

RICHTLINIE

223 EMV UND BLITZ- SCHUTZ

Januar 2019



HERAUSGEBER

Kanton Aargau
Departement Finanzen und Ressourcen
Immobilien Aargau
Tellistrasse 67
Postfach 2531
5001 Aarau
Telefon 062 835 35 00
Telefax 062 835 35 09
E-Mail immobilien@ag.ch
www.ag.ch/immobilienaargau

VERFASSER

ARNOLD Engineering und Beratung
AG für EMV und Blitzschutz, Opfikon
Martin Spielmann | IMAG Fachstelle Elektro
Luca Hächler | IMAG QS- Fachstelle Elektro

ÜBERPRÜFT UND FREIGEgeben

Martin Spielmann | IMAG Fachstelle Elektro

INHALT

1	AUSGANGSLAGE, ZIELSETZUNG	4
2	GESETZLICHE GRUNDLAGEN, VORSCHRIFTEN UND NORMEN	4
2.1	Gesetzgebung, Normen	4
3	GRUNDSÄTZE ZUR ELEKTROMAGNETISCHEN VERTRÄGLICHKEIT	6
3.1	Grundregeln	6
3.2	Verantwortlichkeiten	6
4	MASSNAHMEN	7
4.1	Blitzschutz	7
4.2	Erdung und Potenzialausgleich	19
4.3	Netzstruktur und Trassen	27
4.4	Niederspannungsinstallationen	30
4.5	Kleinspannungsinstallationen	30
4.6	Schaltgerätekombinationen	32
4.7	Schirmungen	34
4.8	Spezielle Geräte	35
4.9	Überwachung	38
4.10	Bauliche Vorkehrungen	40
5	PRODUKTEINFORMATIONEN	40
6	KONTROLLLISTEN	41
6.1	Netzstruktur / Potenzialausgleich	42
6.2	Trassen und Installationen	43
6.3	Überspannungsschutz	45
6.4	Schaltgerätekombinationen	46
6.5	Frequenzumrichter	48

Hinweis:

Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird auf eine geschlechtsspezifische Differenzierung verzichtet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung für beide Geschlechter.

HISTORY:

Layout Überarbeitung (Juni + September 2015)

Revision Nr. 2 (Januar 2017)

Anpassung Dateinamen und Titel

1 AUSGANGSLAGE, ZIELSETZUNG

Als Folge der zunehmenden Technisierung und Empfindlichkeit von Systemen ist es immer wichtiger die möglichen Störungsbeeinflussungen zu beachten. Dabei sind auch störende Einflüsse von angrenzenden Bereichen zu berücksichtigen.

Um die Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) zu gewährleisten, sind die elektrischen Installationen und Einrichtungen (Starkstrom, Schwachstrom inkl. informationstechnische Systeme) nach den üblichen Vorschriften wie NIV, NIN, usw. und zusätzlich nach spezifischen Grundsätzen bzw. aktuellen Normen zu planen und zu bauen. Hier gilt es insbesondere auch die Verordnung über die Elektromagnetische Verträglichkeit (VEMV; SR 734.5) zu berücksichtigen. Weitergehende, mit dieser Verordnung verknüpfte Dokumente (Verordnungen und Normen) bilden einen integrierenden Bestandteil.

Mit den EMV-Richtlinien soll aufgezeigt werden, welche wesentlichen Aspekte im Rahmen eines Projektablaufes beim Bau oder bei der Um- und Nachrüstung von technischen Einrichtungen zu berücksichtigen sind. Im Besonderen gilt dies für elektrotechnische Systeme aber auch für elektrisch leitende Einrichtungen wie Bewehrungen, Metallkonstruktionen, HLSK- Einrichtungen usw.

Die vorliegenden Richtlinien basieren auf den Grundlagen der aktuellen Gesetzgebung und Normung (siehe Kap. 2). Eine konsequente Umsetzung garantiert in der Praxis störungsarme Installationen und Einrichtungen.

2 GESETZLICHE GRUNDLAGEN, VORSCHRIFTEN UND NORMEN

2.1 GESETZGEBUNG, NORMEN

- SR 734.2 (Stand 1. Juli 2012): Verordnung über elektrische Starkstromanlagen (Starkstromverordnung)
- SR 734.5 (Stand 1. Januar 2015): Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit, VEMV
- SR 734.27 (Stand 1. Dezember 2013): Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen, NIV
- SN 411000 (Ausgabe 2015): Niederspannungs-Installationsnorm (NIN) **
- SN EN 50160: Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen
- SN EN 50173-1: Informationstechnik, anwendungsneutrale Kommunikationsanlagen; Allgemeine Anforderungen und Bürobereiche
- SN EN 50174-1: Informationstechnik, Installation von Kommunikationsverkabelung; Spezifikation und Qualitätssicherung
- SN EN 50174-2: Informationstechnik, Installation von Kommunikationsverkabelung; Installationsplanung und Installationspraktiken in Gebäuden
- SN EN 50310: Anwendung von Massahmen für Erdung und Potentialausgleich in Gebäuden mit Einrichtungen der Informationstechnik
- SN EN 61000-2-2: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV): Umgebungsbedingungen Verträglichkeitspegel für niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen und Signalübertragung in öffentlichen Niederspannungsnetzen
- SN EN 61000-2-4: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV): Umgebungsbedingungen Verträglichkeitspegel für niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen in Industrieanlagen
- SN EN 61000-3-2: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV): Grenzwerte für Oberschwingungsströme (Geräteingangsstrom ≤ 16 A je Aussenleiter)

- SN EN 61000-3-3: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV): Grenzwerte Begrenzung von Spannungsänderungen, Spannungsschwankungen und Flicker in öffentlichen Niederspannungs-Versorgungsnetzen für Geräte mit einem Bemessungsstrom ≤ 16 A je Aussenleiter, die keiner Sonderanschlussbedingung unterliegen
- SN EN 61000-3-11: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV): Grenzwerte Begrenzung von Spannungsänderungen, Spannungsschwankungen und Flicker in öffentlichen Niederspannungs-Versorgungsnetzen für Geräte und Einrichtungen mit einem Bemessungsstrom ≤ 75 A je Aussenleiter, die einer Sonderanschlussbedingung unterliegen
- SN EN 61000-3-12: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV): Grenzwerte für Oberschwingungsströme, verursacht von Geräten und Einrichtungen mit einem Eingangsstrom > 16 A und ≤ 75 A je Aussenleiter, die zum Anschluss an öffentliche Niederspannungsnetze vorgesehen sind
- SN EN 61000-6-1: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV): Fachgrundnormen Störfestigkeit für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe
- SN EN 61000-6-2: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV): Fachgrundnormen Störfestigkeit für Industriebereiche
- SN EN 61000-6-3: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV): Fachgrundnormen Störaussendung für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe
- SN EN 61000-6-4: Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV): Fachgrundnormen Störaussendung für Industriebereiche
- EN 60939-1: Passive Filter für die Unterdrückung von elektromagnetischen Störungen Fachgrundspezifikation
** In der NIN 2015 wird insbesondere im Kapitel 4.4.4 die EMV thematisiert.
- SNR 464113: Schweizer Regeln Fundamentender
- SN 411000: Niederspannungs-Installationsnorm (NIN)
- VSE: Technische Regeln zur Bearbeitung von Netzzrückwirkungen
- VdS 2349-2: EMV-gerechte Errichtung von Niederspannungsanlagen

Für die Planung der Blitzschutzeinrichtungen und die zu treffenden Ausführungsmassnahmen gelten die aktuellen SN EN Normen. Es sind dies:

- SN EN 62305-1 Blitzschutz. Teil 1: Allgemeine Grundsätze
- SN EN 62305-2 Blitzschutz. Teil 2: Risiko Management
- SN EN 62305-3 Blitzschutz. Teil 3: Schutz vor baulichen Anlagen und Personen
- SN EN 62305-4 Blitzschutz. Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen

Diese Normen bildeten die Grundlage bei der Ausarbeitung der neuen Regeln des CES:

- SNR 464022:2015: Regeln des CES Blitzschutzsysteme (9. Ausgabe)

Die Liste der genannten Dokumente ist nicht als abschliessend zu betrachten.

3 GRUNDSÄTZE ZUR ELEKTROMAGNETISCHEN VERTRÄGLICHKEIT

3.1 GRUNDREGELN

Die Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit (VEMV; EMV- Verordnung) besagt, dass eine elektrische Einrichtung (Bauteil, Gerät oder System) fähig sein muss, in einer vorgegebenen elektromagnetischen Umgebung in beabsichtigter Weise zu arbeiten, ohne dabei diese Umgebung durch elektromagnetische Wirkungen in unzulässiger Weise zu beeinflussen.

Auch in der Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen (Niederspannungs-Installationsverordnung, NIV) werden diese Aspekte in sinngemässer Form genannt:

Elektrische Installationen müssen so erstellt, geändert und instand gehalten werden, dass sie den bestimmungsgemässen Gebrauch von anderen Niederspannungsinstallationen, elektrischen Erzeugnissen und Schwachstrominstallationen nicht in unzumutbarer Weise stören bzw. störungsgefährdete Installationen nicht gestört werden.

Alle elektrischen Betriebsmittel müssen demzufolge die zutreffenden Anforderungen für die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) und die zutreffenden Richtlinien und Normen erfüllen. Insbesondere die elektrischen Anlagen mit den zugehörigen Leitungssystemen aber auch die Einrichtungen für Heizung, Lüftung, Klima und Sanitär (HLSK) sowie die Bewehrungsstrukturen und Metallkonstruktionen sind EMV- Bestandteile.

Zur Erfüllung der EMV sind die gesamten Einrichtungen nach den in den nachstehenden Abschnitten beschriebenen Vorgaben zu planen und zu bauen. Die aufgezeigten Massnahmen gewährleisten in deren Gesamtheit die notwendige Verträglichkeit.

Folgende Aspekte sind von grundlegender Bedeutung:

- Betrachtungsweise einer Anlage in deren Gesamtheit
- Einbezug des Blitzschutzes
- Einbezug aller Stark- und Schwachstromeinrichtungen im Hinblick auf Störquellen und Störsenken
- Netzstrukturen (Elektrische Energieversorgung, UKV)
- Minimierung von Schleifenflächen
- Optimierung des Potenzialausgleiches unter Einbezug der Trassen (Leistungswege) und Metallkonstruktionen
- Schirmungen

Diese Auflistung ist nicht abschliessend.

3.2 VERANTWORTLICHKEITEN

Im Rahmen eines Projektablaufes müssen sich alle Beteiligten mit der Thematik der EMV auseinandersetzen. Sie sind für die ihnen zugewiesenen Bereiche verantwortlich.

3.2.1 Projektverfasser, Planer

Grundlagen:

- Sachkenntnisse (Ausbildung)
- Sensibilität

Bauliche Massnahmen:

- Umsetzung der projektbezogenen Notwendigkeiten

Orte mit empfindlicher Nutzung:

- Berücksichtigung der gesetzlichen Vorgaben

3.2.2 Generalunternehmer / Architekt / Unternehmer

- Sachkenntnisse (Ausbildung, evtl. Beizug von Fachperson)
- Respektierung der Vorgaben
- Rücksprachen bei Unklarheiten
- Information bei Änderungen / Vereinfachungen
- Klare Ausführungsanweisungen
- Überprüfen der vorgegebenen Massnahmen
- Qualitätskontrollen

3.2.3 Controlling

- Ausführungsbegleitung
- Abnahmen mit Protokollierung
- Messungen (Potenziale, Felder usw.)

4 MASSNAHMEN

Als Störquellen müssen in der Regel die Energieversorgungseinrichtungen und deren Strukturen (Erdung, Potenzialausgleich, Trassen, Leiteranordnungen usw.) in Betracht gezogen werden. Die bei einem Blitzereignis auftretenden Störgrössen sind als die grössten Störer einzustufen. Deshalb müssen die Schutzmassnahmen auch auf diese ausgerichtet werden.

Zur Minderung von elektromagnetischen Störbeeinflussungen gilt es grundlegend wichtige, Massnahmen zu treffen:

- Anordnung von Störquellen ausserhalb des Empfindlichkeitsbereiches von Betriebsmitteln
- Distanzieren der elektrisch- elektronischen Systeme von Ableitungspfaden der Blitzschutzanlagen
- Ausreichende räumliche Trennung von Energie- und Signalkabeln (Stark- und Schwachstrom)
- Geeignete Anordnung der Kabel- oder Leitungswege (Trassen) von Energie- und Signalleitungen zur Minimierung der Koppelschleifen
- Erstellen eines Potenzialausgleiches einschliesslich metallener Umhüllungen und Schirmungen in niederimpedanter Ausführung

4.1 BLITZSCHUTZ

Im Rahmen der zu treffenden EMV- Massnahmen muss dem Blitzschutz besondere Beachtung geschenkt werden. Die bei Blitzereignissen auftretenden Ströme verursachen hohe elektromagnetische Felder. Diese können als Störquellen wirken und elektrische sowie elektronische Systeme schädigen oder zerstören. Auf Grund der Gefährdungspegel (LPL; Lightning Protection Level) werden die Schutzmassnahmen, gegliedert nach Schutzklassen, definiert.

LPL (Lightning Protection Level)	I	II	III
Erster Stossstrom I_1 (kA)	200	150	100
spezifische Energie W / R (MJ / Ω)	10	5.6	2.5
Ladung Q (C)	100	75	50
Zeitparameter T_1 / T_2 (μ s / μ s)	10 / 350		
Folgestossstrom I_2 (kA)	50	37.5	25
Zeitparameter T_1 / T_2 (μ s / μ s)	0.25 / 100		

Tabelle 1 Blitzstromparameter, Gefährdungspegel in Abhängigkeit der Schutzklassen

Die zu treffenden Massnahmen sind in den Regeln des CES Blitzschutzsysteme SNR 464022:2015: (9. Ausgabe) Blitzschutzsysteme vorgegeben. In der europäischen Normung (EN) werden vier Schutzklassen (I – IV) genannt. In den SEV Leitsätzen werden jedoch nur drei Schutzklassen aufgeführt. Die Klasse III der Leitsätze deckt die Klassen III und IV der EN-Normung ab, wobei aber auch Überschneidungen mit der Schutzklasse II vorhanden sind.

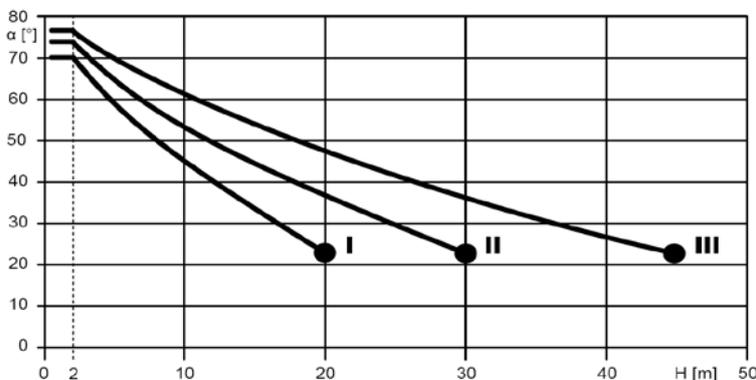
4.1.1 Anforderungen

Blitzschutzklasse des LPS	Maschenweite in m	Radius der Blitzkugel in m	Schutzwinkel	Abstand zwischen Ableitungen in m
I	5 x 5	20	siehe Diagramm Tabelle 3	10
II	10 x 10	30		10
III	15 x 15	45		15

Tabelle 2 Maschenweite und Ableitungsabstand in Abhängigkeit zur Schutzklasse (SNR 464022:2015)

Je nach Art des Gebäudes werden unterschiedliche Anforderungen an die Fangeinrichtungen und die Ableitungen gestellt. Auf Grund der Personenbelegung, Geschosshöhe, Bauart, Lage, Ausdehnung und Nutzung sind Bauten und Anlagen mit einem ausreichend dimensionierten LPS (Lightning Protection System) auszurüsten.

Die Regeln des CES definieren die Mindestanforderungen der Schutzziele. Blitzschutzsysteme (LPS) bestehen aus dem äusseren und dem inneren Blitzschutz. Der äussere Schutz besteht aus Fangeinrichtungen, Ableitungen und dem Erdungssystem. Der innere Schutz umfasst den Blitzschutz-Potenzialausgleich sowie den Überspannungsschutz.



Zulässige Schutzwinkel α in Abhängigkeit der Höhe der Fangeinrichtung über der Bezugsfläche des zu schützenden Bereiches und der Schutzklasse.

Tabelle 3 Diagramm zulässige Schutzwinkel (SNR 464022:2015)

Die Brandschutzrichtlinie der VKF (Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen) legt im Geltungsbereich fest welche brandschutztechnischen Anforderungen Blitzschutzsysteme zu erfüllen haben.

Diese lauten:

3 Anforderungen

Blitzschutzanlagen müssen dem Stand der Technik entsprechen und so beschaffen, bemessen, ausgeführt und in Stand gehalten sein, dass sie jederzeit wirksam sind.

3.1 Allgemeines

1 Blitzschutzanlagen haben Bauten und Anlagen sowie die sich darin aufhaltenden Personen und Tiere vor den Auswirkungen von Blitzschlägen zu schützen.

Innere Zonen:

- LPZ 1 Zone, in der Stossströme durch Stromaufteilung und zusätzlich durch Überspannungsschutzeinrichtungen an den Zonengrenzen begrenzt werden. Das elektromagnetische Feld des Blitzes kann durch räumliche Schirmung (in der Regel Schirmwirkung der Bewehrungsstruktur) gedämpft sein.
- LPZ 2 Zone, in der Stossströme durch Stromaufteilung und durch zusätzliche Überspannungsschutzeinrichtungen an den Zonengrenzen weiter begrenzt werden können. Das elektromagnetische Feld des Blitzes kann durch zusätzliche räumliche Schirmung weiter gedämpft sein.

4.1.3 Äusserer Blitzschutz

Der äussere Schutz dient dazu, den Blitzstrom auf vorgegebenen Pfaden ins Erdreich abzuleiten und ihn möglichst vom Gebäudeinnern fernzuhalten. Die Gestaltung des äusseren Blitzschutzes hat wesentlichen Einfluss auf lokale Spannungsanhebungen in den stromdurchflossenen Strukturen und auf die Höhe des beim Ableitvorgang erzeugten Stossmagnetfeldes im Gebäudeinnern. Eine Aufteilung des Blitzstromes durch verzweigte Fang- und Ableitstrukturen bewirkt geringere Potenzialdifferenzen in der Erdungsanlage. Jeder Bereich eines Gebäudes, welcher als geschlossene metallene Hülle aufgebaut ist, tendiert zu Eigenschaften des Faradaykäfigs. Da die Gebäude in der Praxis kaum solch ideale Eigenschaften aufweisen, sind Massnahmen nötig, um die externen Einwirkungen zu beherrschen.

Fangeinrichtungen

Die Fangeinrichtungen sind so anzubringen, dass alle dem Blitzschlag ausgesetzten Gebäudeteile und Einrichtungen im Dachbereich erfasst werden. Ein solches Blitzschutzsystem (LPS) kann aus einer unterschiedlichen Kombination nachstehender Bestandteile zusammengesetzt werden:

- Maschennetz auch Fangnetz genannt (Nicht getrenntes LPS)
- Getrenntes oder distanziertes Fangleitungsnetz mit gespannten Drähten (Getrenntes LPS)
- Fangstangen (Lokal getrenntes LPS)

**Bild 2**

Fangleitung (Cu-verzinkt) im Dachkantenbereich einer Steinfassade mit Verbindung zum Fangleitungsnetz der Dachfläche

**Bild 3**

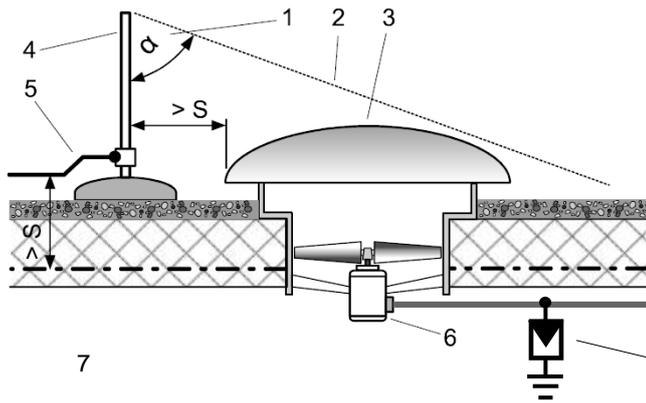
Nicht getrenntes LPS: Maschennetz mit Distanzhalterungen und elektrischem Gerät.

Das Stromversorgungskabel muss beim Zonenübergang 0 – 1 mit Überspannungsableitern beschaltet werden

Bei der Konzeption eines Projektes kommt in der Regel vor allem das Maschenverfahren (Maschennetz, Fangleitungsnetz) zur Anwendung. Im Dachbereich sind alle Kanten mit einer Fangeinrichtung zu schützen. Metallene Dachkanten und Dachflächen, Metallteile wie Einfassungen, Verkleidungen, Eindeckungen, Dachabläufe, Überlaufrohre, Absturzsicherungen usw. sind als Fangeinrichtungen mit zu verwenden bzw. in das Schutzkonzept einzubeziehen. Metallene Geländer, Abschränkungen usw. sind ebenfalls als Fangeinrichtung in das Blitzschutzsystem (LPS) einzubeziehen.

**Bild 4**

Distanziertes LPS:
Distanziertes Fangleitungsnetz mit gespannten Drähten über einer Rückkühleinrichtung



- 1 Schutzwinkel α
- 2 Schutzbereich
- 3 Metallabdeckung
- 4 Fangeinrichtung (Fangstange)
- 5 Fangeinrichtung (Fangleitung)
- 6 Elektrische Einrichtung.
- 7 Überspannungsschutz (SPD)
- s Trennungsabstand

Überspannungsschutz beim Zonenübergang 0 – I

Anmerkung:

Ein lokal getrenntes LPS schützt elektrische Einrichtungen vor direkten Einschlägen. Falls Aufbauten einen zusätzlichen Schutz benötigen, können an den angeschlossenen spannungsführenden Kabeln SPD's auf Dachhöhe, bzw. beim Zonenübergang vorgesehen werden.

Bild 5 Beispiel Dachventilator nach dem Schutzwinkelverfahren (SNR 464022:2015)

Technische Aufbauten wie Kamine, Ventilatoren, Rückkühler, Kameras, Beleuchtungssysteme etc. erfordern spezielle Massnahmen und können durch ein getrenntes LPS (mit distanziert gespannten Drähten) oder ein lokal getrenntes LPS (mit Fangstangen) in das Schutzsystem einbezogen werden. Dabei sind die notwendigen Sicherheitsabstände zu berücksichtigen.



Bild 6

Lokal getrenntes LPS: Fangstangenanordnung nach dem Schutzwinkelverfahren bei einer Wetterstation und Kamera

Ableitungen

- Ableitungseinrichtungen so anbringen, dass sie auf dem kürzesten Weg mit der Erdungsanlage verbunden sind. Auf der Aussenseite des Gebäudes, wenn möglich in gleichmässigen Abständen, anordnen
- Als Ableitung dürfen durchverbundene Bewehrungen im Fassadenbereich genutzt werden
- Bei Bauten aus bewehrtem Beton mit Betonstützen kann die Bewehrung als Ableitung genutzt werden
- Verdeckte (unter Putz, eingelassen, hinter oder in Isolationen/Fassaden) Leiter sind in einem schwerbrennbaren oder nichtbrennbaren Rohr zu verlegen

- Elektrisch leitende Bauelemente der Fassadenkonstruktion (z.B. Metallfassaden, leitende Unterkonstruktionen von Fassadenverkleidungen, Stahlstützen) können als natürliche Ableitungen benutzt werden. In jedem Fall sind diese in den Schutz-Potenzialausgleich einzubeziehen. Die Blitzstromtragfähigkeit solcher Konstruktionen ist zu gewährleisten
- Die Anzahl der Ableitungen ergibt sich aus den zulässigen Abständen zwischen den Ableitungen in Abhängigkeit der Schutzklasse (siehe Tabelle 2). Die Ableitungen, wenn möglich, an jeder ungeschützten Ecke des Gebäudes anbringen

Hinweis:

Allfällige spezielle Forderungen in der Baubewilligung sind zu beachten



Bild 7

Metallisch durchverbundene Fassadenkonstruktionen sind als Ableitungen nutzbar. Bei Gebäuden mit feuergefährdeten Bereichen sind in Abständen von max. 10 m Schutz-Potenzialausgleichsverbindungen anzubringen sowie auch bei hohen Gebäuden im oberen Bereich (Der Blitzkugelradius gemäss Tabelle 2 ist massgebend).

Bild zeigt eine metallisch durchverbundenen (blitzstromtaugliche) Fassadenkonstruktion

Erdungsanlage

Die Erdungsanlage muss die Funktion erfüllen, den Blitzstrom in die Erde abzuleiten und dort zu verteilen. Ein gut ausgebildeter Fundamenterder, gebildet aus dem Bewehrungsstahl des Fundamentes und einem zusätzlich eingelegten Leiter (z.B. Band) ist ein wesentlicher Bestandteil der Erdungsanlage.

- Eine Erdungsanlage soll in nachstehender Priorität verwendet werden:
 - Fundamenterder
 - Ring- oder Strahlenerder (horizontal)
 - Tiefen- oder Staberder (vertikal)
- Eine gut zugängliche Messstelle (Messtrennstelle) ist bei jedem Anschluss an die Erdungsanlage erforderlich. Bei in Beton eingegossenen Ableitungen ist die Austrittsstelle die Messstelle (z.B. auf dem Dach)



Bild 8

Messtechnische Überprüfung und Protokollierung der Erdungsanlage vor dem Anschluss der Fassade

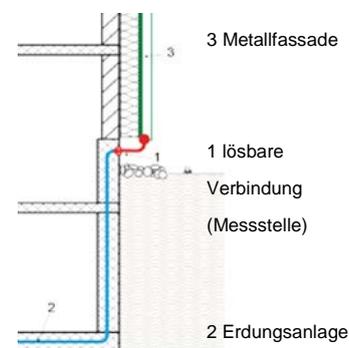


Fig. 50.8.6, SNR 464022:2015

Kontrollen, Dokumentation

- Grundsätzlich muss jedes neue Gebäude Blitzschutzsystem einer Abnahmekontrolle unterzogen werden
- Die Erdungsanlage ist vor der Eindeckung und Fundamenterder vor dem Einbetonieren durch eine Fachperson auf ihre richtige Ausführung zu kontrollieren oder nach Absprache mit der Behörde mit Bildmaterial zu dokumentieren
- Der Erdübergangswiderstand ist mittels einer Zwei- oder Dreipunktmessung zu überprüfen und in einem Protokoll festzuhalten. Die Messung wird an der Gesamterdungsanlage vorgenommen. Sie ist umgehend nach der Erstellung und vor dem Anschluss der Ableitungen durchzuführen
- Die sichere Verbindung aller Anschlusspunkte mit dem Erdungssystem ist mittels einer Durchgangsmessung zu prüfen. Dazu sind alle Verbindungen zwischen den Ableitungen und dem Erdungssystem bei der Messtrennstelle zu trennen und der Erdübergangswiderstand ist zu messen ($\leq 1 \text{ Ohm}$)
- Jedes neu errichtete Blitzschutzsystem ist durch den Errichter der Anlage zu dokumentieren. Sind mehrere Errichter (Elektroinstallateur, Fassadenbauer, Spengler usw.) am Objekt beteiligt so ist durch die Bauherrschaft eine dafür verantwortliche Fachperson zu bestimmen.

Bestandteile der Dokumentation:

- Anordnung aller natürlichen und künstlichen Leiter des Blitzschutzsystems inkl. von aussen eingeführte metallene Leitungen und Verbindungen zum Schutz-Potenzialausgleich
- Anordnung der Erdungsanlage
- Werkstoffe und Abmessungen der verwendeten Leiter
- Angaben über Bestandteile wie Fassadenelemente und dergleichen, die in den äusseren Blitzschutz einbezogen sind
- Berechnungen für die LPS (Trennungsabstände, Schutzwinkel, Blitzkugelradien usw.)
- Protokolle über die durchgeführten Kontrollen und Erdungsmessungen

4.1.4 Innerer Blitzschutz

Der Innere Blitzschutz wird im Wesentlichen aus dem Überspannungsschutz und dem Potenzialausgleich gebildet. Der Potenzialausgleich in Verbindung mit der Erdungsanlage ist ein wichtiger Faktor für einen funktionstüchtigen Überspannungsschutz.

Potenzialausgleich

Ein Potenzialausgleich ist über die ganze Anlage zu erstellen. Er hat den Zweck mittels einer elektrisch leitenden Verbindung verschiedene leitfähige Teile auf gleiches oder annähernd gleiches Potenzial zu bringen. Der in der Normung vorgegebene Blitzschutz-Potenzialausgleich ist als ergänzende Massnahme zu betrachten. Dieser fordert, dass voneinander getrennte Teile mit dem Blitzschutzsystem (LPS) durch direkten Anschluss oder gegebenenfalls Anschluss über Überspannungsschutzgeräte (SPD) zu verbinden sind. Dadurch werden die durch den Blitzstrom verursachten Potentialdifferenzen verringert. Dies erfordert Massnahmen im Fassadenbereich bzw. Anbindung von Fassadenelementen an die Ableitungen und somit auch an die Erdungsanlage und den Schutz-Potenzialausgleich.

- Bei Gebäuden mit feuergefährdeten Bereichen in Höhenabständen von höchstens 10 m Schutz-Potenzialausgleichsverbindungen zwischen den leitenden Installationen und dem äusseren Blitzschutz anbringen
- Bei hohen Gebäuden im oberen Bereich in Abständen von 10 m Schutz-Potenzialausgleichsverbindungen anbringen. Mit Hilfe des Blitzkugelverfahrens kann definiert werden, ab welcher Höhe Schutz-Potenzialmassnahmen erforderlich sind
- Bei Gebäuden höher 60 m sind als Schutz vor Seiteneinschlägen spezielle Massnahmen zu treffen
- Fremde leitfähige Teile der Gebäudekonstruktion sofern im üblichen Gebrauchszustand berührbar, in den Schutz-Potenzialausgleich einbeziehen
- Metallene Leitungen (z.B. für Wasser, Heizung, Lüftung) in den Schutz-Potenzialausgleich integrieren
- Schutzpotential-Verbindungen möglichst kurz halten

Siehe dazu auch Kapitel 4.2.



Bild 9

Cu-Ableitungen im Fassadenbereich verlegt in schwerbrennbaren Schutzrohren, und als Bestandteil des Schutz-Potenzialausgleichs. Einbezug der Bewehrung (Anschluss über Anschlusselemente) und der Fensterkonstruktionen

Überspannungsschutz

Zur Reduktion der Auswirkung von induzierten Spannungen (z.B. Überspannungen verursacht durch Schaltvorgänge oder Blitzereignisse) müssen gegebenenfalls in den Strom- und Steuerkreisen Überspannungsschutzelemente eingebaut werden. Die notwendigen Überspannungsschutzmassnahmen sind unter Berücksichtigung der Schutzziele und in Absprache mit den Gerätelieferanten und dem Betreiber von Fall zu Fall festzulegen. Wichtig ist, dass Klarheit über bereits in den Geräten eingebaute Überspannungsschutzkomponenten herrscht.

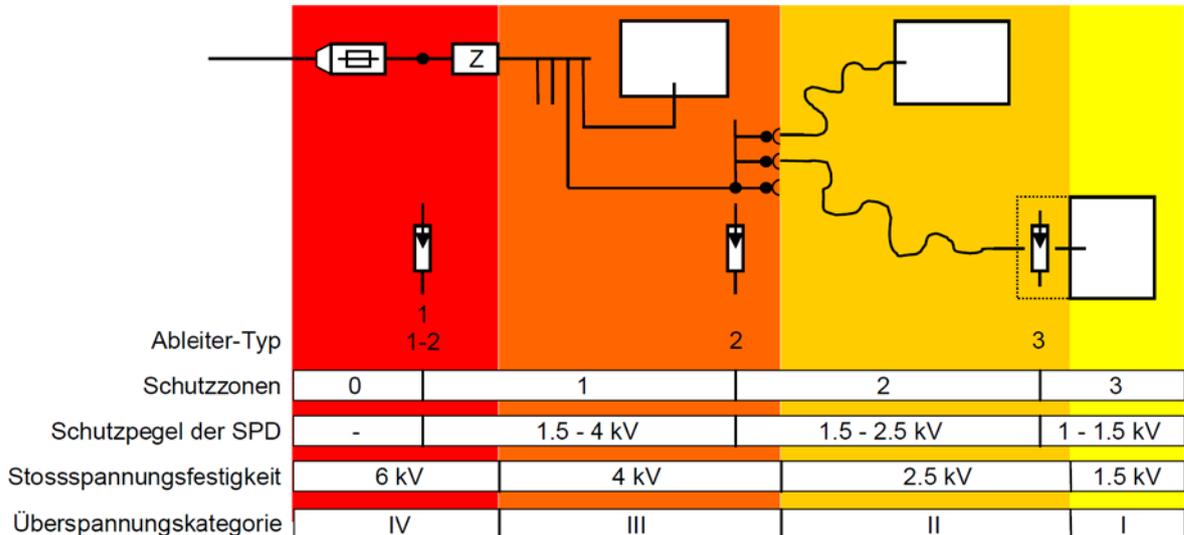


Bild 10 Bereiche der Überspannungskategorien im Zusammenhang mit den Schutzzeiten und Ableitern. Je nach Anlagekonfiguration kann bei Verwendung eines Typ 1-2 Kombiableiters der Typ 2 Ableiter entfallen (SPD: Surge Protective Device, Überspannungsschutzgerät).

- Beim Einbau von Überspannungsableitern dürfen ungeschützte (unbeschaltete) Leitungen und geschützte (beschaltete) nicht gemeinsam (parallel) geführt werden. Die Erdanbindung auf dem kürzesten Weg mit dem Potenzialausgleich verbinden (z.B. Fundamenterder, Bewehrung, vermaschte Metalltrassen, Apparaterost)
- Um einen hohen Spannungsabfall zu vermeiden, beim Einbau von Ableitern darauf achten, dass die Anschluss- und Ableitungslängen möglichst kurz gehalten werden. Ein direkter Anschluss minimiert die induktiven Spannungsabfälle am besten. Ableitungen (Erdleiter) dürfen nicht in Trassen mitgeführt werden.

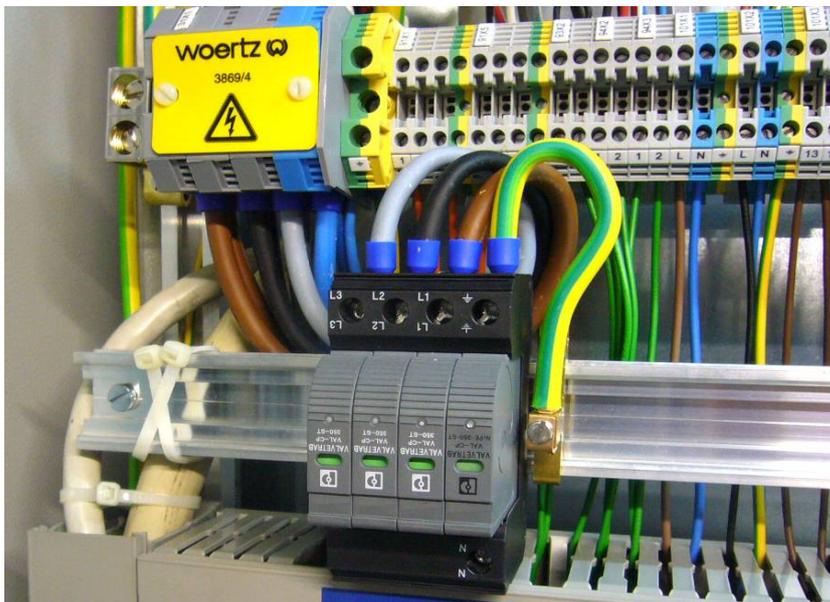
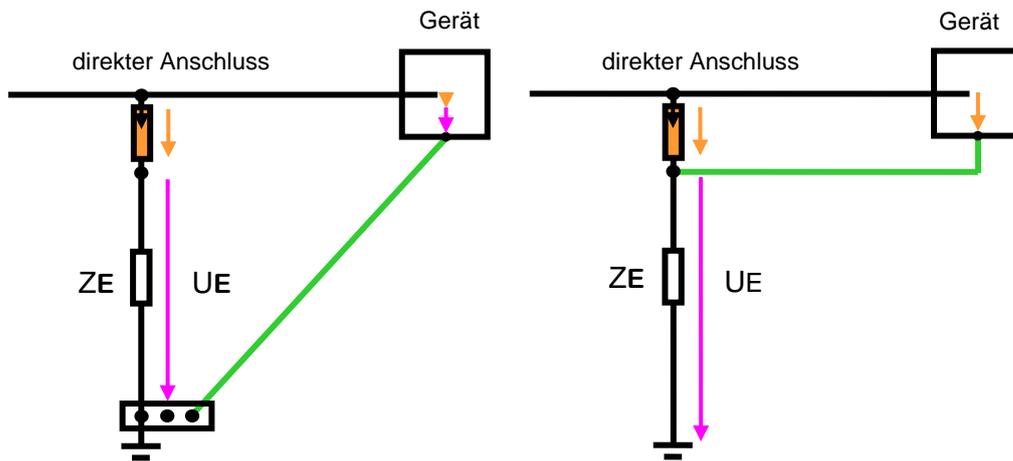
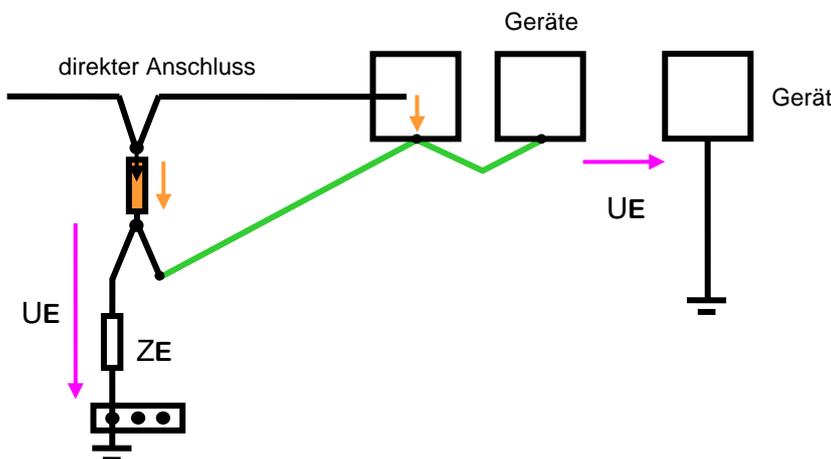


Bild 11 Überspannungsschutzelement mit direkter Erdung auf der C-Schiene



Der Spannungsabfall über der ableitstrom-führenden Impedanz steht auch im Innern des zu schützenden Gerätes an. Sie addiert sich zum Ableiter-Schutzpegel hinzu.

Die beim Ableiter befindliche Bezugs Erde muss auch zum Gerät verbunden werden (üblicherweise über den Schutzleiter).



Die beim Ableiter befindliche Bezugs Erde muss auch zum Gerät verbunden werden (Schutzleiter). Der direkte Anschluss verhindert zusätzliche Spannungen am Gerät.

Der Spannungsabfall über der ableitstrom-führenden Impedanz steht auch gegenüber einem separat geerdeten Gerät an.

Bild 12 Zündende Überspannungsableiter und erzeugte Spannungsabfälle in Abhängigkeit von der Geräteerdung

Erdpotenziale sind relativ. Stromflüsse bewirken Potenzialanhebungen. Ableitstromführende Pfade sollten deshalb über eine möglichst niedrige Impedanz verfügen. Überspannungsschutzgeräte begrenzen zwar die Überspannung auf einen ableiterspezifischen Schutzpegel, doch entstehen auf Grund der dabei auftretenden Stromstöße induktive Spannungsabfälle entlang der Strompfade. Die zu schützenden Geräte sollten sich nur ein Mindestmass dieser Spannungsabfälle abgreifen. Deshalb müssen Anschlussleitungen von Überspannungsschutzgeräten so kurz wie möglich ausgeführt werden. Ideal ist eine Durchgangsverdrahtung. Der Erdleiter des Überspannungsschutzgerätes erfährt einen Spannungsabfall, der am Schutzleiter des geschützten Stromkreises nicht anliegen sollte. Deshalb ist der Schutzleiter der geschützten Seite immer auch auf direktem Weg mit dem Erdanschluss des Überspannungsschutzgerätes zu verbinden.



Bild 13
Überspannungsableiter
Typ 1 mit Versicherung und
direktem Anschluss auf die
Rahmen-
konstruktion

Überspannungs-Grobschutzelemente (Typ 1) können im Überspannungsfall auch die Belastung durch hohe Netzfolgeströme (Kurzschlussströme) in Grenzen halten.

- Um eine Übersicht zur richtigen Koordination der Ableiter zu erhalten, ist es empfehlenswert, ein Überspannungsschutzkonzept (Prinzipschema) der gesamten Anlage zu erstellen. Aus diesem soll hervorgehen, wo und welche Ableiter (Typ 1, 2 oder gegebenenfalls 3) einzubauen sind (Ableiterkoordination)
- In Gewerbe- und Industrie- Anlagen aber auch bei Bürotrakten in den Zuleitungen zu Unterverteilungen (UV) unmittelbar beim Gehäuseeintritt ein Überspannungsschutz Typ 2 einbauen

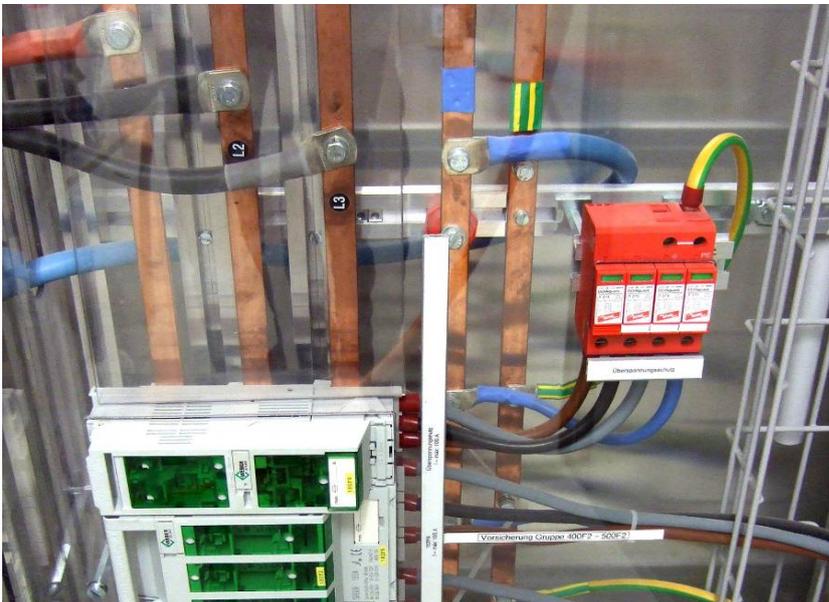


Bild 14
Überspannungsableiter
Typ 2 mit Versicherung

- In den Zuleitungen zu Systemverteilern von informationstechnischen Anlagen (IT) unmittelbar beim Gehäuseeintritt Ableiter Typ 2 einbauen
- Bei Leitungen, die im Dachbereich an elektrischen Geräten angeschlossen sind, beim Zonenübergang 0 – I einen Überspannungsschutz platzieren
- Bei allen Niederspannungsleitungen, die von aussen in eine Anlage eingeführt werden, beim Zonenübergang 0 – I einen Überspannungsschutz einbauen

Überstromunterbrecher

Überspannungsschutzgeräte können unter bestimmten Umständen überlastet werden. Um Folgeschäden wie Brände zu verhindern, dürfen Ableiter ihr Energieabsorptionsvermögen nicht übersteigen. Die Art und Weise des Schutz- und Verfügbarkeitsbedürfnisses von Ableitern und der zu schützenden Anlage müssen bekannt sein. Besondere Vorsicht ist beim Typ-1-Ableiter geboten. Blitzstromableiter sind von essentieller Bedeutung für den Schutz der Anlage. Werden sie durch Versicherungen abgetrennt, wird auch der Schutz ausser Kraft gesetzt. Blitze treten mehrheitlich als Mehrfachblitze auf. Wird ein Blitzstromableiter nach dem Hauptblitz abgetrennt, ist die Schutzzone 1 mit den verbleibenden schwächeren Überspannungsableitern den Einwirkungen der Folgeblitze ausgesetzt. Absicherungen von Ableitern sollten nur für Notfälle da sein. Die Blitzstromableiter müssen ausreichend dimensioniert sein, sodass sie beim Blitzereignis möglichst die Ströme der Schutzklasse I ohne Beschädigung ableiten.

4.2 ERDUNG UND POTENZIALAUSGLEICH

4.2.1 Nullung

In neuen Gebäuden und deren Stromverteilungseinrichtungen, die umfangreiche regel- und informationstechnische (IT) Systeme enthalten oder bei denen solche Einrichtungen zu erwarten sind, müssen Schutzleiter (PE) und Neutraleiter (N) getrennt geführt werden. Diese TN-S Struktur ist ab dem Gebäudeeintritt konsequent anzuwenden. Die getrennt verlegten Neutral- und Schutzleiter dürfen an keiner weiteren Stelle der Installation verknüpft werden.

Die Erdung hat am Fundamenterder zu erfolgen. Daran sind der Transformator-Sternpunkt und die Hauptpotenzialausgleichsschiene angeschlossen. In diesem Bereich wird die Hauptverteilung platziert, ab welcher die Netzstruktur baumförmig aufgebaut wird.

4.2.2 Potenzialausgleich, Masseanbindungen

Der Potenzialausgleich bildet ein vermaschtes Netz aller metallenen Teile des Gebäudes, welches auf jeder Etage mehrfach an der Gebäudebewehrung angebunden ist. Will man den Schutzleiter möglichst stromfrei halten, ist er gemäss 4.5.1 auszuführen. Wird er mit den Neutral- und Polleitern eng gemeinsam geführt, muss mit induzierten Strömen und deren Auswirkungen (Magnetfelder) gerechnet werden, da er mehrfach mit dem Potenzialausgleich verbunden ist.

Grossflächige Metallstrukturen sollen ein einheitliches Masse-Potenzial für Geräte/Gruppen darstellen. Die EMV erfordert eine niederimpedante Ausführung des Potenzialausgleichs (siehe 4.2.5). Deshalb ist es wichtig, solche Verbindungen bei Gehäusen, Schaltgerätekombinationen und Rack- Schränken, Konstruktionselementen usw. untereinander wie auch zum Potenzialausgleich grossflächig, kurz und gut leitend auszubilden (Verschraubungen, Massebänder).

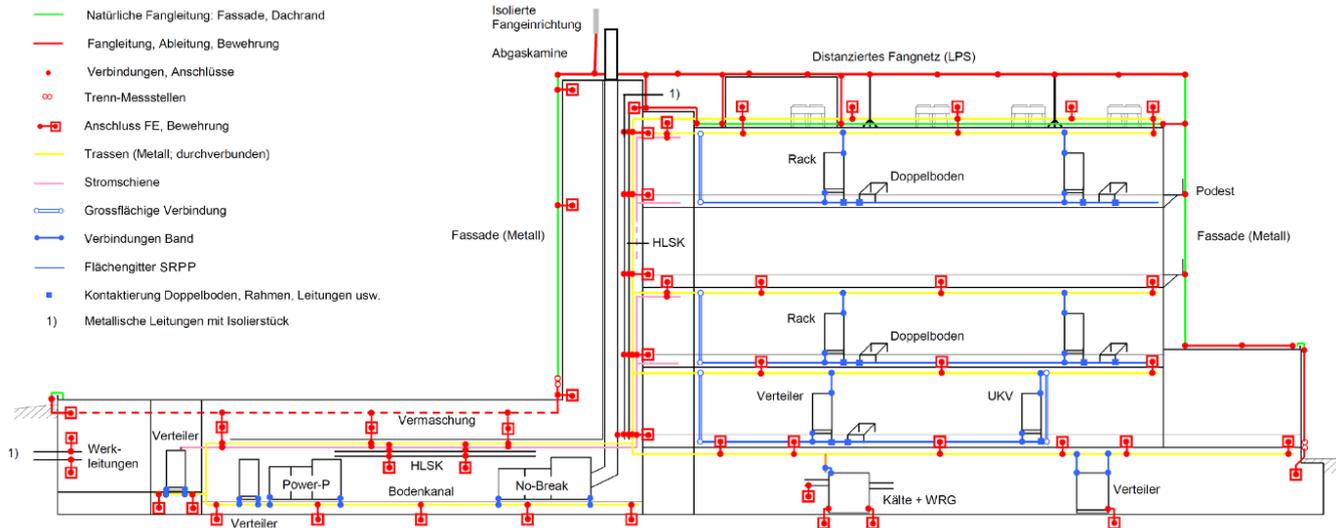


Bild 15 EMV-Konzeptschema einer grösseren IT-Anlage

- Für jede Anlage ein EMV- Konzeptschema (Übersichtsschema) erstellen, darin auch die Erdungsstruktur integrieren. Bestehen bereits Schemen von vorhandenen Einrichtungen, diese ergänzen oder in die Neuanlage übernehmen. In den Schemen Sondermassnahmen (wie z.B. Massenanbindungen von Gehäusen mittels verzinneten Kupferbändern) nennen
- In allen Technikräumen jeweils mindestens zwei Fundamenterderanschlüsse bzw. Anschlüsse an Hauptpotenzialausgleichsleiter vorsehen (In kleinen Räumen genügt eine Verbindung)
- Unmittelbar beim Eintritt in das Gebäude die metallischen Strukturen der Werkzuleitungen oder deren Schirme (Elektrisch, Telekommunikation, TV, Wasser, usw.) grossflächig an den Fundamenterder anschliessen. Entsprechende Fundamenterderanschlüsse vorsehen
- Metallene Schutzgehäuse oder Grundrahmen von Geräten, Podeste, usw. auf dem kürzesten Weg an den Potenzialausgleich anschliessen



Bild 16

Überbrückung einer Dilataionsfuge mit Hilfe eines Flachbandes, welches auf die Bewehrungseisen kontaktiert wurde

- Überbrückungen von beweglichen isolierenden Teilen (Lüftungskammern, Kanäle usw.) mit verzinneten Cu-Bändern ausführen
- Elektrisch leitende Überbrückungen von Dilataionsfugen zur Aufrechterhaltung der Maschenstruktur über Gebäudeteile hinweg einsetzen. Insbesondere bei einem Blitzeinschlag kann dadurch ein guter Ausgleich stattfinden

- In Technikräumen (HLKS) die metallenen Leitungssysteme mit mindestens 25mm² untereinander vermaschen und an den Potenzialausgleich (z.B. Fundamenterder, Bewehrung) anschliessen
- Erdleitungen von Überspannungsschutzgeräten direkt (auf dem kürzesten Weg) an die vermaschte Potenzialausgleichsstruktur anschliessen

**Bild 17**

Metallene Leitungssysteme von HLKS vermascht und an die Bewehrung angeschlossen

**Bild 18**

Enge Vermaschung der metallenen Strukturen in einer Steigzone im obersten Geschoss

4.2.3 Trassen, Kabelführungssystem

Zusätzliche Vermaschungen mit Trassenkonstruktionen, insbesondere die flächig ausgeführten Kabelwannen, bewirken eine niederimpedantere PE-/PA-Struktur, welche auch bei transienten Vorgängen eine geringere Spannungsanhebung erfahren wird. Ein solcher hochfrequenzwirksamerer Potenzialausgleich senkt die Auswirkungen von Störungen wirkungsvoll.

Trassen müssen in den Potenzialausgleich einbezogen werden. Sie dürfen als Potenzialausgleichsleiter verwendet werden sofern der Leitwert ausreichend ist und die Verbindungen zwischen den einzelnen Bauteilen (Schutz gegen Selbstlockerung) gewährleistet ist (siehe NIN 5.4.3.2.3). Grossflächig durchverbundene Trassen tragen viel zur EMV bei.

- Sämtliche Metalltrassen (Sammeltrassen, Boden- und Brüstungskanäle) periodisch (ca. alle 20 – 25 m) und an deren Enden mit der Bewehrung vermaschen. Die Trassen auch untereinander periodisch vermaschen.

Leitende Aufhängekonstruktionen gelten als Vermaschung. Die Trassen an deren Enden, bei Übergängen horizontal / vertikal (z.B. Steigzonen) sowie auf allen Geschossen mit dem Fundamenterder bzw. der Bewehrung verbinden. Geeignete Anschlusselemente verwenden

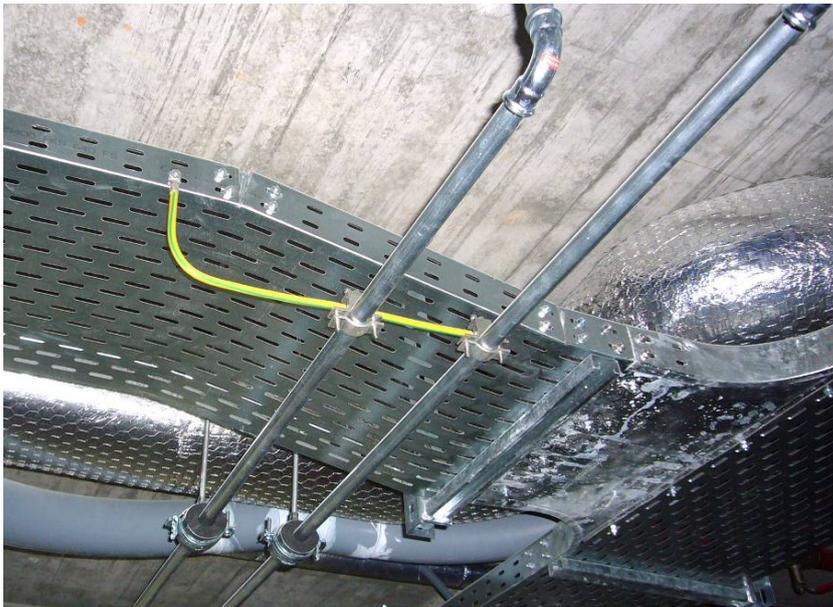
- Die Enden von Trassen mit den jeweiligen Metallgehäusen der Geräte oder Schaltgerätekombinationen (z.B. Schaltschränke, Rack-Schränke) niederimpedant (flächig; z.B. mit Blechstreifen, verzinnnten Cu-Bändern) verbinden

**Bild 19**

Trassen sind an den Enden mit der örtlichen Bewehrung verbunden

**Bild 20**

Die Trassenenden sind mit dem Rackgehäuse flächig verbunden

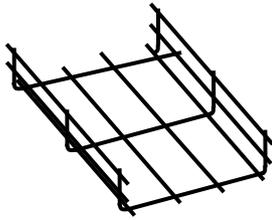
**Bild 21**

Durchverbundene Metallwannen vermascht mit örtlichen HLKS-Leitungen

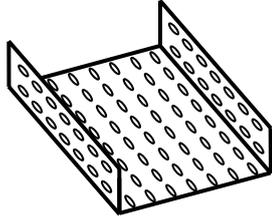
- Steigzonen mit parallel geführten Trassen (Niederspannung und Kleinspannung) pro Geschoss mindestens zweimal untereinander und mit der örtlichen Bewehrung vermaschen. Metallene Aufhängekonstruktionen gelten als Vermaschung
- Mit Trassen parallel geführte HLKS-Leitungssysteme ca. alle 20 – 25 m mit 25 mm² untereinander sowie mit den Trassen vermaschen
- Bei Trassen-Unterbrüchen wie z. B. bei Brandabschottungen die Elemente niederimpedant durchverbinden. Dies kann vorzugsweise mit zwei verzinnnten Cu-Bändern erfolgen

**Bild 22**

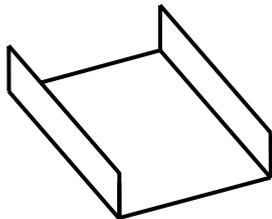
Durchgehende Kabelwanne bei Brandabschottung



Gitterkanäle haben keine EMV- Eigenschaften und sind für IT-Einrichtungen nur bedingt geeignet.



Kabelwannen mit Längsschlitzen sind für IT-Einrichtungen geeignet.



Kabelwannen ohne Schlitze gelten als optimale Lösungen und werden in der Norm als bevorzugt bezeichnet.

Anmerkung:

Ein Kabelführungssystem (Metalltrasse) muss über seine gesamte Länge eine kontinuierliche, gut leitende Metallstruktur zur Verfügung stellen um sicherzustellen, dass es als paralleler Erdleiter wirkt. Solche metallisch durchverbundenen Trassen bilden einen wichtigen Bestandteil des Potenzialausgleiches.

Bild 23 EMV- Eigenschaften metallener Kabelführungssysteme

4.2.4 Schutz-Potenzialausgleich

Der Schutz-Potenzialausgleich ist auf den Personenschutz ausgerichtet. Dies ist die Grundanforderung an den Potenzialausgleich und ist in der NIN geregelt. Der Personenschutz muss in jedem Fall gewährleistet sein. Also auch bei extremen Ereignissen wie z.B. Erdschlüssen und Blitzeinschlägen.

4.2.5 Funktionspotenzialausgleich

Der Funktions-Potenzialausgleich ist eine Erweiterung des Schutz-Potenzialausgleichs, welcher aus EMV-Gründen gebildet wird. Potenzialunterschiede lassen sich damit zwar nicht verhindern, können aber durch gezielte und ausgedehnte Vermaschung reduziert werden. Bei steigender Vermaschungsdichte sinken die entstehenden Potentialdifferenzen. Die EMV-Eigenschaften des Gebäudes können gezielt verbessert werden. Die Betrachtung des Gebäudes als Einheit und die damit verbundene Betrachtung einer globalen EMV beinhaltet viele direkte Zusammenhänge zu benachbarten Themen wie Schleifenflächen, Vermaschung, Kabeltrassen, Schirmflächen, Kabelschirme, etc.

Überall, wo Kabel auf eine längere Distanz geführt werden, eignen sich metallene flächige Kabeltragesysteme besonders gut um Störeinkopplungen in die Kabel zu mindern. Solche, bis auf die Schaltgerätekombinationen durchverbundene, Potenzialausgleichsstrukturen sind eine wirksame Hilfe bei der Minimierung von Stossmagnetfeld-Einkopplungen. Die Schleifenbildung zum Schutz-Potenzialausgleich wird dabei minimiert.

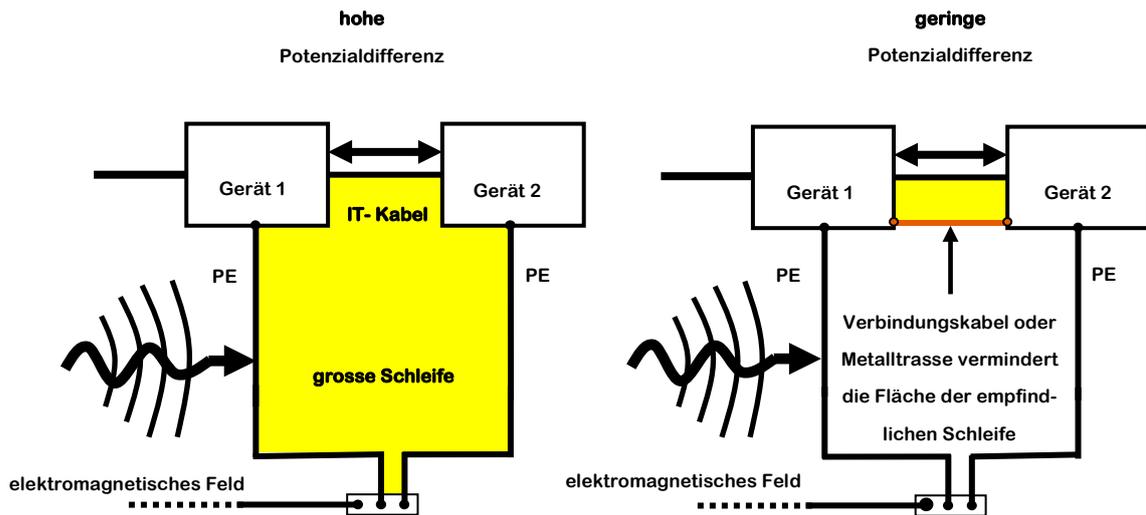


Bild 24 Prinzipielle Darstellung: Minimierung von Schleifenflächen (SN EN 50310)

Ein weiterer Vorteil entsteht für Leitungen der Informationstechnik. Entlang dieser kabeltragenden Potenzialausgleichsstrukturen können bedenkenlos beidseitig geerdete geschirmte Kabel eingesetzt werden. Die allfällig auftretenden Schirmströme sind sehr gering. Besonders wichtige informationstechnische Systeme erfordern eine erhöhte Schutzklasse und somit auch aufwändigere flächigere Potenzialausgleichsstrukturen. Mit steigender Verdichtung der Potenzialausgleichsverbindungen geht die gebildete Struktur über den Funktionspotenzialausgleich in den EMV- Schutz über, wo im Idealfall eine massive Metallfläche ein gemeinsam genutztes Potenzial darstellt = Referenzpotential. Diese flächige Struktur ist dann ein Potenzialausgleich für hohe Frequenzen im örtlich begrenzten Bereich.

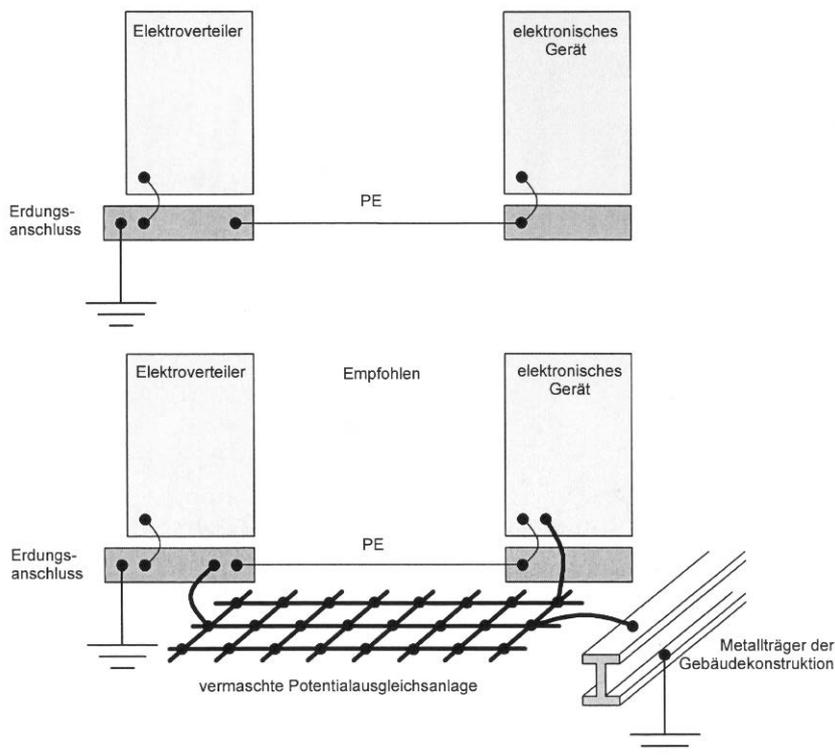


Bild 25 Anstelle eines einzelnen Potenzialausgleichsleiters sollten mehrere Potenzialausgleichsleiter, einschliesslich der Verwendung von Gebäudestrukturen, eingesetzt werden, da dies die Impedanz der erstellten Verbindung verringert (SN EN 50310)

4.2.6 Systembezugspotenzialebene

In Bereichen mit empfindlicher elektronischer Nutzung, wie z.B. in Rechenzentren oder Serverräumen kann die oben erwähnte Metallfläche eine geeignete niederimpedante Massefläche darstellen. Diese so genannte Systembezugspotenzialebene (engl. System Reference Potential Plane, SRPP) erstreckt sich über den ganzen Bereich empfindlicher elektrischer Nutzung und sorgt für kompromisslosen hochfrequenztauglichen Potenzialausgleich für alle installierten elektronischen Systeme (z.B. IT- Racks).

Ausführungen sind in verschiedenen Blechtypen möglich (Lochblech, Streckmetall, feinmaschiges Gitter, Streckmetall als Flächengitter etc.).



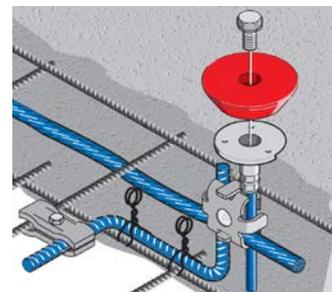
Bild 26

SRPP in einem Rechenzentrum (Flächengitter; Streckmetall)



Bild 27

Periodische Anbindung der SRPP an die Bewehrung mit Hilfe von speziellen Einlegelementen



4.3 NETZSTRUKTUR UND TRASSEN

Die Energieversorgungs-, Signalleitungs- und Kommunikationsinfrastruktur ist in einem gemeinsamen Verkabelungskonzept zu behandeln. Es ist eine gemeinsame Baumstruktur anzustreben. Dabei sind die folgenden Aspekte von Bedeutung:

- Die gesamte elektrische Energieversorgung ab den Transformatorenstationen, mit allen Haupt-, Steig- und Verteilleitungen, in Baumstruktur bzw. sternförmig konzipieren. In diese Struktur auch sämtliche Hauptstränge von Niederspannungssystemen (IT-Verkabelung, Brandmeldeanlagen, MSRL usw.) integrieren
- Trassen oder Sammelrohre so auslegen, dass sie eine räumlich getrennte Führung von Starkstrom- und Signalleitern ermöglichen. Vorzugsweise sollten metallene durchverbundene Kabelkanäle, zumindest aber Gitterroste oder Metallrohre zum Einsatz kommen
- Gemeinsame Steigzonen für die Energieversorgung sowie die Niederspannungssysteme konzipieren. Steigzonen so gliedern, dass die Schleifenflächen minimal gehalten werden können
- Für Sammeltrassen in Steigzonen, Technikbereichen, Hohlböden usw. grossflächig durchverbundene Metalltrassen verwenden.

Niederspannung: Metallwannen, Kabelleitern oder Gitterbahnen

Kleinspannung: Metallwannen

In Anlehnung an SN EN 50174-2 bzw. SN EN 50310 ist bei Boden-Deckendurchführungen oder bei ungenügendem Platz in Hohlbodenbereichen als Trassenersatz auch ein Blechband in der Breite des jeweiligen Trasse möglich. Dieses Band beidseitig mehrfach niederimpedant mit den Trassen bzw. der Bewehrung verschrauben

- Die Trassen bei Brandabschnitten durchführen. Beidseits der Abschottungen Trassenaufgaben platzieren. Sofern erforderlich (z.B. bei Platzmangel) kann auch obige Trassenersatzlösung angewendet werden
- Niederspannungsstromkabel und Stromschielen von Kleinspannungskabeln (z.B. Kommunikations-, Daten- oder Signalkabeln) getrennt verlegen: Distanzierungen, Separierungen innerhalb Kabelwannen oder je separate Wanne. Die Trennabstände sind in der Norm EN 50174-2 festgelegt
- Die Hauptleitungen und Trassen so anordnen, dass diese von empfindlichen Systemen und Bereichen (z.B. prozessgesteuerte und informationstechnische Einrichtungen) distanziert sind

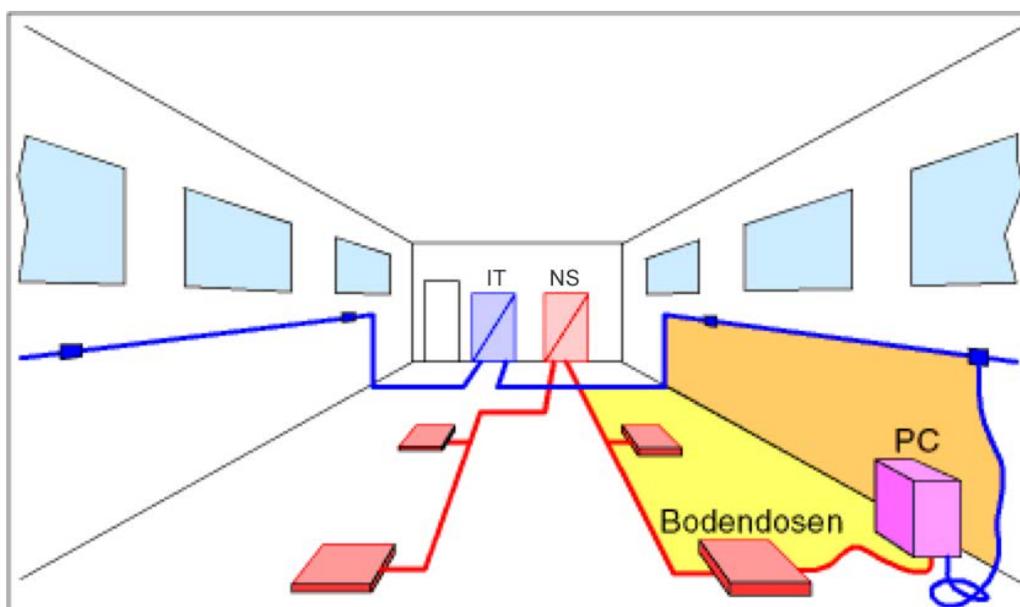


Bild 27 Werden Niederspannungs- und Kommunikationskabel räumlich getrennt verlegt, entstehen grosse Schleifenflächen, in welche Störmagnetfelder einkoppeln können (insbesondere bei Blitzereignissen)

4.3.1 Trennabstände für IT- und NS-Kabel

Die in der Norm EN 50174-2 an die Trennung gestellten Anforderungen sind diejenigen, die bezüglich der zulässigen elektromagnetischen Störungen erforderlich sind. Für die Berechnung der Trennabstände werden verschiedene Einflüsse berücksichtigt und die Problematik differenziert betrachtet. Zur Vereinfachung sind in der folgenden Tabelle einige gängige Beispiele aus der Praxis aufgeführt. Die Trennabstände A gelten als Mindestanforderungen.

Trennabstände A für	1 x 5-Leiterkabel 230 V, 16 A oder 3 x 3-Leiterkabel 230 V, 16 A	1 x 5-Leiterkabel 230 V, 250 A
IT-Kabel Kat. 7 geschirmt	ohne EM-Barriere: 2 mm Lochblechkanal: 1 mm	ohne EM-Barriere: 30 mm Lochblechkanal: 15 mm
IT-Kabel Kat. 6 ungeschirmt	ohne EM-Barriere: 20 mm Lochblechkanal: 10 mm	ohne EM-Barriere: 300 mm Lochblechkanal: 150 mm

Tabelle 4: Beispiele von einigen typischen Trennabständen nach SN EN 50174-2

(EM-Barriere: Elektromagnetische Barriere mit Schirmwirkung wie metallene Kabelkanäle)

Werden IT-Kabel oder Stromversorgungskabel in einem massiven metallenen Kabelkanal untergebracht, sind keine zusätzlichen Trennabstände erforderlich (Abstand ausserhalb des Kanals). Dies gilt unabhängig von Kabelkategorie und Stromstärke.

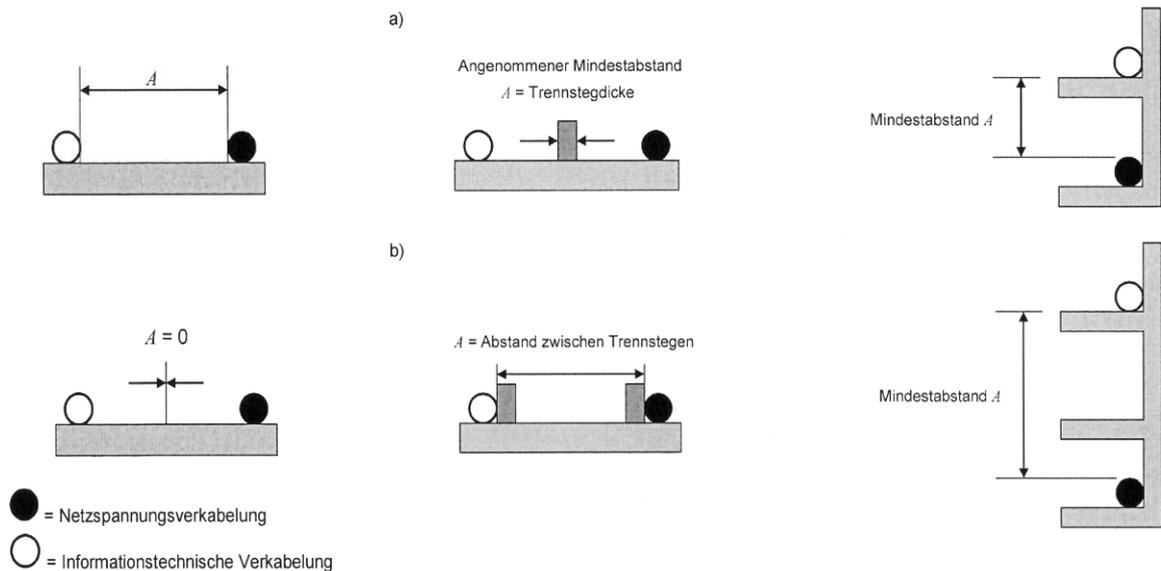


Bild 28 Trennabstände für Stromversorgungs- und IT-Verkabelung ohne (links) und mit (Mitte und rechts) Trennstege: Die Trennabstände sind in jedem Fall einzuhalten (SN EN 50174-2)

**Bild 29**

Getrennte Metallwannen für Stromversorgung, IT und Signalkabel. Die Trennabstände sind bei dieser Anordnung automatisch eingehalten.

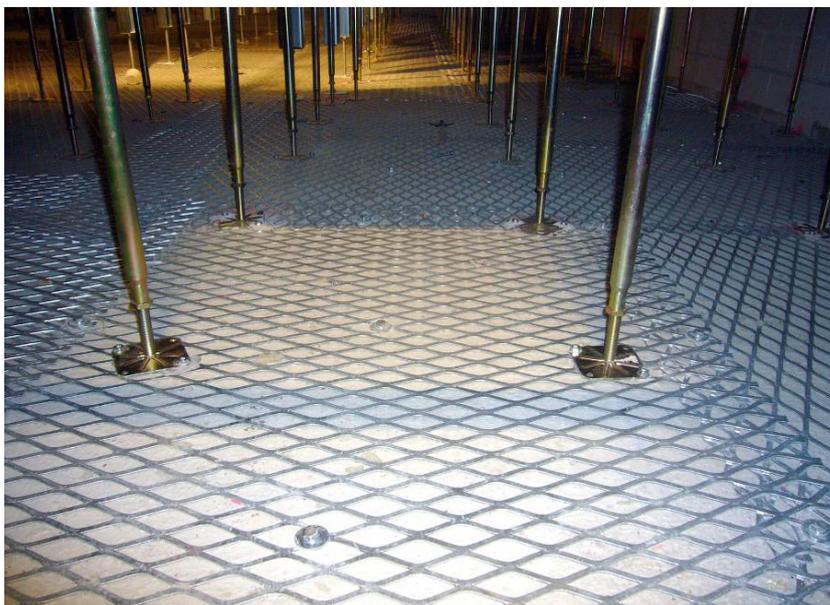
Die Wannen sind über die Aufhängekonstruktion an den Potenzialausgleich (Bewehrung) angeschlossen

4.3.2 Doppelböden

- Doppelbodenkonstruktionen in Baumstruktur bzw. sternförmig an den Trassen oder an einen Sammelleiter (Potentialausgleich) anschliessen. Den Querschnitt des Sammelleiters mindestens mit 25mm^2 ausführen und sternförmig sowie an den Hauptpotentialausgleichsleiter anschliessen
- Unter der Voraussetzung dass die Bodenplatten untereinander leitend verbunden sind, pro ca. 10m^2 eine Stützenanbindung mit 10mm^2 an dem oben genannten Sammelleiter oder Trasse vornehmen. Bei den Stützen geeignete Leiteranschlussbriden verwenden. Pro Raum jedoch mindestens 2 Anbindungen vornehmen
- Darauf achten, dass bei der Verlegung der Erdleiter für die Stützenanbindung keine Schleifenflächen mit den übrigen Leitungen gebildet werden (Prinzip: Minimierung von Schleifenflächen)
- In Serverräumen und insbesondere in Rechenzentren können die Stützen direkt auf ein SRPP-Gitter abgestellt werden. Damit sind sie automatisch an der Erdung angeschlossen

Bodendosen in Hohlboden:

- Bodendosen mit eingebauten Anschlüssen oder Steckelementen für Niederspannung und Kleinspannung bzw. IT sind in Baumstruktur bzw. sternförmig an den Potentialausgleich anzuschliessen.

**Bild 30**

SRPP im Doppelboden bildet eine niederimpedante Struktur für alle Aufbauten

4.3.3 Brüstungskanäle

- In Brüstungs- oder Bodenkanälen gilt die Ordnungstrennung (Trennabstände) sinngemäss wie in 4.3.1 spezifiziert
- Metallene Kanäle (Brüstungs- oder Bodenkanäle) sind auf der eingespiesenen Seite an den Potenzialausgleich anzuschliessen. Sie sind metallisch leitend durchzuverbinden.

4.4 NIEDERSPANNUNGSINSTALLATIONEN

Für die EMV eines Systems sind immer sowohl die Störemission der Störquelle wie auch die Störimmunität der Störsenke entscheidend.

Es bestehen oft Unsicherheiten bei der Beurteilung von vorgefundenen Situationen. Es treffen verschiedene Störwirkungen auf verschiedene Geräte. Letztlich muss die Immunität gegenüber der Gesamtheit aller Störeinflüsse bestehen. Deshalb ist es zweckmässig, wenn immer möglich, Massnahmen gegen bekannte Störquellen zu ergreifen.

- Die elektrische Energieversorgung ab den Niederspannungshauptverteilungen ist in TN-S auszuführen
- Die Neutralleiter dürfen nicht reduziert werden
- Bei allen Installationen für Nieder- und Kleinspannung gilt grundsätzlich:
 - Aufbau in Baumstruktur (sternförmig). Verbindungen über Astenden sind nicht erlaubt
 - Induktionswirkungen in Leiterschlaufen (Schleifenbildungen) minimieren
 - Kabel mit Schirm- oder Erdungsfunktion unmittelbar neben / auf leitenden Flächen (Metalltrassen, Metallkonstruktionen usw.) führen
 - Hin- und Rückleiter gemeinsam verlegen
- Störquellen wie Verteilanlagen, Hauptleitungen, leistungsstarke Verbraucher usw. von empfindlichen Geräten distanzieren
- Bei Zuleitungen auf Geräte (Antriebe, Steuerelemente usw.) dürfen bei den Anschlüssen keine Reserve-schlaufen gebildet werden
- Sämtliche an Leitungssysteme von Nieder- und Kleinspannungsanlagen angeschlossene Geräte und Einrichtungen müssen zertifiziert sein (CE-Zeichen)
- Für Schutzgehäuse von Geräten, Steuerungen, Informationstechnischen Einrichtungen usw. vorzugsweise metallene Gehäuse verwenden. Zumindest haben diese einen metallenen Grundrahmen aufzuweisen. Sie müssen Anschlüsse zum Anbinden an den Potenzialausgleich aufweisen
- Für Schirmanbindungen von Kabeln geeignete, peripher kontaktierende EMV-Verschraubungen oder EMV-Briden verwenden
- Bei der Verlegung von Energieversorgungskabeln darauf achten, dass zueinander gehörende Pol- und Neutralleiter ausgekreuzt und diese prinzipiell als Leiterbündel verlegt werden. Siehe SN 4110000 (NIN)
- Einleiterkabel können bei Bedarf punktsymmetrisch verlegt werden. Eine punktsymmetrische Anordnung hat auf das resultierende Magnetfeld aller Leiter eine kompensierende Wirkung
- Siehe dazu auch 4.2.1 und 4.3.

4.5 KLEINSPANNUNGSINSTALLATIONEN

In Gebäuden mit Systemen, die der Signal- und/oder Datenübertragung dienen, sind in der Regel besondere Vorkehrungen zur Minderung der EMV- Beeinflussungen zu treffen. Dabei ist es wichtig, dass auch die von den Systemlieferanten vorgeschriebenen Bedingungen berücksichtigt werden. Diese sind vom Planer und Errichter der Anlage als ein Bestandteil in die Gesamtkonzeption zu integrieren. Sie sind mit den Systemlieferanten zu koordinieren.

Als Massnahmen können u.a. in Betracht gezogen werden:

- Sicherstellen, dass die eingesetzten Geräte den relevanten Normen in Bezug auf Störaussendung und Störfestigkeit entsprechen
- Bei allen Installationen für Nieder- und Kleinspannung gilt grundsätzlich:
 - Aufbau in Baumstruktur (sternförmig). Verbindungen über Astenden sind nicht erlaubt
 - Induktionswirkungen in Leiterschlaufen (Schleifenbildungen) minimieren
 - Kabel mit Schirm- oder Erdungsfunktion unmittelbar neben / auf leitenden Flächen (Metalltrassen, Metallkonstruktionen usw.) führen
 - Hin- und Rückleiter gemeinsam verlegen
- Geschirmte Leitungen verwenden (siehe dazu auch Kapitel 4.7.2)
- Für Schirmanbindungen von Kabeln geeignete, peripher kontaktierende EMV-Verschraubungen oder EMV-Briden einsetzen
- Leitungen in durchverbundenen Metallkanälen unter Einbezug der Ordnungstrennung verlegen
- Leitungen entlang von Masseflächen führen. Dabei ist nicht eine zwingende unmittelbare Nähe zu Masseflächen gemeint, denn im mm-Bereich kann die gebildete Leitungskapazität nachteilig sein
- Unnötige Kabelschleifen und Reservekabel bzw. Reserveadern vermeiden
- Falls keine Metalltrassen vorhanden sind, Potenzialausgleichsleiter entlang der Signalleitungen verlegen unter Berücksichtigung der Integration in das Gesamtpotenzialausgleichskonzept
- Empfindliche Geräte/Systeme von Starkstromeinrichtungen distanzieren
- Kreuzungen mit Starkstromleitungen streng rechtwinklig auslegen
- Symmetrische Übertragungssysteme gegenüber von unsymmetrischen bevorzugen



Bild 31

IT-Kabel mit mitgeführtem Erdungsleiter kreuzen Starkstromkabel rechtwinklig.
Die Starkstromkabel sollten besser gebündelt sein

4.5.1 Spezielles zu Gerätschaften der IT und von Labors

- Räume bei Bedarf als Zone mit erhöhtem Schutzgrad einstufen und Zusatzmassnahmen treffen, wie: Raumabschirmung, zentraler Einführungspunkt, engere Vermaschung des Potenzialausgleichs z.B. mit Hilfe von SRPPs (siehe Kap. 4.2.6)
- Geräte, welche über Kupferdatenkabel (nicht Ethernet) miteinander verbunden sind, vom gleichen Aussenleiter speisen
- Stromflüsse in den PE-Leitern minimieren
- Geräte mit erhöhten Ableitströmen identifizieren. Eine gewisse Eingrenzung ist beim Einsatz von RCM-Geräten bereits gegeben (siehe auch 4.9.1)
- Die Spannung des N-Leiters gegenüber dem PE-Leiter gering halten

- Nach Möglichkeit Stromversorgungskabel einsetzen, welche keine induktiv eingekoppelten Spannungen in den PE-Leiter zulassen. Solche Kabel haben einen geeigneten konzentrischen Aufbau gegenüber dem PE-Leiter

4.5.2 Spezielles zu Steuer- und Regeltechnik

- Geräte, welche über Kupferkabel miteinander verbunden sind, sollten von der gleichen Stromversorgung gespeist sein (z.B. gleicher Kleinspannungstrafo). Dies ist besonders bei SPS- und Wandlereinheiten wichtig
- Die Kabelschirme gemäss den Herstellerangaben anschliessen
- Die Stromversorgung muss auf der NS-Seite eine gute Netzqualität aufweisen

4.6 SCHALTGERÄTEKOMBINATIONEN

4.6.1 Konstruktionen

Die Ausführungen der Konstruktionen (Aufbau, Qualitätsanforderung usw.) sind auf die einzubauenden Geräte auszurichten. Generell gilt, dass alle Metallteile (inkl. Deckel/Türen) einer Konstruktion gut leitend miteinander zu vermaschen sind (Masse). Dies kann mittels gut kontaktierten Verschraubungen oder Massebändern (verzinnnte Cu-Bänder) erfolgen. Jede Konstruktionseinheit (Schrankgehäuse) muss im Minimum an einer Stelle durch ein Masseband mit dem Schutzleiter (vorteilhafterweise als Schiene ausgebildet) verbunden werden.

- Gehäuse aus Metall fertigen (mindestens Rückwand und Seitenwände). Bei Einrichtungen mit Türen diese mit verzinnnten Bändern mit dem Gehäuse verbinden
- Verteilergehäuse und Racks müssen geeignete Anschlussstellen aufweisen, um mit den metallisch durchverbundenen Trassen grossflächig verbunden werden zu können (siehe dazu auch 4.2.2)



Bild 32

Die Metalltrassen sind mit Bändern auf die Schaltschränke verbunden

- Werden z.B. Frequenzrichter eingebaut, ist es empfehlenswert, diese auf Metallflächen (Grundplatte aus galvanisiertem Lochblech, Aluminium, usw.) zu montieren und diese mehrfach gut leitend mit der Schrankkonstruktion zu verbinden

4.6.2 Einbauten

Für die einzubauenden Geräte muss prinzipiell genügend Platz (mit Reserve) zur Verfügung gestellt werden, damit eine EMV-gerechte Aufteilung/Gruppierung erfolgen kann. Bei der Disponierung der Einbauten sind folgende Punkte von Bedeutung:

- Alle Zu- und Abgangsleitungen an einer Stelle einführen
- Die Gruppierung der Geräteeinbauten sowie der Verdrahtungskanäle unter Berücksichtigung von unterschiedlichen Leistungsniveaus (Energieversorgung, Regeltechnik usw.) vornehmen
- Geräte mit Sensoreingängen so platzieren, dass die Sensorkabel möglichst direkt auf einer Metallfläche verlegt werden können
- Nur zertifizierte Geräte (CE) einsetzen. Die Konformitätserklärungen müssen Typenbezogen vorhanden sein

4.6.3 Leiteranordnungen

Die optimal disponierten Einbauten (siehe oben) durch EMV-gerechte Leiteranordnungen verdrahten. Dabei gilt es folgende Regeln zu berücksichtigen:

- Leiterpaare prinzipiell verdrehen, sofern nicht ein entsprechendes Kabel mit bereits verdrehten Adern verwendet wird
- Die Leitungen an einer Stelle in die Gehäuse einführen (SPE)
- Einspeisungen von Systemen mit hohen Strömen (z.B. FU, Schaltschütze) direkt einspeisen
- Kabelschirme bei der Gehäuseeinführung peripher kontaktieren. Für die Schirmanbindungen geeignete EMV-Verschraubungen oder EMV-Briden (mit entsprechenden Halteschienen) verwenden

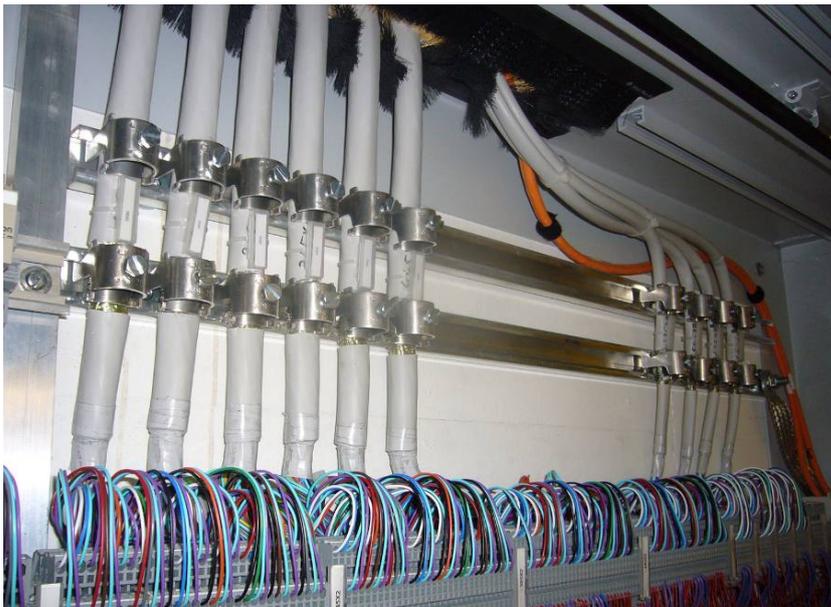


Bild 33

Kabelschirme bei der Einführung direkt auf Erdschiene kontaktiert

Im Bild sind für die Schirmkontaktierung konventionelle KSV montiert anstelle von EMV-Briden

- Innerhalb der Verteilungen die Einbauten nach Nieder- und Kleinspannung bzw. nach Funktionsgruppen gliedern. Die Verdrahtungen sinngemäss räumlich trennen bzw. in Sternstruktur ausführen
- Leiter mit empfindlichen Signalen geschirmt und mit verdrehten Aderpaaren ausführen. Wenn diese Kabel nicht geschirmt sind, sollten sie möglichst direkt auf einer Metallfläche (z.B. Gitterrost, Rückwand) verlegt werden
- Es dürfen keine Reserveschlaufen in die Verdrahtungskanäle eingelegt werden
- Hin- und Rückleiter gemeinsam führen
- Bei Leitungsanschlüssen an Klemmen diese direkt und ohne unnötige Schlaufen anschliessen
- Einrichtungen mit hohen Strömen (z.B. Hauptschalter, Schaltschütze) im Bereich der Niederspannungszuleitung platzieren
- Energieversorgungskabel und andere störungsbehaftete Kabel müssen von den empfindlichen Signalkabeln möglichst ferngehalten werden

- Störsignale erzeugende Einrichtungen (z.B. Frequenzumformer) innerhalb der Verteilanlagen separieren oder separiert in Metallgehäusen platzieren. Gehäuse solcher Einrichtungen direkt an dafür vorgesehene Apparateroste, Metallplatten oder Lochbleche befestigen
- Überspannungsableiter unmittelbar beim Gehäuseeintritt platzieren. Ungeschützte (unbeschaltete) und geschützte (beschaltete) Leitungen dürfen nicht gemeinsam (parallel) geführt werden. Die Erdanbindung direkt an das nächstgelegene Erdpotenzial legen (Apparaterost, Metallplatte, Lochblech usw.). Siehe dazu auch 4.1.4

4.7 SCHIRMUNGEN

Elektrische Schirmungen können elektromagnetische Felder dämpfen. Die Beschaffenheit einer Schirmung ist von ihrer Funktion und vom Frequenzbereich abhängig. Je nach dem, welchen Zweck die Schirmung erfüllen soll, ergeben sich entsprechende Anforderungen an Aufbau, Abmessung, Material und Erdungsanbindungen.

4.7.1 Raumschirme

Wenn in bestimmten Zonen mit empfindlicher elektrischer Nutzung die Störfestigkeit der elektrischen Einrichtungen eingeschränkt ist, muss das von aussen eintretende elektromagnetische Feld gedämpft werden. Bei der Störfestigkeit sind nicht nur die Geräte selbst zu betrachten, sondern auch die Kabelstruktur, mit der sie verbunden sind. Ein Raumschirm mindert die Feldeinkopplung in solche ausgedehnte Strukturen.



Bild 34

Raumschirm mit überlappenden Flächengitterelementen für einen Laborraum. Im oberen Teil wurde bereits verputzt

Geschirmte Räume sind auch im Blitzschutzkonzept zu berücksichtigen (siehe LPZ 2 im Bild 1). Nachfolgend sind wichtige Aspekte im Zusammenhang mit Raumschirmen aufgezählt:

- Eine Schirmhülle muss geschlossen sein. Öffnungen mindern die Schirmdämpfung (insbesondere für hohe Frequenzen)
- Für die Schirmung von elektrischen und elektromagnetischen (HF) Wechselfeldern ist eine elektrisch möglichst gut leitende Schirmhülle erforderlich
- Für die Schirmung von tieffrequenten magnetischen Wechselfeldern ist eine elektrisch leitende Schirmhülle erforderlich, welche entweder permeabel (magnetisch) ist oder hochleitfähig und mehrere Millimeter dick
- Je höher die zu schirmende Frequenz ist, desto kleiner dürfen die tolerierten Löcher im Schirm sein
- Schirmdurchdringungen grundsätzlich vermeiden. Erforderliche Medienleitungen an einer einzigen Stelle einführen SPE- Prinzip (Single Point Entry)
- Elektrische Leitungen müssen je nach Bedarf am Einführungspunkt mit Schutzelementen beschaltet werden (Überspannungsschutzelemente und/oder Filter)

4.7.2 Kabelschirme

Auch die Kabelschirme haben verschiedene Funktionen. Je nach Zweck und Anwendung sind verschiedene Ausführungen möglich. Kabelschirme haben typischerweise folgende Funktionen:

- Symmetrierung des Störpegels einer einfallenden Störstrahlung auf alle inneren Adern (bei einem Aderpaar kompensiert sich die Störung in der Signalauswertung).
Eine Erdung ist nicht zwingend erforderlich aber erwünscht
- Verhinderung der Überkopplung zwischen benachbarten verdrehten Aderpaaren gleicher Schlaglänge (z.B. Alien Crosstalk bei Ethernetkabeln).
Eine Erdung ist nicht zwingend erforderlich aber erwünscht.

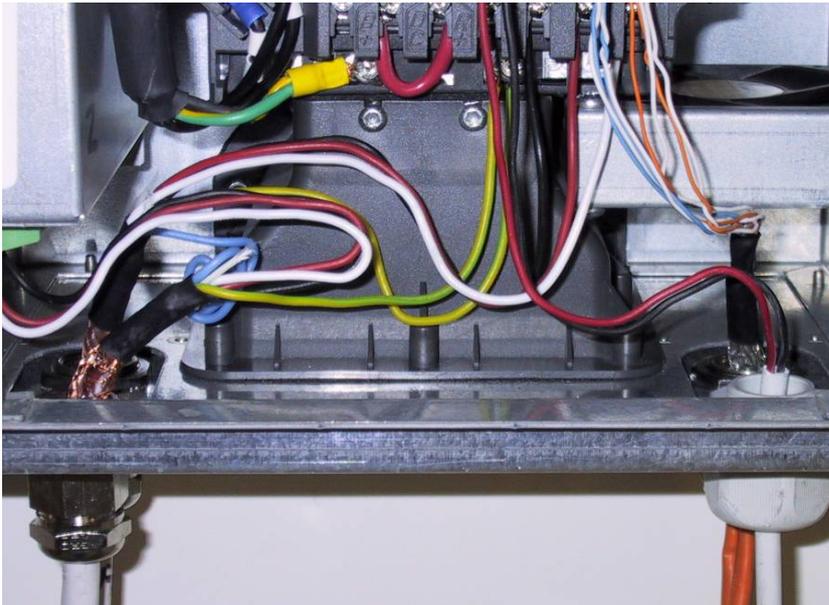


Bild 35

Die geschirmten Kabel sind mit EMV- Verschraubungen an das Metallgehäuse kontaktiert

- Verhinderung der Einkopplung von elektrischen Feldern auf die Adern von empfindlichen Signalleitungen (z.B. Sensorkabel von Analogsignalen im mV-Bereich oder kleiner).
Eine einseitige Erdung auf der Auswertungsseite ist zwingend erforderlich. Eine zweiseitige Erdung kann kontraproduktiv sein
- Verhinderung der Einkopplung von magnetischen Feldern auf die Adern von empfindlichen Signalleitungen, welche über grosse Strecken verlegt sind (z.B. Sensorkabel, Netzkabel).
Eine zweiseitige Erdung ist zwingend erforderlich. Eine einseitige Erdung nützt nichts in Bezug auf Magnetfelder; in Bezug auf elektrische Felder dagegen schon. Um Potenzialausgleichsströme in akzeptablen Grenzen zu halten, muss ein wirksames Potenzialausgleichssystem vorhanden sein.

4.8 SPEZIELLE GERÄTE

4.8.1 Frequenzumrichter

Frequenzumrichter sind auf Grund der sehr schnell schaltenden Halbleiterelemente Verursacher von Störungen im unteren MHz-Bereich. Die schnellen Spannungsänderungen verursachen kapazitive Kopplungen in die benachbarten Leitungen und PA-Struktur.

Bei der Gegenmassnahme durch Schirmung besteht eine Diskrepanz zwischen dem Erreichen einer guten Schirmwirkung und der ungewollten Auskopplung von Störströmen in die Schirmstruktur. Die Abschirmung muss also auch sicherstellen, dass die durch sie ausgekoppelten Störströme wieder zum FU rückgeführt werden.

**Bild 36**

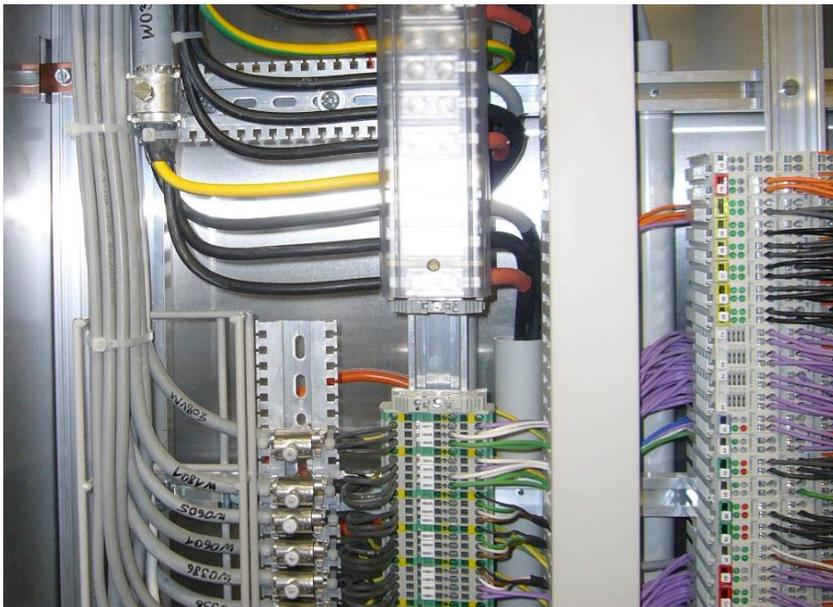
FU mit niederimpedanten Verbindungen auf die Metallkabelwannen

**Bild 37**

Revisionsschalter mit EMV-Verschraubungen und Metallplatte für die periphere und flächige Durchverbindung des Motorkabelschirms

- Signal- und Datenleitungen räumlich getrennt von den Motorenleitungen verlegen (Abstand halten, Trennstegge oder verschiedene Metallkanäle verwenden)
- Gefilterte Leitungen von ungefilterten Leitungen und Motorenkabeln getrennt führen
- Leitungen möglichst nahe an Erdungsstrukturen (z.B. Montagebleche, Tragkonstruktionen oder in Trassen, welche metallisch durchverbunden sind) führen
- Motorenleitungen abgeschirmt oder in grossflächig durchverbundenen Metallrohren verlegen. Werden Motorenleitungen über Notschalter geführt, die Schirme in den Schaltern grossflächig verbinden
- Werden Motorenleitungen über Notschalter geführt, dann sind die Schirme in den Schaltern grossflächig zu verbinden oder Gehäuse aus Metall mit EMV-Verschraubungen verwenden
- Die Leitungsdistanz zwischen FU und Antrieb so kurz als möglich ausführen. Bei langen motorseitigen Leitungen angepasste Filter mit Zwischenkreistrückspeisung verwenden (Spezifizierungen der FU-Lieferanten beachten)
- Motorkabel keinesfalls in einen Schaltschrank hineinführen!
Wenn Revisionschalter benötigt werden, diese direkt beim FU platzieren
- Trassen mit geschirmten Motorenkabeln metallisch durchverbinden. Die Trassen mit dem speisenden Schrank, mit der FU-Konstruktion sowie der Konstruktion beim Antrieb leitend verbinden

- Schirme beidseitig grossflächig und gut leitend (peripher) an den geerdeten Gehäusen (Potenzialausgleich) anschliessen. Vorzugsweise peripher kontaktierende EMV-Verschraubungen verwenden

**Bild 38**

Einführung von Motorkabeln in einen Schaltschrank mit erheblichen Störbeeinflussungen auf die in der Nähe befindlicher Kleinspannungskabeln. FU-Motorkabel dürfen nicht in Schaltschränke mit empfindlichen Stromkreisen eingeführt werden

4.8.2 Filter

Filter haben die Aufgabe, Nutzsignale durchzulassen und unerwünschte Signalanteile bzw. Störsignale zu unterdrücken. Zur Minderung von EM-Beeinflussungen müssen in den verschiedensten Bereichen „EMV“-Filter eingesetzt werden. So z.B. erfordern leitungsgebundene Emissionen, wie sie durch Umrichtersysteme erzeugt werden, häufig den Einbau von Filtern.

Beim Einbau sind folgende Punkte zu beachten:

- Filter stets in unmittelbarer Nähe des betroffenen Gerätes montieren. Vorzugsweise die Gehäuse direkt und flächig verbinden
- Wenn eine direkte Kontaktierung nicht möglich ist, Filter und das zu entstörende Gerät direkt auf ein gemeinsames Masseblech montieren
- Bei der Störunterdrückung für eine Schutzzone Filter beim Zonenübergang platzieren
- Ein- und Ausgangskabel trennen und nicht parallel führen
- Verdrillte Ein- und Ausgangskabel verwenden, wobei die Schirmanbindung impedanzarm unmittelbar beim Filter zu erfolgen hat
- Ableitströme von Filtern sollten bekannt sein. Diese so gering wie möglich (und filtertechnisch notwendig) halten

4.8.3 Storenanlagen

- Die Speiseleitungen für Antriebe und Steuereinheiten sind ab den Geschossverteilern sternförmig und die Steuerleitungen (z.B. Steuerbus) über die Steigzonen in Baumstruktur zu führen
- Verbindungen über Astenden vermeiden (Schleifenbildung)
- Die elektrischen Verbindungsleitungen von der Ansteuereinheit (z.B. Aktor) bis zum Motor so kurz als möglich halten. Leistungs- und Steuerkabel gemeinsam und geschirmt verlegen
- Schirme rundum (peripher) beidseitig kontaktieren. Dies gilt auch bei steckbaren Übergängen
- Die Motorenhäuser bei Metallfassadenkonstruktionen leitend mit diesen verbinden (Die metallischen Fassadensysteme bilden einen Bestandteil des Blitzschutzes)

- Beim Schalten der Motoren entstehen transiente Spannungsspitzen. Unmittelbar bei den Antrieben angepasste Schutzbeschaltungen (Entstörglied) platzieren
- Einheitliche Typen (Motoren, Steuersysteme usw.) verwenden. Insbesondere die Antriebe müssen identische Laufeigenschaften aufweisen
- Zentrale Steuereinheiten usw. in Schutzkasten platzieren. Die Halterungen derselben, oder bei metallischen Schutzgehäusen, diese Gehäuse auf dem kürzesten Weg mit dem Potenzialausgleich (siehe dazu auch 4.2) verbinden
- Anschlussleitungen für Wetterstationen mit einem Überspannungsschutz ausrüsten. Diesen unmittelbar beim Übergang der Zone 0 / Zone 1 platzieren. Siehe dazu auch 4.1.4
- Alle elektrischen Komponenten für die Storsysteme (Motoren, Steuersysteme usw.) müssen zertifiziert sein (CE-Zeichen). Die Dokumente bei Bedarf beibringen

4.8.4 Geräte mit Heizelementen

Die Heizelemente von Kopierern, Laserdruckern, Kaffeemaschinen etc. sind typischerweise so gesteuert, dass sie periodisch aufheizen und dabei hohe Ströme beziehen. Diese verursachen insbesondere bei längeren Zuleitungen markante Spannungseinbrüche. Falls empfindliche Verbraucher am gleichen Ende parallel angeschlossen sind, können diese beeinflusst werden.

- Solche Geräte mit Heizelementen separat (als separate Gruppe) verkabeln
- Die Zuleitung auf die speisende UV mit einem genügenden Querschnitt erstellen, damit die Spannungseinbrüche sich in Grenzen halten

4.9 ÜBERWACHUNG

4.9.1 Differenzströme, RCM

Differenzströme entstehen durch unbeabsichtigte und/oder tolerierte Stromanteile, welche nicht durch die Stromversorgungsleitung zurückfließen. Tolerierte Ströme sind typischerweise Ableitströme von elektrischen Filtern und anderen Komponenten mit grosser Kapazität zum Erdpotential. Unbeabsichtigte Ströme sind Fehlerströme, welche ein erstes Anzeichen eines Isolationsfehlers darstellen. Solche Kriechströme nehmen mit der Zeit zu und können die Fehlerstelle stark erhitzen, sodass ein Brand entstehen kann.

RCM helfen in solchen Situationen bereits im Vorfeld einer Schädigung oder Minderung der EMV. Es bleibt in der Regel genügend Zeit für zweckgerichtete Gegenmassnahmen.

RCM können aber auch als Stromüberwachungsgeräte nützliche Dienste bei der Überwachung von PE- und N-Leiterströmen erweisen. Hohe PE-Ströme mindern die EMV des betroffenen Stromversorgungsnetzes und sollten möglichst schnell erkannt werden.

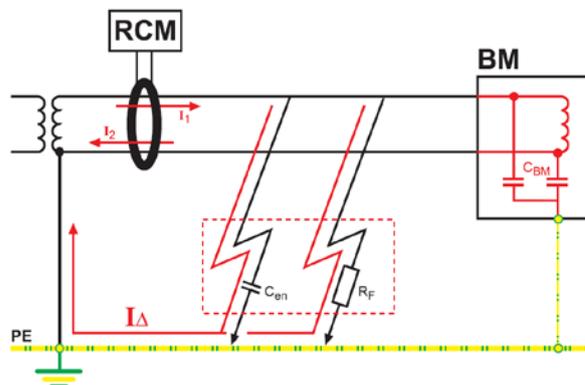


Bild 39 Differenzströme / Fehlerströme: Prinzipielle Darstellung
Quelle: W. Bender GmbH & Co

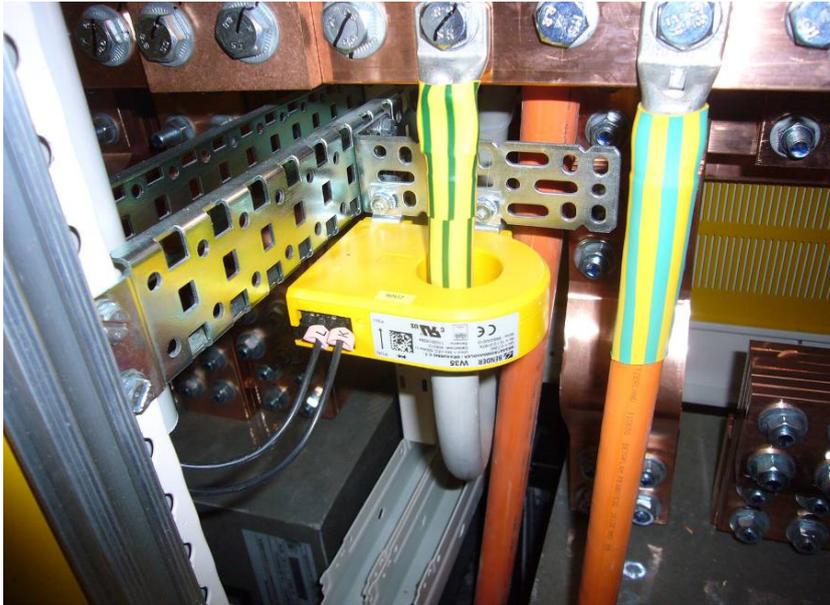


Bild 40
RCM als PE-Strom Überwacher



Bild 41
Jeder Grobabgang ist mit einem eigenen RCM bestückt. Bei einem Fehlerfall ist bereits eine erste Zuordnung möglich

4.9.2 Netzqualität

Die Netzqualität beschreibt die Qualität der Versorgungsspannung. Eine gute EMV bedingt auch eine gute Netzqualität. Die Norm EN SN 50160 beschreibt die tolerierten Abweichungen vom Ideal als „Merkmale der Spannung“. Mit jedem elektrischen Verbraucher in Betrieb sinkt die Netzqualität. Insbesondere an den Astenden eines grossen Versorgungsnetzes sind die Verbraucherrückwirkungen genau zu beachten.

Spannungseinbrüche, Oberschwingungen und Transienten können leicht hohe Werte erreichen. Es empfiehlt sich in wichtigen Verteilungen wie IT, Labors, etc. die Netzqualität zu überwachen. Entsprechende Netzanalysatoren registrieren jede Anomalie der Netzparameter. Nach einem Ereignis können die Vorgänge aus den Aufzeichnungen analysiert und gezielte Massnahmen eingeleitet werden.

Netzqualitätsüberwachungsgeräte sind auch in Kompaktabmessungen erhältlich und flexibel einsetzbar.

4.10 BAULICHE VORKEHRUNGEN

Es ist äusserst wichtig, dass die Beteiligten Fachplaner schon in der Vorprojektphase in die Thematik „EMV“ miteinbezogen werden. Als ein wichtiger Vertreter ist dabei auch der Architekt einzustufen.

Themen, die besonders zu beachten sind:

-
- Energieversorgungs- und Technikräume, sowie Steigzonen so koordinieren, dass eine zweckmässige Baumstruktur gebildet wird
- Elektrische Verteilanlagen, Steig- und Erschliessungsleitungen, leistungsstarke Verbraucher usw. in Kernzonen platzieren
- Leitungseinführungen von Erschliessungsleitungen (Elektrisch, Telefon, Wasser usw.) pro Gebäudeeinheit an einer Stelle
- Bei der Wahl von elektrischen Produkten (Beleuchtungskörper, Kopierer, CPU usw.), die in Gebäudeinstallationen eingesetzt werden, emissionsarme Systeme anstreben. Nur zertifizierte Geräte (Konformitätserklärung, CE- Zeichen) zulassen. Produktelieferanten müssen die entsprechenden Nachweise bei Bedarf erbringen können
- Funk- und Antennensysteme koordiniert platzieren
- Bei der Wahl von Baumaterialien, Bodenbelägen oder Möbeln die elektrostatische Aufladungsproblematik beachten

5 PRODUKTEINFORMATIONEN

Die nachstehenden Nennungen beziehen sich auf Produkte, welche im Handel erhältlich sind und die geforderte EMV gewährleisten.

Produkt	Bildbezug (Beispiel)	Lieferant (zum Beispiel)	Bemerkungen
Verschraubung abgeschirmte Kabel	36, 38	- ELDAS *	
Schirmanschlussklemmen für abgeschirmte Kabel	34	- ELDAS *	für Profilschienen
Cu-Bänder verzinkt mit beidseitiger Bohrung	16, 17, 18	- ELDAS *	Vermaschungen von Trassen u. HLKS-Systemen
Feinmaschige Flächengitter	35	- Metallhandel	für Abschirmungen
Flächengitter; Streckmetall	26, 27, 31	- Sprich AG, Baar - E. Pfister & Cie AG, Dielsdorf	SRPP
Einlege- und Anschlusselement	27	- ELDAS *	Anschlussgarnitur, Universalklemme
Revisionsschalter	38	- EHS AG, Schaffhausen - Eaton GmbH, Effretikon	Komplettes Metallgehäuse
RCM für Messung von Differenz-/Fehlerströmen	41, 42	- Optec AG, Wetzikon - Elko System AG, Magden	

* Elektro Datenbank Schweiz (Grossistenkatalog)

Diese Auflistung umfasst die wesentlichen Spezialprodukte. Sie ist nicht abschliessend.

6 KONTROLLLISTEN

Vorliegende Dokumente sind einerseits als Kontrolllisten für Planer und Ausführende zu verstehen, andererseits sind diese als Beilage ausgefüllt und unterzeichnet vor der Abnahme dem Elektroplaner zu retournieren. Die Kontrolllisten stehen unter folgendem Link zur Verfügung:

https://www.ag.ch/de/dfr/immobilien/projekte_immobilien/projekte.jsp

6.1 NETZSTRUKTUR / POTENZIALAUSGLEICH

Objekt: _____

Anlage: _____

N01: Gesamte elektrische Verkabelung (Energieversorgung, UKV, MSRL, BMA usw.) mit allen Haupt-, Steig- und Verteilleitungen in Baumstruktur, bzw. sternförmig

Ausgeführt _____

N02: Elektrische Energieversorgung ab Hauptverteilung in TN-S (keine Mehrfachverbindungen zwischen N + PE)

Ausgeführt _____

N03: Sämtliche Neutralleiterquerschnitte nicht reduziert

Ausgeführt _____

N04: Niederspannungskabel von Kleinspannungskabel (z.B. Kommunikations-, Daten- oder Signalkabel) örtlich getrennt (Artentrennung)

Ausgeführt _____

N05: Einleiterkabelverlegungen als Leiterbündel mit den notwendigen Auskreuzungen bzw. punktsymmetrisch angeordnet

Ausgeführt _____

N06: Hauptkabel (Nieder- und Kleinspannung) nahe an Potenzialausgleichsstrukturen geführt (als solche gelten z.B. metallene Gebäudekonstruktionen oder Metalltrassen).

Ausgeführt _____

N07: Metallgehäuse von Verteilanlagen (SGK), UKV- Schränke und dergleichen auf dem kürzesten Weg (grossflächig) an die Potenzialausgleichsstruktur angeschlossen

Ausgeführt _____

N08: Überbrückungen von beweglichen, isolierten Teilen (Lüftungskammern, Kanäle usw.) mit verzinnnten Cu-Bändern erstellt

Ausgeführt _____

N09: Doppelbodenkonstruktionen ca. alle 10 – 15m² und in Baumstruktur an den Potenzialausgleich angeschlossen

Ausgeführt _____

6.2 TRASSEN UND INSTALLATIONEN

Objekt: _____

Anlage: _____

T01: Metalltrassen bzw. Kanäle alle 20-25m und an den Enden, bei Übergängen horizontal / vertikal mit der Bewehrung verbunden

Ausgeführt _____

T02: Metalltrassen bzw. Kanäle in Steigzonen in jeder Ebene mit der Bewehrung verbunden

Ausgeführt _____

T03: Parallel geführte Trassen alle 20-25m untereinander vermascht (metallene Aufhänge- und Auslegerkonstruktionen gelten als Vermaschung)

Ausgeführt _____

T04: Mit Trassen parallel geführte HLKS- Leitungssysteme ca. alle 20-25m untereinander leitend sowie mit den Trassen vermascht

Ausgeführt _____

T05: In Trassen, Leitungskanälen usw. sind keine Potenzialausgleichsleiter bzw. Erdleiter verlegt

Ausgeführt _____

T06: Trassen grossflächig durchverbunden

Niederspannung: Metallwannen, Kabelleitern oder Gitterbahnen

Kleinspannung: Metallwannen

Ausgeführt _____

T07: Metallwannen bei Brandabschnitten grossflächig und metallisch leitend durchverbunden

Ausgeführt _____

T08: Kabel für Stark- und Schwachstrom in den dafür vorgesehenen Trassen bzw. Bereichen verlegt

Ausgeführt _____

T09: Hin- und Rückleiter gemeinsam und in minimaler Distanz zueinander verlegt

Ausgeführt _____

T10: Keine Reserveschlaufen bei Zuleitungen auf Geräte (Antriebe, Steuerelemente usw.)

Ausgeführt _____

T11: Schutzgehäuse von Geräten, Steuerungen, informationstechnischen Einrichtungen usw. vorzugsweise aus Metall mit Anschlussmöglichkeit für den Potenzialausgleich

Entspricht den Anforderungen _____

T12: Bei Schirmanbindungen von Kabeln peripher kontaktierende EMV-Verschraubung verwendet

Ausgeführt _____

T13: Sämtliche an Leitungssystemen von Nieder- und Kleinspannungsanlagen angeschlossene Geräte und Einrichtungen verfügen über eine Konformitätserklärung

Entspricht den Anforderungen _____

6.3 ÜBERSPANNUNGSSCHUTZ

Objekt: _____ Anlage: _____

U01: Überspannungsschutz in Hauptverteilungen bzw. Unterverteilungen

Ausgeführt _____

U02: Überspannungsschutz unmittelbar bei der Schutzpotenzialausgleichsschiene (mit Haupt-Schutzpotenzialausgleichsklemme) platziert

Ausgeführt _____

U03: Beschaltete Leitungen nicht mit Unbeschalteten parallel (gemeinsam) geführt

Ausgeführt _____

U04: Leitungsanschlüsse der Überspannungsableiter in V-Form

Ausgeführt _____

U05: Abzweigung auf die Überspannungsableiter (T-Form) bei Schienensystemen max. 50 cm

Ausgeführt _____

U06: Erdanschlüsse der Überspannungsschutzgeräte auf dem kürzesten Weg mit dem Potenzialausgleich verbunden

Ausgeführt _____

U07: Erdleiter nicht mit anderen Elektroinstallationen parallel geführt

Ausgeführt _____

U08: Überspannungsschutz beim Zonenübergang 0-I (Aussen – Innen) angeordnet (z.B. Leitungen die auf das Dach führen)

Ausgeführt _____

6.4 SCHALTGERÄTEKOMBINATIONEN

Objekt: _____ Anlage: _____

S01: Gehäuse von Schaltgerätekombinationen vorzugsweise aus Metall

Vollmetall nur Rück- und Seitenwand

S02: Türen von SGK mit verzinnnten Cu-Bändern mit dem Gehäuse verbunden

Ausgeführt _____

S03: Leitungen an einer Stelle in die Gehäuse eingeführt

Ausgeführt _____

S04: Ort der Einspeisung, Haupt-Einspeisklemmen, Schutzpotenzialausgleichsschiene (mit Haupt-Schutzpotenzialausgleichsklemme) sowie Überspannungsableiter so nahe wie möglich beieinander platziert

Ausgeführt _____

S05: Einrichtungen mit hohen Strömen (z.B. Hauptschalter, Schaltschütze, usw.) im Bereich der Niederspannungszuleitung platziert

Ausgeführt _____

S06: Störsignale erzeugende Einrichtungen innerhalb der SGK durch metallene Trennwände separiert

Ausgeführt _____

S07: Kabelschirme bei der Gehäuseeinführung grossflächig und peripher kontaktiert (EMV-Verschraubung)

Ausgeführt _____

S08: Innerhalb der SGK; Einbauten nach Nieder- und Kleinspannung bzw. nach Funktionsgruppen gegliedert und Verdrahtungen räumlich getrennt

Ausgeführt _____

S09: Keine Reserveschlaufen in Verdrahtungskanälen

Ausgeführt _____

S10: Hin- und Rückleiter gemeinsam (in minimaler Distanz zueinander) geführt

Ausgeführt _____

S11: Anschlüsse an Klemmen direkt und ohne Schlaufen

Ausgeführt _____

S12: Mehrere Leiter nur dann in der gleichen Klemme, wenn die Bauform der Klemme sowie die Querschnitte der unterklemmten Leiter dies auch zulassen

Ausgeführt _____

S13: Keine Erdleiter in Verdrahtungskanälen. Erdanschlüsse direkt am Apparaterost, Lochblech oder an separate PE-Schiene kontaktiert

Ausgeführt _____

S14: Schutzgehäuse von Geräten, Steuerungen, informationstechnischen Einrichtungen usw. vorzugsweise aus Metall mit Anschlussmöglichkeit für den Potenzialausgleich

Entspricht den Anforderungen _____

S15: Sämtliche an Leitungssystemen von Nieder- und Kleinspannungsanlagen angeschlossene Geräte und Einrichtungen sind zertifiziert (CE- Zeichen)

Entspricht den Anforderungen _____

6.5 FREQUENZUMRICHTER

Objekt: _____

Anlage: _____

F01: FU auf grossflächiger, metallener Grundplatte aufgebaut oder in Metallgehäuse platziert

Metallene Grundplatte Metallgehäuse _____

F02: FU-Gehäuse grossflächig und auf direktestem Weg mit Potenzialausgleich verbunden

Cu-Band Cu-Litze _____

F03: Leitungsdistanz zwischen FU und Antrieb so kurz als möglich

Spezifizierungen der FU-Lieferanten beachten!

< 5 Meter < 10 Meter _____

F04: Motorenleitungen abgeschirmt oder in grossflächig, durchverbundenem Metall-Kanal / -Rohr verlegt

Abgeschirmt Metall-Kanal /-Rohr _____

F05: Installationssystem (z.B. Trasse) grossflächig leitend verbunden, mit FU- Gehäuse sowie Antrieb

FU- Gehäuse Antrieb _____

F06: Schirm beidseitig grossflächig und gut leitend (peripher) an den geerdeten Gehäusen (Antrieb und FU) mit EMV- Verschraubungen oder Schirmklemmen angeschlossen.

Anmerkung: Die Schirmhülle darf nicht unterbrochen werden!

Beim Einsatz von Schaltvorrichtungen im Motorenkabel (z.B. Notschalter) muss der Schirm auch im Schalter peripher / flächig durchverbunden werden.

Ausgeführt _____

F07: Motorenleitungen nicht durch Schaltgerätekombinationen oder andere empfindliche Anlageteile (z.B. Informationstechnische Einrichtungen) geführt

Ausgeführt _____

F08: Motorenleitungen räumlich getrennt von Signal- und Datenleitungen sowie empfindlichen Systeme verlegt

Ausgeführt _____

F09: Beim Einsatz von Netzfiltern müssen diese gut leitend und möglichst grossflächig mit dem FU- Gehäuse kontaktiert werden

Ausgeführt _____