberstromunterbrecher  |
| 9       | Isolierstück  |
| 10 (16) | Blitzschutzsystem   |
| 11      | Heizungsleitungen   |
| 13      | Erdungsleitungen für Telekommunikationsanlagen ( $2,5 \text{ mm}^2$ )                                   |
| 15      | Lüftungskanal   |
| 16      | Ableitung Blitzschutzsystem (Fallrohr)  |
| 17      | Kabeltrasse   |
| 18      | Wechselrichter  |
| *       | Kabeltragsysteme können zur Verbesserung der EMV in den Funktions-Potenzialausgleich einbezogen werden. |

**Anmerkung:**

Hinweise für Anlagen mit Funkenstrecken wie z.B. bei kathodisch geschützten Tankanlagen oder bei Treibstoffleitungen usw. DIN 4.4.

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 anzurichten, 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 anzurichten, 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:

- $\frac{1}{3}$  des Kurzschlussstroms, der entsteht bei einem Kurzschluss am Ende der Leitung zwischen den drei Außenleitern,
- oder
- $\frac{2}{3}$  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  $\frac{1}{3}$  des dreipoligen Kurzschlussstroms einen kleineren Wert ergibt.

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

Die maximal zulässige Abschaltzeit  $t$  zum Schutze der Leiter darf 5 s nicht übersteigen. Aus Personenschutzgründen gemäss **NEN** 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 Kurzschlusschutzes 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 Kurzschlusschutz des Leiters gegeben, wenn der Ansprechstrom der magnetischen Kurzschlussauslösung 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 Kurzschlusschutz sichergestellt ist?

Im Projektstadium wurde für das Leitungsende ein dreipoliger Kurzschlussstrom von 600 A berechnet.

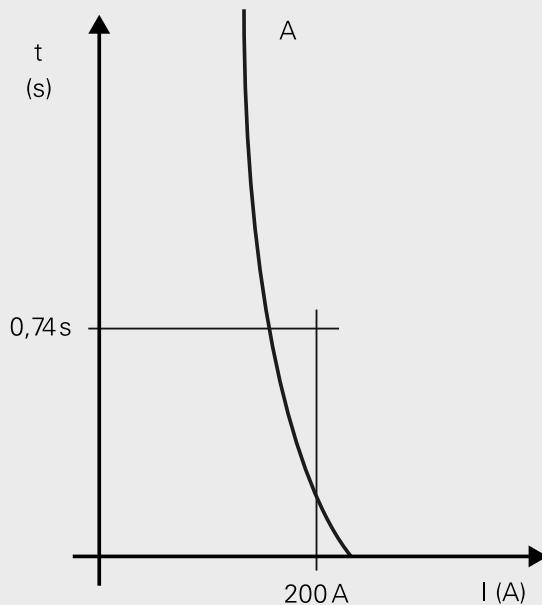
$\frac{1}{3}$  des dreipoligen Kurzschlussstroms ist:  $\frac{1}{3} \cdot 600 \text{ A} = 200 \text{ A}$

Der Koeffizient  $k$  beträgt für PVC-isolierte Kupferleiter gemäss **NEN** 4.3.1 Tabelle 2  $115 \text{ As}^{\frac{1}{2}}/\text{mm}^2$ .

Daraus ergibt sich für den Kurzschlusschutz 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:

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

4.3.1 Figur 10: Kurzschlusschutz mit Schmelzeinsatz



Wenn der Kurzschlusschutz mit einem Schmelzeinsatz erfolgen soll, muss der Schnittpunkt der 200-A-Linie mit der 0,74-s-Linie oberhalb der Auslösekennlinie des eingesetzten Schmelzeinsatzes liegen. Die Bedingung ist erfüllt, wenn ein Schmelzeinsatz gG mit einem Bemessungsstrom von 32 A gewählt wird.

#### Überprüfung der Anlage

Nach Fertigstellung der Anlage wurden mit einem Schleifenmessgerät am Ende der Leitung die folgenden Kurzschlussströme gemessen:

- zwischen einem Außen- und dem Neutralleiter: 405 A
- zwischen dem Außen- und dem Schutzleiter: 450 A

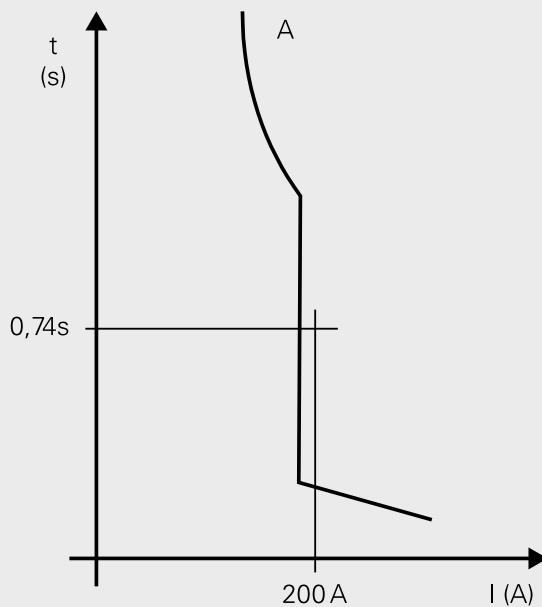
$\frac{2}{3}$  des kleineren der beiden einpoligen Kurzschlussströme sind:  $\frac{2}{3} 405 \text{ A} = 270 \text{ A}$ .

Wird mit diesem Strom gerechnet, ergeben sich die folgenden Werte:

$$t = \left( k \frac{S}{I_k} \right)^2 = \left( 115 \text{ As}^{\frac{1}{2}}/\text{mm}^2 \cdot \frac{1,5 \text{ mm}^2}{270 \text{ A}} \right)^2 = 0,41 \text{ s}$$

Die maximale Abschaltzeit des Schmelzeinsatzes darf bei einem Strom von 270 A nicht grösser sein als 0,41 s. Wird auf Grund dieses Resultats der Schnittpunkt der 270-A-Linie mit der 0,41-s-Linie in der Auslösekennlinie des Schmelzeinsatzes eingezeichnet, zeigt sich, dass dieser Schnittpunkt weiter von der Auslösekennlinie entfernt ist als der «200 A/0,74 s»-Punkt. Wenn mit einem zu kleinen Strom gerechnet wird, ist das Resultat auf der sicheren Seite.

4.3.1 Figur 11: Kurzschlusschutz mit Leitungsschutzschalter



Erfolgt der Kurzschlusschutz mit einem Leitungsschutzschalter, muss das magnetische Auslösesystem bei einem Strom von 200 A oder weniger ansprechen. Es kann ein Leitungsschutzschalter der Charakteristik C mit einem Bemessungsauslösestrom von 20 A oder ein Leitungsschutzschalter der Charakteristik B mit einer Bemessungsauslösestrom von 40 A eingesetzt werden.

#### Kontrolle der Anlage

Nach Fertigstellung der Anlage wurden mit einem Schleifenmessgerät am Ende der Leitung die folgenden Kurzschlussströme gemessen:

- zwischen einem Außen- und dem Neutralleiter: 405 A
- zwischen dem Außen- und dem Schutzleiter: 450 A

$\frac{2}{3}$  des kleineren der beiden einpoligen Kurzschlussströme sind:  $\frac{2}{3} \cdot 405 \text{ A} = 270 \text{ A}$ .

Wird mit diesem Strom gerechnet, könnte zum Kurzschlusschutz ein Leitungsschutzschalter der Charakteristik C mit einem Bemessungsauslösestrom von 25 A eingesetzt werden.

#### 4.3.1.6.1

#### Schutz durch eine gemeinsame Schutzeinrichtung

Eine Schutzeinrichtung, die zum Schutz bei Überlast- und Kurzschlussströmen vorgesehen ist, muss die entsprechenden Anforderungen von [NN 4.3.1.4](#) und [NN 4.3.1.5](#) erfüllen.

#### 4.3.1.6.2

#### Schutz durch getrennte Schutzeinrichtungen

Die Anforderungen von [NN 4.3.1.4](#) und [NN 4.3.1.5](#) sind entsprechend anzuwenden für die Schutzeinrichtung zum Schutz bei Überlast und die Schutzeinrichtung zum Schutz bei Kurzschluss. Die Eigenschaften der Einrichtungen müssen so aufeinander abgestimmt sein, dass die Durchlassenergie oder der Durchlassstrom der Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Kurzschluss oder beide nicht den Wert überschreitet, welchen die Schutzeinrichtung zum Schutz bei Überlast ohne Schaden aushalten kann.

#### Anmerkung:

Diese Anforderungen schliessen nicht die Art der Koordination aus, die in SN EN 60947-4-1 festgelegt ist (siehe auch [NN 5.3.6](#)).

**5.1****Allgemeine Bestimmungen****Kapitel 5.1**

- 5.1           Allgemeine Bestimmungen**
- 5.1.1       Allgemeines**
  - 5.1.1.1     Grundsatz
  - 5.1.1.2     Betriebsmittel
- 5.1.2       Betriebsbedingungen und äussere Einflüsse**
  - 5.1.2.1     Betriebsbedingungen
  - 5.1.2.2     Äussere Einflüsse
- 5.1.3       Zugänglichkeit**
- 5.1.4       Kennzeichnung**
  - 5.1.4.1     Allgemeines
  - 5.1.4.2     Leitungen (Kabel- und Leitungsanlagen)
  - 5.1.4.3     Kennzeichnung der Leiter
  - 5.1.4.4     Schutzeinrichtungen
  - 5.1.4.5     Schaltpläne und Dokumentation
- 5.1.5       Vermeidung gegenseitiger nachteiliger Beeinflussung**
  - 5.1.5.1     Auswahl der Betriebsmittel
  - 5.1.5.2     Betriebsmittel mit unterschiedlichen Stromarten oder Spannungen
  - 5.1.5.3     Elektromagnetische Verträglichkeit
- 5.1.6       Massnahmen bezüglich Schutzleiterströmen**
  - 5.1.6.1     Transformatoren
  - 5.1.6.2     Informationssysteme

## 5.1.1 Allgemeines

### 5.1.1.1 Grundsatz

- .1 Betriebsmittel müssen so ausgewählt werden, dass die Wirksamkeit der Schutzmassnahmen und die Einhaltung der Bestimmungen hinsichtlich der jeweils zu erwartenden äusseren Einflüsse sowohl im normalen Betrieb als auch in voraussehbaren Störungsfällen gewährleistet ist.  
Betriebsmittel müssen so ausgewählt und angeordnet werden, dass sie weder im normalen Betrieb noch in voraussehbaren Störungsfällen unzulässige Auswirkungen auf andere Betriebsmittel, das Versorgungsnetz und benachbarte Fernmeldeanlagen ausüben können.

Die elektrischen Anlagen sind entsprechend den Erfordernissen nach der Art des Raumes auszuführen, wobei auch nur bestimmte Zonen in Räumen betroffen sein können.

In vielen Fällen bezieht sich eine besondere Bedingung einer Raumart nur auf eine bestimmte Stelle kleineren oder grösseren Umfangs, d. h. eine Zone innerhalb eines grösseren Raumes. Die besonderen Bedingungen der NIN gelten somit nur für diese Zonen.

Beispiele:

- Fahrzeugreparaturhalle mit einem Waschplatz in einer Ecke:  
Der Waschplatz und seine unmittelbare Umgebung gelten als nasser Raum bzw. Zone, die restliche Halle als trockener Raum.
- Grosser Lagerraum mit einer Abfüllleinrichtung für Zement in einer Ecke:  
Der Abfüllplatz und seine unmittelbare Umgebung gelten als Raum bzw. Zone mit nichtbrennbarem Staub, während der übrige Raum als trockener Raum gelten kann.

Die Einteilung von Bauten und Anlagen in feuergefährdete Räume und Bereiche definiert der Eigentümer/Betreiber in Zusammenarbeit mit der Behörde.

Provisorische Anlagen dürfen entsprechend der kurzen Benützungsdauer einfacher erstellt werden, wobei aber die Sicherheit für Personen und Sachen gewährleistet sein muss. Die Bestimmungen über die äusseren Einflüsse sind jedoch ohne Einschränkung zu beachten (siehe [NIN 7](#)).

Temporäre Anlagen sind wie definitive Anlagen zu errichten. Es sind Betriebsmittel zu verwenden, die für wiederholte Montage und Demontage geeignet sind.

#### Erläuterungen zum IP-System (International Protection oder Ingress Protection)

Das IP-System ist festgelegt in  SN EN 60529.

Die Schutzarten werden durch eine Kennzeichnung angegeben, die sich aus zwei Kennbuchstaben (IP) und zwei charakteristischen Ziffern, die je nach Schutzart verschieden sein können, zusammensetzt.

Beispiel: IP21C

- IP Kennbuchstaben
- 2 Erste Kennziffer (Auftreten von festen Fremdkörper)
- 1 Zweite Kennziffer (Auftreten von Wasser)
- C Dritte Kennziffer (zusätzlicher Berührungsschutz)

#### Bedeutung der Kurzzeichen

Erste Kennziffer: Schutzgrad für Berührungs- und Fremdkörperschutz, [NIN 5.1.1 Tabelle 1](#)

Zweite Kennziffer: Schutzgrad für Wasserschutz, [NIN 5.1.1 Tabelle 2](#)

Dritte Kennziffer (Buchstabe): Zusätzlicher Berührungsschutz, ausreichender Abstand zu spannungsführenden Teilen, [NIN 5.1.1 Tabelle 3](#)

**5.1.2 Tabelle 6: Äussere Einflüsse (AM – AN)**

Kurzzeichen	Äussere Einflüsse	Charakteristische Eigenschaften, die für Auswahl und Errichtung der Betriebsmittel gefordert sind	Anwendungen und Beispiele
AM	<b>Elektromagnetische, elektrostatische und ionisierende Einflüsse</b>		
AM1	Vernachlässigbar	Normal <sup>1)</sup>	Keine schädlichen Einwirkungen durch Streuströme, elektromagnetische Strahlung, elektrostatische Felder, ionisierende Strahlung oder Induktionsströme
AM2	Streuströme	Besonderer Schutz wie: – entsprechende Isolierung, – besondere Schutzüberzüge, – kathodischer Schutz.	Auftreten von schädlichen Streuströmen
AM3	Elektromagnetische Einflüsse	Besonderer Schutz wie: – Abstand zu strahlenden Quellen, – Einfügen von Schirmen.	Auftreten schädlicher elektromagnetischer Strahlung
AM4	Ionisierende Einflüsse	– Umhüllungen aus besonderen Materialien	Auftreten schädlicher ionisierender Strahlungen
AM5	Elektrostatische Einflüsse	Besonderer Schutz wie – entsprechende Isolierung des Ortes, – zusätzlicher Schutz-Potenzialausgleich.	Auftreten schädlicher elektrostatischer Felder
AM6	Induktive Wirkung	Besonderer Schutz wie: – Abstand zu Quellen wie induzierendem Strom, – Einfügen von Schirmen.	Auftreten schädlicher induktiver Ströme
AN	<b>Sonnenstrahlung</b>		(Kenngrösse)
AN1	Niedrig	Normal <sup>1)</sup>	Intensität $\leq 500 \text{ W/m}^2$
AN2	Mittel	Geeignete Anordnungen oder Ausführungen müssen gewählt sein <sup>2)</sup>	$500 < \text{Intensität} \leq 700 \text{ W/m}^2$
AN3	Hoch	Geeignete Anordnungen oder Ausführungen müssen gewählt sein <sup>2)</sup> . Solche Anordnungen oder Ausführungen können sein: – Anwendung von Material, das gegen ultraviolette Strahlung widerstandsfähig ist, – spezieller Farbanstrich, – Einsetzen von Schirmen (Abschirmung).	$700 < \text{Intensität} \leq 1200 \text{ W/m}^2$

**Legende**

- 1) Bedeutet, dass normale Betriebsmittel unter den beschriebenen äusseren Einflüssen sicher betrieben werden können
- 2) Bedeutet, dass spezielle Massnahmen oder Vorkehrungen getroffen werden sollten; z.B. zwischen dem Planer der Anlage und dem Hersteller der Betriebsmittel, wie z.B. speziell entworfene Betriebsmittel.

**5.1.2 Tabelle 7: Äussere Einflüsse (AP – AS)**

Kurz-zeichen	Äussere Einflüsse	Charakteristische Eigenschaften, die für Auswahl und Errichtung der Betriebsmittel gefordert sind	Anwendungen und Beispiele
AP	<b>Auswirkungen von Erdbeben</b>		
AP1	Vernachläs-sigbar	Normal <sup>1)</sup> Stärke $\leq$ 30 Gal (1 Gal = 1 cm/s <sup>2</sup> = 0,01 m/s <sup>2</sup> )	
AP2	Geringe Stärke	30 < Stärke $\leq$ 300 Gal	
AP3	Mittlere Stärke	300 < Stärke $\leq$ 600 Gal	
AP4	Hohe Stärke	Stärke > 600 Gal	Schwingungen, welche die Zerstörung von Gebäuden verursachen können, sind in der Einteilung nicht erfasst. Die Frequenzen sind in der Einteilung nicht berücksichtigt, jedoch müssen seismische Schwingungen, wenn sie mit dem Gebäude in Resonanz kommen können, besonders berücksichtigt werden. Im allgemeinen liegt die Frequenz der seismischen Beschleunigung zwischen 0 und 10 Hz.
AQ	<b>Blitz</b>		
AQ1	Vernachläs-sigbar	Normal <sup>1)</sup> $\leq$ 25 Tage/Jahr	
AQ2	Indirekte Wirkung	Massnahmen entsprechend  NEN 4.4.3	$\leq$ 25 Tage/Jahr Gefährdung aus dem Versorgungsnetz Anlagen, die durch Freileitungen versorgt werden
AQ3	Direkte Wirkung	 Wenn eine Blitzschutzanlage erforderlich ist, muss sie gemäss  SN 414022 oder  SN EN 62305 ausgeführt werden.	Teile der elektrischen Anlagen ausserhalb von Gebäuden. Die Fälle AQ2 und AQ3 treten in Gegenden mit besonders hoher Gewittertätigkeit auf.
AR	<b>Luftbewegung</b>		
AR1	Niedrig	Normal <sup>1)</sup>	Geschwindigkeit $\leq$ 1 m/s
AR2	Mittel	Geeignete Anordnungen oder Ausführungen müssen gewählt sein <sup>2)</sup>	$1 <$ Geschwindigkeit $\leq$ 5 m/s
AR3	Hoch	Geeignete Anordnungen oder Ausführungen müssen gewählt sein <sup>2)</sup>	$5 <$ Geschwindigkeit $\leq$ 10 m/s
AS	<b>Wind</b>		
AS1	Niedrig	Normal <sup>1)</sup>	Geschwindigkeit $\leq$ 20 m/s
AS2	Mittel	Geeignete Anordnungen oder Ausführungen müssen gewählt sein <sup>2)</sup>	$20 <$ Geschwindigkeit $\leq$ 30 m/s
AS3	Hoch	Geeignete Anordnungen oder Ausführungen müssen gewählt sein <sup>2)</sup>	$30 <$ Geschwindigkeit $\leq$ 50 m/s

**Legende**

- 1) Bedeutet, dass normale Betriebsmittel unter den beschriebenen äusseren Einflüssen sicher betrieben werden können
- 2) Bedeutet, dass spezielle Massnahmen oder Vorkehrungen getroffen werden sollten; z.B. zwischen dem Planer der Anlage und dem Hersteller der Betriebsmittel, wie z.B. speziell entworfene Betriebsmittel.

## 5.1.4.2 Leitungen (Kabel- und Leitungsanlagen)

- .1 Kabel und Leitungen müssen so angeordnet oder gekennzeichnet werden, dass sie bei Prüfung, Instandhaltung oder Änderung der Anlage zugeordnet werden können.

## 5.1.4.3 Kennzeichnung der Leiter

### 5.1.4.3.1 Allgemeines

Sofern in **NIN** 5.1.4.3.1.1 bis 5.1.4.3.5 nichts anderes festgelegt ist, muss die Kennzeichnung der Leiter mit  SN EN IEC 60445 übereinstimmen.

#### 5.1.4.3.1.1 Neutralleiter oder Mittelleiter

Neutralleiter oder Mittelleiter müssen durch die Farbe Blau über ihre gesamte Länge gekennzeichnet sein.

##### Anmerkung:

Für bestimmte Arten von Kabel/Leitungen siehe **NIN** 5.1.4.3.4 bis 5.1.4.3.6.

Wird ein blau gekennzeichneter Neutralleiter mit einem gelb gekennzeichneten Neutralleiter verbunden, ist der blau gekennzeichnete Neutralleiter an dieser Verbindungsstelle gelb zu markieren.

#### 5.1.4.3.1.2 Schutzleiter

Schutzleiter müssen, wenn sie isoliert sind, durch die Zwei-Farben-Kombination grün-gelb gekennzeichnet sein. Diese Farbkombination darf für keinen anderen Zweck verwendet werden.

##### Anmerkung:

Für bestimmte Arten von Kabel/Leitungen **NIN** 5.1.4.3.4 bis 5.1.4.3.6

#### 5.1.4.3.2 PEN-Leiter

PEN-Leiter müssen, wenn sie isoliert sind, grün-gelb über die ganze Länge und zusätzlich mit blauer Markierung an den Leiterenden gekennzeichnet sein.

 Bei Erweiterung bestehender Installationen muss der grün-gelb gekennzeichnete PEN-Leiter mit dem vorhandenen gelb gekennzeichneten PEN-Leiter (früher Nullleiter) verbunden werden.

#### 5.1.4.3.3 Sonstige Leiter

Sonstige Leiter müssen durch Farben oder numerische Zeichen gekennzeichnet sein unter Beachtung der Bestimmungen von **NIN** 5.1.4.3.1.2 bis 5.1.4.3.5.

**5.1.4.3.4****Kennzeichnung von Adern in mehradrigen Kabeln/Leitungen und in flexiblen Leitungen**

Die Kennzeichnung von isolierten Leitern in starren und flexiblen Kabeln und in flexiblen Leitungen mit zwei bis fünf Adern muss mit  SN HD 308 übereinstimmen. Die Außenleiter müssen durch die Farben braun, schwarz, grau, der Neutralleiter durch die Farbe blau und der Schutzleiter durch die Zwei-Farben-Kombination grün-gelb über die ganze Länge gekennzeichnet sein.

Leiter, die durch numerische Zeichen gekennzeichnet sind und als Neutralleiter verwendet werden, müssen an den Leiterenden blau gekennzeichnet werden. Numerisch gekennzeichnete Leiter dürfen als Schutzleiter nicht verwendet werden.

**Anmerkung:**

*Bei Kabel mit nummerisch gekennzeichneten Leitern ohne blaue Leiter ist jener Leiter mit der tiefsten Nummer als Neutralleiter zu verwenden.*

**5.1.4.3.5****Kennzeichnung von einadrigen Kabeln/Leitungen und Aderleitungen**

Aussenleiter müssen über die ganze Länge durch die Farben braun, schwarz, grau gekennzeichnet sein. Die Verwendung einer dieser Farben für alle Außenleiter eines Stromkreises ist zulässig.

Die Einzelfarben grün und gelb dürfen nicht verwendet werden.

Ummantelte einadrige Kabel/Leitungen und Aderleitungen, die nach ihren Betriebsmittelnormen nicht mit grün-gelber oder blauer Isolierung erhältlich sind, z.B. bei grossen Querschnitten  $\geq 25 \text{ mm}^2$ , dürfen verwendet werden als:

- Schutzleiter, wenn eine grün-gelbe Markierung an jedem Leiterende angebracht wird;
- PEN-Leiter, wenn eine grün-gelbe und eine blaue Markierung an jedem Leiterende angebracht wird;
- Neutralleiter, wenn eine blaue Markierung an jedem Leiterende angebracht wird.

**5.1.4.3.6****Ausnahmen von der Kennzeichnungspflicht**

Die Kennzeichnung durch Farbe oder Markierung ist nicht gefordert

- für konzentrische Leiter von Kabeln/Leitungen;
- für Metallmäntel oder Bewehrungen von Kabeln/Leitungen, die als Schutzleiter verwendet werden;
- für blanke Leiter in Fällen, wo eine Kennzeichnung auf Dauer aufgrund von Umgebungsbedingungen, z.B. aggressive Atmosphäre und Verschmutzung, nicht möglich ist;
- für metallene Konstruktionsteile der Gebäude oder für fremde leitfähige Teile, die als Schutzleiter verwendet werden;
- für Körper, die als Schutzleiter verwendet werden;
- für blanke Leiter von Freileitungen.

Eine Kennzeichnung durch Farbe ist nicht gefordert für die Leiter von flachen flexiblen Kabel/Leitungen ohne Ummantelung oder für Kabel/Leitungen, die eine Isolierung haben, die nicht durch Farbe gekennzeichnet werden kann, zum Beispiel mineralisierte Kabel/Leitungen. Bei diesen Kabeln/Leitungen müssen die Leiter, die als Schutzleiter, PEN-Leiter oder Neutralleiter verwendet werden, mit entsprechend farbigen Markierungen an den Leiterenden versehen werden.

**5.1.4.4****Schutzeinrichtungen**

- .1 Schutzeinrichtungen müssen so angeordnet und gekennzeichnet werden, dass die geschützten Stromkreise leicht zugeordnet werden können; hierfür kann gruppenweise Anordnung in Verteilungen zweckmäßig sein.

**Legende**

- 1) 600/1000 V, wenn diese Leitungen in Schaltgerätekombinationen mechanisch geschützt, fest verlegt sind.
- 2) Installationskanäle, deren Deckel nur mit Hilfe von Werkzeug oder mit besonderer Anstrengung von Hand geöffnet werden können, gelten als Elektroinstallationsrohre
- 3) heute unüblich oder nicht mehr regelkonform zur  VKF-Brandschutzrichtlinie 13–15 "Baustoffe und Bauteile", kann in bestehenden Installationen vorkommen
- 4) min. Biegeradius fest verlegt für Mehrleiterkabel mit Aussendurchmesser D. Zu beachten sind die Angaben der Hersteller. Werte für Einleiterkabel und beim mechanischen Einzug liegen i.A. höher.
- 5) Im Zusammenhang mit E30, E60, E90 kann die Brandschutzbehörde den Nachweis für den gemeinsamen Test von Kabel und Tragsystem verlangen
- 6) a1 und a2 in der Brandklasse bedeutet halogenfrei
- 7) Für Solarkabel ist für max. 20'000h folgende Spitzenbelastung zugelassen: bei Umgebungstemperatur von 90°C, maximale Leiterrtemperatur von 120°C. Spezifische Strombelastbarkeitstabelle siehe SN EN 50618.
- 8) Gemäss Prüfzeugnissen vom Hersteller der Kabel und / resp. Tragsysteme
- 9) Zu beachten sind die Angaben der Hersteller.

5.2.1 Tabelle 6: Aufbau und Anwendung ortsveränderlicher Leiter aus Litzen

Leitungstypen	Bauartkurzzeichen		Verlegungsart/Raumart/ Umgebung								Nenn- spannung		Max. Temperatur		Temperaturbereich	
			Anwendung				äussere Einflüsse				U <sub>0</sub> /U	Im Betrieb	Im Kurz- schluss	Nicht bewegt	Gelegentlich bewegt	
	Nach Cenelec	SEV	A	B	C	D	E	F	G	H						
Umflochtene Gummi-verdrahtungsleitung <sup>2)</sup>	CH-N05RT-F CH-N05RT6-F	GFB GFS		x	x	x					300/500	+60	+200	+60	-25/+60	
Umflochtene und verseitete Gummi-aderschnur <sup>2)</sup>	CH-N05RT6-F	GtB GtS		x	x	x					300/500	+60	+200	+60	-25/+60	
PVC-Schlauchleitung, runde Ausführung <sup>2)</sup>	CH-N05W-F	Td			x	x	x	x	x	x	300/500	+60	+150	+70	+5/+60	
leichte PVC-Schlauchleitung, runde Ausführung <sup>2)</sup>	CH-N03W-F	Tdlr	x					x			300/500	+60	+150	+70	+5/+60	
Schlauchleitung mit Polyurethan-mantel	CH-N05VQ-F CH-N05VQQ-F	PUR-PUR			x	x	x				300/500	+60	+150	+70	-5/+70	
Schwere Schlauchleitung mit Polyurethan-mantel	CH-N07VQ-F CH-N0700-F	PUR-PUR				x		x			450/750	+60	+150	+70	-5/+70	
Schwere Schlauchleitung mit Polyurethan-mantel	H07BQ-F				x	x	x	x			450/750	+90	+250	-50/+80	-40/+80	
Schwere Schlauchleitung mit Polyurethan-mantel		EPR-PUR				x	x	x	x	x	600/1000	+90	+250	-55/+80	-40/+80	
Verstärkte PVC-Schlauchleitung <sup>2)</sup>	CH-N1VTV-F	Tdv			x		x	x	x	x	600/1000	+60	+150	+70	+5/+70	
Schlauchleitung mit Polychloroprenmantel	H05RN-F CH-N05RN-F	Gd			x	x	x	x	x	x	300/500	+60	+200	+60	-25/+60	
Schlauchleitung mit Polychloroprenmantel	H07RN-F		x	x	x		x	x			450/750	+60	+160	-25/+60	-25/+60	
Wasserbeständige Schlauchleitung mit Polychloroprenmantel	H07RN8-F		x	x	x		x	x	x	x	450/750	+60	+160	-25/+60	-25/+60	
Schlauchleitung mit Gummimantel	H05RR-F CH-N05RR-F	Gd			x		x	x	x	x	300/500	+60	+200	+60	-25/+60	
Gummiaader-schnur	H03RT-F	GrB	x	x				x			300/500	+60	+200	+60	-25/+60	
Verstärkte Gummi-Schlauchleitung <sup>2)</sup>	CH-N1 RTR-F CH-NRTN-F	Gdv				x		x	x	x	600/1000	+60	+200	-40/+60	-15/+60	
PVC-Schlauchleitung	H05W-F	Td	x <sup>1)</sup>	x		x	x	x	x	x	300/500	+60	+150	+70	+5/+60	
leichte PVC-Schlauchleitung <sup>2)</sup>	H03W-F H03WH2-F	Tdlr Tdlf	x					x			300/300	+60	+150	+70	+5/+40	
leichte Zwillingsleitung <sup>2)</sup>	H03Vh-Y(-H)	Tlf	x					x			300/300	+40	+150	+60	+5/+40	
Erhöht wärme-beständige Silikon-Gummiaaderleitung	H05SJ-5	Gw	x	x							300/500	+180	+350	+180	-25/+180	

**5.2.1.10 Isolierte flexible Leitungen**

- .1 Eine isolierte flexible Leitung darf für die feste Verdrahtung verwendet werden, wenn die Bestimmungen dieser Norm erfüllt sind.
- .2 Geräte, die im Betrieb bewegt werden sollen, müssen mit flexiblen Kabeln oder Anschlusschnüren verbunden sein, ausgenommen Geräte, die mit Stromschienen versorgt werden.
- .3 Ortsfeste Geräte, die zum Anschließen, Reinigen usw. vorübergehend bewegt werden, z.B. Kochgeräte oder Einheiten für den Einbau in Doppelböden, müssen mit flexiblen Kabeln oder Leitungen angeschlossen werden.
- .4 Flexible Schutzrohrsysteme können zum Schutz von flexiblen isolierten Leitern verwendet werden.

**5.2.1.11 Installation von Kabeln**

- .1 Isolierte Aderleitungen (nicht ummantelt) für ortsfeste Installationen müssen in Rohren, Kabelkanälen oder Kabeltrassen verlegt sein. Diese Anforderung gilt nicht für Schutzleiter, diese sind nach **NIN** 5.4 zu installieren.

**5.2.2****Auswahl und Errichtung von Leitungssystemen nach den Umgebungseinflüssen**

Die Installationsmethode muss so gewählt werden, dass der Schutz gegen die zu erwartenden äusseren Einflüsse in allen geeigneten Teilen des Leitungssystems gewährleistet ist. Besondere Sorgfalt ist bei Richtungsänderungen und an Stellen, an denen Leitungen in Geräte eingeführt werden, zu beachten.

**Anmerkung:**

*In diesem Abschnitt werden nur die Umgebungseinflüsse nach **NIN** 5.1.2.2 behandelt, die für Leitungen von Bedeutung sind.*

**5.2.2.1 Umgebungstemperatur (AA)**

- .1 Die Verkabelungssysteme sind so auszuwählen und zu errichten, dass sie für jede Temperatur zwischen der höchsten und der niedrigsten örtlichen Umgebungstemperatur geeignet sind und sicherstellen, dass die Grenztemperatur im Normalbetrieb in **NIN** 5.2.3 Tabelle 1 und die Grenztemperatur im Fehlerfall nicht überschritten wird.

**Anmerkung:**

*Die Grenztemperatur ist die maximale Dauerbetriebstemperatur.*

- .2 Leitungen einschliesslich Zubehör dürfen nur bei Umgebungstemperaturen installiert oder bewegt werden, die innerhalb der in der massgeblichen Produktenorm oder vom Hersteller angegebenen Grenzwerte liegen.

**5.2.2.2 Äussere Wärmequellen**

- .1 Zum Schutz von Leitungen gegen unzulässige thermische Einwirkungen müssen eine oder mehrere der folgenden oder denen gleichwertige Massnahme vorgesehen werden:
  - Abschirmung gegenüber Wärmequellen;
  - Anordnung in ausreichendem Abstand zur Wärmequelle;
  - Auswahl einer Verlegeart unter Berücksichtigung der zu erwartenden Temperaturerhöhung;
  - örtliche Verstärkung oder Einsatz von isolierenden Stoffen.

**Anmerkung:**

*Wärmeeinwirkung kann durch Strahlung, Konvektion oder Ableitung erfolgen, z.B.:*

- von Warmwasserversorgungsanlagen;
- von Anlagen, Betriebsmitteln wie Leuchten, Heizstrahler usw.;
- von Prozessen;
- durch wärmeleitende Stoffe;
- durch Sonneneinwirkung entweder auf die Leitungen oder das umgebende Medium.

**5.2.2.3 Auftreten von Wasser (AD) oder hoher Luftfeuchtigkeit (AB)**

- .1 Leitungen müssen so ausgewählt und errichtet werden, dass kein Schaden durch das Eindringen von Wasser hervorgerufen wird. Die Leitungen müssen im errichteten Zustand die IP-Schutzart erfüllen, die für den jeweiligen Ort erforderlich ist.

**Anmerkung:**

*Im Allgemeinen dürfen Ummantelung und Isolierung von Leitungen für feste Verlegeart im unbeschädigten Zustand als beständig gegen das Eindringen von Feuchtigkeit angesehen werden. Besondere Bedingungen gelten für Leitungen, die häufig Spritzwasser ausgesetzt sind bzw. die häufig ein- oder untergetaucht werden.*

- .2 Wenn sich innerhalb von Leitungen Wasser ansammeln oder Kondensation von Wasser auftreten kann, müssen Vorkehrungen für die Wasserabführung getroffen werden.
- .3 Leitungen sind gegen mechanische Beschädigung durch Welleneinwirkung durch eine oder mehrere der Massnahmen nach **[NN] 5.2.2.6, 5.2.2.7 und 5.2.2.8** zu schützen.

**5.2.2.4 Auftreten von festen Fremdkörpern (AE)**

- .1 Leitungen sind so auszuwählen und zu errichten, dass die Gefahr einer Beschädigung durch feste Fremdkörper auf ein Minimum reduziert wird. Die Leitungen müssen im errichteten Zustand die IP-Schutzart erfüllen, die für den jeweiligen Ort erforderlich ist.
- .2 An Orten, an denen sich Staub oder ähnliche Stoffe in Mengen ansammeln können, welche die Wärmeableitung der Leitungen verringern, müssen Massnahmen gegen das Ansammeln von Staub oder ähnlichen Stoffen getroffen werden.

**Anmerkung:**

*Gegebenenfalls kann eine Verlegeart erforderlich sein, welche die Entfernung von Staub erleichtert (**[NN] 5.2.9**).*

### **5.2.2.5 Auftreten von korrosiven oder verschmutzenden Stoffen (AF)**

- .1 Beim Auftreten von korrosiven oder verschmutzenden Stoffen einschliesslich Wasser, welche die Korrosion oder die Alterung begünstigen, müssen die der Schädigung ausgesetzten Teile der Leitung geeignet geschützt werden oder aus einem korrosions- bzw. alterungsbeständigen Werkstoff sein.

**Anmerkung:**

*Geeignete Massnahmen für einen zusätzlichen Schutz können schützende Bänder, Anstriche, Fett oder dgl. sein.*

- .2 Unterschiedliche Metalle, die bei gegenseitiger Berührung elektrolytisch reagieren, dürfen keinen Kontakt haben, es sei denn, es werden besondere Massnahmen zur Vermeidung der Reaktionen getroffen.
- .3 Werkstoffe, die wechselseitig oder individuell eine Verschlechterung ihrer Eigenschaften oder eine gefährliche Reduzierung ihrer Güte verursachen, dürfen keinen Kontakt haben.

### **5.2.2.6 Mechanische Beanspruchung (AG)**

- .1 Leitungen sind so auszuwählen und zu errichten, dass der Schaden, der durch mechanische Beanspruchung (z.B. durch Schlag, Eindringen oder Druck) während Errichtung, Nutzung und Instandhaltung verursacht werden kann, auf ein Minimum reduziert wird.

Ortsfest verlegte Leiter und Leitungen müssen, wo lokale mechanische Beanspruchungen zu erwarten sind, mit einem mechanischen Schutz versehen werden. Besonders zu beachten sind Richtungsänderungen und Einführungen in Betriebsmittel.

Mechanische Beanspruchungen sind zu erwarten:

- an sichtbaren Leitern und Leitungen in gefährdeten Bereichen von Werkstätten und industriell genutzten Räumen sowie in besonders gefährdeten Bereichen der übrigen Räume;
- an Leitungen, die einbetoniert werden - vor dem Einbetonieren.

- .2 Bei ortsfester Installation von Leitungen, bei welchen eine mittlere (AG2) oder hohe Beanspruchung (AG3) auftreten kann, muss der Schutz durch eine der folgenden Massnahmen sichergestellt werden:
- entsprechende mechanische Eigenschaften der Leitungen;
  - Wahl des Errichtungsorts;
  - zusätzlicher lokaler oder umfassender mechanischer Schutz;
  - eine Kombination dieser Massnahmen.

**Anmerkung:**

*Beispiele sind Bereiche, in denen die Gefahr besteht, dass der Boden durchdrungen wird, und Bereiche, die von Gabelstaplern benutzt werden.*

*Ein zusätzlicher mechanischer Schutz kann durch die Verwendung geeigneter Kabelkanäle oder Leerrohrsysteme erreicht werden.*

- .3 Ein unter dem Fussboden oder über einer Decke verlegtes Kabel muss so installiert werden, dass es nicht durch Berührung mit dem Fussboden oder der Decke oder deren Befestigungen beschädigt werden kann.
- .4 Der Schutzgrad elektrischer Betriebsmittel muss nach der Verlegung der Kabel und Leitungen aufrechterhalten werden.

Als zusätzlicher mechanischer Schutz kommen nachfolgende Massnahmen in Betracht:

- Rohre mit erhöhter mechanischer Widerstandsfähigkeit;
- Rohre, Draht- oder Kabelkanäle in geschlossener Ausführung bzw. Verschalungen, welche den gleichen Schutz bieten wie Rohre mit erhöhter mechanischer Widerstandsfähigkeit;
- Stahlbleche von mindestens 1 mm Dicke und genügender Breite oder mechanisch gleichwertige Werkstoffe.

**Anmerkung:**

*In Wohnbauten sind auch an sichtbaren Leitungen kaum mechanische Beanspruchungen zu erwarten.*

### **5.2.2.7 Schwingungen (AH)**

- .1 Leitungen an Konstruktionsteilen oder Geräten, die Schwingungen von mittlerer Beanspruchung (AH2) oder hoher Beanspruchung (AH3) ausgesetzt sind, müssen für diese Anforderungen geeignet sein. Dies gilt für einzelne Leitungen sowie für die Leitungsverbindungen.

**Anmerkung:**

*Besondere Aufmerksamkeit sollte den Anschlüssen an vibrierende Geräte gewidmet werden.  
Es können örtliche Massnahmen ergriffen werden, wie z. B. flexible Verdrahtungssysteme.*

- .2 Die feste Verlegung von hängenden stromverbrauchenden Geräten, z.B. Leuchten, muss mit Leitungen mit flexiblen Adern verbunden werden. Wo keine Vibrationen oder Bewegungen zu erwarten sind, kann ein Kabel ohne flexiblen Adern verwendet werden.

### **5.2.2.8 Andere mechanische Beanspruchungen (AJ)**

- .1 Leitungen müssen so ausgewählt und errichtet werden, dass während der Errichtung, der Nutzung und der Instandhaltung eine Schädigung am Mantel von Kabeln und an der Isolierung von Leitungen und ihren Anschlüssen vermieden wird.
- .2 Elektroinstallationsrohre oder geschlossene Elektroinstallationskanäle innerhalb von Konstruktionsteilen müssen für jeden Stromkreis vollständig verlegt sein, bevor isolierte Leiter oder Kabel eingezogen werden.
- .3 Der Biegeradius muss so gewählt werden, dass Leitungen nicht beschädigt werden.
- .4 An Stellen, an welchen Leitungen nicht von Tragelementen oder durch ihre Verlegeart gestützt werden, müssen diese durch geeignete Massnahmen in Abständen so befestigt werden, dass eine Beschädigung durch ihr Eigengewicht vermieden wird.

---

**Anmerkung:**

*Vorsichtsmassnahmen aufgrund von elektrodynamischen Kräften infolge von Kurzschlussströmen müssen nur bei einadrigen Kabeln mit einem Querschnitt von mehr als 50 mm<sup>2</sup> getroffen werden.*

---

- .5 Wenn eine andauernde Zugbeanspruchung auf Leitungen besteht (z.B. durch eigenes Gewicht bei senkrechter Verlegeart), müssen Leitungsbauart, Querschnitt und Befestigungsart für diese Beanspruchung geeignet sein.
- .6 Für das Ein- oder Herausziehen von Kabeln und isolierten Leitern muss ausreichender Zugang zum Ausführen dieser Tätigkeiten vorhanden sein.
- .7 In Fussböden verlegte Leitungen müssen, um Schäden zu verhindern, entsprechend der vorgesehenen Nutzung des Fussbodens ausreichend geschützt sein.
- .8 Fest in Wänden verlegte Leitungen müssen waagrecht, senkrecht oder parallel zu den Raumkanten geführt werden, ausser in der Decke oder im Fussboden, wo der kürzeste praktische Weg gewählt werden darf. Leitungen, die durch Konstruktionselemente geschützt werden, dürfen auf dem kürzesten Weg verlegt werden.
- .9 Kabelsysteme sind so zu installieren, dass eine mechanische Beanspruchung der Leiter und Verbindungen vermieden wird.

- .10 Im Erdreich verlegte Kabel, Rohre oder Kanäle müssen gegen mechanische Beanspruchung geschützt sein oder in einer Tiefe verlegt sein, welche die Beschädigung auf ein Minimum reduziert. Im Erdreich verlegte Kabel müssen mit einem Markierungsband markiert werden ([NN](#) 5.2.1.3 Abs. 3).

**Anmerkung:**

► SN EN 61386-24 ist die Norm für erdverlegte Rohre und Kanäle.

Mechanischer Schutz kann erreicht werden durch die Verwendung von Rohren oder Kanälen nach  
► SN EN 61386-24 oder durch armierte Kabel oder andere geeignete Massnahmen wie z.B.  
Deckplatten

(CH) Rohre und Kanäle für Leitungen, die in öffentlichem oder in gleichem Sinn benütztem Grund und Boden verlegt werden, müssen  $\geq 0,6$  m unter der Erdoberfläche liegen.

- .11 Leitungszubehör und Umhüllungen dürfen keine scharfen Kanten aufweisen.
- .12 Kabel und Leitungen dürfen durch die Befestigungsmittel nicht beschädigt werden.
- .13 Kabel, Stromschienen und andere elektrische Leiter, die über Dehnungsfugen geführt werden, sind so auszuwählen und zu verlegen, dass die zu erwartenden Bewegungen keine Schäden an den elektrischen Anlagen verursachen, z.B. durch Verwendung eines flexiblen Leitungssystems.
- .14 Werden Leitungen durch feste Trennwände (Brandabschottungen, weiche Abschlüsse, feste Baustoffe) geführt, so sind sie gegen mechanische Beschädigung zu schützen, z.B. durch armierte Kabel oder durch die Verwendung von Rohren oder Tüllen.

**Anmerkung:**

*Kein Verkabelungssystem sollte ein tragendes Bauteil durchdringen, es sei denn, die Unversehrtheit des tragenden Bauteils kann nach dem Durchdringen sichergestellt werden.*

Von Brandabschottungen geht in der Regel keine mechanische Beschädigung aus – dort wo Gefährdung zu erwarten ist, ist der mechanische Schutz sicherzustellen.

Durch Montage von Bildern, Vorhangschienen usw. kann es bei unsichtbarem Leitungsverlauf zu Spannungsverschleppungen oder spannungsführenden Befestigungsteilen kommen. Durch eine Leitungsverlegung in festgelegten Zonen gemäss [NN](#) 5.2.2 Figur 1 können Bauhandwerker und Bauherren von definierten Leitungsbereichen ausgehen.

**Anmerkung:**

*Es sollte auf die Grösse der einzelnen Lasten im Verhältnis zum Leistungsvermögen der Stromerzeugungsanlage und zu den Anlaufströmen von Motoren geachtet werden.*

*Es sollte auf die vorgegebene Ausschaltleistung für die Schutzeinrichtung in der Anlage geachtet werden.*

*Der Leistungsfaktor der Anlage sollte bei der Auswahl der Schutzeinrichtungen beachtet werden.*

*Der Anschluss einer Stromerzeugungsanlage in einem bestehenden Gebäude oder in einer vorhandenen Anlage kann die äusseren Einflüsse für die Anlage gemäss **NIN** 5.1.2.2 ändern (z.B. durch Einbringen von sich bewegenden Teilen, von Teilen mit hohen Temperaturen oder das Vorhandensein von brennbaren Flüssigkeiten oder schädlichen Gasen usw.).*

- 
- .4 Die Anforderungen an die Trennung müssen für jede Stromquelle **NIN** 5.3.7 erfüllen.

**5.5.1.3****Basis- und Fehlerschutz bei ELV (Schutz sowohl gegen direktes als auch bei indirektem Berühren)**

- .1 Wenn in einer Anlage der Schutz gegen direktes wie auch bei indirektem Berühren durch Kleinspannung ELV sichergestellt wird, und diese von mehr als einer Stromquelle versorgt wird, sind die zusätzlichen Bestimmungen der nachfolgenden Ziffern zu beachten.
- .2 Wenn eine Anlage für SELV oder PELV von mehr als einer Stromquelle versorgt wird, gelten die Bestimmungen von **NIN** 4.1.4.3 für jede Stromquelle.  
Werden eine oder mehrere Stromquellen geerdet, gelten die Bestimmungen von **NIN** 4.1.4.4 für PELV. Entsprechen eine oder mehrere Stromquellen nicht den Bestimmungen von **NIN** 4.1.4.3, sind die Bestimmungen von **NIN** 4.1.1.7 für FELV zu beachten.
- .3 Wenn es notwendig ist, die Versorgung einer Anlage für Kleinspannung ELV nach dem Ausfall einer oder mehrerer Stromquellen aufrechtzuerhalten, muss jede Stromquelle, die unabhängig von anderen Stromquellen betrieben werden kann, so ausgelegt sein, dass sie die vorgesehene Last der Anlage für Kleinspannung ELV versorgen kann. Es sind Vorkehrungen zu treffen, dass der Ausfall der Niederspannungsstromversorgung für eine Kleinspannungsstromquelle zu keiner Gefahr oder Beschädigung anderer Betriebsmittel für Kleinspannung führt.

**Anmerkung:**

*Für die Versorgung von Einrichtungen für Sicherheitszwecke können solche Vorkehrungen notwendig werden (**NIN** 5.6).*

**5.5.1.4****Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)****5.5.1.4.1**

Für eine Anlage ist der Fehlerschutz unter Berücksichtigung jeder Stromversorgung vorzusehen, die unabhängig von anderen Stromversorgungen in Betrieb sein kann.

Der Fehlerschutz muss so gewählt werden, dass die Wirksamkeit des Fehlerschutzes auch dann gewährleistet ist, wenn die aktive Stromquelle nur Teile der Installation versorgt.

**Anmerkung:**

*Dies kann zum Beispiel die Verwendung eines Trenntransformators zwischen den Anlagenteilen mit verschiedenen Arten der Erdverbindung erfordern.*

- 5.5.1.4.2** Die Stromversorgungen müssen so installiert werden, dass die Wirksamkeit der Schutzmassnahme Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen für alle vorgesehenen Kombinationen von Stromquellen gewährleistet ist.

**Anmerkung:**

*Die Verbindung von aktiven Leiter des Generators mit Erde kann die Schutzmassnahmen verändern.*

**5.5.1.4.3 Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung**

Der Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung ist entsprechend **4.1.1.3.2** vorzusehen. Ausnahmen hiervon sind die Sonderfälle in **5.5.1.4.4, 5.5.1.4.5**.

**5.5.1.4.4 Zusatzanforderungen für Anlagen, bei denen die Stromversorgung eine umschaltbare Versorgung zum öffentlichen Netz darstellt (Ersatzstromversorgung)**

Der Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung darf nicht von der Erdung im öffentlichen Netz abhängig sein, wenn diese als umschaltbare Versorgung zu einer Anlage nach System TN in Betrieb ist. Ein geeigneter Erder ist vorzusehen.

**5.5.1.4.5 Zusatzanforderungen für Anlagen mit statischen Wechselrichtern**

- .1 Wenn der Fehlerschutz bei Teilen einer von einem statischen Wechselrichter versorgten Anlage auf dem automatischen Schliessen der Umgehungsschalteinrichtung beruht und wenn das Ansprechen der Schutzeinrichtung auf der Speiseseite der Umgehungsschalteinrichtung nicht innerhalb der in **4.1.1.3.2** geforderten Zeit erfolgt, ist ein zusätzlicher Schutz-Potenzialausgleich nach **4.1.5.2** zwischen gleichzeitig berührbaren Körpern und fremden leitfähigen Teilen auf der Lastseite des statischen Wechselrichters vorzusehen.

Der Widerstand der zusätzlichen Schutz-Potenzialausgleichsleiter zwischen gleichzeitig berührbaren leitfähigen Teilen muss die folgende Bedingung erfüllen:

$$R \leq \frac{50 \text{ V}}{I_a}$$

wobei

$I_a$  der maximale Strom im Falle eines Fehlers gegen Erde ist, der vom statischen Wechselrichter für eine Zeitspanne von bis zu 5 s geliefert werden kann.

**Anmerkung:**

*Wenn eine derartige Einrichtung für den Parallelbetrieb mit einem öffentlichen Netz vorgesehen ist, gelten auch die Bestimmungen von **5.5.1.7**.*

- .2 Die Schutzeinrichtungen sind so zu wählen, dass deren Funktion durch die vom statischen Wechselrichter erzeugten Gleichströme oder durch Filter nicht beeinträchtigt wird.
- .3 Trenneinrichtungen müssen vor und nach einem statischen Wechselrichter installiert werden. Diese Anforderung gilt nicht vor einem statischen Umrichter, der im selben Gehäuse wie die Quelle integriert ist.

18	Angiografieuntersuchungsraum Raum, der insbesondere zur Darstellung von Arterien oder Venen mittels Kontrastmittel bestimmt ist.
19	Hämo-Dialyseraum Raum in einer medizinischen Einrichtung, dazu bestimmt, Patienten mit medizinischen elektrischen Geräten zu verbinden, um ihr Blut zu reinigen.
20	Magnetresonanzbildgebung (MRI)
21	Nuklearmedizin
22	Frühgeborenenraum
23	Zwischenpflegestation (IMCU) Raum, in dem bettlägerige Patienten unabhängig von einer Operation mit ME-Geräten überwacht werden.

---

**Anmerkungen:**

- a) *Der Anästhesieraum besteht z.B. aus dem Operationssaal, dem OP-Vorbereitungsraum, dem OP-Gipsraum und dem Behandlungsraum.*
  - b) *Der Operationsgipsraum gehört zu der Gruppe der Operationsräume und ist üblicherweise damit räumlich verbunden.*
  - c) *Der Aufwachraum liegt üblicherweise sehr nah an der Gruppe der Operationsräume, ist aber notwendigerweise kein Teil davon.*
-

**7.10.3 Figur 1: Raumbeurteilung****Festlegungsprotokoll für medizinisch genutzte Bereiche  
(Raumdatenblatt)**

Normen: SN 411000 (NIN), Kapitel 7.10

IHS Technische Empfehlung Bodenableitfähigkeit in medizinisch genutzten Räumen  
Brandschutzrichtlinie 17-15Spital, Arzt / Zahnarzt-  
praxis, Tierpraxis: .....

Strasse / Nr.: .....

PLZ / Ort: .....

Raum Nr.

Raum Bezeichnung: .....

Raumgruppe:  Gruppe 0  Gruppe 1  Gruppe 2Patientenbereich:  ganzer Raum  Bereich definiert/festgelegt in SkizzeAbleitfähiger Boden:  Ja  Nein

Umschaltzeit Stromversorgung bei Spannungsunterbruch:

 Klasse A  Klasse C  Klasse E  Klasse F keine Sicherheitsstrom-  
versorgungAutonomie der Sicher-  
heitsstromversorgung:  3 Stunden  24 Stunden  keine SicherheitsstromversorgungSicherheitsbeleuchtung:  Fluchtweg  med. genutzte Räume  keine

Geplante medizinische Interventionen


Auflistung der Verbraucher, welche eine USV benötigen

.....	.....
.....	.....
.....	.....

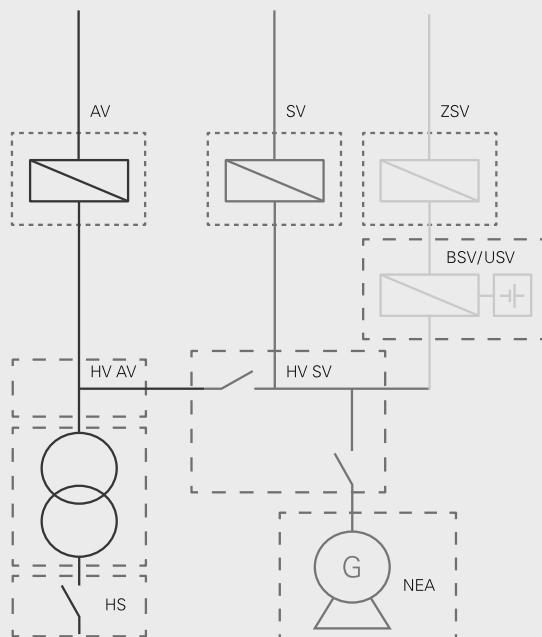
Klasse A (keine Unterbrechung)	Automatische Versorgung unterbrechungsfrei verfügbar
Klasse B (sehr kurze Unterbrechung)	Automatische Versorgung $\leq 0,15$ s verfügbar
Klasse C (Kurzunterbrechung)	Automatische Versorgung $\leq 0,5$ s verfügbar
Klasse E (mittlere Unterbrechung)	Automatische Versorgung $\leq 15$ s verfügbar
Klasse F (lange Unterbrechung)	Automatische Versorgung $> 15$ s verfügbar

**Anmerkung:**

Unabhängig von der Ausführung eines medizinischen IT-Systems und der Beherrschung der vollständigen Selektivität der Schutzeinrichtungen kann dies erreicht werden mit:

- zwei unabhängigen Versorgungseinspeisungen (NN 7.10.5.3.7.9); oder
- der Versorgung über eine Einspeisung über einen Ring, der im Stande ist, die Versorgung zu übernehmen; oder
- örtlichen zusätzlichen Stromversorgungseinheiten; oder
- einer zusätzlichen Stromversorgung für medizinisch genutzte Bereiche der Gruppe 2; oder
- anderen ebenso wirkungsvollen Massnahmen, die die weitere Verfügbarkeit der Stromversorgung gewährleisten.

**7.10.5 Figur 1: Separate Räume, Verteiler**

**Legende**

AV	Allgemein Stromversorgung, Verteiler und Installationen
SV	Sicherheitsstromversorgung (Funktionserhalt), Verteiler und Installationen
ZSV	Zusätzliche Sicherheitsstromversorgung (Funktionserhalt) Verteiler und Installationen
HV AV	Hauptverteiler Allgemein Stromversorgung
HV SV	Hauptverteiler Sicherheitsstromversorgung
BSV/USV	Batteriestromversorgung/Unterbrechungsfreie Stromversorgung
HS	Hochspannung
NEA	Netz-Ersatz-Anlage
— — —	separater Brandabschnitt
-----	separater Verteiler

### **7.10.5.1.2.2 Äussere Einflüsse**

#### **Anmerkung:**

*Wo es angebracht ist, sollte darauf geachtet werden, dass elektromagnetische Störung vermieden wird.*

### **7.10.5.1.2.3 Explosionsgefahr**

- .1 Elektrische Betriebsmittel (z.B. Steckdosen und Schalter), die in der Nähe von medizinischen Gasanschlüssen für oxidierende oder entflammbarer Gase angebracht sind, müssen in einem Abstand von mind. 0,2 m zum Auslass (Mittelpunkt Gasauslass bis Anfang Betriebsmittelrand) errichtet sein, um so das Risiko der Entzündung entflammbarer Gase zu minimieren. Schalter und Steckdosen müssen mind. 0,2 m von Gasanschlüssen entfernt sein und dürfen nicht im Bereich eines Gasstromes liegen.

#### **Anmerkung:**

*Anforderungen an medizinische elektrische Geräte, die in Verbindung mit entflammabaren Gasen und Dämpfen eingesetzt werden, sind in  SN EN 60601-1 enthalten.*

*Beim Auftreten gefährdender Bedingungen (z.B. Vorhandensein entflammbarer Gase und Dämpfe), können besondere Vorsichtsmaßnahmen gefordert sein.*

*Es wird empfohlen, dem Auftreten von statischer Elektrizität vorzubeugen.*

*Für medizinische Versorgungseinheiten:  SN EN ISO 11197.*

### **7.10.5.1.4 Kennzeichen**

#### **7.10.5.1.4.1 Kennzeichnung von Schutzzpotentialausgleichsleitern**

Schutzzpotentialausgleichsleiter für den zusätzlichen Schutzzpotentialausgleich müssen mindestens an den Anschlusspunkten grün-gelb gekennzeichnet sein.

#### **7.10.5.1.4.5 Schaltpläne und Dokumentation**

- .1 Pläne der elektrischen Anlagen sind zusammen mit Protokollen, Zeichnungen, Schaltplänen und Änderungen hierzu dem Betreiber zur Verfügung zu stellen.

Die einschlägigen Dokumente sind im Einzelnen:

- Blockschaltbilder mit der Darstellung des Verteilungssystems der allgemeinen Stromversorgung und der Stromversorgung für Sicherheitszwecke in einpoliger Darstellung. Diese Schaltbilder müssen Informationen über die Anordnung der Unterverteiler im Gebäude enthalten;
- Blockschaltbilder der Haupt- und Unterverteiler mit Darstellung der Schalt- und Steuergeräte sowie Verteiler in einpoliger Darstellung;
- Architektenpläne;
- schematische Darstellungen der Steuerungen;
- rechentechnischer Nachweis der Übereinstimmung mit den Anforderungen von Normen (z.B. mit  7.10.4.1.1);
- Liste der elektrischen Verbrauchsmittel, die ständig an der Stromversorgung für Sicherheitszwecke angeschlossen sind, mit Angabe der Betriebsströme und der Anlaufströme im Falle von motorgetriebenen Verbrauchern;

- In einem PV-Array mit mehr als zwei parallel geschalteten Sub-Arrays ist der maximale Rückstrom, der im PV-Sub-Array Kabel fliesst,  $(N_a - 1) I_{SC\ MAX}$ . In diesem Fall muss eine der folgenden Massnahmen umgesetzt werden:

- Wenn keine Überstromschutzeinrichtung für die Kabel der PV-Sub-Arrays verwendet wird, muss die Dauerstrombelastbarkeit  $I_z$  der Kabel der Sub-Arrays grösser oder gleich dem maximalen Rückstrom sein:

$$(N_a - 1) I_{SC\ MAX} \text{ Sub-Array} \leq I_z$$

- Wenn eine Überstrom-Schutzeinrichtung für die PV-Sub-Arrays erforderlich ist, muss die Strombelastbarkeit  $I_z$  der PV-Sub-Array Kabel grösser oder gleich dem Bemessungsstrom  $I_n$  der Schutzeinrichtung sein:

$$1,1 I_{SC\ MAX} \text{ Sub-Array} \leq I_n \leq I_z$$

**Anmerkung:**

*Der Faktor 1,1 ist ein Sicherheitsfaktor gegen das vorzeitige Ansprechen der Schutzeinrichtungen unter Berücksichtigung normaler Belastungsbedingungen.*

Der Faktor 1,1 ist unter besonderen Bedingungen, z.B. bei Reflexionen oder speziellen PV-Modultechnologien, anzupassen.

**Anmerkung:**

*Die Anforderungen an die Kabeldimensionierung für PV-Sub-Arrays sind die gleichen wie bei PV-String-Kabeln.*

**.103 Schutz von PV-Array Kabeln**

Die Dauerstrombelastbarkeit  $I_z$  der PV-Array Kabel muss grösser oder gleich dem maximalen Strom des PV-Arrays sein:

$$I_{SC\ MAX} \text{ Array} \leq I_z$$

**.104 Schutz von PV AC-Leitungen**

Für die Festlegung des Bemessungsstroms der Überstrom-Schutzeinrichtung für die AC-Leitung zum Wechselrichter ist der Bemessungsstrom des Wechselrichters zu berücksichtigen.

Dieser ist der vom Hersteller angegebene maximale Wechselstrom oder, falls nicht verfügbar, das 1,1-fache des Nennwechselstroms des Wechselrichters.

**7.12.4.3.4****Kurzschlusschutz**

- .101 Die AC-Leitung zum Wechselrichter muss durch eine Überstrom-Schutzeinrichtung, die am Anschlusspunkt des AC-Leitung in der Schaltgerätekombination installiert ist, vor den Auswirkungen eines Kurzschlusses, geschützt werden.

**7.12.4.4****Schutz gegen Überspannung****7.12.4.4.3****Schutz gegen atmosphärische Überspannungen von Schalthandlungen**

- .101 **Schutz gegen transiente Überspannungen**

Wenn ein Schutz gegen transiente Überspannungen nach **NIN** 4.4.3 erforderlich ist, muss dieser Schutz auch auf der DC-Seite der PV-Anlage vorhanden sein.

Je nach Distanz zwischen dem Wechselrichter und der Speisung der Anlage kann ein weiterer Schutz gegen transiente Überspannungen auf der AC-Seite erforderlich sein.

Wenn **NIN** 4.4.3 keinen Schutz gegen transiente Überspannungen vorschreibt, muss eine Risikobewertung nach **NIN** 7.12.4.4.3.102 durchgeführt werden.

Zusätzliche SPDs können erforderlich sein, um den Schutz vor transienten Überspannungen die von anderen Quellen wie z.B. Telefonleitungen oder Internetverbindungen ausgehen, zu gewährleisten.

Sämtliche Strang-, Array- und DC-Hauptleitungen von denselben PV-Strängen sind gemeinsam, örtlich zusammengefasst zu verlegen.

Lange Leitungen, welche die kritische Leitungslänge ( $L_{crit}$ ) übersteigen, sind entweder

- in elektrisch durchverbundene metallische Rohre oder Kanäle; oder
- in Kabeln mit konzentrischem Schutzleiter zu verlegen.

Kann keine geeignete Leitungsart gewählt werden oder die kritische Leitungslänge wird überschritten, sind entsprechende Überspannungs-Schutzeinrichtungen anzubringen.

- .102 **Risikobeurteilung**

Wenn entsprechenden Daten verfügbar sind, kann eine Risikobeurteilung durchgeführt werden, um festzustellen, ob ein Schutz gegen transiente Überspannungen erforderlich ist.

SPDs müssen auf der Gleichstromseite der Anlage installiert werden, wenn:

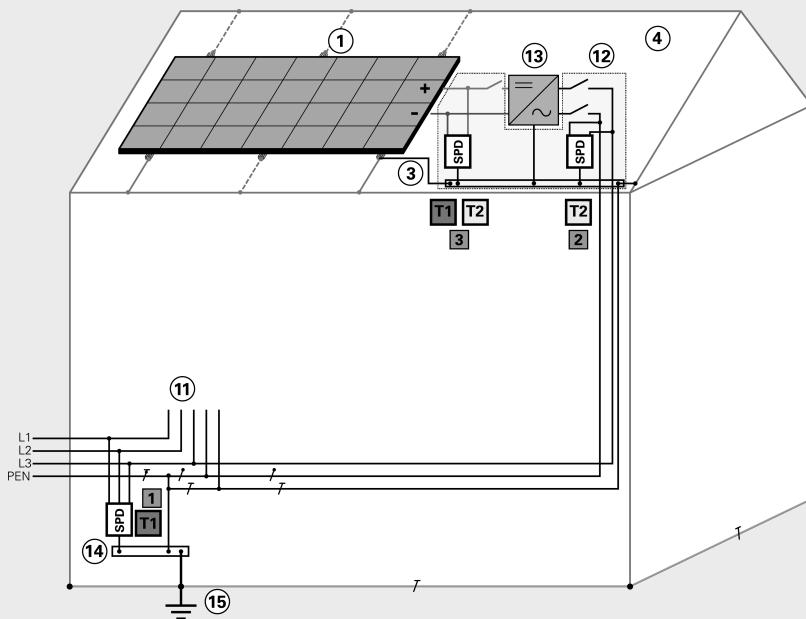
$$L \geq L_{crit}$$

wobei

$L$  ist die maximale Leitungslänge (m) zwischen dem Wechselrichter und den Anschlusspunkten der Photovoltaikmodule an die verschiedene Strings ist;

**(CH)** PV-Anlagen auf oder an Gebäuden, die mit einem äusseren Blitzschutzsystem (LPS) ausgestattet sind, müssen in das Blitzschutzsystem eingebunden und mit Überspannungs-Schutzeinrichtungen (SPD) ausgestattet sein.

7.12.4 Figur 8: Variante xB

**Legende**

- (1) Solarpanels, Solargenerator
- (2) Generator-Anschlusskasten, Array-Anschlusskasten
- (3) PA zum Solargenerator
- (4) Fangeinrichtungen LPS
- (11) Verbraucher; übrige NS-Installationen im Gebäude
- (12) Anschlusskasten
- (13) Wechselrichter
- (14) Haupterdungsschiene
- (15) Fundamenteerde/ev. Ring- oder Tiefenerde
- T1 SPD Typ 1
- T2 SPD Typ 2
- T1+T2 SPD Typ 1+2 - alternativ können Kombiableiter bei zulässigen Leitungslängen eingesetzt werden.
- [1] SPD Typ 1 in der Netzzuleitung
- [2] kein Ableiter, falls Leitung geschirmt, bzw.  $L_{crit}$  eingehalten
- [3] SPD Typ 1+2

**Variante xC**

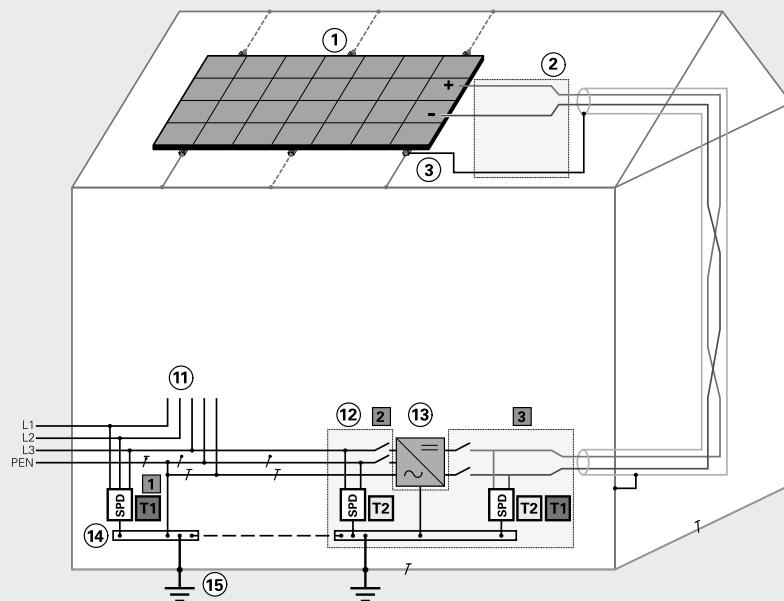
Geschirmte DC-Leitung aussen am Gebäude nach unten geführt.

Mit äusserem LPS; mit Überspannungsschutz gegen direkte und indirekte Blitzeinwirkungen; mit metallischer Struktur und Verbindung zum PA und im äusseren LPS integriert.

Als Beispiel ist die Variante 3 mit DC-Leitungen ausserhalb des Gebäudes gezeichnet - Variante xC kann sinngemäss auch für die Varianten 4 und 5 angewendet werden.

Stockwerkübergreifende DC- und AC-Leitungen: Blitzstromtragfähiger Schirm (konzentrischer Leiter) oder metallenes Rohr oder metallener Kanal. Gilt sinngemäss auch für Steuer-, Signal-, Kommunikationsleitungen und dgl. Verdrillte Leiter bedeuten EMV-technisch eine Verbesserung.

7.12.4 Figur 9: Variante xC



**Legende**

- (1) Solarpanels, Solargenerator
  - (2) Generator-Anschlusskasten, Array-Anschlusskasten
  - (3) PA zum Solargenerator
  - (4) Fangeinrichtungen LPS
  - (11) Verbraucher; übrige NS-Installationen im Gebäude
  - (12) Anschlusskasten
  - (13) Wechselrichter
  - (14) Haupterdungsschiene
  - (15) Fundamenteerde/ev. Ring- oder Tiefenerder
  - T1 SPD Typ 1
  - T2 SPD Typ 2
  - T1+T2 SPD Typ 1+2 - alternativ können Kombiableiter bei zulässigen Leitungslängen eingesetzt werden
  - [1] SPD Typ 1 in der Netzzuleitung
  - [2] kein Ableiter, falls Leitung geschirmt, bzw.  $L_{crit}$  eingehalten
  - [3] SPD Typ 1+2
  - [4] SPD Typ 1 beim Zonenübergang gut zugänglich angeordnet
- Zum Schutz der DC-Leitung sind die SPD idealerweise oben anzuordnen.

#### 7.12.4.4.3.4 Technische Ergänzungen

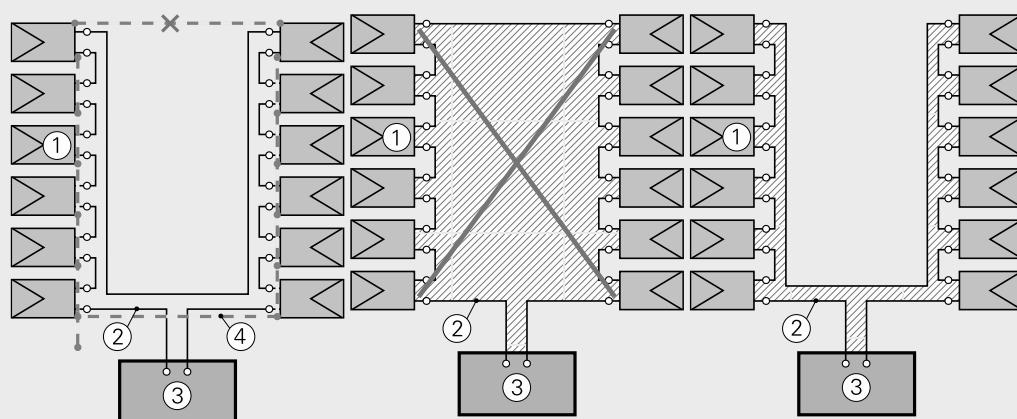
##### Anordnung von SPD

SPD an einem oder beiden DC-Leitungsenden gemäss **NIN** 7.12.4.4.3. Falls keine teilblitzstromtragfähige metallische Rohre, geschlossene Kanäle oder konzentrische PE-Leiter verwendet werden, ist die kritische Leitungslänge ( $L_{crit}$ ) für die Anordnung von SPDs zu ermitteln.

##### Leiterschlaufen vermeiden

Die Fläche, welche von einer Leiterschlaufe umschlossen wird, soll möglichst klein gehalten werden. Damit wird die elektromagnetische Koppelung deutlich reduziert.

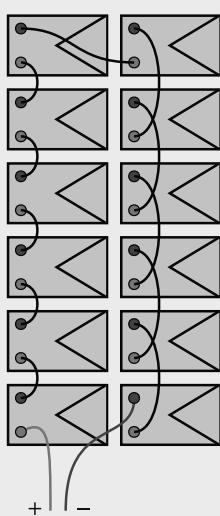
7.12.4 Figur 10: Leiterschlaufen vermeiden



##### Legende

- 1 PV-Modul
- 2 DC-Verbindungsleitung
- 3 Array- oder String-Klemmkästen
- 4 PA-Verbindungsleitung

7.12.4 Figur 11: Die umschlossene Fläche bei nebeneinander liegenden Modulen gering halten



## 7.12.5 Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel

### 7.12.5.1 Allgemeine Bestimmungen

#### 7.12.5.1.1 Einhaltung von Normen

- .101 PV-Module müssen mit den Anforderungen der entsprechenden Betriebsmittelnormen übereinstimmen, z.B. mit  $\rightarrow$  SN EN 61215 und  $\rightarrow$  SN EN 61730 oder  $\rightarrow$  SN EN 61646 für PV-Module.

Werden PV-Module an Gebäuden angeordnet und  $U_{OC\ max}$  übersteigt 120 V, müssen PV-Module der Schutzklasse 2 oder mit gleichwertiger Isolierung verwendet werden.

- .102 Wechselrichter müssen z.B. den Normen  $\rightarrow$  SN EN 62109-1 und  $\rightarrow$  SN EN 62109-2 entsprechen.

#### 7.12.5.1.1 Zubehör und Gehäuse

PV-Array-Anschlusskästen, PV-Generatoranschlusskästen und Schaltgerätekombinationen müssen mit  $\rightarrow$  SN EN 61439-Reihe übereinstimmen.

In Wohnhäusern und ähnlichen Bereichen können die Gehäuse für AC-Schaltgerätekombinationen alternativ der  $\rightarrow$  SNR 461439 entsprechen.

#### 7.12.5.1.2 Betriebsbedingungen und äussere Einflüsse

##### 7.12.5.1.2.1 Betriebsbedingungen

###### 7.12.5.1.2.1.1 Spannung

Für die Auswahl von Geräten für PV-Anlagen ist  $U_{OC\ MAX}$  als Nennspannung zu verstehen.  $U_{OC\ MAX}$  ist nach dem in  $\rightarrow$  7.12.5.1.2.1.1 B+E beschriebenen Verfahren zu bestimmen.

Die maximale Spannung des PV-Generators berechnet sich wie folgt:

$$U_{OC, max} = U_{OC, STC} \cdot n \cdot k_T$$

##### Legende

$U_{OC, STC}$  Leerlaufspannung eines Moduls gem. Hersteller-Datenblatt (bei STC)

n Anzahl der Module pro Strang

$k_T$  Korrekturfaktor für tiefe Temperaturen

##### Korrekturfaktoren $k_T$

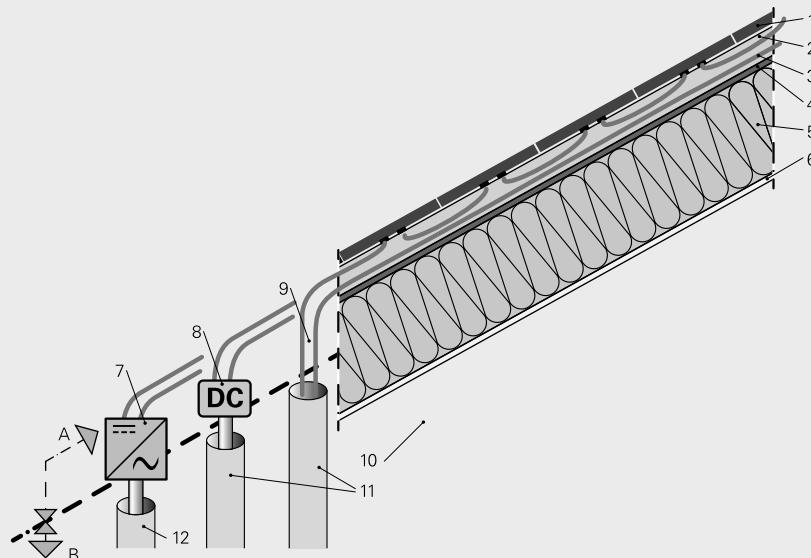
1,15	für alle Gebiete	$\leq 800$ m ü. M.
1,20	für alle Gebiete	> 800 bis $\leq 1500$ m ü. M.
1,25	für alle Gebiete	> 1500 m ü. M.

Die so ermittelte maximale Spannung des PV-Generators gilt auch für Anlagen mit einer Mittelpunkterdung.

### .3 PV-Strangkabel

Innerhalb eines Gebäudes entsprechen die Anforderungen an das Verlegen von Leitungen jenen der PV-Gleichstromhauptleitung. Im Dachbereich, ausserhalb des Gebäudeeintrittes, gelten die Anforderungen an das Isolationsmaterial.

**7.12.5 Figur 7: Definition Dachbereich**



#### Legende

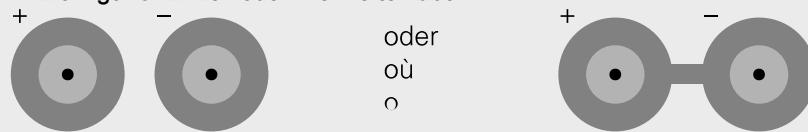
- A Dachbereich
- B Bereich für stockwerkübergreifende Leitungen (String-, Array-, DC-Hauptleitung)
- 1 PV-Modul (integrierte Anlage) mit Doppelfunktion
- 2 Dachbereich
- 3 DC-Modulverkabelung (Modulverbindungen) im Dachbereich
- 4 Unterdach\*
- 5 Wärmedämmung
- 6 Deckenschicht\* (im Raum)
- 7 Wechselrichter (angeordnet in der Nähe des Dachbereiches – über der stockwerkübergreifenden Leitung)
- 8 String- oder Array-Klemmkasten
- 9 Übergang von DC-Modulverkabelung in DC-Hauptleitung
- 10 Raum im Gebäude
- 11 DC-Hauptleitung, Array- oder Stringleitung
- 12 AC-Installation

.4

Folgende Leitungsarten sind geeignet:

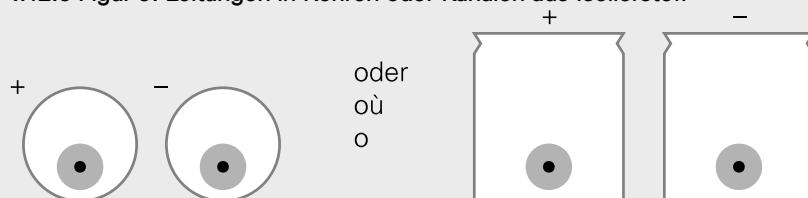
A: Einzel- oder Mehr-Leiter-Kabel: jeder Leiter einzeln isoliert und ummantelt

**7.12.5 Figur 8: Einzel- oder Mehrleiterkabel**



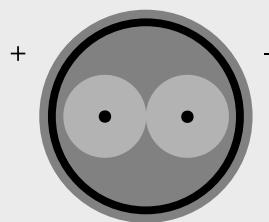
B: In geeigneten Rohren oder Kanälen aus Isolierstoff (das Rohr oder der Kanal bildet die zweite Isolation und keinen Schutz gegen elektromagnetische Störungen)

**7.12.5 Figur 9: Leitungen in Rohren oder Kanälen aus Isolierstoff**



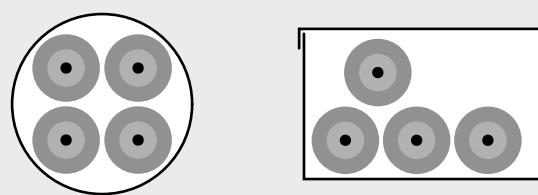
C: Konzentrischer Schutzleiter

**7.12.5 Figur 10: Mit konzentrischem Schutzleiter**



D: Mehrere Leiter in metallischen Rohren oder Kanälen

**7.12.5 Figur 11: Leitung in leitenden Rohren oder Kanälen**



.5

Äussere Einflüsse, die zu erwarten sind wie Wind (AS), Eisbildung (AB), Temperaturen (AA) und Sonneneinstrahlung (AN), Fauna (AL) und Flora (AK) müssen berücksichtigt werden.

.6

AC- und DC-Leitungen sowie mittels SPD geschützte und ungeschützte Leitungen sind aus folgenden Gründen voneinander getrennt zu führen:

- Ordnungstrennung verschiedener Stromarten;
- Klare Unterscheidung der Leitungen;
- Verhinderung von Störungen und Schäden durch Kopplungen.

Eine Trennung von AC- und DC-Leitungen kann erreicht werden, indem diese in getrennten Rohren oder Kanälen verlegt werden.

AC- und DC-Leitungen dürfen im gleichen Kabeltrasse verlegt werden, wenn sie klar getrennt voneinander verlegt werden.

Die induktive Kopplung hängt im Wesentlichen vom Abstand der beiden Leitungen und der Länge der Parallelführung der Leitungen ab. Möglichst grosse Distanzen auf dem Kabeltrasse oder die Verwendungen von metallischen Trennwänden helfen die Kopplung gering zu halten.

**[NN] 4.4.4** Figur 22 bis 25 kann hier sinngemäss angewendet werden Rechtwinklige Leitungskreuzungen bewirken wenig induktive Koppelung.

Weitergehende Informationen zur getrennten Leitungsverlegung siehe

 Swissolar Merkblatt Photovoltaik Nr. 19 «Getrennte Leitungsverlegung»

## .7

AC- und DC-Leitungen müssen eindeutig unterschieden werden können.

Eine eindeutige Unterscheidung kann einfach durch unterschiedliche Farben der Kabelmäntel erreicht werden.

## .8 Stockwerkübergreifende Leitungen

Diese Leitungen werden vorzugsweise in metallenem Rohr oder in einem metallischen Kanal verlegt.

Alternativ können Kabel verwendet werden, welche einen konzentrisch angeordneten PE-leiter aufweisen.

Das metallische Rohr, der Kanal bzw. der konzentrische Schutzleiter müssen teilblitzstromtragfähig sein.

Durch diese Verlegeart der stockwerkübergreifenden Leitungen ergeben sich folgende Vorteile:

- Geringste Blitzstromeinkopplung;
- Beste Wirksamkeit des Überspannungsschutzes;
- Weniger Massnahmen für den Überspannungsschutz nötig;
- Zugleich Berührungssicherheit selbst bei Brand und nicht-abschaltbarer DC-Generatorleitung;
- usw.

### 7.12.5.2.6

#### Elektrische Verbindungen

##### 7.12.5.2.6.1

Werden Steckverbindung verwendet, dürfen nur elektrisch und mechanisch kompatible Steckverbinder, die für den Einbauort geeignet sind verwendet werden.

Es dürfen nur Steckverbinder verwendet von denen die Hersteller die Kompatibilität gewährleisten.

##### 7.12.5.2.6.101

#### Steckverbinder für die DC-Seite

Diese Steckverbinder müssen gemäss  SN EN 50521 oder SN EN 62852 ausgewählt werden.

Steckverbinder die andern als instruierten Personen (BA4) oder Elektrofachkräften (BA5) zugänglich sind dürfen nur mittels Werkzeug ausgesteckt werden oder sie sind in ein Gehäuse einzubauen, das nur mittels einem Werkzeug geöffnet werden kann.

Ungesteckte Steckverbinder müssen gegen das Eindringen von Staub oder Feuchtigkeit geschützt werden. Dies kann z.B. durch eine Schutzabdeckung oder durch rechtzeitiges Zusammenstecken erreicht werden. Steckverbindungen sollen nicht über längere Zeit: z.B. über Nacht ungeschützt äusseren Einflüssen ausgesetzt sein.

Um Überhitzungen durch hohe Übergangswiderstände zu vermeiden, dürfen nur Verbindungen und Klemmen eingesetzt werden, welche für solche Zwecke geeignet sind (z.B. für DC-Anwendungen geeignete Federzugklemmen und/oder für DC-Anwendungen geeignete Steckverbindungen).

Weitergehende Informationen zur Arbeitssicherheit auf der DC-Seite siehe  
 Swissolar Merkblatt Photovoltaik Nr. 18 «Arbeitssicherheit DC Photovoltaik»

## **7.12.5.3 Errichtungen zum Trennen, Schalten, Steuern und Überwachen**

### **7.12.5.3.0.3 Fehlerstromschutzeinrichtungen**

- .101 Wird ein RCD zum Schutz der AC Seite verwendet, muss der RCD vom Typ B gemäss  SN EN 62423 oder SN EN 60947-2 sein, es sei denn:

- der Wechselrichter weist zumindest eine einfache Trennung zwischen der Wechselstromseite und der Gleichstromseite auf; oder
- die Anlage weist zumindest eine einfache Trennung zwischen dem Wechselrichter und dem durch getrennte Wicklungen eines Transformators auf; oder
- der Wechselrichter benötigt nach Herstellerangaben keinen RCD Typ B.

Enthält der PV-Wechselrichter keine einfache Trennung, muss AC-seitig eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)  $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$  vorgeschaltet werden oder die DC-Seite in Schutzklasse II ausgeführt werden, und eine andere gleichwertige Massnahme angewendet werden, welche verhindert, dass Gleichfehlerströme in der elektrischen Anlage auftreten können.

Auf die Anordnung einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung RCD des Typ B kann verzichtet werden, falls der Hersteller des Wechselrichters den Einbau einer allstromsensitiven Fehlerstrom-Überwachungseinheit (RCMU) nach DIN VDE 0126-1-1 die wirksame Überwachung der Gleichspannungsseite eines Solar-Photovoltaik (PV) Stromversorgungssystems, nachweist.

#### **Anmerkung:**

*Eine Fehlerstrom-Überwachungseinheit (Residual Current Monitoring Unit - RCMU) ist eine Einrichtung, die bei Wechselrichtern ohne einfache Trennung zwischen Netz und Photovoltaik-Generator zur Erfassung und Abschaltung auftretender Gleich-, Puls- und Wechselfehlerströmen dient.*

### **7.12.5.3.1 Einrichtungen für den Fehlerschutz durch automatische Abschaltung der Versorgung**

- .101 Wenn ein RCD für den Fehlerschutz auf der AC-Seite vorgesehen ist, gelten die Anforderungen von  7.12.5.3.0.3 Abs. 101

### **7.12.5.3.2 Einrichtungen zum Schutz vor Brandgefahren**

- .101 Wenn ein RCD für den Brandschutz auf der AC-Seite verwendet wird, gelten die Anforderungen von  7.12.5.3.0.3 Abs. 101

### **7.12.5.3.3 Schutzeinrichtungen gegen Überstrom**

#### **.101 Gleichstromseitige Überstromschutzeinrichtungen**

Als Überstrom-Schutzeinrichtungen auf der DC-Seite kommen in Frage:

- gPV-Sicherungen nach  SN EN 60269-6 oder Sicherungs-Kombigeräte nach SN EN 60947-3, oder
- Leistungsschalter nach  SN EN 60947-2 oder SN EN 60898-2.

Diese Geräte müssen die folgenden Anforderungen erfüllen:

1. Die Bemessungsspannung ( $U_e$ ) mindestens  $U_{OC\ MAX}$  der PV-Anlage entsprechen;
2. der Bemessungsstrom  $I_n$  muss **EN 712.4.3.1.102** entsprechen;
3. Das Bemessungsschaltvermögen muss mindestens  $I_{SC\ MAX}$  der PV-Anlage entsprechen;
4. Überstrom-Schutzeinrichtungen müssen bidirektional sein.

#### **7.12.5.3.4 Einrichtungen zum Schutz gegen Überspannung**

##### **7.12.5.3.4.101 Allgemeines**

###### **Allgemeines**

Wenn die PV-Anlage im geschützten Bereichs des LPS installiert ist, müssen alle Strom- und Signalkabel oder -leitungen der PV-Anlage von ungeschützten Teilen getrennt sein.  
Die Anforderungen an Gleichstrom-SPDs sind derzeit in Bearbeitung.

---

###### **Anmerkung:**

→ SN 414022 beschreibt die Berechnung des Trennungsabstandes.

Kann der erforderliche Trennungsabstand nicht eingehalten werden, muss die PV-Anlage über eine Potenzialausgleich nach → SN 414022 mit dem LPS verbunden werden.

Anstelle abgeschirmter Leitungen wird eine Verlegung der Leitungen ohne Bildung von Leiterschläufen empfohlen, um die elektromagnetische Einkopplung in die PV-Anlage zu reduzieren.

---

###### **Anmerkung:**

→ SN EN 62305-4 enthält ausführliche Informationen über den Entwurf, Auslegung und die Berechnung von Massnahmen zur Reduzierung magnetischer Felder und induzierter Spannungen oder Ströme mittels Abschirmung von Leitungen.

---

##### **7.12.5.3.4.102 Auswahl von SPDs auf der DC-Seite**

Auf der DC-Seite der PV-Anlage installierte SPDs müssen der → SN EN 50539-11 entsprechen.

Für im Wechselrichter eingebaute SPDs auf der DC-Seite muss der Hersteller des Wechselrichters nachweisen, dass damit die DC-Seite geschützt ist. Andernfalls müssen externe SPD eingebaut werden.

---

###### **Anmerkung:**

Im Wechselrichter eingebaute Varistoren werden nicht als SPD betrachtet.

Der Schutzpegel  $U_p$  der externen SPDs ist in Abhängigkeit der Eigenschaften der im Wechselrichter eingebauten Schutzgerät zu koordinieren. Der Hersteller des Wechselrichters muss in diesem Fall den für die Auswahl der externen SPDs erforderlichen Spannungspegel angeben.

###### **.1 Auswahl der SPD-Typen**

Im Allgemeinen sind SPDs Typ II zu verwenden. Wenn der Schutz gegen die Auswirkungen direkter Blitzeinschläge vorgeschrieben ist und der Trennungsabstand S nicht gemäss → SN EN 62305-3 eingehalten werden kann, sind SPDs Typ I zu verwenden (normalerweise in Verbindung mit SPDs Typ II).

## .2 Auswahl des SPD-Schutzpegels $U_p$

Macht der Hersteller keine Angaben, so gilt die Bemessungs-Stossspannung  $U_w$  nach **7.12.5 Tabelle 1** für die Module und die elektrischen Umrichtergeräte.

**7.12.5. Tabelle 1: Bemessungs-Stossspannung  $U_w$  wenn keine Herstellerangaben vorliegen**

$U_{OC\ MAX}\ V$	$U_w\ V$	
<b>PV-Anlage und andere elektrische Geräte</b>		<b>Wechselrichter</b>
100	800	2 500 (Mindestanforderung)
150	1500	
300	2500	
424	4000	
600	4000	4000
800	5000	
849	6000	
1000	6000	6000
1500	8000	8000

**Anmerkung 1:**  $U_{imp}$  nach Überspannungskategorie II.  
**Anmerkung 2:** Diese Tabelle gilt nicht für die Wechselstromseite des Wechselrichters.

## .3 Auswahl der maximalen Dauerbetriebsspannung des SPD $U_{cpv}$

Die Dauerbetriebsspannung  $U_{cpv}$  für die Überspannungs-Schutzeinrichtungen ist nach der maximalen Leerlaufspannung  $U_{OC\ MAX}$  der PV-Anlage zu wählen. Die Dauerbetriebsspannung  $U_{cpv}$  muss mindestens der maximalen Leerlaufspannung  $U_{OC\ Max}$  entsprechen.

SPDs müssen in Bezug auf die maximale Leerlaufspannung  $U_{OC\ Max}$  zwischen:

- Aktiven Anschlüssen (+ und -); und
- aktiven Anschlüssen (+ und -) und Erde.

ausgewählt werden.

## .4 Der Bemessungsstrom $I_n$ von SPDs Typ II muss mindestens 5 kA betragen.

### **Anmerkung:**

*Ein Bemessungsstrom, der über dem Mindestwert liegt, führt zu einer längeren Lebensdauer der Überspannungs-Schutzeinrichtung.*

**Anmerkung:**

Möglicherweise ist in den Angaben des Herstellers des Wechselrichters ein externer DC-Schalter gefordert.

Wenn keine Einrichtung zum Trennen unter Last installiert werden kann (z.B. bei Mikrowechselrichtern), ist vor dem Trennen sicherzustellen, dass die Stecker stromlos sind. Dies erfolgt in der Regel durch Ausschalten der Wechselrichter.

**Einrichtungen zum Trennen**

1. Auf der Gleichspannungsseite des PV-Wechselrichters muss ein Trennschalter, welcher die Anforderungen als Trennvorrichtung erfüllt, vorgesehen werden.
2. Alle Anschlusskästen (PV-Generatoranschlusskästen und PV-Array-Anschlusskästen) müssen mit einem Warnhinweis versehen werden, dass aktive Teile in den Anschlusskästen auch nach dem Trennen vom PV-Wechselrichter unter Spannung stehen können.
3. Die Bemessungsspannung auf der DC-Seite muss in einer Aufschrift gemäss **NIN** 7.12.5 Figur 3 enthalten sein.
4. Führen offene Klemmen oder Sammelschienen eine Spannung von  $U_N \geq 120 \text{ V DC}$  müssen Warnschilder auf die Gefahr der spannungsführenden Teile hinweisen.

**.103 Trennen des Funktionspotenzialausgleichs**

Eine Einrichtung zu automatischen Abschaltung ist in Reihe mit dem Funktionsausgleichsleiter zu schalten und muss für die folgenden Bedingungen ausgelegt sein:

- den maximalen Kurzschlussstrom der PV-Anlage  $I_{SC\ MAX}$ ;
- die maximale Spannung der PV-Anlage  $U_{OC\ MAX}$ ;
- den in Tabelle **NIN** 7.12.5. Tabelle 2 angegebenen maximalen Nennstrom.

**7.12.5. Tabelle 2: Bemessungsstrom der automatischen Trennvorrichtung im Funktionspotenzialausgleich**

Gesamtnennleistung der PV-Anlage (peak)	Maximaler Nennstrom $I_n$ der automatischen Trenneinrichtung
<b>kW</b>	<b>A</b>
$\leq 25$	1
$> 25 - 50$	2
$> 50 - 100$	3
$> 100 - 250$	4
$> 250$	5

**.104 Massnahmen zur Verhinderung von DC-Unterbrechungen unter Last**

Um Lichtbögen zu verhindern, muss jede Einrichtung ohne Schaltvermögen, die zum Öffnen eines Gleichstromkreises verwendet werden könnte, gegen unbeabsichtigtes oder unbefugtes Betätigen gesichert werden.

Dies kann durch die Installation des Geräts in einem abschliessbaren Raum oder Gehäuse oder durch abschliessen mit einem Vorhangeschloss erfüllt werden.

**.105 Fernsteuerung von Geräten zum Öffnen von Verbindungen in der Combinerbox**

Ferngesteuerte Geräte, die unter bestimmten Fehlerbedingungen eine Trennung gewährleisten können in Verbindungsgehäusen installiert werden.

### **7.12.5.3.8 Überwachungseinrichtungen**

- .101 Isolationsüberwachungseinrichtungen (IMDs) müssen SN EN 61557-8 entsprechen.

Wenn das IMD ein integraler Bestandteil des Wechselrichters ist, muss die IMD-Funktion der SN EN 62109-2 oder SN EN 61557-8 entsprechen.

Bei grösseren PV-Anlagen (> 100 kWp) wird ein automatisches System zur Lokalisierung von Isolationsfehlern nach SN EN 61557-9 empfohlen.

## **7.12.5.4 Erdung und Schutzleiter**

### **7.12.5.4.2 Erdungsanlagen**

- .101 **Potenzialausgleich von PV-Metallstrukturen**

Wenn ein Potenzialausgleich erforderlich ist, müssen die Metallkonstruktionen der PV-Module, sowie die metallischen Kabelführungssysteme damit verbunden werden.

Der Potenzialausgleichsleiter ist mit einer geeigneten Erdungsklemme zu verbinden.

Bestehen Metallkonstruktionen aus Aluminium, sind geeignete Verbindungsmaterialien zu verwenden, um einen ordnungsgemässen Potenzialausgleich aller Metallteile zu gewährleisten.

#### **Anmerkung:**

*Durch diese Verbindung werden die Auswirkungen der Entladung elektrostatischer Ladungen begrenzt.*

- Modulrahmen müssen nicht besonders an den Potenzialausgleich angeschlossen werden. Der Anschluss mittels Klemmen der Montagesysteme ist ausreichend, auch bei eingefärbten Modulen;
- Montageschienen oder Montagepunkte, die PV-Module nicht oder nur einseitig überragen und elektrisch nur über die PV-Module miteinander verbunden sind, müssen nicht geerdet werden;
- Sofern diese Montageschienen oder Montagepunkte untereinander elektrisch leitend verbunden sind (z.B. über ein Metalldach), so ist diese elektrisch leitende Verbindung zu Erden;
- PV-Module stellen keinen Potenzialausgleich zwischen Profilschienen von Montagesystemen dar. Sollen Elemente von Montagesystemen miteinander verbunden werden, muss dafür eine geeignete Verbindung erstellt werden.

Wenn Schutz-Potenzialausgleichsleiter verlegt werden, müssen sie parallel und so nahe wie möglich an den DC- und AC-Leitungen errichtet werden.

- .102 **Potenzialausgleich auf der DC-Seite**

Ein aktiver Leiter der DC-Seite darf nur geerdet werden, wenn eine galvanische Trennung zwischen der AC-Seite und der DC-Seite durch einen Transformator mit elektrisch getrennten Wicklungen besteht.

Der Transformator kann entweder intern oder extern vom Wechselrichter sein. Die an den Wechselrichter angeschlossene Wicklung darf nicht geerdet sein, und der Wechselrichter muss dafür geeignet sein.

Der Anschluss muss an einem einzigen Punkt auf der DC-Seite des Wechselrichters erfolgen.

Der Anschluss muss zwischen der Trennvorrichtung und dem DC-Anschluss des Wechselrichters erfolgen.

## **7.14.5 Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel**

### **7.14.5.1 Allgemeine Bestimmungen**

#### **7.14.5.1.2 Betriebsbedingungen und äussere Einflüsse**

- .2 Die Einteilung der äusseren Einflüsse für Umgebungstemperatur und Umweltbedingungen hängen von den örtlichen Verhältnissen ab. Die folgenden Klassen werden allgemein empfohlen:
- Umgebungstemperatur: AA2 und AA4 (von  $-40^{\circ}\text{C}$  bis  $+40^{\circ}\text{C}$ );
  - Umweltbedingungen: AB2 und AB4 (relative Feuchte zwischen 5% und 100%);

Die genannten Klassen für die folgenden äusseren Einflüsse sind Mindestanforderungen:

- Auftreten von Wasser: AD3 (Sprühwasser: erfordert mindestens Schutzart IPX3);
- Auftreten von festen Fremdkörpern: AE2 (kleine Fremdkörper: erfordert mindestens Schutzart IP3X).

Andere Klassen für die äusseren Einflüsse hängen von den örtlichen Verhältnissen ab.

- .10 Elektrische Betriebsmittel müssen durch Konstruktion oder Errichtung mindestens der Schutzart IP33 entsprechen.

Für Leuchten ist die Schutzart IP23 ausreichend, wenn die Gefahr der Verschmutzung vernachlässigbar ist, z.B. in Wohngebieten und ländlichen Gebieten, und wenn die Leuchten höher als 2,5 m über der Standfläche angebracht sind.

Konstruktions- und Sicherheitsanforderungen für Leuchten müssen der Reihe  SN EN 60598 entsprechen.

---

#### **Anmerkung:**

*Es kann in einigen Fällen auf Grund von Betriebsbedingungen oder Reinigungsverhältnissen notwendig sein, einen höheren Grad des Schutzes zu fordern.*

---

*Andere Klassen für die äusseren Einflüsse, z.B. korrosive Stoffe, mechanischer Schock, Sonneneinstrahlung, usw. müssen bei gewissen Bedingungen beachtet werden (§ 5.1.2.2).*

---

#### **7.14.5.2.5 Spannungsfall in Verbraucheranlagen**

---

#### **Anmerkung:**

*Der zusätzliche Spannungsfall, erzeugt durch den Einschaltstrom von Lampen, sollte berücksichtigt werden.*



**Anmerkung:**

Nationale Vorschriften können festlegen, dass für elektrische Anlagen eine Abschaltvorrichtung vorzusehen ist. Solche Vorschriften können auch den Einbauort festlegen und verlangen, dass sie entweder an einer wirksam verschlossenen Stelle in der Nähe des Gebäudeeingangs oder an einer nur für befugte Personen von aussen direkt zugänglicher Stelle zu errichten ist.

- 
- .102 Sind in speziellen Gebäuden und/oder Bereichen Betriebsmittel vorhanden, die auch dann unter Spannung stehen müssen, wenn das spezielle Gebäude und/oder Bereich nicht besetzt ist, so muss die elektrische Installation entsprechend dafür ausgelegt sein.
- 

**Anmerkung:**

Für solche Betriebsmittel sollte die Errichtung getrennter Stromkreise in Betracht gezogen werden.

---

**7.18.5.5 Andere Betriebsmittel****7.18.5.5.9 Leuchten und Beleuchtungsanlagen****.1 Instandhaltung von Beleuchtungsstromkreisen**

Die Sicherstellung einer angemessenen Beleuchtungsstärke muss durch eine auf das Gebäude bezogene Risikobeurteilung erfolgen, wobei die Einteilung der äusseren Einflüsse gemäss **NIN** 5.1.2.2 berücksichtigt werden muss.

---

**Anmerkungen:**

Möglicherweise gelten zusätzliche Vorschriften.

---

Folgende Varianten sind möglich:

- Räume und Stätten mit niedrigem Risiko: Ein einzelner normaler Beleuchtungsstromkreis für die Beleuchtung. Dies gilt für das Kurzzeichen BD1 gemäss **NIN** 5.1.2.2
  - Andere Räume und Stätten: Zwei oder mehr normale Beleuchtungsstromkreise, durch welche die Leuchten derart gespeist werden, dass der Ausfall eines der Beleuchtungsstromkreise in keinem Teil des Raums oder der Stätte zu einer ungenügenden Beleuchtungsstärke führt. Werden Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) verwendet, so darf jede Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) nur einen einzigen Beleuchtungsstromkreis schützen.
-

