J.SCHMITZ GmbH
EMV- KOMPETENZZENTRUM
Validierung
Qualifizierung
Konzeptionierung

ASSISTENZ SYSTEM EMV

ASSET EMC PERFORMANCE MANAGEMENT

Leitlinie

Simulationsrechnung EMV

Zielsetzung des Verfahrens

- Erfüllung der EMV-Richtlinie
- Sicherstellung Qualitätsanspruch des Investors an optimale Verfügbarkeit und sustainability

Vorentwurf

Ausgabestand: 2022

Verfasser

J.Schmitz GmbH EMV-Kompetenzzentrum

Chiemseestrasse 21,

D-83022 Rosenheim

Tel: +49(0)8031-900659-30

Fax: +49(0)8031-15433

mailto:schmitz@jschmitz.de

http://www.jschmitz.de

Sitz der Gesellschaft: Rosenheim, Handelsregister: HRB 2134 Traunstein

Ust-ID Nr DE 131 196 306

Geschäftsführer: Thomas Mauck

Leitlinie II

Simulationsrechnung

Software ***ESMA Version 2***
Teilversion aus ESMA 3/4

Zielsetzung

Die Moderation der Störsicherheit von Systemen durch einen Prozess der Konstruktions-Gestaltung soll die Verfügbarkeit mit nur unbedingt notwendigem Aufwand sicherstellen.

Risiken für die Verfügbarkeit von Betriebsmitteln sind sowohl in externer EMV als auch in INTRA EMV zu beherrschen durch die Sicherstellung Störabstand Störaussendung zu Störfestigkeit.

***Nachweis* Störabstand = *Vermutung* Risiko Verfügbarkeitsstörung akzeptabel**

- ➔ ***Anwendung konstruktiver Maßnahmen mit definierter Entkopplungswirkung***
  ESMA Version 1 digitalisierte Bauvorschrift
- ➔ ***Theoretischer Nachweis von Entkopplung von Störphänomenen***
  ESMA Version 2 Simulationsrechnung
- ➔ ***Messtechn. Nachweis Störaussendungs- und Störfestigkeits-Grenzwerten***
  LogAmp Messverfahren
- ➔ **Theoretische EMV Bewertung Störsicherheit durch numerische Validierung**
  - ➔ **Moderierung der Störsicherheit eines Produktes**
    ***Th*eoretische Bewertung von Entkopplung innerhalb Betriebsmittel**
    - **Optimierung Verfügbarkeit**
    - **Strukturierung Komponenteneinbau und Verdrahtung**
    - **Optimierung Minimierung Bauvolumen**

Inhaltsübersicht

1. Theoretischen EMV Berechnung Strukturierung 5
   - Anwendung einer theoretische Bewertung 5
   - Beeinflussungspfade für EMV Bewertung 5
   - Beeinflussung Störrisiko durch Komplexität der Beeinflussungspfade 5
   - Schnittstellen 5
   - Gefährdungen 5
   - Phänomene 5
2. Minimierung von Beeinflussungspfaden für Störströme, -spannungen und -felder 6
3. Theoretische Bewertung Gefährdung durch EM Störphänomene 7
4. EM Gefährdung Phänomen-Zonen durch Störphänomene 9
5. Beherrschung der Gefährdung durch konstr. Maßnahmen 10
6. Simulations-Rechnung unterschiedlicher Beeinflussungspfade 11
   - Algorithmus unmittelbare Bedrohung bei numerisch nicht bewertbaren Störphänomen 11
   - . Gefährdung Betriebsmittel durch externe Störphänomene 12
   - . Algorithmus Unmittelbare Bedrohung durch Störphänomen EM Feld von und nach extern 16
   - . Algorithmus unmittelbare Bedrohung durch leitungsgebundene Störphänomen von extern 17
   - Algorithmus mittelbare Bedrohung Komponenten durch leitungsgebundene Störphänomen 19
   - . Algorithmus mittelbare Beeinflussung Leitungen 20
   - Gefährdung Verfügbarkeit Betriebsmitte durch INTRA Störphänomene 21
   - Algorithmus unmittelbare Bedrohung durch Störphänomen H Feld intern 24
   - Algorithmus unmittelbare Bedrohung durch leitungsgebundene Störphänomen intern 25
   - Algorithmus mittelbare Bedrohung Komponenten durch leitungsgebundene Störphänomen 27
   - . Algorithmus mittelbare Beeinflussung Leitungen 28
7. Verfahrensdurchführung der Berechnung 29
8. Dokumentation des Ergebnisses der Theoretischen Bewertung 33
9. Ergebnis Komplexität der Berechnung 34
10. Validierung zur Verifizierung der berechneten Werte 35
11. ANHANG Beispiele Parameter in Stammdatei 38

1. Theoretische EMV Berechnung Strukturierung

Anwendung einer theoretische Bewertung

- ☞ **zum Zeitpunkt der Entwicklung Nachweis durch Prüfung nicht möglich**
- ☞ **nach Fertigung des Typprüflings Nachweis durch Prüfung nicht möglich**
- ☞ **Für eine sichere Verfügbarkeit bei stochastischen Beeinflussung im life cycle** nicht nur nur zum Zeitpunkt der Prüfung durch Sicherstellung der Entkopplungshöhe zwischen Störaussendung und Störfestigkeit in der Struktur gewünscht wird

Ob ausgewählte konstruktive Maßnahmen ausreichend oder übertrieben sind, können für alle Störphänomene einzeln im Inneren und nach und von extern durch einen Algorithmus numerisch überprüft werden.

No overengeneering

Beeinflussungspfade für EMV Bewertung

Ein theoretischer Nachweis der EMV hat für jedes Phänomen beide Beeinflussungsmöglichkeiten primär unmittelbar und sekundär mittelbar zu bewerten.
Eine umfassende Bewertung einer Schnittstelle mit allen infrage kommenden Phänomenen umfasst sowohl die direkte primäre Beeinflussung unmittelbar aller mit der Schnittstelle galvanisch oder unmittelbar durch EM Feld verbundenen Komponenten und Leitungen.
Zusätzlich sind auch die sekundäre Beeinflussungen mittelbar durch Nahfelder durch die Störströme von Schnittstellen Verbindungen von Komponenten und Leitungen zu bewerten

Beeinflussung Störrisiko durch Komplexität der Beeinflussungspfade

Die möglichen Kopplungspfade im inneren des Betriebsmittels sind zu betrachten.
Die Anzahl der Kopplungspfade ist die Komplexität des Betriebsmittels und daraus folglich die Risikopriorität: der EMV des Betriebsmittels.
Als Gefährdungen sind für primäre Beeinflussungen des Betriebsmittels von externen Störfelder im Fernfeld und Störspannungen und Ströme für Phänomene normativ definiert.
Für sekundäre Beeinflussungen im Inneren des Betriebsmittels kommen Störfelder im Nahbereich infrage, für die keinerlei Vorgaben normativ vorgegeben sind.
Für Störspannungen und Ströme im Inneren des Betriebsmittels sind Störfestigkeitsgrenzwerte der eingesetzten Komponenten zu bewerten.

Schnittstellen

Jede Schnittstelle eines Betriebsmittels kann durch EM-Gefährdungen beeinflusst werden. Dafür kommen sowohl Schnittstellen nach außen, als auch innerhalb des Betriebsmittels infrage.

Gefährdungen

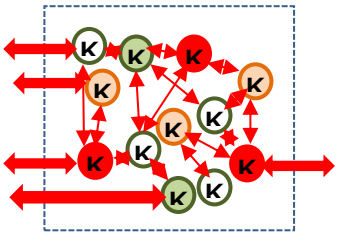
Jede Gefährdung an Schnittstellenkann Komponenten und Leitungen unmittelbar primär, als auch sekundär beeinflussen.

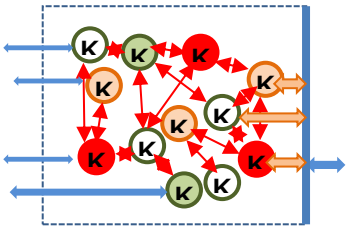
Phänomene

Als Gefährdungen sind im bestimmungsgemäßem Gebrauch zu erwartenden EM-Phänomene zu betrachten. Für EMV Nachweisverfahren zum Ausschluss dieser Gefährdungen sind zwei Vorgehensweisen möglich.

2. Minimierung von Beeinflussungspfaden für Störströme, -spannungen und -felder

Um ein Betriebsmittel EMV gerecht designen und konstruktiv planen zu können ist die Grund-Konfiguration der Komponenten und Leitungsverbindungen festzulegen
Zonen sind das äußere Hüllvolumen eines Betriebsmittels. Die in einer Zone einzubauende Komponenten und Leitungen sind in Kategorien gleicher EM Verträglichkeit einzugliedern.
Komponenten gleicher Störrelevanzen und Leitungen gleicher Leitungsklassen sind räumlich in EM Einbaubereiche bzw in Verlegewege zusammenzufassen





Schnittstellen leitungsgebunden **Schnittstellen im Fern-Feld**

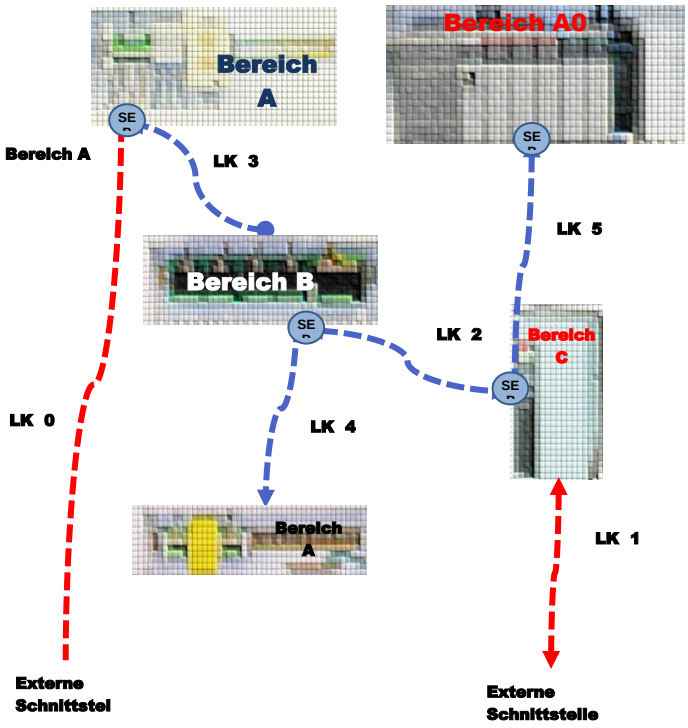
Ein Betriebsmittel ist in eine EM Struktur zu gliedern, in der Komponenten und Verdrahtung zusammengefasst sind um deren EM Verträglichkeit gegenüber EM Phänomene theoretisch algorithmisch bewerten zu können.

Alle Maßnahmen zur Strukturierung von Komponenten Einbauorten und deren Verdrahtung sind zu dokumentieren und zu bewerten

- Zonen sind räumliche Volumina innerhalb eines Betriebsmittels mit ähnlichem EMV relevanten Konstruktionsprinzip
- Eine Zone hat im Verfahren von vorn herein keine EM Eigenschaft. Diese wird erst durch deren Gliederung in EMV-Bereiche definiert
- Für in Betriebsmittel führende Leitungen ist mindestens an der jeweiligen Zonengrenze ein zentraler Einführungspunkt „single entry point: SEP“ festzulegen
- Am SEP sind alle Entkopplungselemente für leitungsgebundene Störströme und -spannungen zu konzentrieren
- Jeder Zone ist ein im Umfang identischer EMV-Bereich mit Störrelevanz A (Umgebungs--Bedingungen) zuzuordnen
- Für jede Zone ist somit die Gefährdung durch zutreffende externe Phänomene unmittelbar betroffener Komponenten und Leitungen in Bereich A risikoanalytisch zu bewerten.
- Ein Bereich A kann in weitere EMV-Bereiche mit abweichender Störrelevanz unterteilt werden
- Diesen Bereichen ist eine entsprechende abweichende Störrelevanz zuzuordnen
- Die Bereiche sind „schwimmend“ innerhalb eines hierarchisch höheren Bereichs
- Den Bereichsgrenzen ist eine Entkopplung für EM-Feld, aber auch für in den Bereich führenden Leitungen zuzuordnen
- Sie haben immer nur Grenzwerte „Entkopplung“ zu übergeordneten Bereichen
- Die Entkopplung zu parallelen Bereichen ist immer die Summe der Entkopplungen der einzelnen Bereichsgrenzen zu übergeordnetem Bereich
- Als weitere Risikominderung sind SEP’s an Bereichsgrenzen zu definieren
- Für jeden Bereich ist somit die mittelbare Gefährdung durch Nahfelder um nach extern führenden Leitungen risikoanalytisch zu bewerten
- Betrachtung Verfügbarkeit durch inhärente INTRA EMV ist die gegenseitige Gefährdung durch Nahfelder an interne Komponenten Einbauorten und Verlegewegen risikoanalytisch zu bewerten

Konfigurationsschema Zonengrafik ist Blaupause für die spätere E-Konstruktion.

Zonengrafik für EMV gerechte Konfiguration von Betriebsmittel



Innerhalb der Struktur eines Betriebsmittels sind Beeinflussungspfade zwischen unterschiedlich relevanten Störsenken und Störquellen möglich. Zur Sicherstellung einer Störarmen Konfiguration sind diese Pfade untereinander dutch konstruktive EMV Detailmaßnahmen zu entkoppeln.
Um eine möglichst Kopplungsarme Ausführung schon von vornherein ohne vorherige Messungen zu gewährleisten, ist die Entkopplungssicherheit durch Einhaltung von konstruktiven Maßnahmen aus den Vorgaben einer Bauvorschrift sicherzustellen.

3. Theoretische Berechnung Gefährdung durch EM Störphänomene

Beherrschung der Gefährdung für alle Beeinflussungspfade

Zur numerischen Bewertung der Gefährdung von Beeinflussungspfaden innerhalb der Gesamtzone (Konfigurations- Zonengrafik) sind Sub Zonen / P-Zonen für jeden möglichen Beeinflussungspfad einzurichten.

Jeder Beeinflussungspfad von Störquellen zu Störsenken kann durch mehrere mögliche Störphänomene gefährdet werden.

Für alle Phänomene sind phänomen-typische Parameter zur Verwendung in Simulationsrechnung messtechnisch für 3 jeweils für Nahbereichs-Entkopplung relevante Frequenzspektren in Stammdatei hinterlegt.

10 kHz – 150 kHz
150 kHz – 1 MHz
1 MHz – 10 MHz

Messwerte in Stammdatei pro Phänomen Störspannung
$U_{0\ max\ sel}$ dBuV
Marker LogAmp P_e dBuV
R_q Impedanz normativ Quelle
R_s Impedanz Senke

Messwerte in Stammdatei pro Phänomen Feld
$F_{0\ max\ sel}$ dBuV/m
Marker LogAmp P_e dBuV/m

Für die Zuordnung von Störphänomenen zu Übernahme in Berechnungs- Algorithmus sind die Phänomene codiert

Durch die Codierung eines Störphänomens für eine Störquelle ist festgelegt welche Art der Phänomene aus den Stammdaten in die Berechnung einbezogen werden können.

Durch die Codierung der Art des Phänomens sind auch die zur Beherrschung des Phänomens aus der Stammdatei möglichen konstr. Maßnahmen definiert.

Code	Einsatz in Algorithmus
E	**Phänomene für externe Gefährdung**
D	Phänomene in Simulationsrechnung numerisch nicht bewertbar. Gefährdung durch Dokumenten Bewertung zu entscheiden
-F	**Phänomene für Feld Beeinflussung**
--A	_ Störaussendung Feld
--F	_ Störfestigkeit Feld
-U	**Phänomene auf Leitungen**
--A	_ Störaussendung Feld
--F	_ Störfestigkeit Feld
I	**INTRA EM Gefährdung**
-N	**Phänomen Grenzwerte INTRA Nah-Bereich**
--V	_ **Vorsorge Grenzwert für In Volumen enthaltene Störquellen und Senken**
---B	○ **Volumen Einbaubereiche von Komponenten und Verlegewegen**
---W	○ **Volumen von Verlegewegen innerhalb von Einbaubereichen**
--N	_ **Validierungs- Grenzwert INTRA H-Feld**
---AK	○ **Grenzwert INTRA H-Feld Aussendung an internen Störquellen**
---FK	○ **Grenzwert INTRA H-Feld Störfestigkeit interner Störquellen**
--I	_ **Validierungs- Grenzwert Störstrom auf Leitungen**
---AL	○ **Grenzwert INTRA Störstrom Standard Leitungsklassen Störaussendung**
---FL	○ **Grenzwert INTRA Störstrom Standard Leitungsklassen Störfestigkeit**
--U	_ **Validierungs- Grenzwert Phänomene auf Leitungen**
---A	○ **Störaussendung leitungsgebunden**
---F	○ **Störfestigkeit leitungsgebunden**

4 EM Gefährdung Phänomen-Zonen durch Störphänomene

Externe EMV Gefährdung	Codierung E

Phänomene numerisch nicht bewertbar	D
Störfestigkeit Betriebsmittel	
Magnetfeld bei energietechn. Frequenz	D
Störfestigkeit Senke	
Netzqualität extern an Anschlusspunkt	D

Phänomene EM Feld	F
Störaussendung Feld	A
Störaussendung EM Feld Betriebsmittel Fernfeld	FA
Störaussendung EM Feld INTRA Komponenten Fernfeld	(I) FA
Störfestigkeit Feld	F
Störfestigkeit EM Feld	FF
Elektrostatische Entladung (ESD)	FF
Phänomene auf Leitungen	U
Störaussendung leitungsgebunden	A
HF Spannungen	UA
Störfestigkeit leitungsgebunden	F
HF Spannungen	UF
Schnelle Transienten 5/50 ns (Burst)	UF
Stoßspannungen (Surge)	UF
Stoßspannung Überspannungs-Puls (8/20 ms)	UF
ESD auf Leitung	UF

INTRA EM Gefährdung	Codierung I

Phänomene numerisch nicht bewertbar	D
Störfestigkeit Komponenten	
Netzqualität Störfestigkeit Komponenten	I D
Phänomen Grenzwerte INTRA Nah-Bereich	N
Vorsorge Grenzwert INTRA H-Feld	V
Grenzwert INTRA H-Feld Volumen EMV Einbaubereiche	I NVB
Grenzwert INTRA H-Feld an Volumen Verlegewegen in Einbaubeeichen	I NVW
Validierungs- Grenzwert INTRA H-Feld	N
Grenzwert INTRA H-Feld Aussendung an internen Störquellen	I NAK
Grenzwert INTRA H-Feld Störfestigkeit interner Störquellen	I NFK
Validierungs- Grenzwert Störstrom auf Leitungen	I
Grenzwert INTRA Störstrom Standard Leitungsklassen Störaussendung	I IAL
Grenzwert INTRA Störstrom Standard Leitungsklassen Störfestigkeit	I IFL
Validierungs-Grenzwert Störspannung an Komponenten Schnittstellen	U
Grenzwert INTRA Störspannung Aussendung an internen Störquellen z.B. Störspannung Netzgeräte primär/sekundär	I UAK?L
Grenzwert INTRA Störspannung Festigkeit an internen Störsenken z.B. Störspannung Netzgeräte primär/sekundär	I UFK?L

5 Beherrschung der Gefährdung durch konstr. Maßnahmen

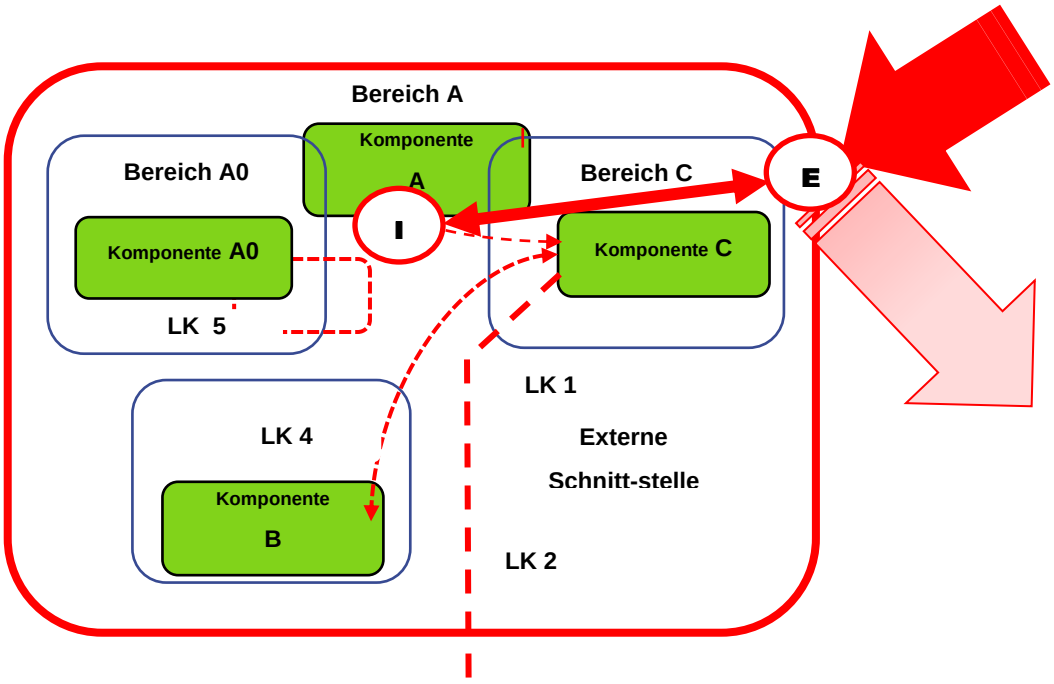
Konstruktive Maßnahmen	Codierung

Maßnahmen Entkopplung Phänomene	
Minderung Längsimpedanz durch Verlegeart Verlegehöhe über Masse	F2
Entkopplungsmaßnahmen Fernfeld z.B. Schirmung	F3
Spannungsbegrenzer	F 4
Umrechnung Strom in H-Feld in Abhängigkeit Verlegehöhe über Masse	F5
Maßnahmen für Bewertung aus Dokumentanlage	F6
Entkopplung Nahfeld zwischen Leitungen und Komponenten Einbauorten	F7
Entkopplungsdämpfung zwischen Leitungen	F8
Leitungs-Impedanz	R1
Längs-Impedanz Änderung	R2
Querimpedanz Leitung zu Masse mΩ	R3

6 Simulations-Rechnung unterschiedlicher Beeinflussungspfade

Der Algorithmus gilt sowohl für Störquellen extern des Betriebsmittel, aber auch für Störquellen innerhalb des Betriebsmittel zur Bewertung der von innen beeinflussbaren Schnittstellen Störaussendung des Betriebsmittel nach außen. Als Phänomen und Maßnahmen sind nur welche die zur „Bewertung nach Dokumentenlage“ mit D gekennzeichnete zu verwenden.
Für einen Beeinflussungspfad sind mehrere Gefährdungen zu bewerten.

Algorithmus unmittelbare Bedrohung bei numerisch nicht bewertbaren Störphänomen



Eingabe Ort Störquelle
E Entry point / I Komponente

Störquelle Phänomene ED / ID
(CodierungD / ohne Frequenzbereichseinteilung)

Eingabe Maßnahme
Bewertung aus Dokumentenlage F6
z.B. USV Anlage

Bewertung Senke
EP – F6 Maßnahme D = Senke

Störphänomen Senke
Grenzwert für Senke = Störabstand

Störquelle liegt außerhalb des Betriebsmittel

- ➔ **E = Schnittstelle**
- ➔ **Phänomen = D Störfestigkeit Betriebsmittel**

Störquelle innerhalb des Betriebsmittel

- ➔ **I = störende Komponente oder Leitung**
- ➔ **Phänomen = D Störaussendung**

Störsenke innerhalb des Betriebsmittel

- ➔ **I = Komponente**
- ➔ **Phänomen = D Störfestigkeit Komponente**

Störsenke liegt außerhalb des Betriebsmittel

- ➔ **E = Schnittstelle Komponente**
- ➔ **Phänomen = D Störaussendung Betriebsmittel**

Gefährdung Betriebsmittel durch externe Störphänomene

Zielsetzung Forderung der EMV-Richtlinie

Die Konformität mit den Forderungen der EMV-Richtlinie, Anhang I, ist für alle EMV-Phänomene nachzuweisen:

A) Phänomen ist in den angewendeten harmonisierten Normen eingeschlossen:

--> Nachweis der Konformität durch EMV-Prüfungen nach harmonisierten Normen

B) Phänomen ist Stand der Technik:

--> Nachweis durch geeignete Prüfverfahren entsprechend der Definition in der EMV-Richtlinie

C) Für Phänomene sowohl nach harmonisierten Normen, als auch nach Stand der Technik, deren Konformität durch Prüfverfahren nicht nachgewiesen ist:

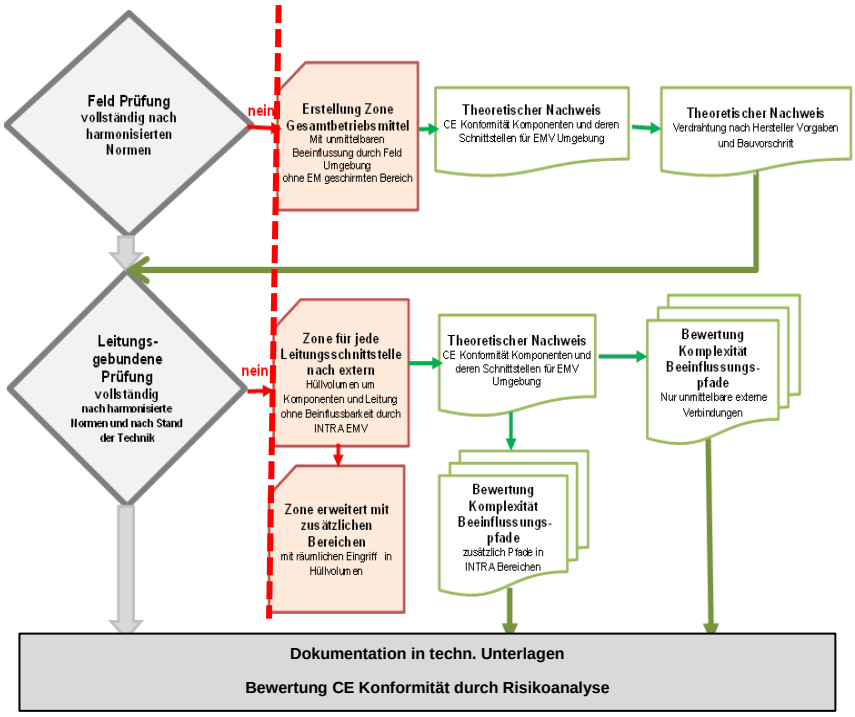
--> Sicherstellung der Unbedenklichkeit der unbeabsichtigten Beeinflussung des Betriebsmittel durch:

- durch alternative Prüfverfahren mit plausibler Bewertung
- Theoretischen Nachweis der Unbedenklichkeit durch Anwendung konstruktiver Maßnahmen deren Wirkung glaubwürdig bewiesen ist

Die Richtlinie geht davon aus, dass durch die Konformitätsprüfung eines Betriebsmittels die Konformitäts-Vermutung der Einhaltung, der in der Prüfungsnorm enthaltenen Phänomene, gegeben ist.
Deshalb sind nur Sub / P-Zonen zu strukturieren, die Schnittstellen in die Umgebung haben und EM-Phänomene auf diese Schnittstellen einwirken können und deren Einhaltung von Grenzwerten nicht durch Prüfungen nachgewiesen wurde.
Die Grenzen dieser Sub / P-Zonen in das Betriebsmittel hinein, reichen nur bis zu Komponenten oder Maßnahmen, die die Wirkung der Phänomene begrenzen.

Definition der Verifizierungs- und Validierungs-Maßnahmen zur Erfüllung des Nachweises der Beherrschung der normativ geforderten Störphänomene

Messtechnischer Nachweis **Theoretischer Nachweis**



Aus der Tabelle aller

Für den theoretischen Nachweis der Konformität und der darin eingeschlossenen risikoanalytischen Betrachtung, sind die Schnittstellen des Betriebsmittels für jedes einzeln zu bewertende Phänomen, zu betrachten.

harmonisierten oder nach Stand der Technik Normen sind die für ein Projekt infrage kommenden auszuwählen. Für die ausgewählten Normen sind die möglichen Validierungs-Verfahren zu definieren.

Definition von Sub / P-Zonen für den theoretischen Konformitäts¬nachweis nach EMV Richtlinie

Für die durch Prüfungen nicht abgedeckten Phänomene sind dann für die Theoretische Bewertung je eine Sub / P-Zone anzulegen.

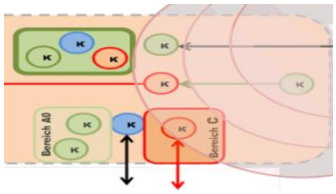
Bei zu betrachtenden Schnittstellen, für die unterschiedliche Phänomene als Gefährdung in Betracht kommen, sind in den umfassenden Zonen evtl. Sub-Zonen für einzelne Phänomene einzuführen.
Die in der umfassenden Zone eingerichteten EM Einbau-Bereiche bleiben davon unberührt und gelten für alle Sub-Zonen gleichermaßen in geometrischer Eingrenzung und Störrelevanz.
Dabei sind die unmittelbar nach extern grenzenden Komponenten und Leitungsverbindungen in Sub / P-Zonen zusammenzufassen.

a) Feldgebundene Phänomene
- Sub / P-Zone für alle räumlichen Schnittstellen mit Beeinflussungspfad über das elektromagnetische Feld nach und von extern zu Komponenten und Leitungen innerhalb des Betriebsmittels

b) Leitungsgebundene Phänomene
- Sub / P-Zonen für alle Schnittstellen mit Leitungsführung zu galvanisch verbundenen Komponenten innerhalb des Betriebsmittels

Definition von Sub / P-Zonen mit unmittelbaren Schnittstellen über das elektromagnetische Feld zur Umgebung
Die räumliche Begrenzung der Zone für die in Frage kommenden Beeinflussungen durch EM-Felder von- und nach extern ist grundsätzlich die Hüllkurve des gesamten Betriebsmittels. Darin eingeschlossenen sind auch alle EM Einbaubereiche mit abweichender Störrelevanz im Inneren des Betriebsmittels.

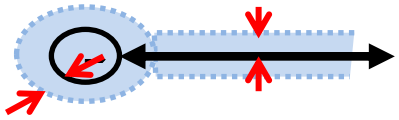
Der Gesamtbereich in dieser Zone ist mit der Zielsetzung: *Einhaltung der EMV-Richtlinie* als Störrelevanz A zu betrachten, da nach EMV-Richtlinie die Interaktion im Nahfeld nicht zu bewerten ist.
Für die Komponenten und Verbindungsleitungen ist nur die Beeinflussbarkeit durch Phänomene deren EM Verträglichkeit für das Betriebsmittel nicht durch Prüfung nachgewiesen ist, zu beurteilen.
Die Grenzwerte für die zu betrachtenden Phänomene zur Bewertung der Eignung der Komponenten und Leitungsverbindungen in den Zonen sind mit den Anforderungen an das Betriebsmittel identisch.



Für feldgebundene Phänomene sind bei Betriebsmitteln mit EM-wirksamer Schirmung die Grenzwerte um den Betrag der Gehäuse Schirmdämpfung anzupassen.
Innerhalb der gesamt-Zone kann eventuell ein Bereich in einem EM dichten Gehäuse sein, der von der externen Beeinflussung durch gute HF-Schirmung (>40 dB) entkoppelt ist.
Die in diesem untergeordneten Bereich angeordneten Komponenten und Leitungsverbindungen sind für die Zielsetzung: *Einhaltung der EMV-Richtlinie* nicht zu beachten.
Die Schirmwirkung muss glaubhaft nachgewiesen, nachhaltig und bei bestimmungsgemäßem Gebrauch einzuhalten sein.

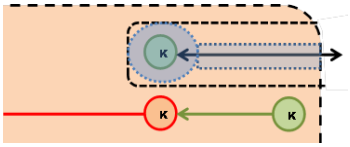
Definition von Zonen mit unmittelbaren leitungsgebundenen Schnittstellen zur Umgebung
Für die Komponenten und Verbindungsleitungen ist nur die Beeinflussbarkeit durch Phänomene, deren EM-Verträglichkeit für das Betriebsmittel nicht durch Prüfung nachgewiesen ist, zu beurteilen.
Die räumliche Begrenzung der Sub / P-Zonen umfasst grundsätzlich ein unbeeinflussbares Hüllvolumen um die mit der externen Schnittstelle unmittelbar galvanisch verbundenen Komponenten und deren Leitungsverbindungen nach extern.

Beachtung unbeeinflussbare Hüllvolumen um Komponenten mit <u>unmittelbarer</u> Schnittstelle nach extern und den damit zusammenhängenden Leitungen



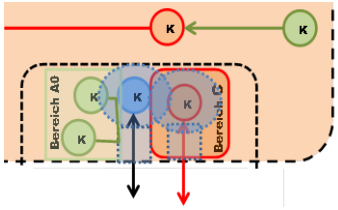
Parameter des 3-dimensionalen Hüllvolumen	
Abstand um Komponenten	200 mm
Abstand um Leitungen	300 mm
Höhe Leitungen über Masse	40 mm
Länge Leitungen max.	1 m

Externe Schnittstelle ohne
Beeinflussbarkeit deren Hüllvolumens.



Die Grenzwerte für die zu betrachtenden Phänomene (leitungsgeführte Bedrohungen) zur Bewertung der Eignung der Komponenten und Leitungsverbindungen in den Hüllvolumen sind mit den Anforderungen an das Betriebsmittel identisch.

Definition von Bereichen mit abweichender Störrelevanz in Zonen, die <u>mittelbar</u> durch Leitungs- gebundene Schnittstellen zur Umgebung zu beeinflussenden sind.
Dabei sind mittelbar durch H-Felder im Nahbereich, die durch Störströme auf den externen Leitungen erzeugt werden, beeinflussbar sind (Störfestigkeit) bzw. diese durch interne Felder selbst **beeinflussen** können (Störaussendung) alle Komponenten und interne Leitungsführungen zu betrachten.



Externe Schnittstelle, die innerhalb des Betriebsmittels durch INTRA-EMV-Bereiche beeinfussbar ist und andere Betriebsmittel beeinflussen kann.
Ragen in die definierten Hüllvolumen der Schnittstellen Verbindung angrenzende EMV-Einbaubereiche oder Leitungsverbindungen hinein, so sind diese Einbaubereiche in die jeweilige Sub-Zone mit zu integrieren und die konstruktiven Maßnahmen zur Entkopplung im Nahfeld mit zu betrachten und risikoanalytisch zu bewerten.

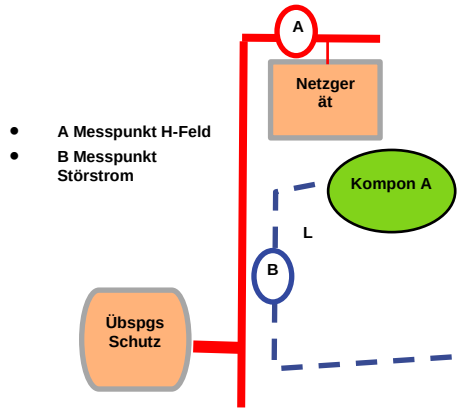
Beispiel:

Muster P-Zonen

externe Beeinflussung nach EMV Richtlinie

Bei Zielsetzung Erfüllung der Forderungen der EMV Richtlinie sind alle Schnittstellen mit einer möglichen Gefährdung durch nicht geprüfte Phänomene zu betrachten und die Beherrschung der Gefährdung theoretisch nachzuweisen.
Sub / P-Zonen für die theoretische Bewertung sind für alle Schnittstellen pro Phänomen anzulegen.
Dabei sind sowohl Gefährdungen der Schnittstelle von extern, als auch Gefährdungen aus Intern über die Schnittstelle in Umgebung (Störaussendung) in eigenen P-Zonen zu betrachten.

Als set up für ein Beispiel wurde eine Schnittstelle von extern in den inneren Aufbau eines Systems angenommen.



Als Gefährdung beherrschende Komponente wurden angenommen:
Überspannungsschutz für Transienten
Netzgeräte für Netzqualität ohne vorgeschaltete Netzfilter

Dadurch ergeben sich für risikoanalytische Betrachtung 2 P-Zonen

Der Aufbau der nach innen führenden Leitungs-Verbindung ist als Leitung von extern bis zu einer Sammelschiene und von da mit Leitungen in Luft bis zu Oberwellen begrenzende Komponenten „ Netzgerät“ geführt.

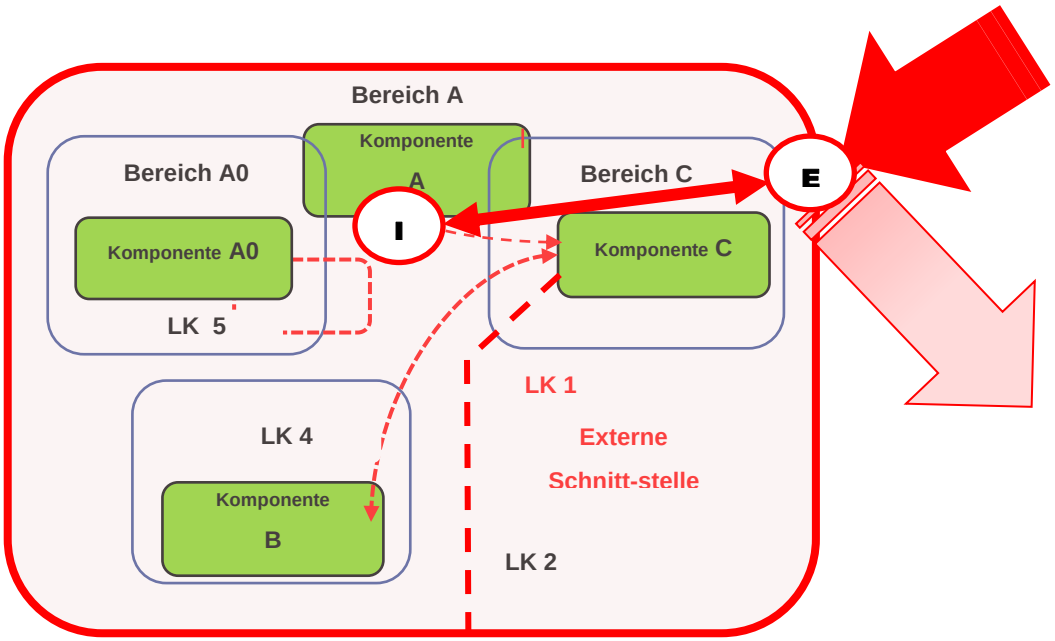
Der Leitungsabschnitt von extern zu Schutzelement „Überspannungs-Ableiter “ ist nur 0,5 m durch Platzierung des Ableiters unmittelbar in der Nähe der Schnittstelle.

Der Algorithmus berechnet die Minderung des primären Bedrohungs- Wertes durch numerisch darstellbare Entkopplungs- Werte von konstruktiven Maßnahmen.
Das Ziel ist ein akzeptabler Störsicherheits- Abstand des Rest Bedrohungs- Wertes an der Störsenke zu dem Störfestigkeits- Grenzwert der Störsenke Bedrohungswert.

Algorithmus unmittelbare Bedrohung durch Störphänomen EM Feld von und nach extern

Der Algorithmus gilt sowohl für Störquellen außerhalb des Betriebsmittel bzgl. Störfestigkeit, aber auch für Störquellen innerhalb des Betriebsmittel zur Bewertung der von innen beeinflussbaren Schnittstellen des Betriebsmittel nach extern bzgl. Störaussendung.

Für einen Beeinflussungspfad sind mehrere Gefährdungen zu bewerten.



Eingabe Ort Störquelle
E Entry point / I Komponente
ORT im Volumen

Störquelle **E FF / I FA**
EM Feld 30 MHz – 6 GHz
U_0 ist EM Feld an Quelle unmittelbar

Eingabe Maßnahme
Entkopplung Fernfeld z.B.
Schirmung dB

Errechnung Feld Senke
Feld EP - F Schirmung = F Senke

Störphänomen Senke **I FF / E FA**
Feld Senke in Relation zu
Grenzwert für Senke =
Störabstand in dB

Störquelle liegt außerhalb des Betriebsmittel
- ➔ **E = Schnittstelle**
- ➔ **Phänomen = FF Störfestigkeit Betriebsmittel**

Störquelle innerhalb des Betriebsmittel
- ➔ **I = störende Komponente oder Leitung**
- ➔ **Phänomen = I FA Störaussendung Komponente**

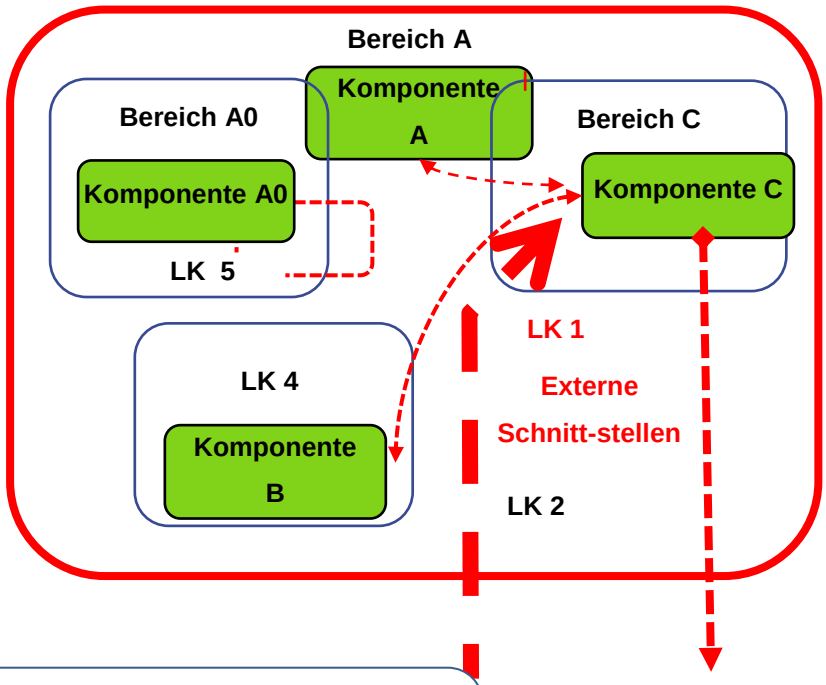
Störsenke innerhalb des Betriebsmittel
- ➔ **I = Komponente**
- ➔ **Phänomen = I FF Störfestigkeit Komponente**

Störsenke liegt außerhalb des Betriebsmittel
- ➔ **E = Schnittstelle Komponente**
- ➔ **Phänomen = E FA Störaussendung Betriebsmittel**

Algorithmus unmittelbare Bedrohung durch leitungsgebundene Störphänomen von extern

Der Algorithmus gilt sowohl für Störquellen außerhalb des Betriebsmittels bzgl. Störfestigkeit, aber auch für Störquellen innerhalb des Betriebsmittel zur Bewertung der von innen beeinflussbaren Schnittstellen des Betriebsmittel nach extern bzgl. Störaussendung

- ✓ **Pro Schnittstelle sind mehrere Leitungspfade zu Komponenten möglich.**
- ✓ **Pro Leitungspfad sind mehrere Störphänomene möglich.**
- ✓ **Die Art des Störphänomens und dessen Frequenzbereich für Senke und Quelle für einen Beeinflussungspfad müssen identisch sein.**
  z.B. Kontinuierlich oder Transient



Eingabe Schnittstelle
E extern point / I Komponente
ORT im Volumen
Eingabe Leitungslänge
Störquelle zu Senke 5 m

Störquelle Phänomen aus Stammdatei **E UF**
/ I UVAK
Surge 2,5 kV $U_{0\ sel}$
U_0 ist Spannung an Quelle unmittelbar

Maßnahme Spannungsbegrenzer **F4**
Üspgs.Schutz 1,5 kV UF4
U3 =Ersatz U_0 durch UF4

MaßnahmeSchirmauflage an Eintrittspunkt R3
Verhältnis Quell Impedanz Phänomen zu Querimpedanz Maßnahme (z.B. EMV Verschraubung)
$U_2 = U_1 * R3/R1$

Störquelle liegt außerhalb des Betriebsmittel

- ➔ **E = Schnittstelle Betriebsmittel**
- ➔ **Phänomen = UF Störfestigkeit Störspannung Betriebsmittel**

Störquelle innerhalb des Betriebsmittel

- ➔ **I = störende Komponente oder Leitung**

U_1
Max sel

U_2
Max sel

Maßnahme Auswahl Leitungsart R1

Feinflexibel 16^2 in Luft verlegt R Ω

Maßnahme Impedanz Änderung R2

Ferrit Art xy

$I1 = U_2$ sel /(R1*L/3+R2+R_q+R_S))

Maßnahme Auswahl Verlegeart F2

Verlegung über Masse 40 mm

I2 = I1 + F2

F2 = Minderung Längsimpedanz durch Verlegeart

(Wert negativ)

Spannungsabfall an Leitung Quelle zu senke

U3 = I2 *(R1*L/3+R2)

Maßnahme Schirmauflage im Verlegeweg R3

Verhältnis Quell Impedanz Phänomen zu Querimpedanz Maßnahme (z.B. EMV Verschraubung)

$U4 = U_{3/}$ * R3/R1

Störfestigkeit Senke Komponenten I

UVFK / E UA

Norm Grenzwert Produkt Norm

Vergleich U4 mit U_0 Grenzwert für Senke

= Störabstand in dB

I1

Max sel

I2

Max sel dbuA

U3

Max sel dbuV

U4

Max sel dbuV

Störsenkeliegt innerhalb des Betriebsmittel

➔ I = Komponente oder Leitung

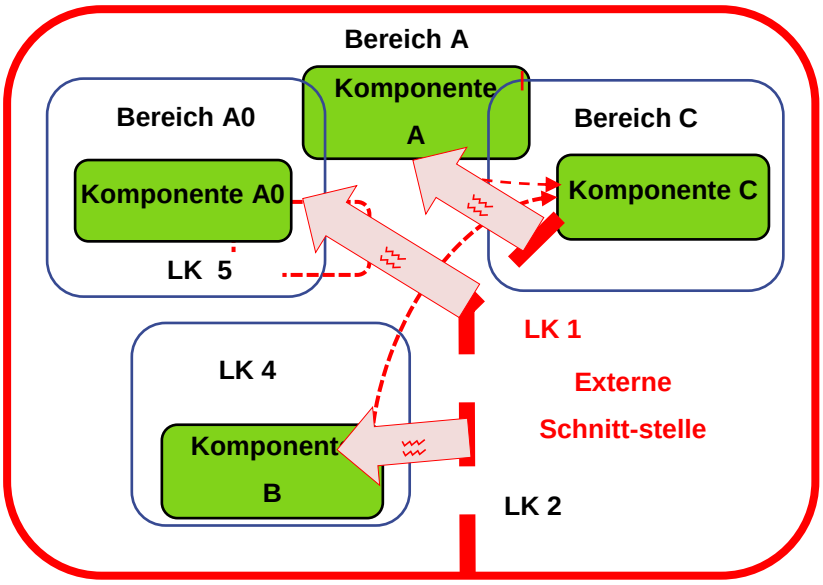
➔ Phänomen = I UVFK Störfestigkeit Komponente

Störsenke außerhalb des Betriebsmittel

➔ E = Schnittstelle Betriebsmittel

➔ Phänomen = E UA Störaussendung Betriebsmittel

Algorithmus mittelbare Bedrohung Komponenten durch leitungsgebundene Störphänomen



Errechnung Strom sel Kurzschluss

Berechnung aus U1jedoch R_S=0

I3 =P_E / (R1*L/3 + R2 + RQ)

I3

LogAmp Strom dBuA

Errechnung LogAmp Feld
Faktor Verlegeart Feld F5
Feld ohne Massebezug zu Feld bei Verlegeart

Übernahme in H-Feld INTRA EMV
Worst case max Werte
aus allen H-Feld Werten von allen Schnittstellen, deren Leitungen und allen Phänomenen

H_1 Feld

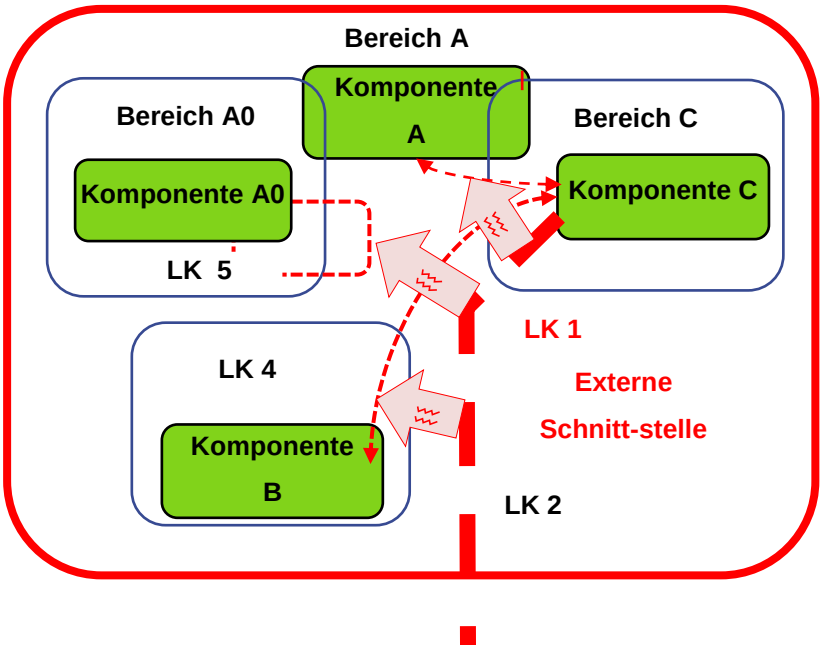
LogAmp H-Feld dBuA/m

Bewertung Störsicherheitslevel I NVK
Differenz Worst case Wert zu Störfestigkeits Grenzwert für Störrelevanz Einbaubereich der Komponenten
Soll > 6 dB

Störsenke innerhalb des Betriebsmittel
- ➔ I= Komponente
- ➔ Phänomen = I NVK Störfestigkeit gegen H-Feld in Bereichen

Algorithmus mittelbare Beeinflussung Leitungen

Algorithmus mittelbare Beeinflussung Leitungen



Aus Algorithmus mittelbare Bedrohung Leitungen durch H-Feld

Maßnahme Leitungsentkopplung durch Verlegeart **F8**

H_2 ist Nahfeld an mittelbar beeinflusster Leitung Leitung = $H_1 + F_8$

Verlegung auf Massefläche Stahlblech

3 m Leitungslänge Leitungsabstand 5 cm (Wert negativ)

Störfestigkeit Senke Leitung

I NVL

Vorsorge Grenzwert zulässige H-Felder an Verlegewegen für unterschiedliche Leitungsklassen aus Stammdatei

z.B. LK 1 Leitung Netz zu Netzfilter

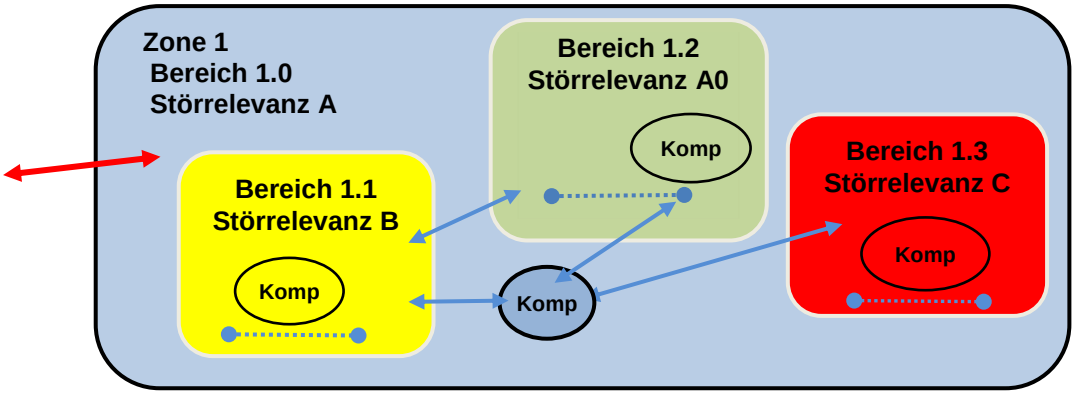
Für alle Leitungsklassen in den umgebenden Bereichen zu wiederholen

Gefährdung Verfügbarkeit Betriebsmittel durch INTRA Störphänomene

Zielsetzung Optimale Verfügbarkeit durch inhärente INTRA EMV

Dabei sind alle Komponenteneinbauorte und deren Leitungsverbindungen, die Komponenten innerhalb des Systems beeinflussen können, zu betrachten.
Um die Komplexität und damit das Risiko einer Störbeeinflussung durch Minderung der Beeinflussungs-Pfade gering zu halten sind EM unbedenklich zusammen fassbare Komponenten und Leitungen räumlich zusammenzulegen. Dafür sind die Komponenten und Leitungen in EM störrelevante Kategorien einzuteilen.

Sowohl Komponenten als auch Leitungen können entsprechend ihrer Kategorisierung zusammengefasst und ohne Entkopplungsmaßnahmen eingebaut werden.



Einteilung Störsenken und –Quellen in Kategorien unterschiedlicher Störrelevanz

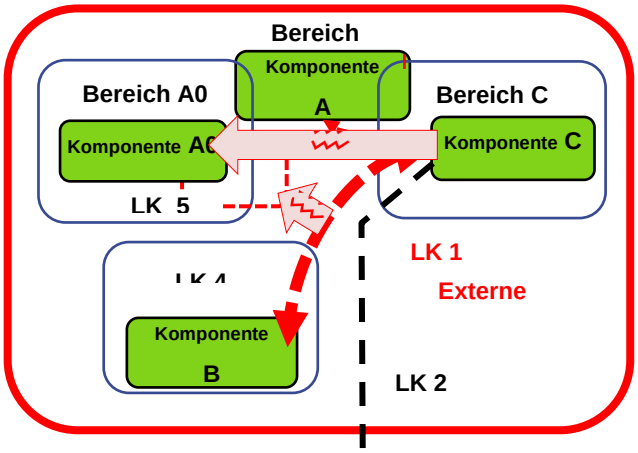
Komponenten in 4 Kategorien:

Stör-relevanz	Einsatzbereich	Komponenten Einsatz
O	**EMV Umgebungsbedingung**	Betriebsmittel CE Konform
A	**Störungsneutral**	Schaltgeräte
AO	**Störungsminimiert**	SPS, Messumformer, Industrie/handelsüblicher PC, Sensoren
B	**Störungsbehaftet**	Schütze Schaltgeräte induktiver Lasten hoher Schalthäufigkeit
C	**Stark störungsbehaftet**	Frequenzumrichter (hoher Oberwellengehalt)

Leitungen in 5 Leitungsklassen:

Leitungs-klasse	Schnittstellen-verbindungsart	Beispiele	Störrelevanz Störfestigkeit		Störrelevanz Störaussendung	
5	Geschirmte Datenleitung	Empfindliche Bussysteme Messkreise	**Empfindlich**	**++**		
4	Digitale Steuerleitung	Steuerstromkreise Widerstandslasten Kleinleistungsgeräte Gleichstromnetze kleiner Leistung	**Wenig empfindlich**	**+**		
0	Netzeinspeisung	Netzzuleitung entspr. Spezifikation Betriebsmittel	**Umgebungs-bedingung**	**+-**		
3	Steuerung induktiver Lasten	Stromkreise starker ind. Lasten Stromkreise schneller Lastzyklen	**Geringfügig empfindlich**	**+**	**+**	**Geringfügig störbehaftet**
2	Leitung von Netzfilter zu Umrichter	Hauptstromversorgung von nichtlinearen Leistungen - Schaltregler Netzteile - Frequenzumrichter			**++**	**störbehaftet**
1	Leitung von Umrichter zu Antrieben	Leitungen von nichtlinearen Leistungselektronik			**++** **+**	**Sehr störbehaftet**

Bei Zielsetzung Erfüllung des Qualitätsanspruchs „Inhärente INTRA EMV“ sind alle Beeinflussungspfade für mögliche Gefährdungen deren Unbedenklichkeit durch INTRA EMV Messungen nicht nachgewiesen ist, deren Beherrschung theoretisch nachzuweisen.



Um in einem System umfassende inhärente INTRA EMV zu gewährleisten sind P-Zonen Matrizen für alle möglichen Beeinflussungspfade zwischen Störquellen höherer zu niedrigerer Störrelevanz zu erstellen.
Durch Betrachten der Gesamt Zone auf Störsicherheit kann die inhärente INTRA EMV gewährleistet werden.

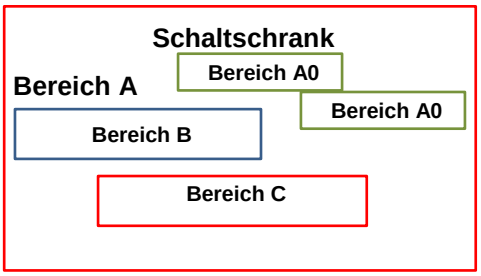
Durch Definition des inneren Aufbaus ist definiert:

- ➔ Komplexität des Systems mit Festlegung der Anzahl der Beeinflussungspfade
- ➔ Vertrauenswürdigkeit der EM Entkopplung des Systems durch theoretische Bewertung

Beispiel:

Muster Setup Sub / P-Zonen

deren Beherrschung theoretisch nachzuweisen.
In einem System sind im Bereich C starkstrahlende Frequenzumrichter eingebaut .
Diese Komponenten beeinflussen im Nahfeld umliegende Komponenten in anderen sensibleren EM Bereichen.
z.B. Von den Frequenzumrichtern führen Steuerleitungen in den Bereich B und nach außen Motorleitungen. Diese Verbindungen führen Störströme und strahlen Störfelder auf parallel verlegte Leitungen und auch in andere Einbau Bereiche ab.
Als P-Zone ist das gesamte Volumen der physikalischen Zone zu betrachten. Alle Bereiche und Leitungsverbindungen darin sind zu bewerten.
Die Komplexität ist sehr hoch, entsprechend ist der Einfluss auf Verfügbarkeit durch INTRA EMV exponentiell höher als die Wahrscheinlichkeit einer Funktionsstörung entsprechend externer Beeinflussung.
Für eine umfassende Beherrschung der Störsicherheit sind durch Simulationsrechnung alle Beeinflussungspfade zu berechnen. D.h. Die Anzahl der P-Zonen Berechnungen entspricht der Komplexität des Systems
z.B. Für eine Maschine mit Schaltschrank können zum umfassenden Nachweis der Störsicherheit inhärente INTRA EMV 23 Rechenvorgänge entsprechend der Komplexität notwendig sein



Summe

Komplexität INTRA System : 23

Komplexität Schaltschrank:

2* Bereich A0 ➔A

1*Bereich B➔A

1* Bereich C➔A

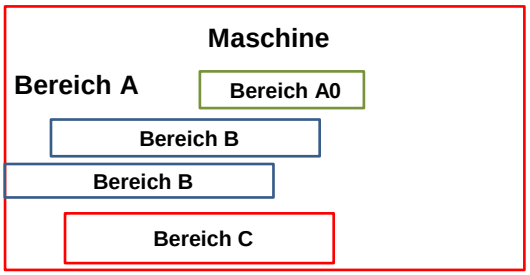
2 *A0➔B

2*A0➔C

1*B➔C

Summe

Komplexität INTRA 9



Komplexität Maschine

2* Bereich A0 ➔A

2*Bereich B➔A

2* Bereich C➔A

2 *2 =4 A0➔B

2*A0➔C

2*B➔C

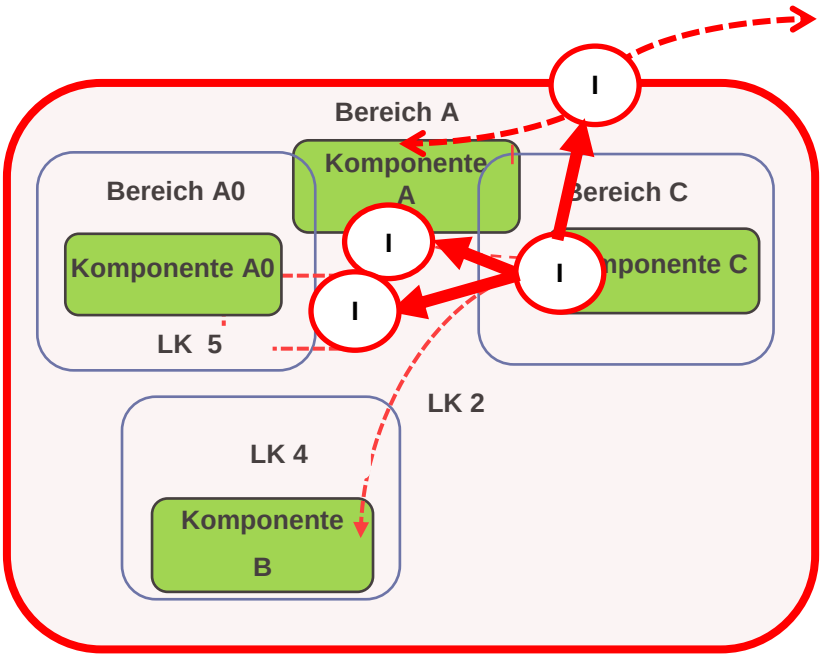
Summe

Komplexität INTRA 14

Algorithmus unmittelbare Bedrohung durch Störphänomen H Feld intern

Der Algorithmus gilt sowohl für Störquellen innerhalb des Betriebsmittel zur Bewertung der beeinflussbaren Störsenken des Betriebsmittel.
Störquellen oder Senken können Komponenten oder Leitungen sein.

Für einen Beeinflussungspfad sind mehrere Gefährdungen zu bewerten.



Eingabe Ort Störquelle I
Komponenten Einbaubereich oder Verlegeweg
ORT im Volumen

Störquelle I NV…
Vorsorge Grenzwert H-Feld $_{PE}$ an der Störquelle

Eingabe Maßnahme
Entkopplung Nahfeld dB F7
In Esma ersetzt F7 für Nahfeld anstelle F3 für Fernfeld

Errechnung Feld Senke
Feld IP - F Entkopplung = F Senke

Störphänomen Senke I NV…
Vorsorge Grenzwert QM Prozess Vorgabe
Feld Senke berechnet zu Vorsorge-Grenzwert Senke = Störabstand in dB

Störquelle innerhalb des Betriebsmittel
- ➔ **I = störende Komponente oder Leitung**
- ➔ **Phänomen = I NVK / INVL / INVA**
  Vorsorge Grenzwert Komponente oder Leitung

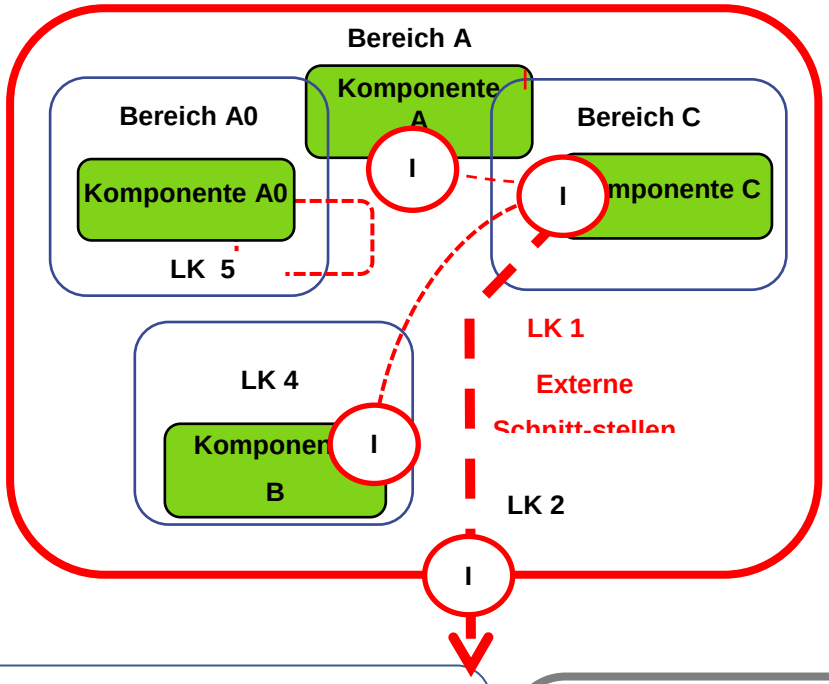
Störsenke liegt innerhalb des Betriebsmittel oder Leitung nach extern
- ➔ **I = Schnittstelle Komponente oder Leitung**
- ➔ **Phänomen = I NVK / INVL / INVA / INVE**
  Vorsorge Grenzwert Komponente oder Leitung

Algorithmus unmittelbare Bedrohung durch leitungsgebundene Störphänomen intern

Der Algorithmus gilt für Störquellen innerhalb des Betriebsmittel zur Bewertung der beeinflussbaren Störsenken des Betriebsmittel. Die passenden Phänomene können entsprechend der Codierung aus der Stammdatei übernommen werden.

Störquellen oder Senken können Komponenten Schnittstellen sein..

- ✓ **Pro Schnittstelle sind mehrere Leitungspfade zu Komponenten möglich.**
- ✓ **Pro Leitungspfad sind mehrere Störphänomene möglich.**
- ✓ **Die Art des Störphänomens und dessen Frequenzbereich für Senke und Quelle für einen Beeinflussungspfad müssen identisch sein.**
  z.B. Kontinuierlich oder Transient



Eingabe Schnittstelle
I Komponente
ORT im Volumen
Eingabe Leitungslänge
Störquelle zu Senke 5 m

Störquelle innerhalb des Betriebsmittel
- ➔ **I = störende Komponente oder Leitung**
- ➔ **Phänomen = i UVAK Störaussendung Komponenten Schnittstelle**

Störquelle Phänomen aus Stammdatei IUVAK
Surge 2,5 kV $U_{0\ sel}$
U_0 ist Spannung an Quelle unmittelbar

Maßnahme Spannungsbegrenzer F4
Üspgs.Schutz 1,5 kV UF4
U3 =Ersatz U_0 durch UF4

U1
Max sel dbuV

Maßnahme Schirmauflage an Eintrittspunk R3
Verhältnis Quell Impedanz Phänomen zu Querimpedanz Maßnahme (z.B. EMV Verschraubung)
$U_2 = U_1 * R3/R1$

U2
Max sel dbuV

Maßnahme Auswahl Leitungsart **R1**

Feinflexibel 16^2 in Luft verlegt R Ω

Maßnahme Impedanz Änderung **R2**

Ferrit Art xy

$I1 = U_2$ sel /(R1*L/3+R2+R_q+R_S))

I1

Max sel dbuA

Maßnahme Auswahl Verlegeart **F2**

Verlegung über Masse 40 mm

I2 = I1 + F2

F2 = Minderung Längsimpedanz durch Verlegeart

I2

Max sel dbuA

Spannungsabfall an Leitung

Quelle zu senke

U3 = I2 *(R1*L/3+R2)

U3

Max sel dbuV

Maßnahme Schirmauflage im Verlegeweg **R3**

Verhältnis Quell Impedanz Phänomen zu Querimpedanz Maßnahme (z.B. EMV Verschraubung)

U4 =$U_{3/}$ * R3/R1

U4

Max sel dbuV

Störfestigkeit Senke Komponenten **I**

UVFK oder **E FA**

Vorsorge Grenzwert QM Prozess Vorgabe

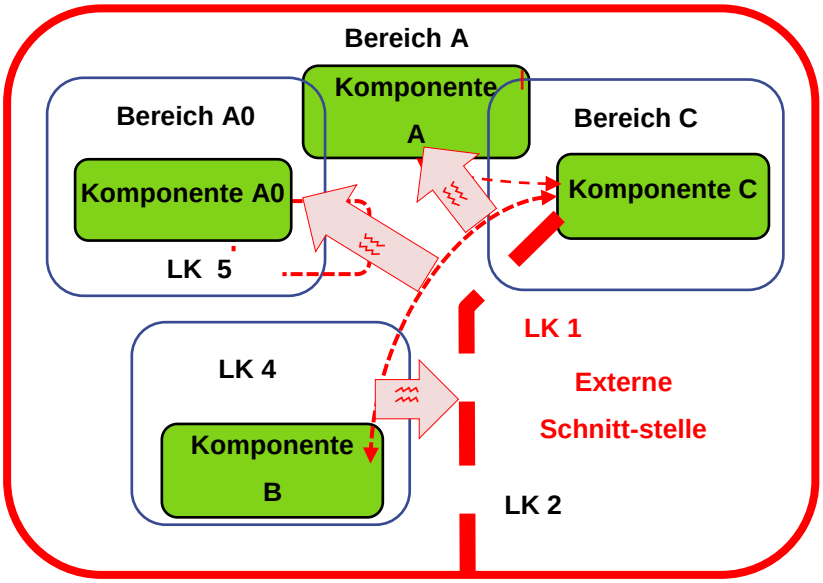
Vergleich U4 mit U_0 Grenzwert für Senke =

Störabstand in dB

Störsenke innerhalb des Betriebsmittel

- ➔ **I = Schnittstelle Komponente / oder SEP Einbaubereich**
- ➔ **Phänomen = I UVFK Störfestigkeit Schnittstelle Senke**
- ➔ **E = Schnittstelle Betriebsmittel**
- ➔ **Phänomen = E FA Grenzwert Störaussendung normativ TBD**

Algorithmus mittelbare Bedrohung Komponenten durch leitungsgebundene Störphänomen



Errechnung Strom sel Kurzschluss
Berechnung aus U1jedoch R_S=0
I3 =P_E / (R1*L/3 + R2 + RQ)

I3
LogAmp Strom
dBuA

Errechnung LogAmp Feld
Faktor Verlegeart Feld F5
Feld ohne Massebezug zu Feld bei Verlegeart

H-Feld INTRA EMV
Worst case max Werte
aus allen H-Feld Werten von allen Schnittstellen, deren Leitungen und allen Phänomenen

H_1 Feld
LogAmp H-Feld
dBuA/m

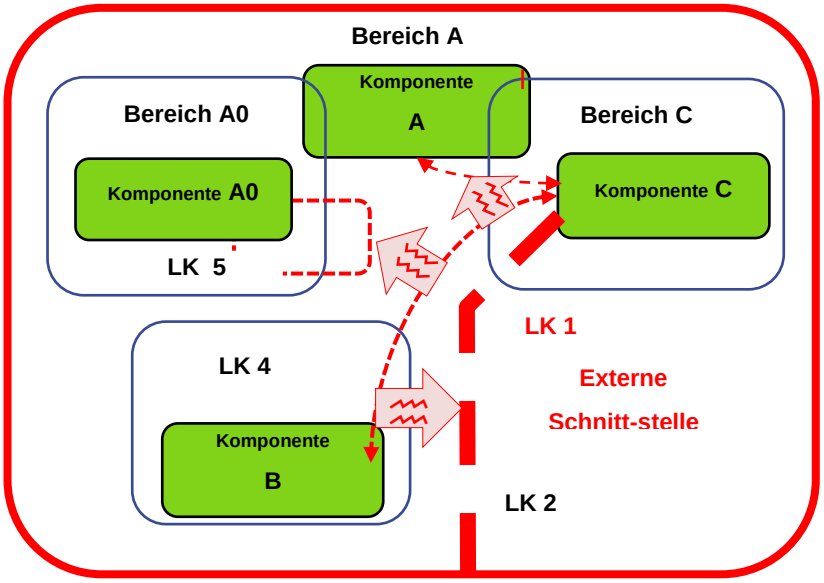
Bewertung Störsicherheitslevel I NVK

Differenz Worst case Wert zu Störfestigkeits Grenzwert für Störrelevanz Einbaubereich der Komponenten

Störsenke innerhalb des Betriebsmittel
- ➔ I= Komponenten-schnittstell
- ➔ Phänomen = I NVK
  Vorsorge Grenzwert H-Feld in Bereichen

Algorithmus mittelbare Beeinflussung Leitungen

Algorithmus mittelbare Beeinflussung Leitungen



Aus Algorithmus mittelbare Bedrohung Leitungen durch H-Feld

Maßnahme Leitungsentkopplung durch Verlegeart **F8**

H_2 ist Nahfeld an mittelbar beeinflusster Leitung Leitung = H_1 + F_8

Verlegung auf Massefläche Stahlblech

Störfestigkeit Senke Leitung

I NVL oder INVE

Vorgabe durch QM Prozess EMV Vorsorge Grenzwert zulässige H-Felder an Verlegewegen für unterschiedliche Leitungsklassen

Für alle Leitungsklassen in den umgebenden Bereichen zu wiederholen

7 Durchführung der Berechnung

Definition Schnittstellen von und nach Umgebung

In die Tabelle sind die Quellpunkte von Störphänomenen mit den dazugehörigen Schnittstellen in und aus einem Betriebsmittel festzulegen. Dabei kann die Störquelle im Betriebsmittel oder extern liegen.

Die Beeinflussungs-Pfade von Störphänomenen von der Störquelle zu den Störsenken des Betriebsmittels sind zu dokumentieren.
Die Störquelle kann außerhalb des Betriebsmittel liegen und das Betriebsmittel gefährden oder innerhalb und durch Störaussendung von Komponenten oder Leitungen über Aussendung aus Schnittstelle Betriebsmittel die Umgebung beeinflussen.
Dabei können für eine Schnittstelle mehrere Pfade in Frage kommen

Beeinflussung von extern

P-Zonen

Quellpunkte Phänomene / Leitungen | Phänomenenliste

Quellpunkt Phänomen		Ort		Zone	Leitungen (Beeinflussungspfad)
AC-Netz	E	Eingang	U F	1.1	Einspeisung bis Überspannungsschutz Leitungen bis Netzfilter Frequenzumrichter Leitungen bis Netzgeräte Leitungen bis Steuertrafo 24 V
DC-Lastanschluss	E	Ausgang	U F	1.1	Leitungen aus Hochstrom Netzgerät
EM Feld	E	Gehäuse	F F	1	Gehäuse Betriebsmittel

Beeinflussung nach extern

Luftschütze	I	UA	Bereich B	Leitung bis Schnittstelle Netzversorgung Betriebsmittel
Frequenzumrichter Stromversorgung	I	LA	Bereich C	Leitung bis Schnittstelle Netzversorgung Betriebsmittel

Um den Störsicherheitslevel des Gesamtvolumens einer Zone sicherzustellen, ist für jede der darin zu betrachtende Störquelle eine Phänomenen Zone (P-Zone) einzurichten.
Dies betrifft sowohl von extern zu erwartende Gefährdungs-Phänomene zur Beurteilung der Konformitätsvermutung entspr. EMV Richtlinie.

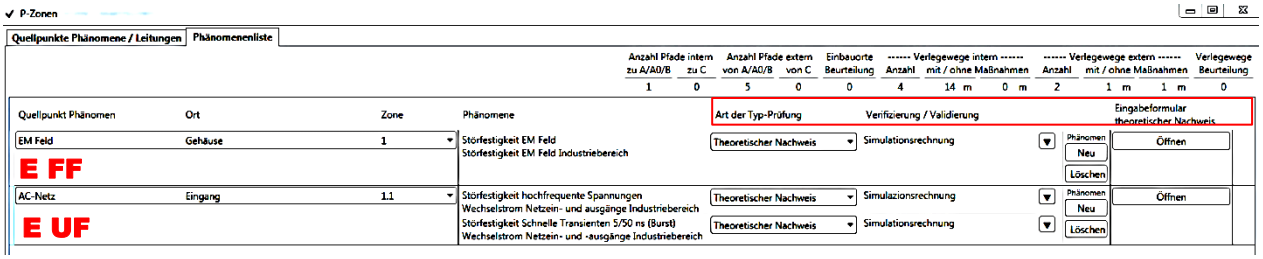
Bei Zielsetzung eines Qualitätsanspruches „inhärente INTRA EMV“ für Gewährleistung einer optimalen Verfügbarkeit sind auch im Inneren des Betriebsmittels für die Störenden Quellen P-Zonen einzurichten und zu bewerten.

Störquelle definieren

Auswahl Tabellen sind für jeweils ein Störphänomen zu verwenden.
In Tabelle für jeden Beeinflussungs-Pfad auswählen und einfügen:

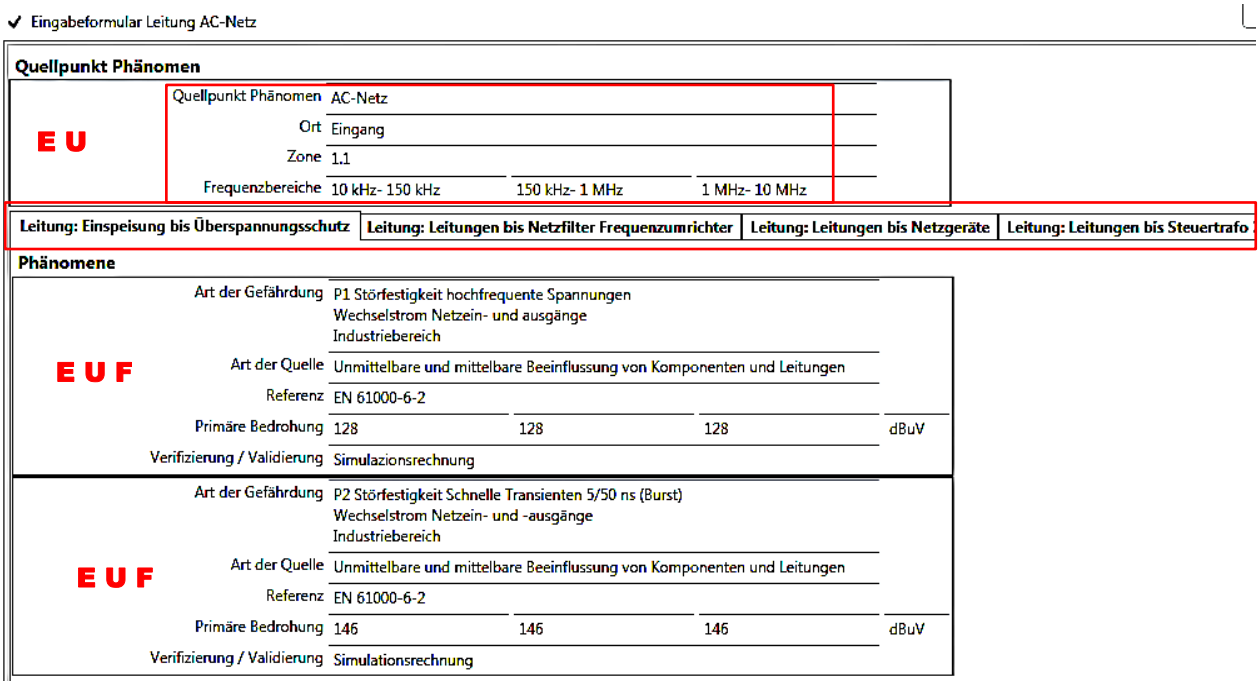
- ➔ Definition der Störphänomene (auch mehrere Phänomene pro Pfad möglich)
- ➔ Art der vorgesehenen Typprüfung (Messungen oder theoretischen Nachweis)
- ➔ Vorgehensweise der Verifizierung / Validierung eines Nachweisverfahrens

Die Codierung der Störquelle muss mit der des Störphänomens identisch sein



Theoretische Bewertung durch Berechnung

↳ Durch „Öffnen „ des Eingabeformulars theoretischen Nachweis wird die Matrix zur Berechnung der Beeinflussungs-Ketten für einen der eingegebenen Beeinflussungspfade einer Schnittstelle geöffnet.

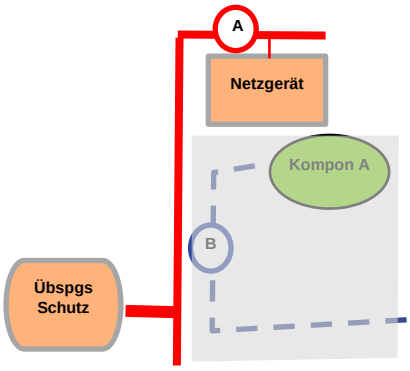


Software Algorithmus fügt aus Stammdatei zugehörige Parameter des Störphänomens ein.

➔ Amplitude des Störphänomens frequenzabhängig in den 3 Frequenzbereichen

Der Algorithmus der Software berechnet aus den Werten der Matrix für Störquelle die Bedrohungswerte

Unmittelbare Störsenke definieren



In Matrix wird aus Tabelle Schnittstellen Definition die galvanisch mit Schnittstelle verbundene Störsenke die unmittelbar durch die Initial Bedrohung beeinflussbar ist eingefügt.
Durch den Bearbeiter werden nun in den grünen scroll Fenstern Parameter i der Leitungen zwischen Schnittstelle und Störsenke festgelegt:

- Maßnahmen Begrenzung Phänomen
- Leitungsart
- Verlege Art
- Maßnahmen Beeinflussung Impedanz

Durch den Bearbeiter werden nun in den grünen scroll Fenstern Parameter der Störfestigkeits Grenzwerte der Störsenke für die zu berechnenden Störphänomene festgelegt.
Der Algorithmus berechnet den Störpegel an der Störsenke nach Bewertung der getroffenen Maßnahmen und errechnet den Abstand zu den Störfestigkeits- Grenzwerten.
Bei Störabstand > xx dB bewertet der Algorithmus den Störfestigkeits- Level als „akzeptabel“

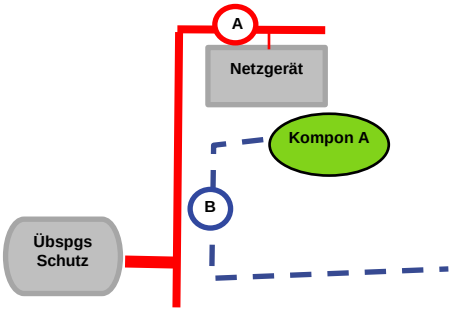
Leitung: Einspeisung bis Überspannungsschutz

Störsenke unmittelbar beeinflußbar

Einordnung Kategorie Störrelevanz Senke	**A Störungsneutral Schaltgeräte**			
Spannungsbegrenzer	Überspannungsableiter			
	123	123	123	dBuV
Schirmauflage an Quelle	Verlegung in Stahlrohr			
	100000	5000	2000	mΩ
Verlegeweg Störquelle	1			m
Leitungsart	Leitung feinflexibel			
	2	8	15	Ω/m
Ferrit	Ferrite			
	10	20	30	Ω
Verlegeart	Verlegung über Massefäche h >= 4cm			
Schirmauflage an Senke	Keine Masse verbindung unsymetrisch			
	1000000	1000000	1000000	mΩ

Art der Gefährdung	P1 Störfestigkeit hochfrequente Spannungen Wechselstrom Netzein- und ausgänge Industriebereich			
Primäre Bedrohung	128	128	128	dBuV
Gefährdung Senke	130	103	95	dBµV
Vorsorgegrenzwert	Störfestigkeit Komponenten Industrie			
	128	128	128	dBµV
Sicherheitsabstand zu Störfestigkeit	18	45	53	dB
Beurteilung Eignung	**Akzeptabel**			
Art der Gefährdung	P2 Störfestigkeit Schnelle Transienten 5/50 ns (Burst) Wechselstrom Netzein- und -ausgänge Industriebereich			
Primäre Bedrohung	146	146	146	dBuV
Gefährdung Senke	130	104	96	dBµV
Vorsorgegrenzwert	Grenzwert Störsenke			
	146	146	146	dBµV
Sicherheitsabstand zu Störfestigkeit	36	62	70	dB
Beurteilung Eignung	**Akzeptabel**			

Mittelbare Störsenken definieren



In Matrix sind vom Bearbeiter die Komponenten Einbau Orte und Leitungs- Verlegewege in beeinflussbarer Nähe zu den Leitungsverbindungen der unmittelbar galvanisch verbundenen Schnittstellen zu Störsenken eingefügt.
Matrizen sind für jeweils eine Art von Störsenke für das ausgewählte Störphänomen zu verwenden.
Dabei können auch mehrere Matrix Zeilen für unterschiedliche Art von Störsenken angelegt werden

Einbaubereiche	A – A0 - B - C
Leitungsklassen	LK 1 bis 5

Mittelbar beeinflussbare Komponenten/Einbauorte durch sekundäres H-Feld im Nahbereich

Einordnung Kategorie Störrelevanz Senke	**Umgebende P-Zone A Störungsneutral Schaltgeräte**			
Anzahl Senken beeinflussbar	1			
Höchste Bedrohung durch Phänomen	P1	P2	P2	
Gefährdung Senke	87	62	54	dBµA/m
Vorsorgegrenzwert	135	105	115	dBµA/m
Sicherheitsabstand zu Störfestigkeit	68	63	81	dB
Beurteilung Eignung	**Akzeptabel**			
Einordnung Kategorie Störrelevanz Senke	**A0 Störungsminimiert SPS, Messumformer, Industrie/handelsüblicher PC, Sensoren**			
Anzahl Senken beeinflussbar	0			
Einordnung Kategorie Störrelevanz Senke	**B Störungsbehaftet Schaltgeräte induktiver Lasten hohe Schalthäufigkeit**			
Anzahl Senken beeinflussbar	0			
Einordnung Kategorie Störrelevanz Senke	**C Stark störungsbehaftet Umrichter**			
Anzahl Senken beeinflussbar	0			

Der Algorithmus berechnet den Störpegel an der Störsenke nach Bewertung der für die standardisierten Störrelevanzen der Einbauort Kategorie in den Stammdaten hinterlegten Entkopplungswerte und errechnet den Abstand zu den Störfestigkeits Grenzwerten der Einbauorte.
Bei Störabstand > 20 dB bewertet der Algorithmus den Störfestigkeits- Level als „akzeptabel“

Mittelbar beeinflussbare Leitungen durch sekundäres H-Feld im Nahbereich

Einordnung Kategorie Störrelevanz Senke	**LK 1 Leitung Umrichter zu Antrieben**			
Verlegeweg Störquelle	2			m
Sekundäre Bedrohung entkoppelt LogAmp	87	62	54	dBµA/m
Maßnahme	Leitungslänge 1m auf Massefläche Stahlblech			F5
Maßnahme ausführlich	Abstand = 30 cm			
Entkoppelung Störsenke	65	45	35	dB
Gefährdung Senke	152	107	89	dBµA/m
Vorsorgegrenzwert	135	104	114	dBµA/m
Sicherheitsabstand zu Störfestigkeit	3	17	45	dB
Beurteilung Eignung	**Inakzeptabel**			
Einordnung Kategorie Störrelevanz Senke	**LK 2 Leitung Netzfilter zu Umrichter**			
Verlegeweg Störquelle	2			m
Sekundäre Bedrohung entkoppelt LogAmp	87	62	54	dBµA/m
Maßnahme	Leitungslänge 1m auf Massefläche Stahlblech			F5
Maßnahme ausführlich	Abstand = 30 cm			

Der Algorithmus berechnet ebenso den Störpegel an den Leitungen unterschiedlicher Leitungsklassen mit den in Stammdaten hinterlegten Entkopplungswerte und errechnet den Abstand zu den Störfestigkeits Grenzwerten der Leitungsart.
Bei Störabstand > 20 dB bewertet der Algorithmus den Störfestigkeits- Level als „akzeptabel“

8 Dokumentation des Ergebnisses der Theoretischen Bewertung

Durch die Bearbeitung der theoretischen Bewertung wurden notwendige konstruktive Maßnahmen definiert um einen akzeptablen Störabstand zu erreichen.
Maßnahmen nur soviel wie nötig
Das Ergebnis kann als Maßnahmen Liste ausgedruckt werden. Darin sind alle nun als notwendig definierten Maßnahmen für Komponenten Einbau und Leitungsverlegung zusammengefasst.
Die Liste ist die Basis für die Konstruktion zur Implementierung von Detailmaßnahmen und für QS zur Verifizierung der Maßnahmen .

Druckvorschau Maßnahmenliste

Datei

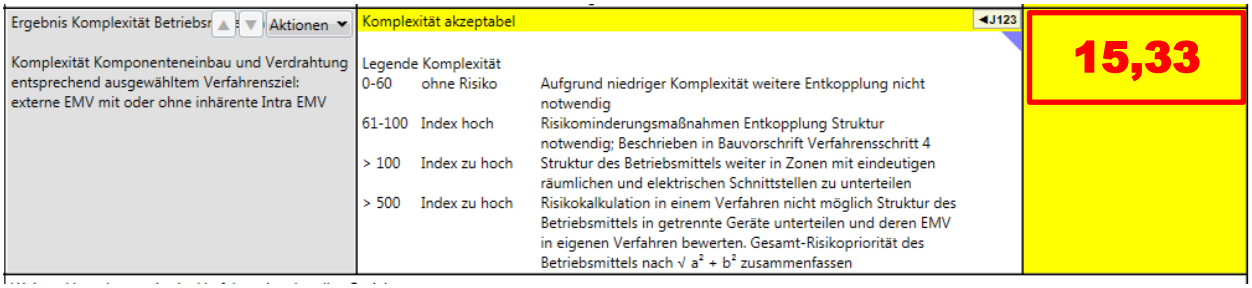
Ort:	Eingang
Zone:	1.1

#	Prüfparameter	Referenz
	Phänomen 1 (Theoretischer Nachweis) *Störfestigkeit hochfrequente Spannungen* *Wechselstrom Netzein- und ausgänge Industriebereich* *EN 61000-6-2*	
	Phänomen 2 (Theoretischer Nachweis) *Störfestigkeit Schnelle Transienten 5/50 ns (Burst)* *Wechselstrom Netzein- und -ausgänge Industriebereich* *EN 61000-6-2*	
	Leitung Einspeisung bis Überspannungsschutz *A Störungsneutral Schaltgeräte*	
	• Störsenke unmittelbar	
3	Spannungsbegrenzer	Überspannungsableiter
4	Schirmauflage an Quelle	Verlegung in Stahlrohr
5	Verlegeweg Störquelle	1 m
6	Leitungsart	Leitung feinflexibel
7	Ferrit	Ferrite
8	Verlegeart	Verlegung über Massefäche h >= 4cm
9	Schirmauflage an Senke	Keine Masse verbindung unsymetrisch
	Phänomen 1 (Theoretischer Nachweis) Wechselstrom Netzein- und ausgänge Industriebereich	
10	Vorsorgegrenzwert	Störfestigkeit Komponenten Industrie
	Phänomen 2 (Theoretischer Nachweis) Wechselstrom Netzein- und -ausgänge Industriebereich	
11	Vorsorgegrenzwert	Grenzwert Störsenke
	• Störsenke Einbauort mittelbar	
	Umgebende P-Zone A Störungsneutral Schaltgeräte	
12	Anzahl Senken beeinflussbar	1
	A0 Störungsminimiert SPS, Messumformer, Industrie/handelsüblicher PC, Sensoren	
13	Anzahl Senken beeinflussbar	2
14	Maßnahme	Verlegehöhe mit Massebzug
15	Maßnahme ausführlich	h = 8 cm
	• Störsenke Verlegeweg mittelbar	
	LK 1 Leitung Umrichter zu Antrieben	
16	Verlegeweg Störquelle	2 m
17	Maßnahme	Leitungslänge 1m auf Massefläche Stahlblech
18	Maßnahme ausführlich	Abstand = 30 cm
	LK 2 Leitung Netzfilter zu Umrichter	
19	Verlegeweg Störquelle	1 m
20	Maßnahme	Leitungslänge 1m auf Massefläche Stahlblech
21	Maßnahme ausführlich	Abstand = 0 cm

9 Ergebnis Komplexität der Berechnung

Nach Bearbeitung des Verfahrens ist die Komplexität des Betriebsmittel definiert.

Bei Beachtung der Vorgaben von konstruktiven Maßnahmen der Bauvorschrift ist dabei auch die Komplexität und die Anzahl der möglichen EM Beeinflussungspfade gemindert.



Damit ist die Risikopriorität Verfügbarkeit des Betriebsmittel optimiert.

Durch numerische theoretische Bewertung der anzuwendenden konstruktiven Maßnahmen zur Entkopplung der Struktur ist die Vertrauenswürdigkeit in den Aufbau des Systems gewährleistet.

Die Anwendung der konstruktiven Maßnahmen die durch die theoretische Bewertung als notwendig nachgewiesen wurden, bedingen ein minimales Bauvolumen des Systems.

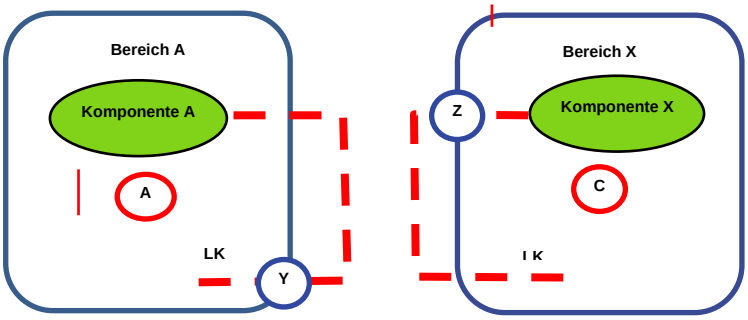
10 Validierung zur Verifizierung der berechneten Werte

! Details in Leitlinie 5 (Verifizierung Validierung durch Messverfahren LogAmp)

H-Felder in INTRA EMV an fertigen Betriebsmitteln

Anwendung INTRA EMV Messverfahren auf SEP Ebene.
Als set up für ein Muster Beispiel wurden Beeinflussungspfade intern zwischen unterschiedlich EMV relevante Einbaubereichen und unterschiedlichen Leitungsklassen in Verlegewegen zwischen den Bereichen angenommen.
Messungen H-Felder über EMV Bereichen und Verlegewegen zwischen EMV Bereichen.
Störströme an Leitungen an SEP`s an Bereichsgrenzen

- **Messpunkt H-Feld**
- **Messpunkt Störstrom**

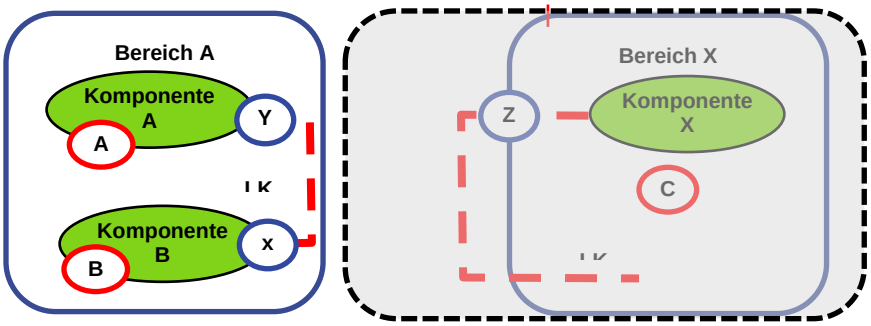


Anwendung INTRA EMV Messverfahren auf Komponenten und Schnittstellen Ebene.

Als set up für ein Muster Beispiel wurden Beeinflussungspfade intern zwischen Komponenten mit der dem Bereich entsprechenden Störrelevanz und unterschiedlichen Leitungsklassen in Verlegewegen innerhalb des Bereiches angenommen.

☞ *Messungen H-Felder über Komponenten und Verlegewegen innerhalb von EMV Bereichen.*

☞ *Störströme an Leitungen an Anschlusspunkten von Komponenten*

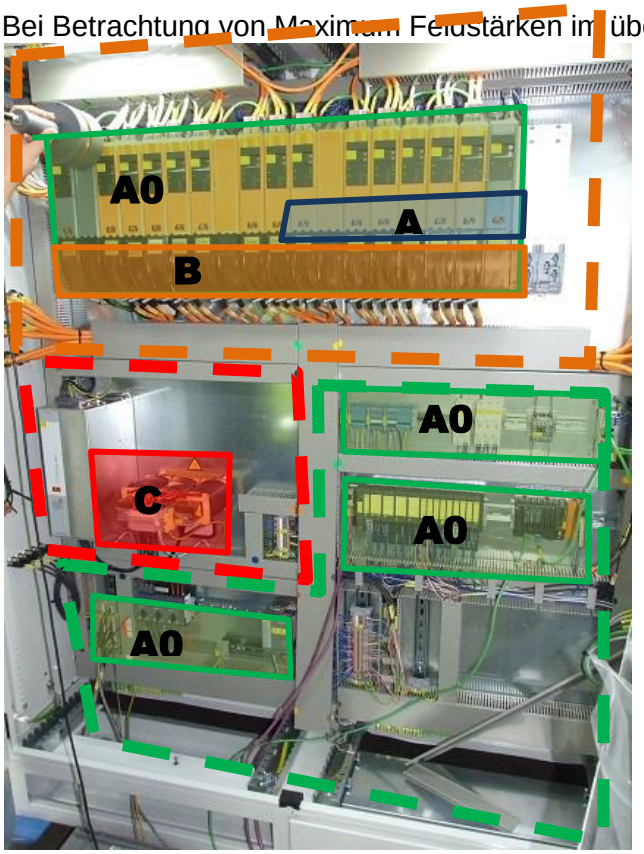


Darstellung von Messergebnissen in Betriebsmittel Struktur

Beispiel:

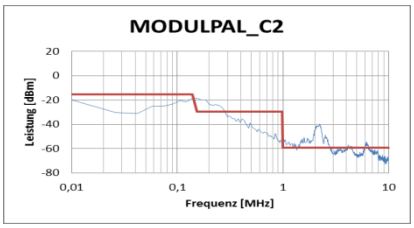
Störaussendung Komponenteneinbauorte

Bei Betrachtung von Maximum Feldstärken im überwiegendem Frequenzbereich > 150 kHz < 26 MHz in Nah-Feldern eines Schaltschrankes ist die Zuordnung zu Störrelevanzen deutlich zu erkennen und plausibel der Art der Komponenten an den jeweiligen Einbauorten zuzuordnen.
Die in den Einbaubereichen als Maximum festgestellten Hotspots begründen die Störrelevanz für den Einbaubereich der zusammengehörigen Komponenten.



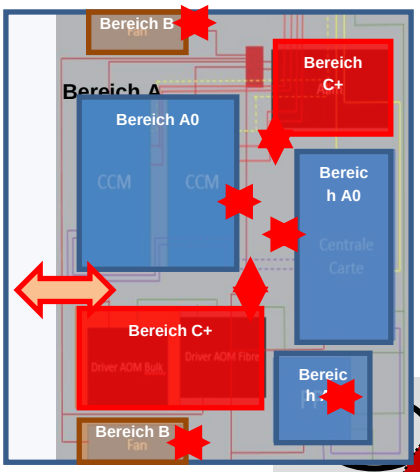
Hotspots

Komponenten EMV Bereiche

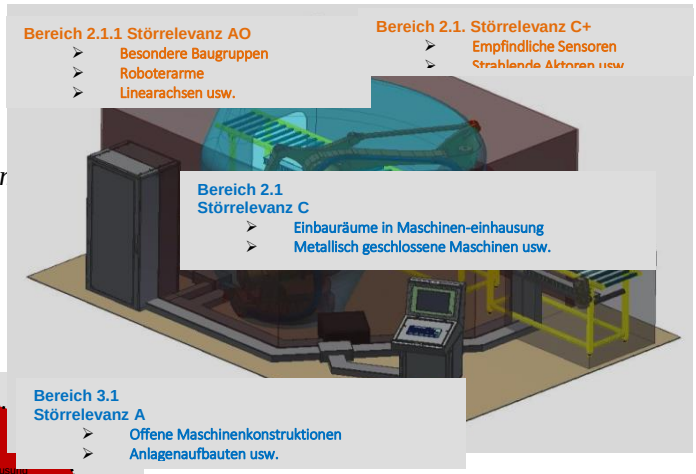


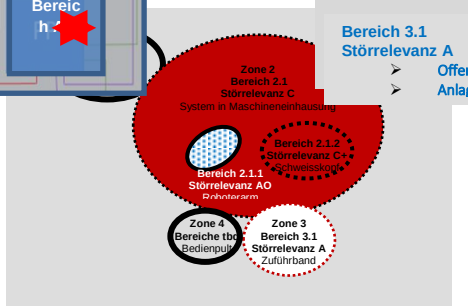
Dokumentation der Struktur der Komponenten Einbauorte in Verfahrensanweisung

Beispiel *Geräte*



Beispiel *Darstellung in Maschinen Layout*





Beispiel schematische Darstellung

Beispiel: Störaussendung Verlegewege

Beispiel:
Messung H-Felder an Verlegewegen in Schaltschrank

Bei Betrachtung von Maximum Feldstärken im überwiegendem Frequenzbereich > 150 kHz < 26 MHz in gemessenen Nah-Feldern an den Verlegewegen eines Schaltschranks ist in diesem Fall keine erhöhte Störrelevanz zu erkennen.

.

11 ANHANG

Zusammenstellung in Stammdatei enthaltener Parameter mit den numerischen Werten von Störphänomenen an Störquellen und Störsenken für Algorithmus

Externe EMV Gefährdung	
Phänomene numerisch nicht bewertbar	
Störfestigkeit Betriebsmittel	
Magnetfeld bei energietechn. Frequenz	**Kein rechnerischer Nachweis**
Störfestigkeit Senke (Schnittstelle) tbd	
Netzqualität Anschlusspunkt Versorgungsnetz	**Kein rechnerischer Nachweis**
nicht öffentliche Netze Geschützte Stromversorgung F1,5	EN 62000-2-4 Kl. 1 Prüfung EN 61000-4-13
nicht öffentliche Netze Verknüpfungspunkte öffentliches Netz (PCC) F1,5	EN 62000-2-4 Kl. 2 Prüfung EN 61000-4-13
nicht öffentliche Netze Anlagen interne Anschlusspunkte IPC) F1,5	EN 62000-2-4 Kl. 3 Prüfung EN 61000-4-13
öffentliche Netze (kurzzeitige Wirkungen) Verträglichkeitspegel TDH 11%	EN 62000-2-2 Prüfung EN 61000-4-13
Phänomene EM Feld	
Störaussendung Feld Komponenten Simulations-rechnung Feldbeeinflussung Labornachweis Soll Werte	
Störaussendung EM Feld Wohnbereich	
Störaussendung EM Feld Industriebereich	
Störaussendung EM Feld Frequenzumrichter Antriebe Kategorie C3	EN 61800-3 10 MHz- 100 MHz
Störaussendung HF-Feld INTRA Komponenten Simulations-rechnung Feldbeeinflussung Labornachweis Soll Werte	
Störaussendung EM Feld Wohnbereich Freifeld oder Halbabeorberkamer	EN 61000-6-3 10 MHz- 100 MHz
Störaussendung EM Feld Industriebereich Freifeld oder Halbabeorberkamer	EN 61000-6-4 10 MHz- 100 MHz
Störaussendung EM Feld Frequenzumrichter Antriebe Kat. C3 @ 10 m	EN 61800-3 10 MHz- 100 MHz
Elektromagnetisches HF Feld amplitudenmoduliert Komponente EN IEC 61000-6- 2;2019 Tab. 1.2/1.3 10/3 V/m	EN 61000-4-3 BWK A?? n Industriebereich
Störfestigkeit EM Feld Simulations-rechnung Feldbeeinflussung Labornachweis Soll Werte	
Störfestigkeit EM Feld Industriebereich	EN 61000-6-2
Störfestigkeit EM Feld Wohnbereich	EN 61000-6-2
Störfestigkeit EM Feld Mess-Steuer Regeltechnik Beherrschte Umgebung	EN 61326-1 BeherrschteUmgebung
ESD Luftentladung	EN IEC 61000-6-2 2019 Tab 1.4+/-4 kV BWK B

EM Phänomene auf Leitungen	
Störaussendung leitungsgebunden	
HF Spannungen Simulations-rechnung galvanische Leitungs-verbindungen Labornachweis Soll Werte Validierungs-möglichkeit durch verursachte Ströme LogAmp	
Wechselstrom Netzein-, -ausgänge 3m Industriebereich	EN 61000-6-4
Wechselstrom Netzein-, -ausgänge 3m Wohnbereich	EN 61000-6-3
Daten Signalleitungen Industriebereich	EN 61000-6-4
Daten Signalleitungen Wohnbereich	EN 61000-6-3
Gleichstrom Netzein- ausgänge	EN 61000-6-3
Niederspannung Wechselstrom Netzanschluss AV	EN IEC 61000-6-4;2019 Tab. 4.5 Mittelwert
Niederspannung Wechselstrom Netzanschluss Quasi peak	EN IEC 61000-6-4;2019 Tab. 4.5 Quasispitzenwert
Anschluss für leitungsgebundene Netze AV	EN IEC 61000-6-4;2019 Tab. 5.1 Mittelwert
Anschluss für leitungsgebundene Netze QP	EN IEC 61000-6-4;2019 Tab. 5.1 Quasipeak
Wechselspannungs-Netzanschluss AV >16 A pro Leiter	EN 50370-1;2005 Anhang A EN 55911
Wechselspannungs-Netzanschluss QP >16 A pro Leiter	EN 50370-1;2005 Anhang A EN 55911

Störfestigkeit leitungsgebunden	
Unmittelbare und mittelbare Beeinflussung von Komponenten Kein rechnerischer Nachweis	
Nicht öffentliche Netze Anlagen interne Anschlusspunkte(IPC) F1.5	EN 62000-2-4 Kl. 3 EN 61000-4-13
Nicht öffentliche Netze Geschützte Stromversorgung F1.5	EN 62000-2-4 Kl. 1 Prüfung EN 61000-4-13
Nicht öffentliche Netze Verknüpfungspunkt öffentliches Netz(PPC) F1.5	EN 62000-2-4 Kl. 2 EN 61000-4-13
Öffentliche Netze (kurzzeitige Wirkungen) Verträglichkeitspegel TDH 11%	EN 62000-2-2 EN 61000-4-13
Spannungsunterbrechungen Wechselstrom-ein-und Ausgänge	EN IEC 61000-6-2 ; 2019 Tabelle A3 EN 61000-11 bzw.-34 BWK C
Spannungsunterbrechungen AC	EN 50370-2;2003 Tabelle A A.4 EN 61000-4-11 bzw. -34 BWK C
Spannungseinbrüche Wechselstrom-Versorgungsein- und Ausgänge	EN IEC 61000-6-2 ; 2019 Tabelle A2 EN 61000-11 bzw.-34 BWK C
Spannungseinbrüche AC	EN 50370-2;2003 Tabelle A A.4 EN 61000-4-11 bzw. -34 BWK B C
HF Spannungen Simulations-rechnung galvanische Leitungsverbindungen Labornachweis Soll Werte Validierungs-möglichkeit durch verursachte Ströme LogAmp	
Gleichstrom Netzein- und Ausgänge Mess- Steuer- und Regeltechnik Beherrschte Umgebung	EN 61326-1
Hochfrequenz Amplituden moduliert auf Wechselstrom-Versorgungsein- und Ausgänge	EN IEC61000-6-2;2019 Tabelle 4.1 ; 10 V EN 61000-4-6 BWK A
Hochfrequenz Amplituden moduliert auf Gleichstrom-ein- und Ausgänge	EN IEC61000-6-2;2019 Tabelle 2.1 10 V EN 61000-4-6 BWK A
Hochfrequenz Amplituden moduliert auf Signalleitungen	EN IEC61000-6-2;2019 Tabelle 2.1 ; 10 V EN 61000-4-6 BWK A
Hochfrequenz asymetrisch Amplituden moduliert auf Signalleitungen	EN 50370 -2;2013 Tabelle A.2 ; EN 61000-4-6 BWK A
Hochfrequenz asymetrisch Amplituden moduliert auf Wechselstrom- Netzein- Ausgänge	EN 50370 -2;2013 Tabelle A.4 ; EN 61000-4-6 BWK A

Störspannung Schnelle Transienten 5/50 ns (Burst) Simulations-rechnung galvanische Leitungs-verbindungen Umrechnung aus normativen Frequenzspektrum Labornachweis Soll Werte Validierung durch LogAmp E-Feld Werte	
Daten und Signalleitungen Industriebereich	EN 61000-6-2
Daten und Signalleitungen Mess-Steuer- und Regeltechnik beherrschte Umgebung	EN 61326-1
Daten und Signalleitungen Wohnbereich	EN 61000-6-1
Gleichstrom Netzein- und Ausgänge Mess-Steuer- und Regeltechnik beherrschte Umgebung	EN 61326-1
Gleichstrom Netzein- und Ausgänge Wohnbereich	EN 61000-6-1
Gleichstrom Netzein- und Ausgänge Industriebereich	EN 61000-6-2
Schnelle Transienten auf Gleichstrom Versorgungsein- und Ausgänge	EN IEC 61000-6;2019 Tab.3.3 1kV EN 61000-4-4 BWK B
Schnelle Transienten auf Signalleitungen	EN 50370 2;2003 Tab. A.2 EN 61000-4-4 BWK B
Schnelle Transienten auf Signalleitungen	EN IEC 61000-6-2;2019 Tab.2.31kV EN 61000-4-4 BWK B
Schnelle Transienten auf Wechselstrom Netzein- und Ausgänge	EN 50370 2;2003 Tab. A.4 EN 61000-4-4 BWK B
Schnelle Transienten auf Wechselstrom Versorgungsein- und Ausgänge	EN IEC 61000-6-2;2019 Tab.4.52kV EN 61000-4-4 BWK B
Wechselstrom Netzein- und Ausgänge Industriebereich	EN 61000-6-2
Wechselstrom Netzein- und Ausgänge Mess-Steuer- und Regeltechnik beherrschte Umgebung	EN 6326-1
Wechselstrom Netzein- und Ausgänge Wohnbereich	EN 61000-6-1

Stoßspannungen (Surge) Simulations-rechnung galvanische Leitungs-verbindungen Umrechnung aus normativen Frequenzspektrum Labornachweis Soll Werte Validierung durch LogAmp E-Feld Werte	
Daten- und Signalleitungen Industriebereich Impulse 1,2/50 bzw 8/20 us Unsymetrisch (Leitung gegen Erde)	EN 61000-6-2
Daten- und Signalleitungen Wohnbereich Impulse 1,2/50 bzw 8/20 us Unsymetrisch (Leitung gegen Erde)	EN 61000-6-1
DC Netzein- und Ausgänge Industriebereich Impulse 1,2/50 bzw 8/20 us symetrisch (Leitung gegen Erde)	EN 61000-6-2
DC Netzein- und Ausgänge Industriebereich Impulse 1,2/50 bzw 8/20 us unsymetrisch (Leitung gegen Erde)	EN 61000-6-2
DC Netzein- und Ausgänge Wohnbereich Impulse 1,2/50 bzw 8/20 us unsymetrisch (Leitung gegen Erde)	EN 61000-6-1
DC Netzein- und Ausgänge Wohnbereich Impulse 1,2/50 bzw 8/20 us symetrisch (Leitung gegen Erde)	EN 61000-6-1
Stoßspannung asymetrisch auf Signalleitungen	EN 50370-2;2003 Tab.A.1 EN 61000-4-5 BWKB
Stoßspannung symetrisch auf Wechselstrom Netzein- und-ausgänge	EN 50370-2;2003 Tab.A.4 EN 61000-4-5 BWKB
Stoßspannung unsymetrisch auf Wechselstrom Netzein- und-ausgänge	EN 50370-2;2003 Tab.A.2 EN 61000-4-5 BWKB
Stoßspannung symetrisch auf Gleichstrom ein- und-ausgänge	EN IEC61000-6-2;2019 Tab.3.2 0,5 kV EN 61000-4-5 BWK B
Stoßspannung symetrisch auf Wechselstrom ein- und-ausgänge	EN IEC61000-6-2;2019Tab.4.4 1 kV EN 61000-4-5 BWK B
Stoßspannung unsymetrisch auf Gleichstrom sein- und-ausgänge	EN IEC61000-6-2;2019Tab.3.2 1 kV EN 61000-4-5 BWK B
Stoßspannung unsymetrisch auf Wechselstrom ein- und-ausgänge	EN IEC61000-6-2;2019Tab.4.42 kV EN 61000-4-5 BWK B
Stoßspannung unsymetrisch auf Signalleitungen	EN IEC61000-6-2;2019 Tab.2.2 1 kV EN 61000-4-5 BWK B
Wechselstrom Netzein- Ausgänge Mess-Steuer -Regeltechnik beherrschte Umgebung Impulse 1,2/50 bzw 8/20 us unsymetrisch (Leitung gegen Erde)	EN 61326-1
Wechselstrom Netzein- und Ausgänge Industriebereich Impulse 1,2/50 bzw 8/20 us unsymetrisch (Leitung gegen Erde)	EN 61000-6-2
Wechselstrom Netzein- und Ausgänge Wohnbereich Impulse 1,2/50 bzw 8/20 us unsymetrisch (Leitung gegen Erde)	EN 61000-6-1
Wechselstrom Netzein- und Ausgänge Wohnbereich Impulse 1,2/50 bzw 8/20 us symetrisch (Leitung gegen Leitung)	EN 6-1 EN 61000-6-2

Stoßspannung Überspannungs-Puls (8/20 ms) Simulations-rechnung galvanische Leitungs-verbindungen Umrechnung aus normativen Frequenzspektrum Labornachweis Soll Werte Validierung durch LogAmp E-Feld Werte	
Wechselstrom Netzein- und ausgänge besonders geschützte Betriebsmittel Überspannungs- Kat. I	**DIN VDE 0100 Teil 443**
Wechselstrom Netzein- ausgänge Betriebsmittel der Verteilungs- und Endstromkreise Überspannungs- Kat. III	**DIN VDE 0100 Teil 443**
Wechselstrom Netzein- ausgänge Geräte Überspannungs- Kat. II	**DIN VDE 0100 Teil 443**
ESD auf Leitung Simulations-rechnung galvanische Leitungs-verbindungen Umrechnung aus normativen Frequenzspektrum Labornachweis Soll Werte Validierung durch LogAmp E-Feld Werte	

INTRA EMV Gefährdung

Qualifikationsmessungen LogAmp Verfahren

Definition Verfahrensspezifische Parameter Vergleich selective Messungen bei den 3 Frequenzspektren für LogAmp
10 kHz bis 150 kHz Messbandbreite 1 kHz
150 kHz bis 1 MHz Messbandbreite 3 kHz
1 MHz bis 10 MHz Messbandbreie 10 kHz

Kalibrierung Messequipment

Messunsicherheit bei Störstrom Messung bei selektiven Einzelfrequenzen	Korrekturwerte für jeden der 3 Frequenzbereiche
Messunsicherheit bei H-Feld Messung bei selektiven Einzelfrequenzen	Korrekturwerte für jeden der 3 Frequenzbereiche
Messunsicherheit bei E-Feld Messung bei selektiven Einzelfrequenzen	Korrekturwerte für jeden der 3 Frequenzbereiche

Einfluss Frequenzspektren auf Marker Werte LogAmp
Erkenntnisse für Beurteilung Messergebnisse von praktischer Anwendung

Schmalbandige selektive Frequenzen	Beurteilung
Breitbandiges Rauschen mit konstanter Amplitude	Beurteilung Basis Amplituden Dichte des LogAmp Algorithmus gegenüber selektiver Messung
Breitbandiges Rauschen mit kontinuierlich abfallender Amplitude bei unterschiedlichen Amplituden Höhen	
Breitbandiges Rauschen mit kontinuierlich abfallender Amplitude bei unterschiedlichen Amplituden Höhen mit zusätzlichen schmalbandigen peaks in jedem Frequenzspektrum	Beurteilung Basis Amplituden Dichte des LogAmp Algorithmus gegenüber selektiver Messung speziell max Wert der Peaks
Breitbandige Frequenzspektren mit Grundfrequenz 2 kHZ	Beurteilung Basis Amplituden Dichte des LogAmp Algorithmus gegenüber selektiver Messung
Breitbandige Frequenzspektren mit Grundfrequenz 10 kHz	
Breitbandige Frequenzspektren mit Grundfrequenz 2 kHz mit linear abfallender Amplituden	
Breitbandige Frequenzspektren mit Grundfrequenz 10 kHz mit linear abfallender Amplituden	

Umrechnung Ergebnisse H-Feld Messung auf Störstrom und umgekehrt
Erkenntnisse für Beurteilung Messergebnisse von praktischer Anwendung

Linearität der Umrechnung von H-Feld auf Störstrom bei unterschiedlichen Amplituden	Beurteilung LogAmp Algorithmus bei Beeinflussung von praktischen Messaufbauten
Linearität der Umrechnung von H-Feld auf Störstrom bei unterschiedlichen Messabständen Quelle zu Senke	

Phänomen Grenzwert INTRA Nah-Bereich	
Validierungs-Grenzwert an Leitungen INTRA Störstrom und H-Feld / Aussendung Validierungswert für Hotspot Detektion Vorgabewert aus Messwerten von Betriebsmittel Vor Ort	
HF Störströme breitbandig an Motorleitungen Frequenzumrichter Leistungsklasse <3 kW Taktfrequenz tbd x kHz 50% Last	Grenzwert Störstrom LogAmp dBuA
Netzrückwirkungen aus Stromversorgung Frequenzumrichter Leistungsklasse < 3 kW	Grenzwert Störstrom LogAmp dBuA
H-Feld breitbandig an Motorleitungen Frequenzumrichter Leistungsklasse < 3 kW Taktfrequenz tbd kHz 50% Last	Grenzwert INTRA H-Feld LogAmp dBuA/m
Netzrückwirkungen aus Stromversorgung Frequenzumrichter Leistungsklasse < 3 kW	Grenzwert INTRA H-Feld LogAmp dBuA/m
Störströme breitbandig an Motorleitungen Frequenzumrichter Leistungsklasse3/10 kW Taktfrequenz tbd x kHz 50% Last	Grenzwert Störstrom LogAmp dBuA
Netzrückwirkungen aus Stromversorgung Frequenzumrichter Leistungsklasse 3/10kW	Grenzwert Störstrom LogAmp dBuA
H-Feld breitbandig an Motorleitungen Frequenzumrichter Leistungsklasse 3- 10 kW Taktfrequenz tbd x kHz 50% Last	Grenzwert INTRA H-Feld LogAmp dBuA/m
H-Feld Netzrückwirkungen aus Stromversorgung Frequenzumrichter Leistungskl. 3/10 kW	Grenzwert INTRA H-Feld LogAmp dBuA/m
HF Störströme breitbandig an Motorleitungen Frequenzumrichter Leistungsklasse > 10 kW Taktfrequenz tbd x kHz 50% Last	Grenzwert Störstrom LogAmp dBuA
Netzrückwirkungen aus Stromversorgung Frequenzumrichter Leistungsklasse >10 kW	Grenzwert Störstrom LogAmp dBuA
H-Feld breitbandig an Motorleitungen Frequenzumrichter Leistungsklasse > 10 kW Taktfrequenz tbd x kHz 50% Last	Grenzwert INTRA H-Feld LogAmp dBuA/m
H-Feld Netzrückwirkungen aus Stromversorgung Frequenzumrichter Leistungskl. >10 kW	Grenzwert INTRA H-Feld LogAmp dBuA/m
Netzrückwirkungen aus Netzgeräten Leistungsklasse < 3 kW	Grenzwert Störstrom LogAmp dBuA
H-Feld Netzrückwirkungen aus Netzgeräten Leistungsklasse < 3 kW	Grenzwert INTRA H-Feld LogAmp dBuA/m
Netzrückwirkungen aus Netzgeräten Leistungsklasse 3 -10 kW	Grenzwert Störstrom LogAmp dBuA
H-Feld Netzrückwirkungen aus Netzgeräten Leistungsklasse 3 -10 kW	Grenzwert INTRA H-Feld LogAmp dBuA/m
Netzrückwirkungen aus Netzgeräten Leistungsklasse >10 kW	Grenzwert Störstrom LogAmp dBuA
H-Feld Netzrückwirkungen aus NetzgerätenLeistungsklasse >10 kW	Grenzwert INTRA H-Feld LogAmp dBuA/m
Netzrückwirkungen Strom vor Netz-Filter Leistungsklasse < 3 kW	Grenzwert Störstrom LogAmp dBuA
H-Feld Leitungen vor Netz-Filter Leistungsklasse < 3 kW	Grenzwert INTRA H-Feld LogAmp dBuA/m
Netzrückwirkungen Strom vor Netz-Filter Leistungsklasse < 3- 10 kW	Grenzwert Störstrom LogAmp dBuA
H-Feld Leitungen vor Netz-Filter Leistungsklasse < 3- 10 kW	Grenzwert INTRA H-Feld LogAmp dBuA/m
Netzrückwirkungen Strom vor Netz-Filter Leistungsklasse < 10 kW	Grenzwert Störstrom LogAmp dBuA
H-Feld Leitungen vor Netz-Filter Leistungsklasse < 10 kW	Grenzwert INTRA H-Feld LogAmp dBuA/m
Validierungs-Grenzwert an Leitungen INTRA E-Feld Aussendung Validierungswert für Hotspot Detektion Vorgabewert aus Messwerten von Betriebsmittel Vor Ort	
Schnelle Transienten aus Schalthandlungen Burst 1 kV	EN IEC 61000-6;2019 Tab.3.3 1kV EN 61000-4-4 BWK B
Schnelle Transienten aus Schalthandlungen Burst 1 kV	EN IEC 61000-6-2;2019 Tab.4.52kV EN 61000-4-4 BWK B
Validierungs-Grenzwert Störfestigkeit an sensiblen Leitungen INTRA H-Feld Validierungswert für Hotspot Detektion Vorgabewert aus Labor Messwerten	
Störfestigkeitsgrenze CAN Bus	Grenzwert INTRA H-Feld LogAmp dBuA/m
Störfestigkeitsgrenze Bus Profinet	
Störfestigkeitsgrenze Bus xyx	

Validierungs-Grenzwert an Komponenten	
Validierungs-Grenzwert H-Felder Aussendung an Komponenten **Grenzwert Komponenten Eignung** **Validierungswert für Hotspot Detektion** **Vorgabewert aus Norm EN 61000-4-31**	
H-Feld über Frequenzumrichter Leistungsklasse < 3 kW	EN 61000-4-31 Kat x Grenzwert INTRA E-Feld LogAmp dBuA/m
H-Feld über Frequenzumrichter Leistungsklasse 3 -10 kW	
H-Feld über Frequenzumrichter Leistungsklasse >10 kW	
H-Feld über Netzgeräten Leistungsklasse < 3 kW	
H-Feld über Netzgeräten Leistungsklasse 3 -10 kW	
H-Feld über Netzgeräten Leistungsklasse >10 kW	

Verifizierungs-Grenzwert Komponenten Definition	
Verifizierungs-Grenzwert Störspannungs Festigkeit Komponenten Schnittstellen Grenzwert Komponenten Eignung Validierungswert für Hotspot Detektion Vorgabewert aus Dokumenten-bewertung	
Oberschwingungen, Zwischenharmonische und Netzsignalspannungen	EN 61000-4-23 Grenzwert Störspannung dBuV
Geräte mit Eingangsstrom kleiner 16 A je Leiter gegen Asymetrie der Versorgungsspannung	EN 61000-4-27 Grenzwert Störspannung dBuV
Geräte mit Eingangsstrom kleiner 16 A je Leiter gegen Schwankung der energietechn. Frequenz	EN 61000-4-28 Grenzwert Störspannung dBuV
Geräte mit Eingangsstrom kleiner 16 A je Leiter gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen	EN 61000-4-34 Grenzwert Störspannung dBuV
Geräte mit Eingangsstrom größer 16 A je Leiter gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen	EN 61000-6-4 Grenzwert Störspannung dBuV
Verifizierungs-Grenzwert Störspannungs-Aussendung an Komponenten Schnittstellen Validierungswert für Hotspot Detektion Vorgabewert aus theoretischer Begründung Leitlinie Verifizierung und Validierung	
Bei Verlegewege in Bereich Störrelevanz A Leitungsklasse 4 und 3, Netzqualität Leitungsklasse 2 Schirmstrom Antriebe < 1,5A eff LK 1	Grenzwert Störspannung LogAmp dBuV
Bei Verlegewege in Bereich Störrelevanz A0 Leitungsklasse 4 und 3, Netzqualität Leitungsklasse 2 Schirmstrom Antriebe < 1,5A eff LK 1	
Bei Verlegewege in Bereich Störrelevanz B und A Leitungsklasse 4 und 3, Netzqualität Leitungsklasse 2 Schirmstrom Antriebe < 1,5A eff LK 1	
Bei Verlegewege in Bereich Störrelevanz C und A Leitungsklasse 4 und 3, Netzqualität Leitungsklasse 2 Schirmstrom Antriebe < 1,5A eff LK 1	

Verifizierungs-Grenzwert Störfestigkeit Netzqualität Komponenten Schnittstellen Grenzwert Komponenten Eignung Vorgabewert aus Dokumenten-bewertung für externe Beeinflussung	
Netzqualität Störfestigkeit Komponenten	DEF
Vorsorge-Grenzwert an Einbauvolumen INTRA H-Feld	
Vorsorge-Grenzwert INTRA H-Feld Volumen EMV Einbaubereiche Validierungswert für Nachweis Messungen Vorgabewert aus theoretischer Begründung Leitlinie Verifizierung und Validierung	
Bereich Störrelevanz A	Grenzwert INTRA H-Feld LogAmp dBuA/m
Bereich Störrelevanz A0	
Bereich Störrelevanz B und A	
Bereich Störrelevanz C und A	
Vorsorge-Grenzwert INTRA H-Feld an Verlegeweg Volumen in Einbaubereichen Validierungswert für Nachweis Messungen Vorgabewert aus theoretischer Begründung Ableitung aus Messwerten Einzel Phänomen	
Bei zulässiger Verlegung in Bereich Störrelevanz A Leitungsklasse 4 und 3, Netzqualität Leitungsklasse 2 Schirmstrom Antriebe < 1,5A eff LK 1	EN 61000-4-39 Kl.3 – 20 dB
Bei zulässiger Verlegung in Bereich Störrelevanz A0 Leitungsklasse 4 und 3, Netzqualität Leitungsklasse 2 Schirmstrom Antriebe < 1,5A eff LK 1	
Bei zulässiger Verlegung in Bereich Störrelevanz B und A Leitungsklasse 4 und 3, Netzqualität Leitungsklasse 2 Schirmstrom Antriebe < 1,5A eff LK 1	
Bei zulässiger Verlegung in Bereich Störrelevanz C und A Leitungsklasse 4 und 3, Netzqualität Leitungsklasse 2 Schirmstrom Antriebe < 1,5A eff LK 1	

Zusammenstellung in Stammdatei enthaltener Parameter mit den numerischen Werten von Kopplungswerten in Beeinflussungspfaden für Algorithmus Berechnung unmittelbare und mittelbare Bedrohung

Konstruktive Maßnahmen	
Maßnahmen Entkopplung Phänomene	
Minderung Längsimpedanz durch Verlegeart Verlegehöhe über Masse Minderungsfaktor gegenüber verlegehöhe ohne Massebezug	
Verlegehöhe ohne Massebezug	F h >> 1m
Verlegehöhe mit Massebezug	F h = 8 cm
Verlegehöhe mit Massebezug	F h = 4 cm
Verlegung direkt auf Massefläche	F h = 0 cm
Entkopplungsmaßnahmen Fernfeld z.B. Schirmung Entkopplungsdämpfung in dB	
Felddämpfung durch Abstand	dB
Schirmung Standardschaltschrank	
Schirmung EMV-Schaltschrank	
Schirmung EMV-Gehäuse	
Schirmung verkleidete Stahlkonstruktion Niederimpedante Stahlblech Kontaktierung	
Schirmung unverkleidete Stahl Konstruktion Niederimpedante Profil Verbindung	
Spannungsbegrenzer Maximale Resrspannung dBuV	
Überspannungsableiter Klasse 2 1500V (Würth)	dBuV
Überspannungsableiter Klasse 2 2500V (Phoenix)	
Umrechnung Strom in H-Feld in Abhängigkeit Verlegehöhe über Masse Minderungsfaktor H-Feld über stromdurchflossene Leiter gegenüber Verlegehöhe ohne Massebezug	
Verlegehöhe ohne Massebzug	h >> 1m dB
Verlegehöhe mit Massebzug	h = 4 cm dB
Verlegung direkt auf Massefläche	h = 0 cm dB
Maßnahmen für Bewertung aus Dokumentanlage	
Spannungsunterbrechung lt. Norm	Qualitativ zu bewerten
Entkopplung Nahfeld zwischen Leitungen und Komponenten Einbauorten Entkopplungswertzwischen verlegten Leitungen auf Massefläche mit unterschiedlichen Verlege Abständen oder zusätzlichen Schottblechen in dB	
Entkopplung Komponenten durch Abstand ohne Trennblech	Abstand Komponenten = 20 cm dB
Entkopplung Komponenten durch Abstand ohne Trennblech	Abstand Komponenten = 15 cm dB
Entkopplung durch metallisches Trennblech von Komponenten Schottblech Abstand zu Quelle 0 cm Überstand über Gerätekontur h > 10 cm Vollblech	Abstand Senke zu Trennblech = 0 cm dB
Entkopplung durch metallisches Trennblech von Komponenten Schottblech Abstand zu Quelle 0 cm Überstand über Gerätekontur h > 10 cm Vollblech	Abstand Senke zu Trennblech = 5 cm dB
Entkopplung durch metallisches Trennblech von Komponenten Schottblech Abstand zu Quelle 0 cm Überstand über Gerätekontur h > 10 cm Vollblech	Abstand Senke zu Trennblech = 20 cm dB
Entkopplung durch metallisches Trennblech von Komponenten Schottblech Abstand zu Quelle 0 cm Überstand über Gerätekontur h > 10 cm Vollblech	Abstand Senke zu Trennblech = 30 cm dB
Entkopplung durch metallisches Trennblech perforiert oder Gitter von Komponenten Schottblech Abstand zu Quelle 0 cm Überstand über Gerätekontur h > 25 cm Stahlblech perforiert oder Gitterstruktur	Abstand Senke zu Trennblech = 0 cm dB
Entkopplung durch metallisches Trennblech perforiert oder Gitter von Komponenten Schottblech Abstand zu Quelle 0 cm Überstand über Gerätekontur h > 25 cm	Abstand Senke zu Trennblech = 5 cm dB
Entkopplung durch metallisches Trennblech perforiert oder Gitter von Komponenten Schottblech Abstand zu Quelle 0 cm Überstand über Gerätekontur h > 25 cm	Abstand Senke zu Trennblech = 20 cm dB

Entkopplungsdämpfung zwischen Leitungen auf Massefläche verlegt **Entkopplungswertzwischen parallel verlegten Leitungen auf Massefläche mit unterschiedlichen Verlege Abständen oder zusätzlichen Schottblechen in dB**	
Leitungslänge 10m Massefläche amagnetisch	**Abstand 0 cm dB**
Leitungslänge 10m Massefläche amagnetisch	**Abstand 5cm dB**
Leitungslänge 10m Massefläche amagnetisch	**Abstand 15 cm dB**
Leitungslänge 10m Massefläche amagnetisch	**Abstand 30 cm dB**
Leitungslänge 10m Massefläche Gitterstruktur amagnetisch	**Abstand 0 cm dB**
Leitungslänge 10m Massefläche Gitterstruktur amagnetisch	**Abstand 5cm dB**
Leitungslänge 10m Massefläche Gitterstruktur amagnetisch	**Abstand 15 cm dB**
Leitungslänge 10m Massefläche Gitterstruktur amagnetisch	**Abstand 30 cm dB**
Leitungslänge 10m Massefläche Stahlblech	**Abstand 0 cm dB**
Leitungslänge 10m Massefläche Stahlblech	**Abstand 5cm dB**
Leitungslänge 10m Massefläche Stahlblech	**Abstand 15 cm db**
Leitungslänge 10m Massefläche Stahlblech	**Abstand 30 cm dB**
Leitungslänge 1m Massefläche amagnetisch	**Abstand 0 cm dB**
Leitungslänge 1m Massefläche amagnetisch	**Abstand 5cm dB**
Leitungslänge 1m Massefläche amagnetisch	**Abstand 15 cm dB**
Leitungslänge 1m Massefläche amagnetisch	**Abstand 30 cm dB**
Leitungslänge 1m Massefläche Gitterstruktur amagnetisch	**Abstand 0 cm dB**
Leitungslänge 1m auf Massefläche Gitterstruktur amagnetisch	**Abstand 5cm dB**
Leitungslänge 1m Massefläche Gitterstruktur amagnetisch	**Abstand 15 cm dB**
Leitungslänge 1m auf Massefläche Gitterstruktur amagnetisch	**Abstand 30 cm dB**
Leitungslänge 1m Massefläche Stahlblech	**Abstand 0 cm dB**
Leitungslänge 1m Massefläche Stahlblech	**Abstand 5cm dB**
Leitungslänge 1m Massefläche Stahlblech	**Abstand 15 cm dB**
Leitungslänge 1m Massefläche Stahlblech	**Abstand 30 cm dB**
Leitungslänge 3m Massefläche amagnetisch	**Abstand 0 cm dB**
Leitungslänge 3m Massefläche amagnetisch	**Abstand 5cm dB**
Leitungslänge 3m Massefläche amagnetisch	**Abstand 15 cm dB**
Leitungslänge 3m Massefläche amagnetisch	**Abstand 30 cm dB**
Leitungslänge 3m Massefläche Gitterstruktur amagnetisch	**Abstand 0 cm dB**
Leitungslänge 3m Massefläche Gitterstruktur amagnetisch	**Abstand 5cm dB**
Leitungslänge 3m Massefläche Gitterstruktur amagnetisch	**Abstand 15 cm dB**
Leitungslänge 3m Massefläche Gitterstruktur amagnetisch	**Abstand 30 cm dB**
Leitungslänge 3m Massefläche Stahlblech	**Abstand 0 cm dB**
Leitungslänge 3m Massefläche Stahlblech	**Abstand 5 cm db**
Leitungslänge 3m Massefläche Stahlblech	**Abstand 15 cm dB**
Leitungslänge 3m Massefläche Stahlblech	**Abstand 30 cm dB**

Leitungsimpedanz Längsimpedanz von Leitungen frequenzabhängig in den 3 Frequenzspektren des LogAmp Messverfahrens in Ω	
Energiekabel 2,5²	Impedanz Ω/m
Energiekabel 3*2,5² parallel	
Motorleitung 4*1,5²	
Motorleitung 4*2,5²	
Servoleitung 4*1,5²	
Signalkabel (Einspeisung auf Schirm): Profibus	
Signalkabel (Einspeisung auf Schirm): Profinet	
Signalkabel (Einspeisung auf Schirm): LAN	
Längs-Impedanz Änderung Längsimpedanz von Leitungen frequenzabhängig in den 3 Frequenzspektren des LogAmp Messverfahrens in dB	
Ferrit xy (Würth)	Impedanz Änderung dB
Ferrit xx ((Würth)	
Querimpedanz Leitung zu Masse bei verschiedenen Kontaktierungsarten Querimpedanz von Leitungen frequenzabhängig in den 3 Frequenzspektren des LogAmp Messverfahrens in dB	
Schirmanschluss EMV-Schelle	Impedanz Ω
Schirmanschluss EMV-Verschraubung (Pflitsch Typ xy)	
Schirmanschluss Pig Tail	
Massekontaktierung Kabelschuh 2,5 mm 2	
Massekontaktierung Kabelschuh 6 mm 2	
Massekontaktierung Kabelschuh 15 mm 2	
Massekontaktierung Geflechtband 16 mm²	
Massekontaktierung Geflechtband 30 mm²	
Massekontaktierung Schraubverbindung Blech zu Profil verzinkt	
Massekontaktierung Schraubverbindung Blech zu Profil VA	

Die dargestellten Konstruktions- Prinzipien sind als Basis der EMV Planung für ein Projekt gedacht. Sie unterstützen auch die E-Konstruktion bei der Implementation von EMV Gesichtspunkten bei der Detailkonstruktion.

Der Theoretische Nachweis einer Störsicherheit für ein Gefährdungs-Phänomen ist in einer Risiko Bewertung einer Prüfung gleich zu setzen. Er kann bei Unmöglichkeit oder Unzumutbarkeit einer Messung diese ersetzen.

Die Konstruktionsprinzipien sind Bestandteil eines QM Prozesses wie von J.Schmitz Kompetenzzentrum dargestellt.

Im QM Prozess sind darüber hinaus auch konstruktive EMV Detailmaßnahmen für Fertigung und after sales Aktivitäten enthalten

Der Algorithmus für die software gestützte Durchführung eines Theoretischen Nachweis ist in der Software ESMA integriert.

J.Schmitz

Diese Empfehlung ist als vorläufig zu betrachten und soll nach Erprobung in der Praxis innerhalb von 12 Monaten überarbeitet werden. Es wird gebeten, der

Fa. J.Schmitz GmbH EMV Kompetenzzentrum Rosenheim

Erfahrungen mitzuteilen und/oder Änderungsvorschläge zu machen.

Alle Inhalte, Angaben, Daten und Zahlen sind sorgfältig ermittelt und zusammengestellt, bleiben jedoch unverbindlich.

Für Druckfehler, Richtigkeit und Genauigkeit wird keine Gewähr oder Garantie übernommen.

„Änderungen sind vorbehalten“

J.Schmitz GmbH

EMV-Kompetenzzentrum

Chiemseestrasse 21, D-83022 Rosenheim

Tel: +49(0)8031-900659-30

Fax: +49(0)8031-15433

mailto:mauck@jschmitz.de

http://www.jschmitz.de

Sitz der Gesellschaft: Rosenheim, Handelsregister: HRB 2134 Traunstein

Ust-ID Nr DE 131 196 306

Geschäftsführer: Thomas Mauck