

ASSISTENZ SYSTEM EMV

ASSET EMC PERFORMANCE MANAGEMENT

Leitlinie

Bewertung Eignung von Komponenten

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 IV

Bewertung einzusetzender Komponenten

Ergänzendes Verfahren zur Erfüllung Forderungen aus **ESMA**

Zielsetzung

Für die elektromagnetische Verträglichkeit eines Betriebsmittels sind 2 Gesichtspunkte entscheidend.

Die EMV-Richtlinie fordert die Einhaltung von Grenzwerten für die Störaussendung und die Störfestigkeit gegen Beeinflussung innerhalb der normativen EM-Grenzwerte. Das Ziel der EMV-Richtlinie ist eine zufriedenstellende Verfügbarkeit eines Betriebsmittels bei bestimmungsgemäßem Gebrauch, im Zusammenspiel mit anderen Betriebsmitteln.

Anders ist die Zielsetzung einer optimalen INTRA-EMV. Dies ist eine Qualitätsforderung des Herstellers mit dem Ziel innerhalb des Betriebsmittels eine Betriebsstörung durch die gegenseitige Beeinflussung von Komponenten und deren Verdrahtung zu verhindern.

Entsprechend ist in vorliegendem Verfahrensschritt die Zielsetzung für den QM-Prozess festzulegen und damit die Bewertungstiefe der Maßnahmen.

EM-verträgliche Komponenten sind an Einbauplätzen zusammenzufassen und von Komponenteneinbauräumen anderer Störrelevanz zu entkoppeln.

Diese Verfahrensbeschreibung ist Teil des QM Prozesses EMV zur EMV Planung und Qualifikation von Betriebsmittel wie Geräte, Schaltschränke, Maschinen, Anlagen usw. Auch ist der Inhalt des Artikels zum Verständnis der „Risikoanalyse und Bewertung EMV“ erforderlich.

Der Umfang der Anwendung von Maßnahmen des Kapitel 3 der Software **ESMA** ist abhängig von der Zielsetzung des EMV Verfahren Erfüllung EMV Richtlinie oder Qualitätsanspruch Verfügbarkeit durch inhärente INTRA EMV.

Das Ergebnis der Bewertung der EMV Maßnahmen wird durch die entsprechende Risikokalkulation in **ESMA** validiert.

Inhaltsgliederung

1	Basis zur Anwendung des Verfahrens im Assistenz System EMV	5
2	Erfassen und Bewerten der Eignung der Komponenten und deren Schnittstellen zum Einsatz in Betriebsmitteln	6
	Bewertung EMV-Grenzwerte entsprechend Forderung der EMV-Richtlinie und/oder Qualitätsanspruch optimale Verfügbarkeit	9
	Übereinstimmung Grenzwerte Komponenten mit harmonisierten Normen für EM-Feld und leitungsgebundene Beeinflussung	10
	Eignungsvoraussetzung nach Stand der Technik Netzqualität	17
	Eignungsvoraussetzung nach Stand der Technik Überspannungsfestigkeit	18
	Herstellieranforderungen an starke Störquellen	18
	EMV-Forderungen funktionale Sicherheit für Komponenten mit Sicherheitsfunktion	23
	Beurteilung Bewertungskriterien an eingesetzte Geräte	26
	Komponenteneinbaumaßnahmen	27
	Komponentenauswahl im Hinblick auf Nachhaltigkeit	28
	Komponentenklassifizierung	28
	EMV Beurteilung Schnittstellen	31
	Komponentenschnittstellen Klassifizierung	31
	Schnittstellentyp definieren	32
	Schnittstellenzuordnung Standard Leitungsklasse	33
	Beurteilung der Komponenten-Schnittstellenverbindungen	35
	Abgleicharten der Leitungsverbindung	36
	Kabel für gesteuerte Antriebe	40
	Abgleich Anforderungen an Schirmanbindung	43
3	INTRA-EMV Messung zur Risikominderung bei hochkomplexen Systemen	47
	Verifizierung inhärente INTRA-EMV Leitlinie 5	47
4	Anhang	49

1 Basis zur Anwendung des Verfahren des Assistenz System EMV

- **Im Verfahren wird beschrieben, wie die EMV eines Produktes von Beginn der Design Definition über die Konstruktion, bis zur Fertigung durch eine EMV Vorentwurfsplanung moderiert wird.**
- **Im vorliegenden Verfahren wird davon ausgegangen, dass die Konstruktion eines Betriebsmittels aus geeigneten Komponenten bestehen soll. Dies sind Komponenten (Geräte, Hauptbaugruppen), deren elektromagnetische Eigenschaften definiert und bewertbar sind.**
Für Entwicklungen aus Einzelkomponenten (Bauteile), ohne definierte EMV Eigenschaften, ist die Durchführung nach dem vorliegenden Verfahren nur bedingt mit zusätzlichen Precompliance Prüfungen auf Baugruppen Ebenen zielführend.
- **Für die EMV Beurteilung von fertiggestellten Produkten, ohne Bezug zu einer passenden Bauvorschrift mit nachgewiesener Wirkung der Maßnahmen sind entsprechende Maßnahmen zu definieren.**
Dafür sind im Laufe des Verfahrens, für die im Produkt erkennbaren EMV Maßnahmen, deren Wirkung zu beurteilen und zu bewerten. Dies kann durch Sichtprüfung und einen bewertenden Vergleich mit Maßnahmen aus der Bauvorschrift geschehen.
Alternativ oder ergänzend können Validierungsmessungen im Nahbereich innerhalb des Betriebsmittels (Nahfeld / Störstrommessungen) erfolgen und deren Messwerte mit den Empfehlungen der Bauvorschrift bewertet werden. Der IST-Zustand ist dann zu dokumentieren, um eine Serienfertigung identisch einhalten und verifizieren zu können
- **Im vorliegenden Dokument wird eine Produktentwicklung beschrieben, die EMV des Produkts zu gewährleisten.**
Bei Produkten, die den nachfolgenden typischen Prinzipien besonders aufgrund der Packungsdichte nicht entsprechen, sind die konstruktiven Maßnahmen der Standard Bauvorschrift nicht anzuwenden. Für solche Produkte ist vorab die Standard Bauvorschrift produktspezifisch anzupassen

Begriffe im Verfahren des QM Prozesses

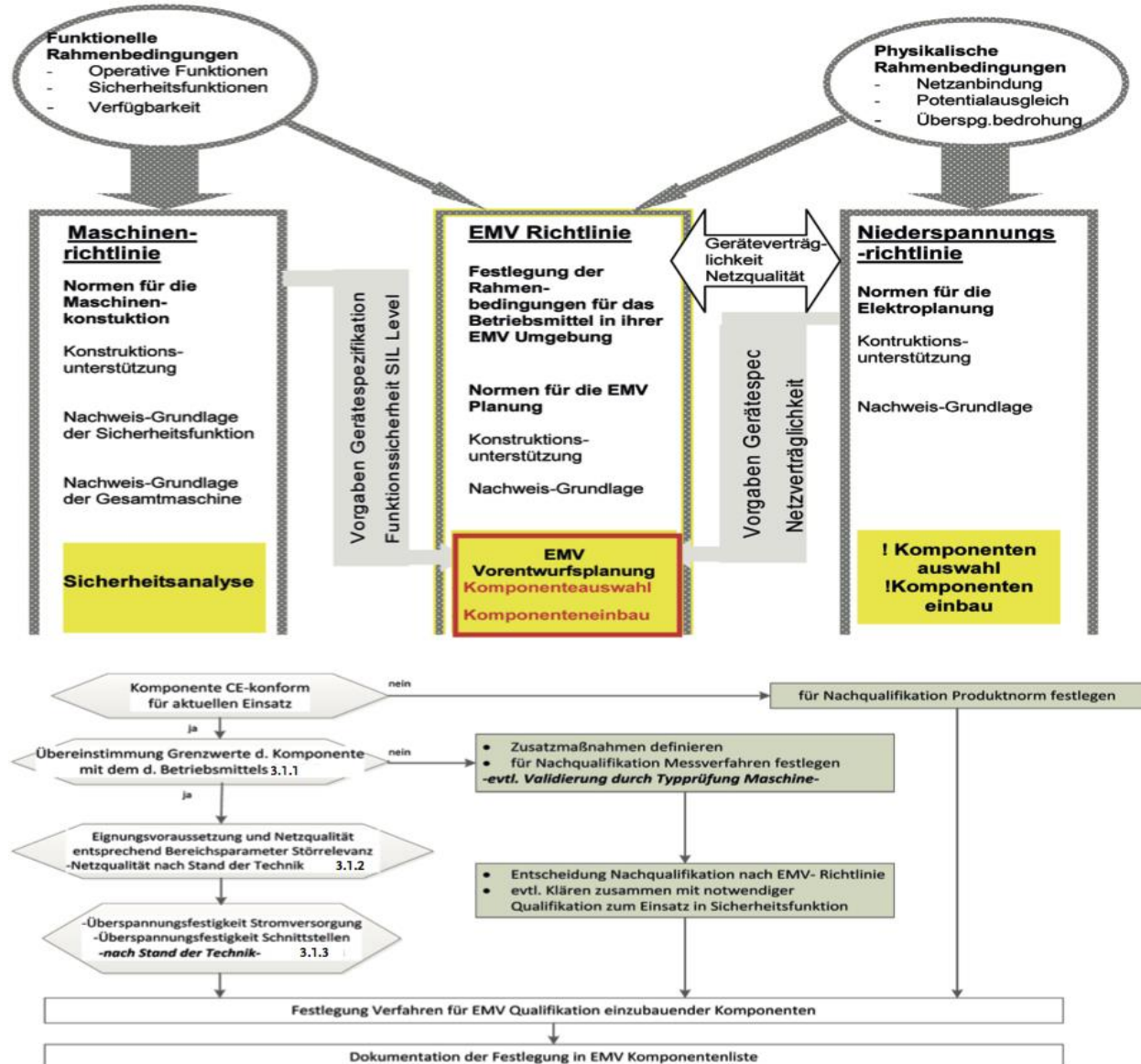
Externe EMV	EM Verträglichkeit eines Betriebsmittels gegen Beeinflussung in- und aus der EM Umgebung
Inter EMV	EM Verträglichkeit eines Betriebsmittels gegen Beeinflussung in- und von einem zweiten Betriebsmittel
INTRA EMV	EM Verträglichkeit eines Betriebsmittels gegen Beeinflussung in- und aus der Umgebung und zusätzlich gegen Beeinflussung innerhalb des Betriebsmittels durch unterschiedlich störrelevant Komponenten und deren Verdrahtung
Inhärente INTRA EMV	EM Verträglichkeit eines Betriebsmittels gegen Beeinflussung in- und aus der Umgebung und zusätzlich gegen Beeinflussung innerhalb des Betriebsmittels durch unterschiedlich störrelevant Komponenten und deren Verdrahtung, deren Verträglichkeitsbereich zuverlässig durch Entkopplung im Inneren eines Betriebsmittels unter Einhaltung von Vorsorge Grenzwerten durch konstruktive Maßnahmen gewährleistet ist.
Vorsorge-werte	Nicht normativ festgelegte Grenzwerte von Parametern für EM Phänomene in INTRA EMV, um die Risikopriorität der EM Beeinflussung durch deren Einhaltung minimieren und den IST Zustand der INTRA EMV messtechnisch validieren zu können.
Markerwerte	Messwerte die nach alternativem Verfahren zur Ermittlung des Effektivwertes gemessen wurden und durch Vergleich mit Erfahrungswerten als Beurteilung von EM IST-Zustand geeignet sind
Zonen	Volumina in Betriebsmittel mit identischem Konstruktionsprinzip deren EMV bzgl. eines definierten Störphänomens entsprechend Verfahrens Zielsetzung zu bewerten ist
EMV Bereiche	Volumina in Betriebsmittel, deren EMV durch eine einheitliche Störrelevanz für den gemeinsamen Einbau von Komponenten mit entsprechender Störrelevanz und deren Schnittstellenverbindungen geeignet ist

2 Bewerten der Eignung von Komponenten und deren Schnittstellen zum Einsatz in Betriebsmittel

Die EMV Parameter der einzusetzenden Komponenten sind zu erfassen, plausibel zu bewerten und in einer EMV Komponentenliste festzuschreiben.

Bewertung EMV-Grenzwerte entsprechend Forderung der EMV-Richtlinie und/oder Qualitätsanspruch an eine optimale Verfügbarkeit.

Verfahrensablauf



Elektronische Komponenten können trotz der Einhaltung von normativen Störaussendungs- und Störfestigkeitseigenschaften (für Fernfeld) als Grundlage der CE-Konformität des Gesamtbetriebsmittels zusätzlich EM-Unverträglichkeiten im Nahfeld aufweisen.

Deshalb ist auch die EM-Verträglichkeit der Komponenten untereinander zu beurteilen.

Primär hat die Beurteilung den Zweck, die Anforderungen an das Betriebsmittel, in dem sie eingesetzt werden sollen und innerhalb dessen sie Schnittstellen zur EM-Umgebung haben, festgelegt in der techn. Spezifikation EMV, mit den spezifischen Daten der Komponenten Hersteller zu vergleichen.

In zweiter Linie ist zu bewerten, ob im Nahfeld innerhalb eines Betriebsmittels die Komponenten untereinander verträglich funktionieren können.



Die vom Hersteller angegebenen EMV-Normen für Komponenten, nach denen diese qualifiziert sind, sind zu hinterfragen. Dabei ist es wichtig zu klären, ob sie für den Einsatz der Komponente in der geforderten EM-Umgebung des Gesamtbetriebsmittels geeignet sind.

- Übereinstimmung Grenzwerte Komponenten für EM Feld und leitungsgebundene Beeinflussung
- Eignungsvoraussetzung nach Stand der Technik Netzqualität
- Eignungsvoraussetzung nach Stand der Technik Überspannungsfestigkeit
- Herstelleranforderung an starke Störquellen

Je nach Zielsetzung des QM Verfahrens sind dabei Einsatzbedingungen zu vergleichen:

Für Komponenten mit externen Schnittstellen nach EMV Richtlinie:

- Übereinstimmung Grenzwerte nach harmonisierten Normen

Für Komponenten für „inhärente INTRA EMV“ entsprechend Qualitätsanforderung:

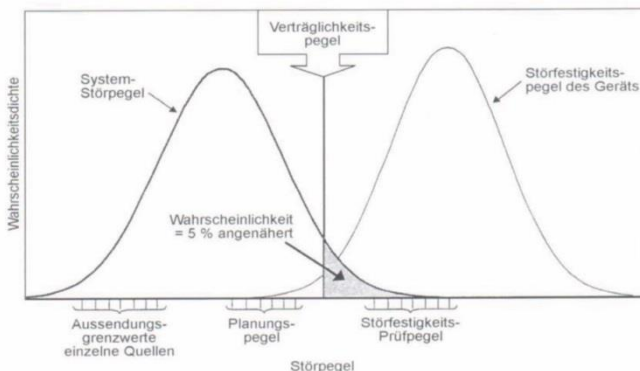
- Übereinstimmung von Störfestigkeitspegel der Komponenten mit Verträglichkeitspegeln im -Inneren des Systems.

Verträglichkeitspegel:

- Störaussendungs-, Störfestigkeit für normative Grenzwerte
- Vorsorgegrenzwerte in INTRA-EMV

Für jede Störgröße muss der Verträglichkeitspegel als der Störpegel angesehen werden, der in der entsprechenden Umgebung vorhanden sein kann. (EMV-Richtlinie extern entsprechend techn. Spezifikation des Betriebsmittels – INTRA EMV Umgebung innerhalb des Betriebsmittels).

Bei jeder einzusetzenden Komponente muss ein geeigneter Abstand zwischen Verträglichkeits- und Störfestigkeitspegel realisiert sein.



Für die Festlegung des Verträglichkeitspegels ist der Störaussendungspegel von Komponenten in die Umgebung mit zu betrachten. (EMV-Richtlinie extern entsprechend techn. Spezifikation des Betriebsmittels – INTRA EMV Umgebung innerhalb des Betriebsmittels)

Der Ursprung mancher Störgrößen liegt, außer bei benachbarten Komponenten in atmosphärischen Ereignissen oder Stochastischen Ereignissen, im System wie

Schalten von Lasten.

Durch diese stochastischen Ereignisse können sekundäre Störaussendungs-Ereignisse induziert werden (z.B. Schwingungsvorgänge innerhalb des Systems).

Für all diese Erscheinungen können keine Grenzwerte der Störaussendungspegel definiert sein.

Dafür sind in einem System Vorsorgegrenzwerte festzulegen.
In diesem Verfahren sind speziell im INTRA EMV Bereich, durch Kombination von Strukturierung des Systems und konstruktiven Festlegungen, Vorsorgegrenzwerte definiert.

Betrachtung Fernfeld

In harmonisierten Fachgrundnormen für Einsatzumgebungen von Betriebsmittel sind die Abstände zwischen Störaussendungsgrenzwerten und Störfestigkeitsgrenzwerten sehr weit gespreizt. In dem betrachteten Frequenzbereich > 30 MHz ist gegenüber der Funktionsbeeinträchtigung benachbarter Betriebsmittel die Beeinträchtigung des Informationsinhaltes des Funkverkehrs durch Signal Störung im Vordergrund. Deshalb ist dabei die Spreizung zwischen Störaussendungs- und Störfestigkeitsgrenzwerten bis zu 100 dB.
In den Produktnormen werden teilweise abgeänderte Grenzwerte definiert, da man davon ausgeht, dass durch die speziellen Einsatzumstände des erfassten Produkts, ein Einsatz in der übergeordneten Fachgrundnorm akzeptabel sein kann.

Leitungsgebundene Beeinflussung durch Transienten

In den entsprechenden Normen für Stoßspannungen auf Leitungen sind nur Störfestigkeit definiert. Die Festlegung eines Vorsorgegrenzwertes für Störaussendung durch sekundäre Störaussendungs-Ereignisse sind Vorsorgegrenzwert und durch den Konstrukteur festzulegen.

Leitungsgebundene Beeinflussung durch hochfrequente Spannungen

In harmonisierten Fachgrundnormen für Einsatzumgebungen von Betriebsmittel sind die Abstände zwischen Störaussendungsgrenzwerten und Störfestigkeitsgrenzwerten nur im Hinblick auf Funktionsbeeinträchtigungen gespreizt. Da galvanische Leitungsverbindungen zwischen Schnittstellen von Betriebsmittel klar, örtlich definiert sind, ist ein Störabstand von ca. 20 dB sinnvoll und ausreichend.

Leitungsgebundene Betrachtung durch Oberwellen Belastung

Die Beeinflussung von Komponenten durch Oberwellen auf galvanisch verbundenen Leitungen, sind in Normen noch nicht durchgehend harmonisiert. Für das Zusammenwirken innerhalb eines Betriebsmittel spielt auch das H-Feld induziert durch die Oberwellen behafteten Leitungen eine entscheidende Rolle.
Hier gilt wie in der Nahfeldbetrachtung die Vorgehensweise Vorsorgegrenzwert in der INTRA EMV zu definieren.

Nahfeldbetrachtung

Der Nahfeldbereich ist nicht im Focus der EMV Richtlinie.
Eine Anlehnung an den Normentwurf DIN EN 61000-4-39 für Nahfeld Störfestigkeitsprüfungen mit den darin enthaltenen Klassifizierungen, ist für die Ableitungen von Störaussendungs-Vorsorgegrenzwert für zuverlässigen Betrieb von mehreren Komponenten gemeinsam innerhalb eines Betriebsmittel sinnvoll.

Für die Frequenzbereiche unterhalb 30 MHz im Nahfeld ist die Spreizung zwischen Störaussendung Planungspegel und Störfestigkeitsgrenzwerten wesentlich reduziert anzusetzen, da man davon ausgehen kann, dass durch Strukturierung eines Systems und Festlegung von räumlichen und konstruktiven Gegebenheiten die gegenseitige Beeinflussung beherrschbar ist.
Ein Verhältnis Störaussendung zu Störfestigkeitspegel von Faktor 10 entspr. 20 dB ist als akzeptabel anzunehmen und ist durch praktische Messungen an Geräten und Anlagen verifizierbar. Die Bewertung der nachgewiesenen Grenzwerte, von einzusetzenden Komponenten in einem Projekt, ist beschrieben und setzt eine Qualifikation des Bearbeiters im EMV-Bereich voraus.

Bewertung EMV-Grenzwerte entsprechend Forderung der EMV-Richtlinie und/oder Qualitätsanspruch optimale Verfügbarkeit

Bewertung derjenigen Komponenten eines Betriebsmittels, deren Betrachtung aufgrund der Zielsetzung des QM Prozesses EMV notwendig ist.

- ➔ Bei Beurteilung der externen EMV nach EMV-Richtlinie (Einhaltung der Forderung EMV-Richtlinie Anhang I), sind Komponenten zu betrachten, mit unmittelbaren externen Schnittstellen und Komponenten, die mittelbar Komponenten mit externen Schnittstellen oder Leitungen zu Verbindungen nach extern beeinflussen können zu betrachten.
 - ➔ Bei Zielrichtung „Inhärente System INTRA EMV“ sind alle Komponenten, die andere Komponenten innerhalb des Systems beeinflussen können zu betrachten.
- Die Definitionen die im QM Prozess in Verfahrensschritten vorhergegangener Kapitel festgelegt wurden, sind für die Beurteilung von Komponenten zu betrachten.

-  Im Kapitel 1 wurden die Einsatzbedingungen des Betriebsmittels im Projekt festgelegt und in der „Techn. Spezifikation“ dokumentiert
-  Im Kapitel 1 wurde auch das Ziel des Verfahrens im QM-Prozess EMV definiert:
 - Nachweis Konformität nach EMV-Richtlinie
 - Erfüllung Qualitätsanspruch: Verfügbarkeit
-  Im Kapitel 1 wurde das Verfahren zur Erreichung dieser Ziele durch die notwendigen Mess- und Prüfverfahren festgelegt
-  Im Kapitel 1 wurden eventuell auch Lücken erkannt, die trotz positivem Ergebnis der Prüfungen die Ziele des Verfahrens nicht sicherstellen
-  Im Kapitel 2 wurden Zonen im Betriebsmittel definiert, in denen Komponenten zum Einsatz kommen sollen, deren Eignung durch die Nachweisprüfungen des Gesamtbetriebsmittels nicht umfänglich nachgewiesen wurden.
-  Zur Erfüllung der Forderung der EMV-Richtlinie ist die Eignung von Komponenten mit Schnittstellen nach extern für einen Einsatz im Betriebsmittel und für Phänomene deren Eignung nicht durch Prüfungen nachgewiesen wurde, theoretisch zu bewerten.
 - Komponenten mit galvanischen Schnittstellen nach extern, Phänomene leitungsgebunden nach harmonisierten Normen und Stand der Technik. Festgelegt in der technischen EMV Spezifikation
 - Komponenten mit Schnittstellen über EM Feld nach extern, Phänomene der EM Feldbeeinflussung nach harmonisierten Normen und Stand der Technik. Festgelegt in techn. EMV Spezifikation

In Vorliegendem Verfahrens Schritt ist nun die Eignung, die nicht durch Prüfungen nachgewiesen wurde, von Komponenten für einen Einsatz im Betriebsmittel, nachzuweisen.

- ☞ Zur Erfüllung der Forderung nach der inhärenten INTRA-EMV in Bezug zu externen EMV nach EMV Richtlinie und INTRA EMV für optimale Verfügbarkeit, ist die Eignung von Komponenten für einen Einsatz im Betriebsmittel für nicht geprüfte Phänomene, theoretisch zu bewerten.
- Komponenten mit galvanischen Schnittstellen nach extern
 - Phänomene leitungsgebunden nach harmonisierten Normen und Stand der Technik, festgelegt in techn. EMV Spezifikation
 - Komponenten mit Schnittstellen über EM Feld nach extern
 - Phänomene der EM Feldbeeinflussung nach harmonisierten Normen und Stand der Technik, festgelegt in techn. EMV Spezifikation

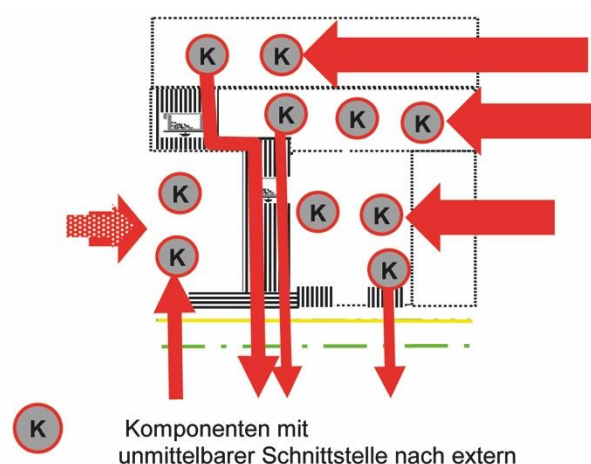
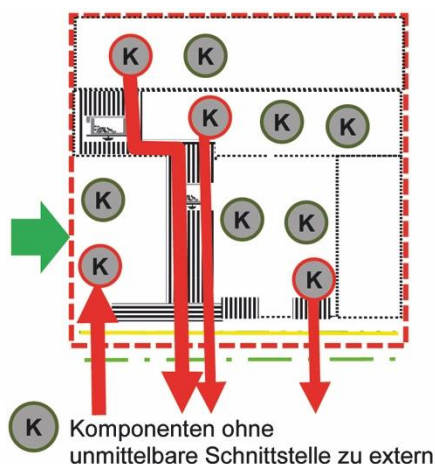
Übereinstimmung Grenzwerte Komponenten mit harmonisierten Normen für EM-Feld und leitungsgebundene Beeinflussung

Erforderliche theoretische Bewertung der Eignung von Komponenten mit unmittelbarer Beeinflussungsmöglichkeit durch externe Schnittstellen

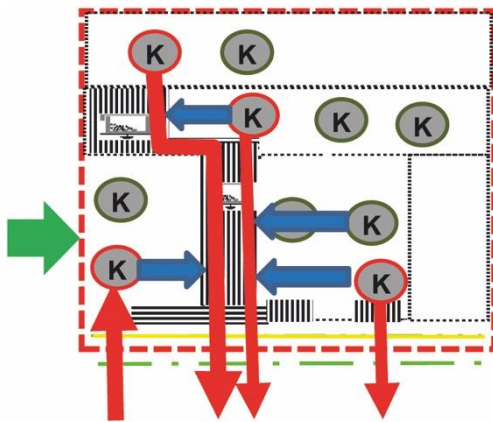
Komponenten zum Einbau innerhalb geeigneter Gehäuseschirmung und Nachweis Konformität des Gesamt-Betriebsmittels im EM-Feld durch normative Prüf- und Messverfahren. Eignung theoretisch nur für INTRA-EMV im Nahfeld notwendig.

Komponenten mit galvanischer Verbindung zu externen Schnittstellen in Vorentwurfsplanung. Eignung theoretisch für leitungsgeführte Störgrößen notwendig.

Komponenten zum Einbau innerhalb des Betriebsmittels ohne Gehäuseschirmung und ohne Nachweis Konformität des Gesamt-Betriebsmittels im EM-Feld durch normative Prüf- und Messverfahren. Eignung theoretisch für Einsatz in EM-Umgebung des Betriebsmittels im Fernfeld und INTRA-EMV im Nahfeld notwendig. Komponenten mit galvanischer Verbindung zu externen Schnittstellen in Vorentwurfsplanung. Eignung theoretisch für leitungsgeführte Störgrößen notwendig.



Erforderliche theoretische Bewertung der Eignung von Komponenten mit mittelbarer Beeinflussungsmöglichkeit in INTRA Bereich durch Leitungen zu externen Schnittstellen



Um Risiken der Überschreitung von den, in den Prüf- und Messverfahren nachgewiesenen Grenzwerte bei bestimmungsgemäßem Gebrauch zu vermeiden, sind Beeinflussungen von- und nach extern geführten Leitungen, die erst bei Inbetriebsetzung appliziert werden, zu beachten. Die innerhalb des Betriebsmittels zu führenden Leitungen von extern, müssen zuverlässig von internen Komponenten, durch Vorsorgegrenzwerte, entkoppelt sein. Die in den betroffenen Bereichen eingesetzten Komponenten sind deshalb auf ihre Eignung zu beurteilen.

Aus diesem Grund sind EMV-Parameter der eingesetzten Komponenten, bezüglich den folgenden Kriterien zu bewerten:

- EMV-Konformitätsnachweis für EMV-Richtlinie
- Einhaltung der Grenzwerte für den Einsatzbereich

Die Produktnormen für Komponenten können unterschiedliche Grenzwerte für EMV aufweisen, die mit den normativ geforderten Grenzwerten für das Gesamtbetriebsmittel nicht übereinstimmen. In diesem Fall sind in der weitergehenden EMV-Planung Maßnahmen zu ergreifen, die eventuell auch über die vom Hersteller der Komponenten geforderten Maßnahmen hinausgehen können.

In folgenden Absätzen sind beispielhaft Grenzwerte verschiedener Normen zum Vergleich -aufgeführt.

! unterschiedlicher Grenzwerte zwischen Fachgrundnormen und Produktnormen

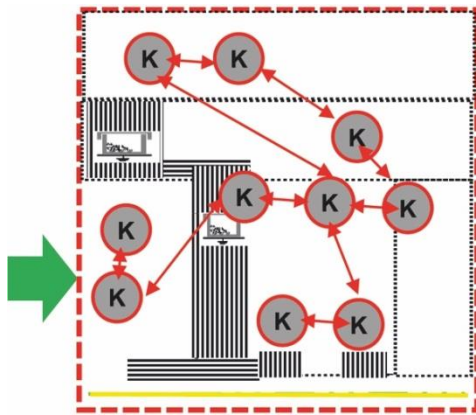
Die aufgeführten Tabellen dienen nur als Anhaltspunkt. Eine genaue Kennung der Normen ist sinnvoll.

- ☞ Die Eignung einer Komponente zum Einsatz im jeweiligen Projekt mit einer Schnittstelle nach extern ist durch eine Bewertung, der im CE-Konformitätsverfahren nachgewiesenen Grenzwerte und der Einsatzumgebung, zu validieren.
- ☞ REFERENZ Die Beschreibung der verwendeten Maßnahmen ist in die techn. Unterlagen nach Anhang II Modul A der EMV Richtlinie als Teil des Konformitätsnachweises zu übernehmen.

Für optimale Verfügbarkeit durch inhärente EMV ist die Verträglichkeit der Komponenten untereinander zu bewerten.

Auf der Basis der Herstellerangaben der Komponenten und den Erfahrungen aus Vorprojekten, ist die Eignung der Komponenten zum Einsatz in einem aktuellen Projekt und die Verträglichkeit mit anderen im Projekt vorgesehenen Komponenten zu beurteilen.

Deshalb sind EMV-Parameter zu erfassen, welche Rückschlüsse auf eine bedenkenlose Kombination zulassen oder deren Einbau durch besondere EMV Maßnahmen verträglich zu gestalten ist.

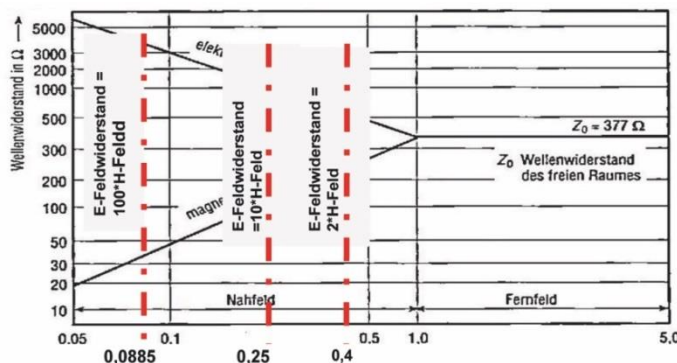


Die EMV-Richtlinie fordert Grenzwerte und deren Nachweis für die Beeinflussung von Betriebsmitteln durch elektromagnetische Felder im Fernfeld. Für eine optimale Verfügbarkeit von Betriebsmitteln ist jedoch die INTRA EMV, die Störbeeinflussung im Nahfeld, maßgebend. Die Beeinflussung im Nahfeld ist nicht deterministisch und quantitativ zu bestimmen. In der Praxis ist es für den Konstrukteur hilfreich, qualitative Faustwerte für die Entkopplung EM sensibler und stärker störender Komponenten und deren Verdrahtungsstrukturen zu erhalten. Dafür sind für den Konstrukteur typische Parameter für eine zu betrachtende Betriebsmittelart festzulegen:

- Geometrische Begrenzungen
- Frequenzspektrum

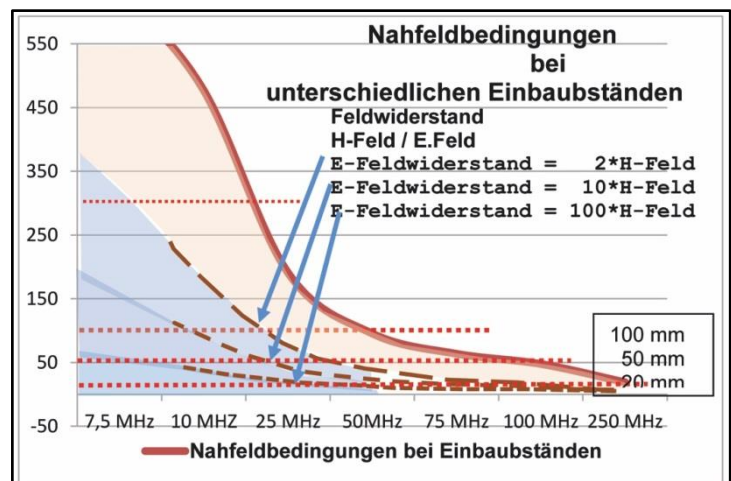
Einfluss EM-Entkopplung von Komponenten in Betriebsmitteln bei typischen Maßstrukturen

Für die Beurteilung von reproduzierbaren Werten der gegenseitigen EM Beeinflussung im Nahfeld sind in der Praxis bei Nahfeldbedingungen nur Wellen- oder ind./kap. Kopplung sinnvoll verwertbar. Lt. untenstehendem Diagramm und der Faustformel für Nahfeldbedingung Abstand a ($1 < \lambda/2L$) teilt sich das Fernfeld im Nahbereich in E-Feld und H-Feld Komponenten auf.



Unterhalb dieser Grenzfrequenz steigt der Wellenwiderstand für das E-Feld stark an, für das H-Feld ab.

Bei Eintragung der Frequenzabhängigkeit des Trennungspunktes von H und E-Feld in Abhängigkeit der Frequenz und zusätzlich mit den Kurven von Feldwiderstands-Verhältnissen Frequenz und Abstandes abhängig ist zu ersehen, dass im Nahfeld sinnvoll H- und E-Feldkomponenten getrennt zu bewerten sind.



Schlussfolgerung:

Bei Bereichen mit Einbauabständen < 300 mm und > 10 mm sind Nahfeldbedingungen $> 7,5$ MHz und < 100 MHz im E-Feld im Nahbereich noch zu bewerten. Dabei ist der Feldwiderstand doppelt so hoch wie der H-Feldwiderstand, aber das EM-Feld noch sinnvoll zu messen.

Erst bei Frequenzen < 25 MHz und Einbauabständen < 100 mm ist das H Feld im Nahbereich vorherrschend.

Unterhalb dieser Eckpunkte sind die Störfestigkeit der eingesetzten Komponenten getrennt von den Grenzwerten für das Fernfeld im Konformitätsnachweis zu bewerten.

Als Vorsorge Grenzwert für Validierungsmessungen in der INTRA EMV, sind auch nur diese Werte sinnvoll nachzuprüfen.

Im Umkehrschluss bedeutet dies für eingesetzte Komponenten, die nach normativen Prüfverfahren im Fernfeld qualifiziert sind, sind Nahfeldbedingungen bzgl. Einkopplung benachbarter Komponenten nur oberhalb von 100 MHz zu betrachten.

Mit dem Frequenzbereich bis 100 MHz werden viele vorherrschende Frequenzen abgedeckt

Analogtechnik

- 1 – 100kHz

Digitaltechnik

- Langsam 10 kHz bis
- Schnell 100 MHz

Bei Einhaltung, der in den Diagrammen untersuchten konstruktiven Abständen, ist damit auch die Relevanz der Störfestigkeitsgrenzwerte der eingesetzten Komponenten definiert.

In diesen Frequenzbereichen ist die Einkopplung in Komponenten, durch benachbarte Komponenten im Nahfeld, entscheidend und somit als Grenzwert zugrunde zu legen.



Nach der Strukturierung von Betriebsmitteln in Bereiche in Kapitel 2 mit unterschiedlicher Störrelevanz sind für die Einsatzbedingungen innerhalb dieser Bereiche Planungspegel zu definieren und durch die Vorgabe von Grenzwerten zu validieren

Stör-relevanz	Einsatzbereich	EM Umgebung im Nahfeld	Typische Gerätezuordnung
0	Umgebung	EMV Umgebung	
A0	Störungsminimiert	für sensible Geräte	Steuerungen Mikroprozessoren, Messumformer Regelgeräte
A	Störungsneutral	Störströme / Spannungen wie EM Umgebung	Netzzuleitung, Sicherungen, Netzfilter für FU Umrichter Steuer- oder Hilfsspannung
B	Störungsbehaftet	für empfindliche Baugruppen	Netzteile hoher Leistung
C	Stark störungsbehaftet	Hohe Störaussendung	Frequenzumrichter bis Klasse C2



HINWEIS

Grundsätzliche Gedanken zum Einsatz von Komponenten im Nahfeld basieren auf dem Fachartikel „EM-Entkopplung von Komponenteneinbauorten“ und „Einfluss Leitungsverlegung auf Komponenteneinbauorte“ des J.Schmitz GmbH EMV-Kompetenzzentrum und ist als Ergänzung und im fachlichen Zusammenhang mit dem Leitfaden „EMV gerechter Maschinenbau“ ISBN 978-3-00-034399-5 des Autors zu sehen.

Aus den Fachartikeln des J.Schmitz GmbH EMV-Kompetenzzentrum abgeleiteten Vorsorgegrenzwerten für eine risikominimierte Entkopplung der Komponenten, sind nach bestimmten Werten abgeleitet und können als Faustformel für eine Bewertung der Eignung der Komponenten, auch evtl. in Zusammenarbeit mit dem Komponentenhersteller verwendet werden.

☞ In nachfolgenden Abschnitten sind Vorsorge Grenzwerte mit Planungspegel definiert. Diese Grenzwerte basieren auf den Grenzwerten von harmonisierten Normen, ergänzt durch Vorsorge Grenzwerte im Nahfeld im Inneren des Betriebsmittels.

☞ Die in diesem Kapitel 3 vorgeschlagenen Vorsorge Grenzwerten basieren auf den im Kapitel 2 definierten Grenzwerten für Felder, Ströme und Spannungen im Inneren von den dem Verfahren zu Grund liegenden typischen Betriebsmittelarten.

Übereinstimmung Grenzwerte Komponenten mit harmonisierten Normen für EM Feld Einsatzbereich

Störfestigkeit EM Feld			
80 MHz – 1 GHz	3 V/m	10 V/m	1 V/m
1,4 GHz – 2 GHz	3 V/m	3 V/m	1V/m
2 GHz – 2,7 GHz	1 V/m	1 V/m	1 V/m
EN 61000-6-1 Wohnbereich	✓		
EN 61000-6-2 Industriebereich		✓	
EN 55024 Informationstechnologie	✓3V/m		
EN 61326-1 Mess-Steuer- und Regeltechnik Grundlegende Anforderungen	✓		
EN 61326-1 Mess-Steuer- und Regeltechnik Industrielle Umgebung		✓	
EN 61326-1 Mess-Steuer- und Regeltechnik Beherrschte Umgebung			✓
EN 61326-1 Mess-Steuer- und Regeltechnik Tragbare Mess- Prüfeinrichtung	✓		
EN 50370-2 Maschinen		✓bis 1 GHz	
EN 51547 Beleuchtungstechnik	✓bis 1 GHz		
EN 50491-5-2 Systemtechnik Heim	✓		
EN 61800-3 Frequenzumrichter-Antriebe erste Umgebung	✓		
EN 61800-3 Frequenzumrichter-Antriebe zweite Umgebung		✓	

Störaussendung EM Feld		dB(μV/m)		
30 MHz – 230 MHz (10m Messentfernung Quasispitzenwert)	30)	40	50	
230 MHz – 1 GHz (10m Messentfernung Quasispitzenwert)	37	47	60)	
1GHz – 3 GHz (3m Messentfernung Spitzenwert)	70	76		
3 GHz – 6 GHz (3m Messentfernung Spitzenwert)	74	80		
EN 61000-6-3 Wohnbereich	✓			
EN 61000-6-4 Industriebereich		✓		
EN 55032 Informationstechnologie Kl. A	✓			
EN 55032 Informationstechnologie Kl. B		✓		
EN 55011 ISM Geräte Kl. A	✓			
EN 55011 ISM Geräte Kl. B		✓		
EN 61326-1 Mess-Steuer- und Regeltechnik Grundlegende Anforderungen	Grenzwerte sind auf EN 55011 verwiesen			
EN 61326-1Mess-Steuer- und Regeltechnik Industrielle Umgebung				
EN 61326-1Mess-Steuer- und Regeltechnik Beherrschte Umgebung				
EN 61326-1Mess-Steuer- und Regeltechnik Tragbare Mess- Prüfeinrichtung				
EN 50370-2 Maschinen		✓		
EN 555015 Beleuchtungstechnik 30 Mhz – 300 Mhz		✓		
EN 555014-1 Systemtechnik Heim		✓		
EN 61800-3 Frequenzumrichter Antriebe Kategorie C1	✓			
EN 61800-3 Frequenzumrichter Antriebe Kategorie C2		✓		
EN 61800-3 Frequenzumrichter Antriebe Kategorie C3				✓

Übereinstimmung Grenzwerte Komponenten mit harmonisierten Normen für leitungsgebundene Beeinflussung Einsatzbereich

Störfestigkeit hochfrequente Spannungen			
Wechselstrom Netzein- und ausgänge	3 V	10 V	1 V
EN 61000-6-1 Wohnbereich	✓		
EN 61000-6-2 Industriebereich		✓	
EN 55024 Informationstechnologie	✓		
EN 55014-2 Haushaltgeräte	✓		
EN 61326-1 Mess-Steuer- und Regeltechnik Grundlegende Anforderungen	✓		
EN 61326-1 Mess-Steuer- und Regeltechnik Industrielle Umgebung	✓		
EN 61326-1 Mess-Steuer- und Regeltechnik Beherrschte Umgebung			✓
EN 50370-2 Maschinen			
EN 61547 Beleuchtungstechnik	✓		
EN 50491-5-2 Systemtechnik Heim	✓		
EN 61800-3 Frequenzumrichter Antriebe Erste Umgebung	✓		
EN 61800-3 Frequenzumrichter Antriebe Zweite Umgebung		✓	

Störaussendung hochfrequente Spannungen			
0,15 MHz bis 0,5 MHz (Quasispitzenwert)	66-56dB(μV)	79 dB(μV)	
0,5 MHz bis 5 MHz (Quasispitzenwert)	56 dB(μV)		
5 MHz bis 30 MHz (Quasispitzenwert)	60 dB(μV)		
0,5 MHz bis 30 MHz (Quasispitzenwert)		73 dB(μV)	
EN 61000-6-3 Wohnbereich	✓		
EN 61000-6-4 Industriebereich		✓	
EN 555015 Beleuchtungstechnik 30 Mhz – 300 Mhz	✓		
EN 61000-6-3 Wohnbereich			
EN 61000-6-4 Industriebereich			
EN 55032 Informationstechnologie Kl. A			
EN 55032 Informationstechnologie Kl. B			
EN 61326-1 Mess-Steuer- und Regeltechnik Grundlegende Anforderungen	Grenzwerte sind auf EN 55032 verwiesen		
EN 61326-1 Mess-Steuer- und Regeltechnik Industrielle Umgebung			
EN 61326-1 Mess-Steuer- und Regeltechnik Beherrschte Umgebung			
EN 61326-1 Mess-Steuer- und Regeltechnik Tragbare Mess- und Prüfeinrichtung			
EN 50370-2 Maschinen			
EN 51547 Beleuchtungstechnik			
EN 50491-5-2 Systemtechnik Heim			
EN 61800-3 Frequenzumrichter Antriebe Erste Umgebung	✓		
EN 61800-3 Frequenzumrichter Antriebe Zweite Umgebung		✓	

Komponentenbewertung bzgl. Nahfeld für Einsatz INTRA EMV iim Betriebsmittel

Störfestigkeit Nahfeld (Störrelevanz)	A0	A	B	C
9kHz bis 150 kHz	10 A/m	3 A/m	30 A/m	100 A/m
150 kHz bis 26 MHz	1 A/m	0,3 A/m	3 A/m	30 A/m
> 26 MHz (in Beratung)	10 V/m	3 V/m	30V/m	30 V/m
A	✓			
A0		✓		
B			✓	
C				✓
Störaussendung Nahfeld (Störrelevanz)	A0	A	B	C
9kHz bis 150 kHz	1 A/m	0,3 A/m	3 A/m	10 A/m
150 kHz bis 26 MHz	0,1 A/m	0,03 A/m	0,33 A/m	3 A/m
> 26 MHz (in Beratung)	1 V/m	0,3 V/m	3V/m	3 V/m
A	✓			
A0		✓		
B			✓	
C				✓

Komponentenbewertung bzgl. Transiente Einflüsse

Störfestigkeit Stoßspannungen Wechselstrom Netzein- und -ausgänge		
Unsymmetrisch (Leitung gegen Erde)	2 kV	1 kV
EN 61000-6-1 Wohnbereich	✓	
EN 61000-6-2 Industriebereich	✓	
EN 55024 Informationstechnologie	✓	
EN 55014-2 Haushaltgeräte	✓	
EN 61326-1 Mess-Steuer- und Regeltechnik Grundlegende Anforderungen		✓
EN 61326-1 Mess-Steuer- und Regeltechnik Industrielle Umgebung	✓	
EN 61326-1 Mess-Steuer- und Regeltechnik Beherrschte Umgebung		✓
EN 50370-2 Maschinen	✓	
EN 51547 Beleuchtungstechnik Leistung < 25 W		✓
EN 51547 Beleuchtungstechnik Leistung < 25 W	✓	
EN 50491-5-2 Systemtechnik Heim	✓	
EN 61800-3 Frequenzumrichter Antriebe Erste Umgebung	✓	
EN 61800-3 Frequenzumrichter Antriebe Zweite Umgebung	✓	
Störfestigkeit Schnelle Transienten Wechselstrom Netzein und -ausgänge		
Unsymmetrisch (Leitung gegen Erde)	1 kV	2 kV
EN 61000-6-1 Wohnbereich	✓	
EN 61000-6-2 Industriebereich		✓
EN 55024 Informationstechnologie	✓	
EN 55014-2 Haushaltgeräte	✓	
EN 61326-1 Mess-Steuer- und Regeltechnik Grundlegende Anforderungen	✓	
EN 61326-1 Mess-Steuer- und Regeltechnik Industrielle Umgebung		✓
EN 61326-1 Mess-Steuer- und Regeltechnik Beherrschte Umgebung	✓	
EN 50370-2 Maschinen	✓	
EN 51547 Beleuchtungstechnik	✓	
EN 50491-5-2 Systemtechnik Heim (BWK A)	✓	
EN 50491-5-2 Systemtechnik Heim (BWK B)		✓
EN 61800-3 Frequenzumrichter Antriebe Erste Umgebung	✓	
EN 61800-3 Frequenzumrichter Antriebe Zweite Umgebung		✓

Eignungsvoraussetzung nach Stand der Technik

Netzqualität

Komponentenbewertung bzgl. Netzqualität Oberwellen für Einsatz INTRA-EMV innerhalb des Betriebsmittels mit Schnittstellenverbindung nach extern

	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
EN 61000-2-4 nicht öffentliche Netze Verträglichkeitspegel	Geschützte Stromversorgung	Verknüpfungspunkt öffentliches Netz (PCC)	Anlagen interne Anschlusspunkte (IPC)
EN 61000-2-2 öffentliche Netze (kurzzeitige Wirkungen) Verträglichkeitspegel	Nicht definiert	THD=11%	Nicht definiert
EN 61000-4-13 Prüfung Störfestigkeitspegel * Störaussendungspegel	✓ f = 1,5	✓ f = 1,5	✓ f = 1,5
EN 61800-3 Frequenzumrichter Antriebe Erste Umgebung Störfestigkeitspegel * Störaussendungspegel		✓ f = 1,5	
EN 61800-3 Frequenzumrichter Antriebe Zweite Umgebung Störfestigkeitspegel * Störaussendungspegel			✓ f = 1,5

Komponentenbewertung bzgl. Netzqualität Parameter außer Oberwellen für Einsatz INTRA EMV innerhalb Betriebsmittel mit Schnittstellenverbindung nach extern

- Kommutierungseinbrüche
- Spannungsänderungen
- Spannungswechsel
- Spannungsschwankungen
- Spannungseinbrüche
- Spannungsasymmetrie
- Frequenzänderungen
- Einflüsse der Stromversorgung - magnetische Felder

Komponentenbewertung bzgl. Netzimpedanz für Einsatz INTRA EMV innerhalb Betriebsmittel mit Schnittstellenverbindung nach extern

Beurteilung Netzimpedanz		
EN 61000-2-4 nicht öffentliche Netze	Verknüpfungs-punkte -öffentliches Netz (PCC)	Anlagen interne -Anschlusspunkte (IPC)
Annahme typische Beispiele Leistungsverhältnis (Einspeiseleistung/Systemleistung)	RSI 100 bis 1000 1000 kW/1,0 bis 10 kW	RSI 20 bis 50 70 kW/1,4 bis 7 kW
EN 61800-3 Frequenzumrichter Antriebe	TDR 12 20 %	TDR 5–8 %

Komponentenbewertung bzgl. Nahfeld für Einsatz INTRA EMV innerhalb Betriebsmittel

Störrelevanz	Typische Netzqualität EN 62000-2-4
0	Klasse 3
A0	Klasse 1
A	Klasse 2
B	Klasse 3 Erhöhte Grenzwerte 1 bis 150kHz
C	Klasse 3 stark erhöhte Grenzwerte 1 bis 150kHz

Eignungsvoraussetzung nach Stand der Technik

Überspannungsfestigkeit

Komponentenbewertung bzgl. Überspannungsfestigkeit für Einsatz INTRA-EMV innerhalb des Betriebsmittels mit Schnittstellenverbindung nach extern

Störrelevanz	Überspannungskategorie DIN VDE 0100 Teil 443
0	Kat III 4 kV
A0	Kat I 1,5 kV
A	Kat II 2,5 kV
B	Kat II 2,5 kV
C	Kat II 2,5 kV

Herstellieranforderungen an starke Störquellen

Wenn eine der folgenden Bedingungen am Einbauort eines Systems mit mehreren Frequenzumrichtern vorliegt, sollte in Erwägung gezogen werden, die Impedanz vor dem FU durch Leitungsdröseln oder Zwischentrafos zu erhöhen:

Bedingungen am Einsatzort:

- Blindstromkondensatoren installiert
- Überspannungsspitzen > 6000 V zu erwarten (Überspannungsschutz >)
- Spannungseinbrüche bis 200 V oder Unterbrechungen
- Die Impedanz des versorgenden Netzes (z.B. Mittelspannungstrafo) ist für die einzusetzenden FU's zu gering

Einsatz von Netzdröseln bei mehreren FU an gemeinsamer Netzeinspeisung

Wenn mehrere FU's an einer gemeinsamen Versorgungsleitung angeschlossen werden, sollte jeder FU mit einer eigenen Drössel versehen werden. Maximal sollten 5 FU an eine Drössel angeschlossen werden.

Dabei ist die Beurteilung der notwendigen Netzimpedanz immer auf den FU mit der geringsten Leistung vorzunehmen.

Die Netzimpedanz in der Netzversorgung sollte min. 0,5 % der Impedanz des FU (bei FU mit integrierter Drössel 0,25 %) betragen.

Dies entspricht in etwa, wenn die Trafoleistung > 10* FU Leistung (mit interner Drössel 20 *) ist.

Überschlägige Berechnung einer eventuell notwendigen Drössel in Abhängigkeit der Netzimpedanz:

Berechnung der Trafoimpedanz (Quellenimpedanz)

$Z_{xfmr} = V(\text{line-line})^2 / P \text{ Trafo (VA)} * \% \text{ Impedanz Trafo } \Omega$

Impedanz Trafo = üblicherweise zwischen 0,03 und 0,06 (3 bis 6 %)

Berechnung FU Impedanz

$Z_{drive} = U \text{ line-line} / (\sqrt{3} * I \text{ input-rating}) \Omega$

Berechnung relative prozentuale Quellenimpedanz IST

$F \% = (Z_{xfmr} / Z_{drive}) * 100$

Wenn relative prozentuale Quellenimpedanz unter dem notwendigen Faktor 0,5 bzw. 0,25 liegt, ist eine zusätzliche Impedanz in Form einer Drössel in die Einspeisung einzufügen.

Berechnung Quellenimpedanz SOLL

$Z_{xfmr \text{ SOLL}} = (0,5 \text{ bzw. } 0,25 (F \%)) * Z_{drive} / 100 \Omega$

Danach ist Impedanz Drössel:

Soll Impedanz Netz minus Netzimpedanz IST

$Z_{drössel} = Z_{xfmr \text{ SOLL}} - Z_{xfmr} \Omega$

Berechnung der notwendigen Drössel Induktivität bei Netzfrequenz 50 Hz

$L = Z_{drössel} / (2\pi * 50)$ in Henry

Genaue Drössel Applikation ist mit FU Hersteller abzustimmen

Dokumentation der Bewertung der einzusetzenden Komponenten

Für die eingesetzten Komponenten sind die EMV-Parameter, für die sie qualifiziert wurden, mit Angaben von Nutzfrequenz und Pegeln zu erfassen.

Diese normativen sind mit Parametern die nach Stand der Technik bei bestimmungsgemäßem Gebrauch einzuhalten sind zu ergänzen, sofern diese auch als Rahmenbedingung für das Gesamtbetriebsmittel einzuhalten sind.

Die von den Herstellern der Komponenten geforderten Anwendungs- und Installationshinweise sind der weiteren EMV Planung als Grundlage zugrunde zu legen.

Diese Herstellerforderungen können ev. in dem speziellen Einsatz nicht vollinhaltlich umgesetzt werden da evtl. die mechanischen Voraussetzungen dafür nicht gegeben sind.

Auch sind in den Produktnormen der Baugruppen oftmals Messaufbauten vorgegeben die der Gegebenheit im Einsatzfall nicht entsprechen.

Der EMV Planer hat auch dann Zusatzmaßnahmen zu treffen.

Die EMV-Parameter der relevanten Komponenten sind aus den Lieferantenunterlagen zusammenzutragen.

Bei nicht erschöpfenden EMV Angaben in den mitgelieferten Herstellerdokumenten sind ergänzende Informationen vom Hersteller anzufordern!

 Die umfassenden EM Parameter einer Komponente, vorgesehen zum Einsatz im jeweiligen Projekt sind durch einen Fragebogen vom Hersteller anzufragen

Dafür ist ein standardisiertes Fragebogen Formular hilfreich, mit dem beim Hersteller ergänzende Informationen angefragt werden können

Für die eingesetzten Komponenten sind die EMV Parameter, für die sie als CE konform qualifiziert wurden mit Angaben von Nutzfrequenz und Pegeln zu erfassen.

Diese normativen sind mit Parametern die nach Stand der Technik bei bestimmungsgemäßem Gebrauch einzuhalten sind zu ergänzen, sofern diese auch als Rahmenbedingung für das Gesamtbetriebsmittel einzuhalten sind.

Abgleich, der für die Bewertung zugrunde zu legenden Phänomene, mit der in Kapitel 2 vorgenommenen Strukturierung der Komponenten.

- ➔ Definition der Komponenten für die eine theoretische Bewertung notwendig ist
- ➔ Definition der Phänomene für die die Bewertung durchzuführen ist

In Verfahrensschritt 2 wurden Zonen definiert:

- Für die Zonen wurden die Phänomene definiert, deren Unbedenklichkeit durch Prüfungen nicht nachgewiesen wurden
- Für die in der Zone einzusetzenden Komponenten und deren Schnittstellen ist die EMV-Eignung theoretisch zu bewerten

Zonenliste in Kapitel 2

Zone 1 Name	Einordnung nach 2.1 z.B. Netzeinspeisung		
Zielsetzung	EMV Richtlinie	Phänomene	2.2 Überspannungskategorie
Zone 2 Name	Einordnung nach 2.1 z.B. Gesamt Betriebsmittel		2.1 a.) ? bis d.)
Zielsetzung	EMV Richtlinie	Phänomene	1.2 Störaussendung Feld
Zone 3 Name	Einordnung nach 2.1 z.B. Gesamt Betriebsmittel		2.1 a.) ? bis d.)
Zielsetzung	Inhärente INTRA EMV	Phänomene	3.1 und 3.2 Nahfeld Komponenten und Verlegewege

Komponentenliste in diesem Verfahrensschritt

lfd. Nr.	Zone	Bereich	Komponente / BMK	Hersteller	Bestell-Nr.	Konformitäts-erklärung (CE)	Produktnorm	Phänomene*	EMV Eignung	Störrelevanz	EMV-Maßnahmen
1	3	3.0	SK Schaltschrank-Innentemperaturregler, 24V, 48V, 60V, 115V, 230V, 1~, 24V, 48V, 60V	Rittal	3110000	(Datum)		4.1/4.3		A	in Kapitel 4

Legende der zu beurteilenden Phänomene

*Phänomene (Spalte 9):

1. Harmonisierte Normen
 - 1.1 Störaussendung Feld
 - 1.2 Störfestigkeit Feld
2. Stand der Technik
 - 2.1 Überspannungskategorie
 - 2.2 Oberwellenklasse
3. Inhärent
 - 3.1 Nahfeld
 - 3.2 Schirmstrom

Störrelevanz A0
Störrelevanz A
Störrelevanz B
Störrelevanz C



Die Eignung einer Komponente zum Einsatz im jeweiligen Projekt ist in einem Bewertungsbogen zu dokumentieren

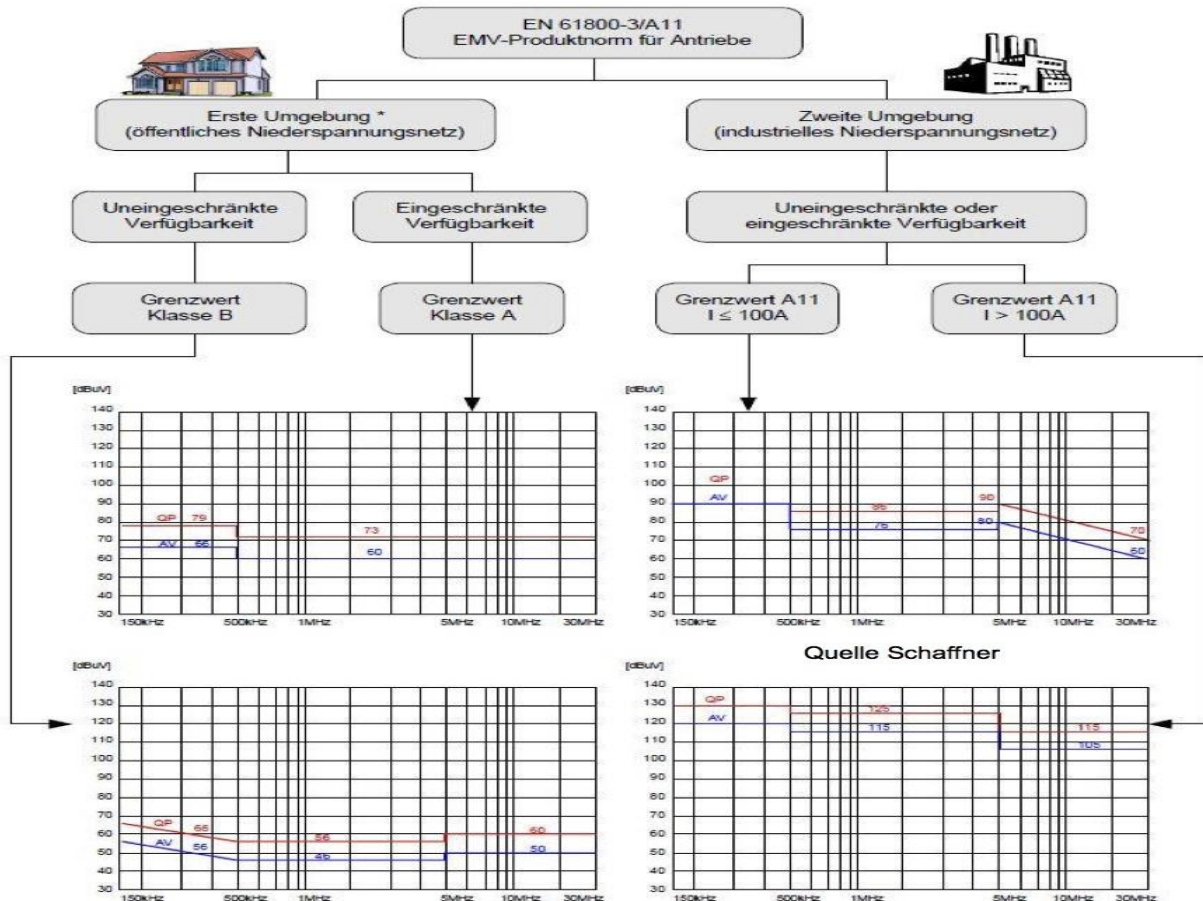
Beispiel Bewertungsbogen für Eignung Komponenten zum Einsatz in externen Schnittstellen

Bewertung	Kriterien	Parameter	Nachweis
Eignung für Einsatz in externen Schnittstellen			
Phänomene entspr. zutreffender harmonisierter Norm	Störaussendung Feld	EN 61000 x x	Bestätigt durch -Konformitätserklärung
	Störaussendung -Leitungsgebunden		
	Störfestigkeit Feld		
	Störfestigkeit -Leitungsgebunden		
	Burst		Nachweis durch Einschluss in Prüfungsumfang -Gesamtsystem
	ESD		
	usw.		Zusatzprüfung nach -Produktnorm
Bewertungskriterien während EM Beeinflussung	Normativ	Kategorie A	
	Herstellerforderung Funktion	Keine Beeinträchtigung	
	Herstellerforderung Qualität		
	Funktionale -Sicherheit (SIL)		
Phänomene nach Stand der Technik	Netzüberspannung	VDE o100	Plausible Ableitung Eignung durch Prüfergebnis Surge
	Netzqualität	EN 51000-2-4 Klasse 2	Zusatzprüfung nach DIN EN 61000-4-3 Teil 4-13
Gerät geeignet für Einsatz im Gesamtsystem	Nach Fachgrundnorm	Industrienumgebung	
		Wohnumgebung	
	Sonder-Umgebung	? Schweißstraßen	

Beispiel Bewertungsbogen für Eignung Komponenten zum Einsatz in INTRA EMV

Bewertung	Kriterien	Parameter	Nachweis
Eignung Einsatz in INTRA EMV Bereichen			
Phänomene normativ	Entsprechend Einsatzbedingungen Gesamtsystem	Identisch mit Forderung nach Produktnorm Komponente	Bestätigt durch Konformitätserklärung
Einstufung in Störrelevanz	bzgl. Nahfeldbedingungen am Einbauort	Nach Bauvorschrift Störrelevanz zusammen mit empfindlichen Betriebsmitteln geeignet	Einbauanweisung Hersteller einzuhalten Validierung durch H Nahfeldmessung
Eignungserfahrung in Vorprojekten		Typ 4711-15	
Eignung für Einsatz im Projekt		Typenreihe Maschinen 4712 bis 15	

Beispiel einer Beurteilung von EMV Parametern eines Frequenzumrichters



Die normativen Grenzwerte sind für die notwendige Einbausituation zu beurteilen. Die durch die CE Kennzeichnung der Komponenten nachgewiesenen Werte sind entsprechend dem Prüfaufbau qualifiziert und oft für die aktuelle Einbausituation nicht brauchbar.

Geräte der Klasse C1 erzeugen die geringsten Störaussendungen, sind aber auch teuer und haben eine geringere Störfestigkeit.

Diese Geräte sind für den Einsatz im Wohnbereich geeignet und im Handel zur Verwendung, ohne spezielle EMV Kenntnisse eines Fachmanns frei verfügbar. Daher müssen diese Geräte CE gekennzeichnet sein.

Die Frequenzumrichter der Klassen C2 bis C4 sind zum Einsatz in einem Gesamtprojekt (Betriebsmittel) durch einen Fachmann mit EMV Fachwissen geeignet.

Diese Geräte müssen nicht unbedingt CE konform mit der EMV Richtlinie sein.

Abhängig vom EMV-Wissen kann der Anwender wählen, welche Klasse eingesetzt werden soll und welche zusätzlichen EMV-Maßnahmen getroffen werden sollen.

Allerdings ist der Anwender dann ebenso laut Produktnorm für die EMV-Störungen verantwortlich, die diese Geräte erzeugen.

Der Hersteller des Antriebssystems gewährleistet nur die Einhaltung der Grenzwerte gemäß der angegebenen C-Kategorie.

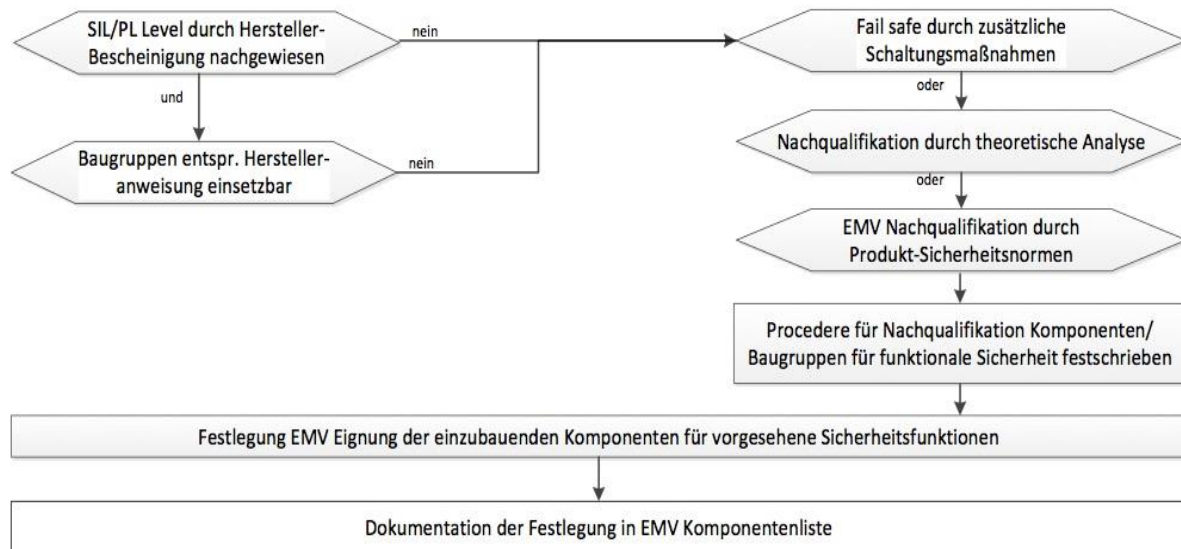
Setzt der Anwender beispielsweise ein C3-Gerät ein und verzichtet auf weitere Filtermaßnahmen, so ist die Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte durch das Gesamtsystem: Maschine nicht gewährleistet.

Bei notwendigem Einsatz von Komponenten mit unverträglichen Grenzwerten an einem gemeinsamen Einbauort sind Maßnahmen zu ergreifen:

- Begrenzung des bestimmungsgemäßen Gebrauchs
- Nachqualifikation der betroffenen Komponenten
- Anwendung konstruktiver Entkopplungsmaßnahmen (s. Kapitel 4)

EMV-Forderungen funktionale Sicherheit für Komponenten mit Sicherheitsfunktion

- ☞ Die Funktionssicherheitsparameter der Komponenten die für den Einsatz in einer Sicherheitsfunktion des Betriebsmittels vorgesehen sind, sind zu bewerten und in EMV Komponentenliste festzuschreiben.
(nur bei Zielrichtung der EMV Bewertung auch nach Maschinenrichtlinie)



Auf Komponenten, die in Sicherheitsfunktionen eines Betriebsmittels integriert sind, ist auch im Hinblick auf die EMV ein besonderes Augenmerk zu richten.

Bereits bei der Auswahl ist die Eignung der Komponenten für Sicherheitsfunktionen für den geforderten SIL Level der entsprechenden Sicherheitsfunktion zu berücksichtigen.

Die Sicherheitsfunktionen sind deshalb von vornherein dem EMV Vorentwurfsplaner zu nennen. Die Anforderungen an die Sicherheitstechnik sind in der Normenreihe DIN EN 61508, EN 13849 und DIN EN 62061 vorgegeben.

In den beiden hauptsächlich infrage kommenden Normen für Funktionssicherheit ist jeweils auf die Vermeidung und Beherrschung systematischer Ausfälle auch auf die Einhaltung der EMV hingewiesen.

Für den CE Konformitätsnachweis auf Ebene des Gesamtsystems: Betriebsmittels, kommt auch die Vermeidung eines Ausfalls infolge gemeinsamer Ursache (CCF) infrage.

- **Ausfall infolge gemeinsamer Ursache (CCF)**
- Ausfälle verschiedener Einheiten
- aufgrund eines einzelnen Ereignisses

In den Tabellen der Normen EN 13849-1 und EN 62061 für die Quantifizierung für Maßnahmen gegen CCF wird bzgl. EMV auf folgende Punkte verwiesen:

Das Verhalten bei Spannungsausfall, Schwankungen, Über- und Unterspannung

- Systematischer Ausfall
- Ausfall mit deterministischer Ursache, die nur durch Änderungen der Gestaltung des Konzepts beseitigt werden kann

Für Maßnahmen gegen den systematischen Ausfall wird bzgl. EMV auf folgende Punkte verwiesen:

Vermeidung systematischer Ausfälle: Bau-gruppen / Teile nach erforder-lichen SIL Level (Verweis auch auf IEC 61508-7) IEC 60204-1

Festlegung der entsprechenden Forderungen an eingesetzte Baugruppen / Teile für die Sicherheitsfunktionen

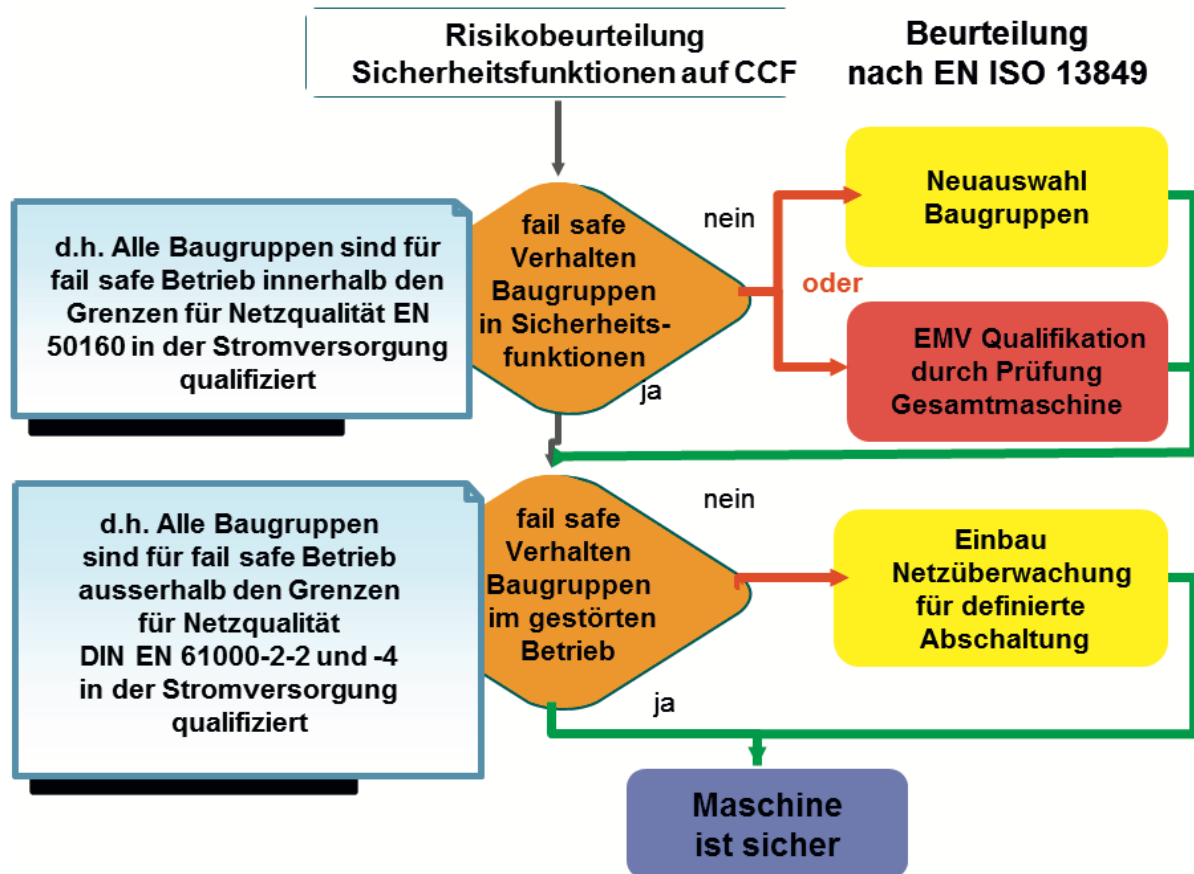
Diese Forderungen ziehen evtl. EMV-Tests der eingesetzten Komponenten in einer Sicherheitsfunktion nach sich:

Level bescheinigt, aber im aktuellen Einsatz nicht entsprechend der Hersteller-anweisung einbaubar.

Die Forderung zur Vermeidung der CCF Ausfälle zieht eventuell EMV-Tests des Gesamtbetriebsmittels nach sich. Die festgelegte **Qualifikationsmaßnahme** ist aus den EMV-Forderungen der Sicherheitsnormen auszuwählen und in der EMV techn. Spezifikation festzu-schreiben.

Hersteller von elektrischen und elektronischen Betriebsmitteln müssen durch ihre CE Konformitätserklärung in Bezug auf EMV nur die Übereinstimmung mit der EMV Richtlinie bestätigen.

Bewertung CCF des Gesamtsystems



Bewertung Komponenten bzgl. systematischer Fehler

Die Hersteller von elektronischen/elektrischen Baugruppen können zwar in ihrer CE Konformitätsbestätigung die Konformität mit der Maschinenrichtlinie und damit die Sicherheitslevel nicht einschließen, jedoch durch eine Herstellererklärung erreichbare Sicherheitslevel SIL bei Einhaltung der Einbauvorschriften bestätigen.

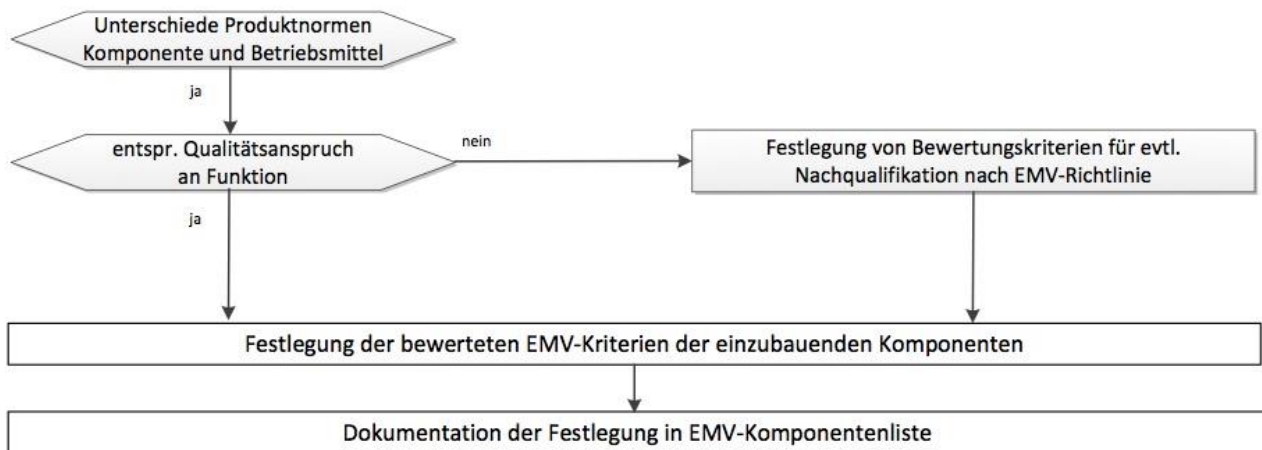
Die Einbauvorschriften werden auch EMV bezogene Punkte beinhalten die in den Komponenten mit aufzunehmen sind.

- ➔ Bewertungskriterien „kein Eintritt einer gefährlichen Situation“ abweichend von Bewertungskriterien bzgl. EMV Richtlinie „Verfügbarkeit“

Parameter bzgl. Maschinen-Richtlinie mit EMV Relevanz		
Für Einsatz in Sicherheitsfunktionen qualifiziert	Ja	Nein
Herstellererklärung wird beigestellt	Ja	Nein
Nachweis nach welcher Norm? (z.B. EN 61508)		
Qualifizierter Sicherheits-Level	SIL	PL
Sicherheitsgerichtetes Abschalten möglich?	Ja	Nein

Beurteilung Bewertungskriterien an eingesetzte Geräte

☞ Die Bewertungskriterien der erfassten Komponenten sind zu beurteilen und entsprechend ihrer Übereinstimmung mit den geforderten Kriterien an den Komponenteneinsatz im Betriebsmittel, festgelegt in der EMV technischen Spezifikation des Betriebsmittels in der EMV Komponentenliste, festzuschreiben.



Bewertungskriterien der Verfügbarkeit

Vergleich der Bewertungskriterien der Produktnorm der Komponenten mit Norm für den Konformitätsnachweis des Gesamtbetriebsmittels.

Die in den Produktnormen der eingesetzten Baugruppen / Bauteile geforderten Bewertungskriterien für das zulässige Verhalten der Funktion der Baugruppe während der Beaufschlagung mit dem normativ zulässigen Pegel der EM Störfestigkeitsprüfung, können dabei nach Angaben des Herstellers evtl. nicht mit der notwendigen Anforderung an diese im speziellen Einsatz übereinstimmen.

Entweder ist die Auswahl einer geeigneteren Baugruppe vorzunehmen oder zusätzliche Maßnahmen durch den EMV Vorentwurfsplaner vorzusehen, oder aber die Anforderung an die Baugruppe durch schaltungstechnische Maßnahmen oder Softwareprozesse durch den Elektroplaner zu verringern.

Die von der EMV Norm für die Gesamtmaschine vorgegebenen Bewertungskriterien dienen nur der Einhaltung der Schutzziele der EMV Richtlinie („Einhaltung einer zufriedenstellenden -Verfügbarkeit“).

Die Bewertungskriterien sind in unterschiedlichen Produktnormen unterschiedlich für Funktionen unterteilt und auch im Kriterium selbst unterschiedlich.

Dieser Anspruch kann eventuell für die aktuelle Maschine nicht ausreichend sein.

Sei es aus Gründen einer Forderung nach keiner Minderung der Genauigkeit von Funktionen während EMV Beeinflussung oder aus Gründen von nicht hinnehmbaren Folgen von Funktionsunterbrechungen während der EM Beeinflussung.

Gegebenenfalls ist für die das Gesamtbetriebsmittel zusätzlich ein schärferes Bewertungskriterium anzustreben, z.B. während der ESD Prüfung das Kriterium A., anstelle normativ B.

Erläuterung nach EN 1800-3 (gekürzte Form)

A Abweichung innerhalb des zulässigen Bereichs

B Selbsttätige Erholung nach Störeinfluss

C Abschaltung ohne selbsttätige Erholung

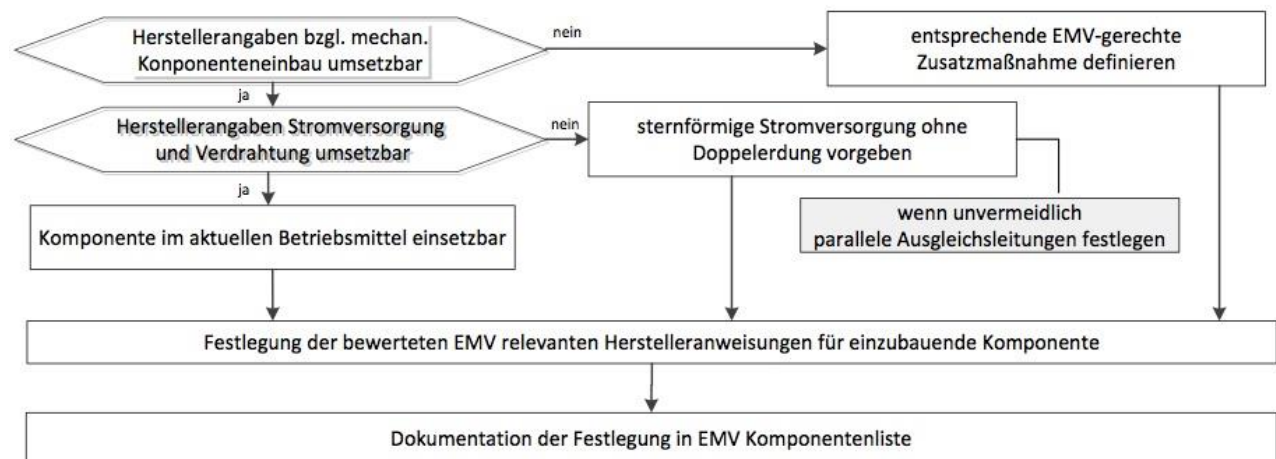
Beurteilung der Bewertungskriterien der Produktnorm des Gerätes mit qualitativem Anspruch des -Maschinenherstellers an die Verfügbarkeit

Komponenteneinbaumaßnahmen

In diesem Abschnitt sind notwendige Festlegungen für die Elektrokonstruktion vorzugeben um Überkopplungen von Komponenten möglichst gering zu halten.

Als Grundlage der Maßnahmen sind Herstellervorschriften, EMV Know-how des EMV Planers und die spezifischen Gegebenheiten des Betriebsmittels zugrunde zu legen.

- ☞ Die für einen EMV gerechten Einbau der Komponenten vom Hersteller vorgeschriebenen Maßnahmen in Komponentenlisten mit aufnehmen.



Für den Einbau und Anschluss von Komponenten werden vom Hersteller Rahmenbedingungen vorgeschrieben.

EMV relevante Vorgaben sind dabei vom EMV Planer auf die Anwendbarkeit im speziellen Projekt zu beurteilen und in den techn. Unterlagen als Vorgabe für die Elektroplanung zu integrieren.

Sind die vorgeschriebenen Maßnahmen bauartbedingt für das jeweilige Betriebsmittel nicht anwendbar, so sind zusätzliche Maßnahmen festzulegen, zu beurteilen und eventuell Schritte zu einem zusätzlich notwendigen EMV Nachweis mit anzuführen.

Auch ist die Einhaltung dieser Montagevorschriften ein Teil des Konformitätsnachweises und der Techn. Dokumentation für die Bundesnetzagentur.

Die Einhaltung ist auch durch die Checklisten EMV Planung und Fertigung zu überprüfen.

Da in den EMV Plan nur EMV-relevante Herstellerhinweise gehören ist es zweckmäßig nur Ausschnitte aus den Bedienhandbüchern in den Gerätelisten des EMV Plans mit aufzunehmen.

Beispiel: Frequenzumrichter

Hinweise zur EMV-gemäßen Installation

Mechanische Montage

... Frequenzumrichter der Type xyz sind mit möglichst niedriger Impedanz an der metallischen Rückwand zu montieren.

Dies erfolgt am besten durch die Aufspannbolzen des Gerätes.

Da das Gehäuse des Gerätes eloxiert und daher nicht leitfähig ist, müssen entweder Kratzscheiben verwendet werden, die den anodischen Überzug durchdringen, oder der Überzug muss abgekratzt werden.

(Quelle: Danfoss)

Komponentenauswahl im Hinblick auf Nachhaltigkeit

- ☞ Die für eine EMV gerechte Nachhaltigkeit der Einhaltung der Störrelevanzen sind vom Hersteller für die in 1.2.3.7 festgestellten Komponenten vorgeschriebenen Wartungs- und Austausch -Maßnahmen zu erfragen sind, in Komponentenlisten einzutragen.
- ☞ Die erkannten Wartungsintervalle und Maßnahmen sind als Definition des bestimmungs-gemäßen Gebrauchs, sowohl in die techn. Unterlage, als auch Vorgabe für die Bedienungsanleitung zu übernehmen.

Bauteile in Komponenten haben Bauart bedingt eine unterschiedliche Lebensdauer. Ein fehlerhaftes Bauteil in einer Komponente mit Einfluss auf die Störrelevanz kann direkte Auswirkungen auf die Störaussendung bzw. Störfestigkeit des Bauteils und damit auf die EMV des Gesamtbetriebsmittels haben.

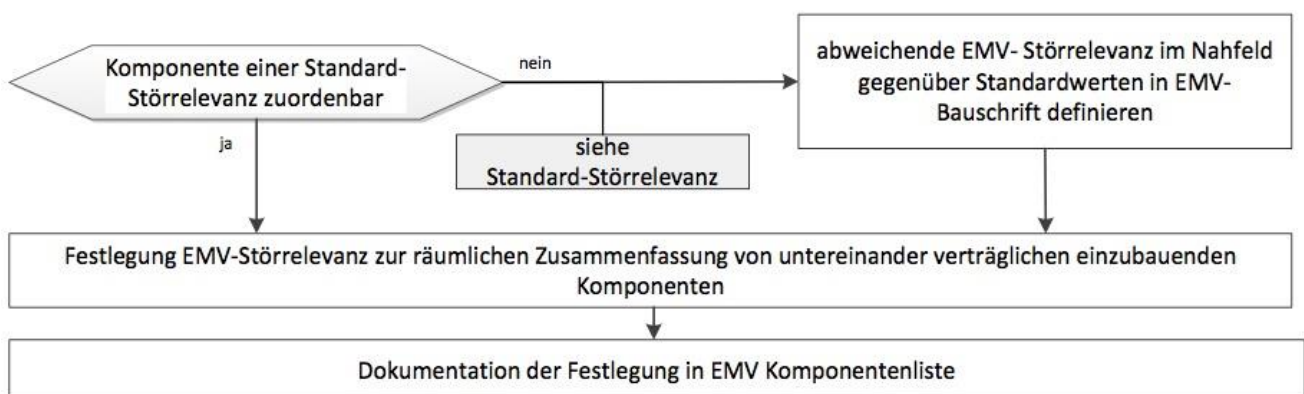
Die störungsfreie Life Cycle Periode dieser Bauteile muss länger als die in Verfahrensschritt 1.2.3.7 für die Nachhaltigkeit des Betriebsmittels festgelegten Lebensdauer bzw. Periode bis zu einem Ersatz bei Wartung sein.

Die Parameter für einen bestimmungsgemäßen Gebrauch in Bezug zu EMV Relevanz für Komponenten sind zu berücksichtigen und bei Anfragen an Hersteller von Komponenten diesen bekannt zu machen:

- Betriebstemperatur
- Gebrauchsdauer pro Tag
- Bewegungszyklen von bewegten Leitungen
- Geschwindigkeit pro Bewegung von Leitungen
- Beschleunigung von Leitungen in Bewegungen
- Lastzyklen für Leistungselektronik
 - Wartungsintervall Dichtungen
 - Wartungsintervall Kondensatoren
 - Wartungsintervall Überspannungsableiter

Dem Nutzer des Betriebsmittels ist als Maßnahme der Austausch des Bauteils in festgelegtem Intervall und/oder eine Messmethode zur Diagnose des Zustandes des Bauteils in der Bedienungsanleitung mitzuteilen.

Komponentenklassifizierung



Zum Erreichen einer optimalen Verfügbarkeit sind die einzusetzenden Komponenten in störrelevanten Klassen zusammenzufassen, die aufgrund ihrer bereits bewerteten Störaussendung und Störfestigkeit unmittelbar räumlich zusammen eingesetzt werden können.

Diese Klassifizierung der Störrelevanz ist durch Kennungen alphabetisch den Komponenten zuzuordnen.

Störrelevanz	Typischer Einsatzbereich	Kurzbeschreibung EM Umgebung im Nahfeld	Typische Gerätezuordnung
0	Umgebung Störaussendung	EMV Umgebung	
A0	Störungsminimiert	EM Umgebung für sensible Geräte	Steuerungen Mikroprozessoren, Messumformer Regelgeräte
A	Störungsneutral	Störströme / Spannungen wie EM Umgebung Alle Systeme ohne FU-Umrichtern	Netzzuleitung, Sicherungen, Netzfilter für FU Umrichter Steuer- oder Hilfsspannung
B	Störungsbehaftet	EM Beeinflussung von empfindlichen elektronischen Baugruppen durch erhöhte Störaussendung im Nahbereich	Netzteile hoher Leistung
C	Stark störungsbehaftet	EM Beeinflussung von -empfindlichen elektronischen Baugruppen durch hohe Störaussendung im Nahbereich	Frequenzumrichter bis Klasse C2

Die oben angegebenen Eingliederung in Störrelevanzen sind im QM Prozess EMV der J.Schmitz GmbH EMV-Kompetenzzentrum von A bis C standardisiert.

☞ Die bewerteten Komponenten sind in eine Komponentenliste einzutragen, die der -E-Konstruktion als Grundlage der Festlegung der Komponenteneinbauorte dient.

lfd. Nr.	Zone	Bereich	Komponente / BMK	Hersteller	Bestell-Nr.	Konformitäts- erklärung (CE)	Produktnorm	Phänomene*	EMV Eignung	Störrelevanz	EMV- Maßnahmen
1	3	3.0	SK Schaltschrank-Innentemperaturregler, 24 V, 48 V, 60 V, 115 V,	Rittal	3110000	(Datum)	✓	4.1 / 4.3		A	Detailmaßnahmen in Kapitel 4
2	3	3.1	X20 CPU ATOM, 1.6 GHz, PLK, 3x IF	BuR	X20CP 3586			1.1 / 1.2		A0	
3	3	3.2	ACPmulti VNF 45A 480V	BuR	8BVF 0440H 000 .001-2			1.1 / 1.2 2.1 / 2.2 3.1		C	

Den standardisierten Störrelevanzen sind im QM-Prozess des J.Schmitz GmbH EMV-Kompetenzzentrums Vorsorgegrenzwerte zugeordnet, deren Entkopplungsabstand Risikoanalytisch eine weitgehende Störsicherheit und damit optimale Verfügbarkeit sicherstellt.

Störrelevanz	Typischer Einsatzbereich	Typische Netzqualität EN 62000-2-4	Überspannungs- kategorie DIN VDE 0100 Teil 443
0	EMV Umgebung Industrie- Wohnbereich	Klasse 3	Kat III 4 kV
A0	Störungsminimiert	Klasse 1	Kat I 1,5 kV
A	Störungsneutral	Klasse 2	Kat II 2,5 kV
B	Störungsbehaftet	Klasse 3 Erhöhte Grenzwerte 1 bis 150kHz	Kat II 2,5 kV
C	Stark störungsbehaftet	Klasse 3 stark erhöhte Grenzwerte 1 bis 150kHz	Kat II 2,5 kV

Störrelevanz	Frequenzbereich	Feldstärke Störaussendung
A	9kHz bis 150 kHz	1 A/m
	150 kHz bis 26MHz	0,1 A/m
	> 26 MHz (in Beratung)	1 V/m
A0	9kHz bis 150 kHz	0,3 A/m
	150 kHz bis 26MHz	0,03 A/m
	> 26 MHz (in Beratung)	0,3 V/m
B	9kHz bis 150 kHz	3 A/m
	150 kHz bis 26MHz	0,33 A/m
	> 26 MHz (in Beratung)	3V/m
C	9kHz bis 150 kHz	10 A/m
	150 kHz bis 26MHz	3 A/m
	> 26 MHz (in Beratung)	3 V/m

 **REFERENZ** Maßnahmen zur Beurteilung der Eignung von Komponenten sind in der EMV-Bauvorschrift beschrieben und deren Wirkungsnachweis in Kap. 2 dokumentiert.

 **RISIKOMINDERUNG** Für diese Maßnahme ist in der FMEA Risikobewertung der J.Schmitz GmbH EMV-Kompetenzzentrum ein Pareto-Diagramm mit plausibler Erklärung der Wirkrichtungen und der Kennzahlen hinterlegt.

Für eine erfolgreiche Wirkung der Strukturierung auf die Risikopriorität sind die Maßnahmen 3 bis 3.5 komplett zu beachten.

Bei Anwendung der Maßnahme 3 bis 3.5, kann deren Einfluss auf die Risikopriorität des Betriebsmittels durch Aufnahme dieser Positionen in einer Risikobewertung überprüft werden. Die Kennzahl dafür ist zusammengefasst und mindert die Risikopriorität das System als Ganzes.

Weitere Möglichkeiten der Risikominderung einer Beeinflussung der Verfügbarkeit eines Betriebsmittels durch Optimierung der Störfestigkeit der eingesetzten Komponenten durch Entkopplungsmaßnahmen zwischen Bereichen von Einbauorten, ist in Kapitel 4 enthalten.

 Bei Anwendung der Maßnahmen ist die Voraussetzung gegeben, durch die Vorgabe von Vorsorge Grenzwerten im Produktionsprozess eine Validierungsmöglichkeit zu haben. Auch bei späteren Instandsetzungen oder Nachrüstungen kann die Übereinstimmung der EMV durch Messungen der INTRA-EMV validiert werden.

EMV Beurteilung Schnittstellen

Außer den Parametern für die Geräte und deren Einbau selbst sind die Rahmenbedingungen der Schnittstellen der Komponenten und der Leitungsverbindungen zu definieren um für die spätere Festlegung der Verkabelung Kriterien zu haben.

Dabei ist eine weitgehende Standardisierung der Schnittstellen und daraus folgend der Schnittstellenverbindungen hilfreich.

Aus dieser Standardklassifizierung sind im Kapitel 4 EMV-verträgliche Kabeltypen zusammenzufassen.

-  **REFERENZ** Die Dokumentation der Bewertung der Schnittstellenarten soll in die „Techn. Unterlagen“ nach Anhang II Modul A der EMV-Richtlinie als Teil des Konformitätsnachweises übernommen werden
-  **RISIKOMINDERUNG** Für diese Maßnahme ist in der FMEA Risikobewertung der J.Schmitz GmbH EMV-Kompetenzzentrum ein Pareto-Diagramm mit plausibler Erklärung der Wirkrichtungen und der Kennzahlen hinterlegt.
Bei Durchführung der Bewertung der Schnittstellen als Ganzes 3.6.2.2 kann dessen Einfluss auf die Risikopriorität des Betriebsmittels durch Aufnahme dieser Positionen der Bauvorschrift in einer Risikobewertung überprüft werden.

Komponentenschnittstellen Klassifizierung

Als Arbeitsschritt sind nun EMV ähnliche Schnittstellen in standardisierte Typen zusammenfassen und in der Geräteliste entsprechend bezeichnen.

Die Betrachtung von Verkabelung ist unterschiedlich je nach Wahl der Konformitätsnachweis Normen

- :
- Bei Beurteilung der externen EMV nach EMV Richtlinie, sind nur Schnittstellen nach Abschn. 1.1.1 zu betrachten unmittelbar externen Schnittstellen und Leitungen in der unmittelbaren -Nähe zu Komponenten, die Verbindungen nach extern beeinflussen können
 - Bei Zielrichtung „Inhärente System EMV“ sind alle Schnittstellen innerhalb des Systems zu betrachten

Schnittstellentyp definieren

In untenstehender Tabelle sind typische Schnittstellen aufgeführt. Der standardisierten Strukturierung der Schnittstellen folgt die notwendigen Leitungsklasse für die Schnittstellenverbindungen.

Schnittstellentyp	Spannung	Frequenz	Netzqual.	Über-spkat	tbd Max. Schirmstrom mA	Sonst. Attribute
Interne Stromversorgung	0-80V	DC	VDE 0100	II		Versorgung
	230V	50Hz		II		
Einspeisung	230/400V	50Hz	VDE 0100	III		Haupteinspeisung
Verteilungs-leitungen	230/400V	50Hz	VDE 0100	II		Netzversorgung in Verteilung
	230V	50Hz		II		
Versorgungs-spannung	24V	DC		II		Gerätestrom-versorgung
Steuerspannung	24V	DC		II		Steuerspannung im Schaltschrank
Signalleitungen	5V	100 kHz				
Analog E/A	<0,5V	DC				
	+/- 10V	DC				
CAN open	<5V	1000 kb/s				
DVI	TTL	Bis 1,65 GHz				
Ethernet	<5V					10/100/1000BASE-tx, RJ46
FU Motorkabel	500V	Bis 500 kHz				
GPB	TTL					IEC-625-Bus IEEE-486 oder HS488-Protokoll
HI Speed USB	<5V	480Mbit/s				
K-Bus (Klemmenbus)	5V					Max 1450mA
NI DAQ Multifunktions-schnittstelle	+/- 5V	Bis 100MHz				SCS II Typ
Parallel Schnittstelle	TTL	Bis 4Mbyte/s				IEEE 1284 definiert doppelt geschirmtes 26 adriges twisted pair Kabel
Profibus DP		12000kb/s				IEC 61158 und IEC 61784
RS 232	-15V-+15V	115000Bits				
Sensorschnittstelle	1V	100kHz				
TTL allgem.	TTL	Bis 1 MHz				
USB und USB/E	5V	100MHz				

☞ REFERENZ Einteilungsmerkmale für Schnittstellenartensind als Entscheidungshilfe sind in der EMV Bauvorschrift zu beschreiben

☞ Vom EMV Vorentwurfsplaner sind die Schnittstellen der eingesetzten Komponenten in EM ähnliche typische Schnittstellenarten zusammenzufassen und in Verbindungsliste festzuschreiben

Verbindungsliste

lfd. Nr.	von Komponente	Schnittstelle / Typ	Schirm-kontaktart	Kabeltyp / Verlegeweg	Leitungs klasse	Phänomene	nach Komponente	Schnittstelle / Typ	Schirm-kontaktart
1a	Single Motor Module (FU) 85A / +ET20-U01/2 Spindel 4	U2 / Motorkabel	EMV-Ver-schraubung	6FX8002-5DG33-1AJo Motorkabel 8m / FU zu Stecker	LK 1	5/1.1/ 2.3/4.1	-S4-XM Steckverbin-dung	U	ge-schirmter Stecker
1b	geschirmter Stecker	S4-XM	geschirmter Stecker	6FX8002-5DX38-1ACo Motorkabel 2m / Stecker zu Antrieb	LK 1	5/1.1/ 2.3 3.1/3.3/ 3.4/ 4.3	5.0 HAS-Motor Drive CliQ 30kW / +ET20-M01/1	U	EMV-Ver-schrau-bung
			aus Abschnitt 3.6.2.2	aus Kapitel 2					

Schnittstellenzuordnung Standard Leitungsklasse

Kabel und Leitungen können sowohl Störquellen als auch Empfänger zur Weiterleitung von Störungen sein.

Es ist sinnvoll, Kabel und Leitungen danach zu beurteilen, inwieweit sie störend wirken können. Da sich die Einteilung in Leitungsklassen nicht immer sehr einfach gestaltet, sollte zusätzlich zu untenstehender Klasseneinteilung immer die Planungs- und Anschlussanweisungen der Hersteller der Baugruppen beachtet werden.

Die in den Herstellerangaben enthaltenen Einteilungen sind empirisch und praxisbewährt.

empfindlich	5	Analoge Datenleitungen		++	– Analogausgang, Messwandler, usw. – Messkreise (Sonden, Messwandler, usw.)
wenig empfindlich	4	digitale Datenleitungen		+	– Steuerstromkreise für Widerstandslasten – digitale Kleinleistungstechnik (Bus, usw.) – Kleinleistungsgeräte mit Digitalausgang
wie Umgebung	0	Netzeinspeisung	+	–	– Netzzuleitung zum System ohne Filterung
geringfügig störbehaftet	3	Verdrahtung Schützsteuerung	+		– Steuerstromkreise für induktive Lasten - (Relais, Schütze, Spulen, Wechselrichter, usw.) mit entsprechendem Schutz
Störbehaftet	2	Zuleitung von Netzfilter zu Umrichter	++		– Hauptstromversorgung von Komponenten mit hoher nichtlinearer Leistungsaufnahme nach Filterentkopplung zu Netzeinspeisung • Schaltreglernetzteile, • Frequenzumrichter usw.
Sehr störbehaftet	1	Leitung Umrichter zu Antrieben	++	+	– Schweißautomaten – Leitungen von nichtlinearer Leistungselektronik zu Antrieben

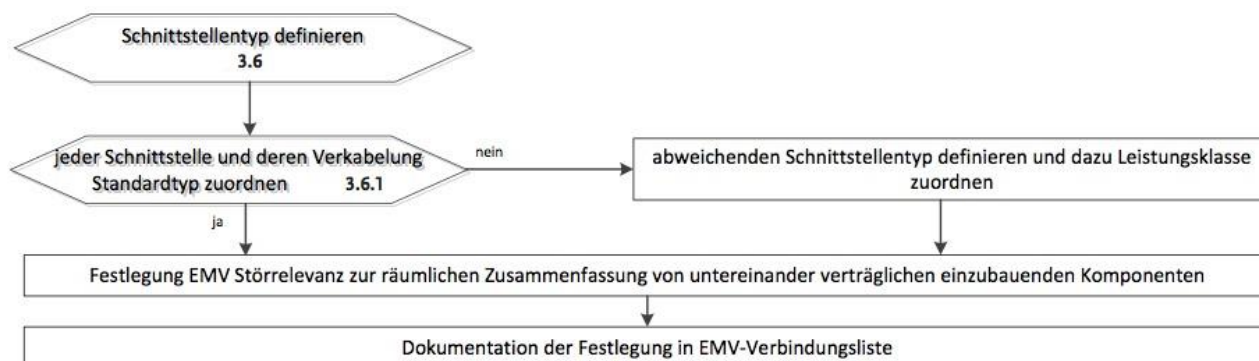
 **REFERENZ** Einteilungsmerkmale für Leitungsklassen sind als Entscheidungshilfe sind in der EMV Bauvorschrift zu beschreiben

Durch die Einteilung der Schnittstellen in standardisierte Klassen sind auch die Leitungsklassen vordefiniert. Diese Leitungsklassen dienen später der Festlegung von Verkabelungsstrukturen

Schnittstellentyp	Leitungs-klasse	Max. Schirmstrom tbd	Sonst Attribute
Interne Stromversorgung	0		Versorgung ECU
Einspeisung	0		Haupteinspeisung
FU Motorkabel	1		
Verteilungsleitungen	3		Netzversorgung in Verteilung
Versorgungsspannung	3		Gerätestromversorgung
Steuerspannung	3		Steuerspannung im Schaltschrank
Signalleitungen	4		
CAN open	4		
DVI	4		
Ethernet	4		10/100/1000BASE-tx, RJ46
GPB	4		IEC-625-Bus IEEE-486 oder HS488-Protokoll
HI Speed USB	4		
K-Bus (Klemmenbus)	4		Max 1450mA
NI DAQ Multifunktions Schnittstelle	4		SCS II Typ
Parallel Schnittstelle	4		IEEE 1284 definiert doppelt geschirmtes 26adriges twisted pair Kabel
Profibus DP	4		IEC 61158 und IEC 61784
RS 232	4		
TTL allgem.	4		
USB und USB/E	4		
Sensorschnittstelle	5		
Analog E/A	5		
herstellerspez. Messtechnik	5		Zus. Versorgungsspannung 12 V bis 28V und RS 485 im Stecker integriert

In Kapitel 2: Beispiel eines Leitungstypennachweises erbracht.

Bus Art	Lei- tungs- klasse	Frequenzbereich	Kabel- type	Schirmstrom dBuA		
				Markerwert P _e Vorsorgewert Worst Case	Frequenz selektiv max.hold	
					Einzel- frequenzen	Breitban- diges Rauschen
CAN Bus	5	150 Hz bis 9 kHz	IGUS	?	??	??
		9kHz bis 150 kHz		104	115	93
		150 kHz bis 1MHz		100	100	70
		1 MHz bis 10 MHz				



☞ Die Kabel und Leitungsarten eines Betriebsmittels in Leitungsklassen einteilen als Grundlage für die spätere Definition der Verlegearten und in Verbindungsliste zu ergänzen.

Herstellereinbauvorschriften Schnittstellen

Für den Anschluss von Komponentenschnittstellen werden vom Hersteller Rahmenbedingungen vorgeschrieben. EMV relevante Vorgaben sind dabei vom EMV Planer auf die Anwendbarkeit im speziellen Projekt zu beurteilen und in techn. Unterlagen als Vorgabe für die Elektroplanung zu integrieren.

Auch ist die Einhaltung dieser Montagevorschriften ein Teil des Konformitätsnachweises und der Techn. Dokumentation für die Bundesnetzagentur.

Die EMV-relevante Herstellervorschriften sind in die Bauvorschrift zu übernehmen und deren Einhaltung auch durch die Checklisten EMV Planung und Fertigung zu überprüfen.

Beispiel Auslösegerät für Frequenzumrichter

Anschluss

PTC-Kaltleiter werden direkt an die Klemmen, Ti, T2 angeschlossen.

Die Leitungen für den Sicherheitsausgang 37 und Logik sind getrennt zu verlegen.

ACHTUNG: Ausreichender Abstand zu den Zuleitungen für PTC-Kaltleiter ist einzuhalten!

Leitungsverlegung

Die Sensorkreisleitungen sind als getrennte Steuerleitungen zu verlegen. Die Verwendung von Adern der Speiseleitung des Motors oder andere Hauptstromleitungen ist nicht zulässig. Sind extreme induktive oder kapazitive Einstreuungen, durch parallel liegende Starkstromleitungen zu erwarten, sind geschirmte Steuerleitungen zu verwenden. MS 220 DA.

- Der Leitungswiderstand im Sensorkreis darf einen Wert von 20 Ohm nicht überschreiten
- Maximal zulässige Leitungslänge für Sensorkreisleitungen:

Leitungsquerschnitt	Leitungslänge
1,5 mm ²	2 x 150 m
1,0 mm ²	2x 100 m
0,75 mm ²	2 x 50 m
0,5 mm ²	2 x 50 m

Beurteilung der Komponenten-Schnittstellenverbindungen

Kabel und Leitungen treten in Wechselbeziehungen zu ihrer Umgebung, d.h. sie erzeugen aufgrund der übertragenen Nutz- und Störleistungen elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder.

Sie entnehmen Nutz- und Störfeldern Leistungen, die sich in den Übertragungskreisen störend auswirken können.

Kriterien für die Auswahl sind:

- Empfindlichkeit des geführten Signals
- Gewünschte Entkopplungswirkung

Bei den konstruktiven Merkmalen von Leitungen sind in Bezug auf deren Verhalten bei Einkopplung von EM Feldern in die inneren Leiter, oder die Abstrahlung von EM Feldern durch Signalfrequenzen aus den inneren Leitern bei den unterschiedlichen Frequenzen, mehrere Merkmale zu berücksichtigen:

- Anordnung innerer Leiter (Symmetrischer Aufbau)
- Aderverdrillung
- Schirmanordnung
- Schirmausführung
- Schirmmaterial

Nichtgeschirmte Leitungen und Kabel sind als Sammelbegriff in Kabelauswahlliste zu übernehmen. Bei geschirmten Kabeln sind diese einzeln in die Verbindungsliste aufzunehmen. Zusätzlich sind für diese Kabel mit anzugeben:

- Zielklemmstellen
- Schirmanbindung (einfach, zweifach, mehrfach)
- Schirmanbindungsart (Kabelschirmschelle, EMV-Verschraubung usw.)

Für die Schnittstellen von Komponenten sind entweder vom Gerätehersteller oder auch normativ für standardisierte Schnittstellen eventuell Kabeltypen vorgegeben.

Zur endgültigen Festlegung von Kabeltypen sind als erster Schritt die Zielschnittstelle festzulegen und die eventuell für diese Zielschnittstelle definierten Vorgaben mit denen der Quelle Schnittstelle zu vergleichen.

Stimmen die beiden Vorgaben nicht überein, sind vom EMV-Planer die für beide Schnittstellen akzeptablen Kabeltypen zu definieren.

Vorgaben der Komponentenhersteller für die Schirmung von Kabeln sind genau zu beachten.

Abgleicharten der Leitungsverbindung

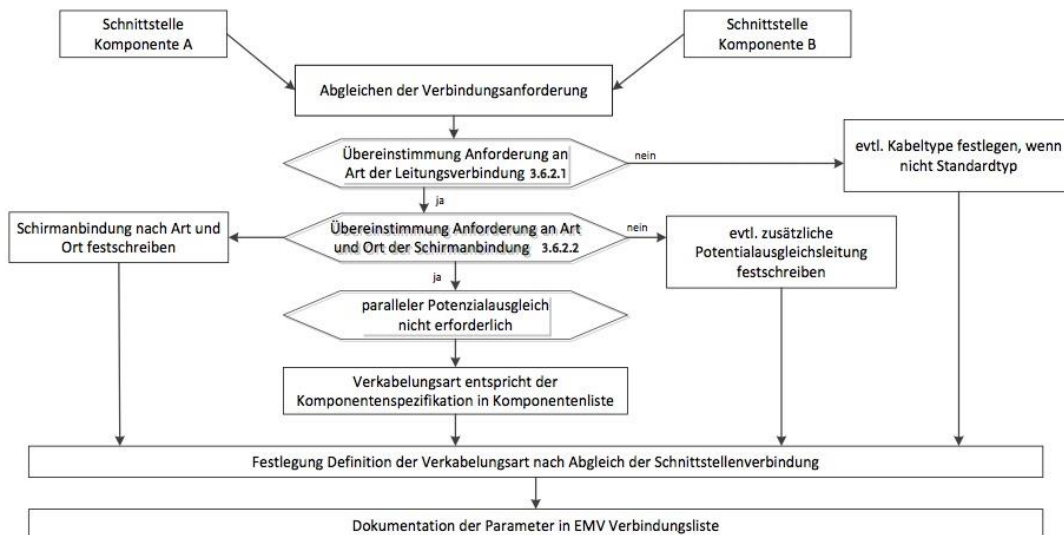
Bisher sind alle Schnittstellen in der EMV Verbindungsliste erfasst. Aus der Komponentenliste ist durch Filterung eine Auflistung aller Schnittstellen zu erzeugen.

Diese dient der Verknüpfung der Schnittstellen untereinander durch Eingabe von Zielen. In dieser Schnittstellenverbindungsliste sind nun die Kabelanforderungen der jeweiligen Quelle/Ziele abzustimmen.

Nachdem für alle Komponenten die Schnittstellen und deren Anforderungen an die Verbindungsleitungen standardmäßig klassifiziert sind ist festzustellen, ob Quelle und Ziel gleiche Anforderungen an die Kabelverbindung stellen und ob die Anforderung einer Standard-Leitungsklasse entspricht oder ob Herstellervorschriften eine spezielle Kabeltype vorschreibt. Außerdem können sich aus dem bestimmungsgemäßen Gebrauch von Leitungen im System Anforderungen an Nachhaltigkeit der EM Parameter im gesamten Life Cycle des Betriebsmittels ergeben. Dafür sind zu betrachten:

- Umgebungsbedingungen Umwelt
- Für bewegte Leitungen, Art der Bewegung und deren Wiederholraten

Für die Standard Leitungsklassen sind dann Kabeltypen festzulegen, die dann für folgende Kabelverbindungen mit gleicher Leitungsklasse gelten. Bei speziellen Herstellerforderungen ist eventuell für die spezielle Schnittstellenverbindung eine Sonderkabeltype festzulegen.



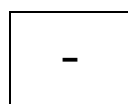
REFERENZ Einteilungsmerkmale für Kabel und Leitungstypen sind als Entscheidungshilfe in der EMV Bauvorschrift zu beschreiben

Auswahl der Kabel und Leitungstypen

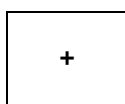
Nachdem für alle Geräte die Schnittstellen und deren Anforderungen an Verbindungsleitungen klassifiziert sind, sind für jede einzelne Schnittstellenverbindung Kabeltyp und Kontaktierung festzulegen.

Empfohlene Kabel- und Leitungstypen in Abhängigkeit von der Klasse des Signals:

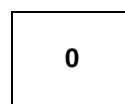
EMV-Verhalten	Eindrätig	Verdrillte Zwei-drahtlei- tung	Geschirmte Leitung	Geschirmt (Folienschir- mung)	Geschirmtes Hybridkabel (folien-und Geflecht Schirmung)
Empfindlich	-	+	+	o	o
Wenig empfindlich	+	+	+	o	o
Gering störbehaftet	+	+	+	o	o
Störbehaftet	-	-	-	+	+



**Nicht
empfehlenswert**



**Empfehlenswert
Kosten vertretbar**



**Wenig empfehlenswert
relativ hohe Kosten**

Bei der Auswahl der Kabel ist auch der mechanische Einbau im Betriebsmitteln zu berücksichtigen.

Nachfolgend einige Hinweise auf konstruktive Merkmale für speziell in nicht IT-Bereiche

Kabelausswahl nach Kabelaufbau



Für die Beurteilung des EM-Verhaltens eines Kabels, spielen die Verhinderung von Einkopplungen aus dem umgebenden EM-Feld, Überkopplung von anderen Kabeln und die Störaussendung eines Kabels eine entscheidende Rolle.

In einer Leitung sollen die Hin – und Rückstromanteile aller Frequenzanteile in der Summe null ergeben (Kirchhoff). Summenströme in Leitungen können auch durch PE Schleifen von null abweichend werden.

Kabelausswahl nach Leiteranordnung

Hin- und Rückleiter eines Stromkreises sind immer in eng beieinander liegenden Leitern zu führen um keine Schleifenflächen zu bilden, über die EM-Felder eingekoppelt werden können.

Bei Steuer-, Daten-, oder Kommunikationskreisen sind dies meist zweiadrige Paare, die im Kabel zusammengefasst sind.

In elektrischen Versorgungsstromkreisen, speziell in Drehstromkreisen mit hohem Störpotential, spielt die Aderanordnung eine große Rolle.

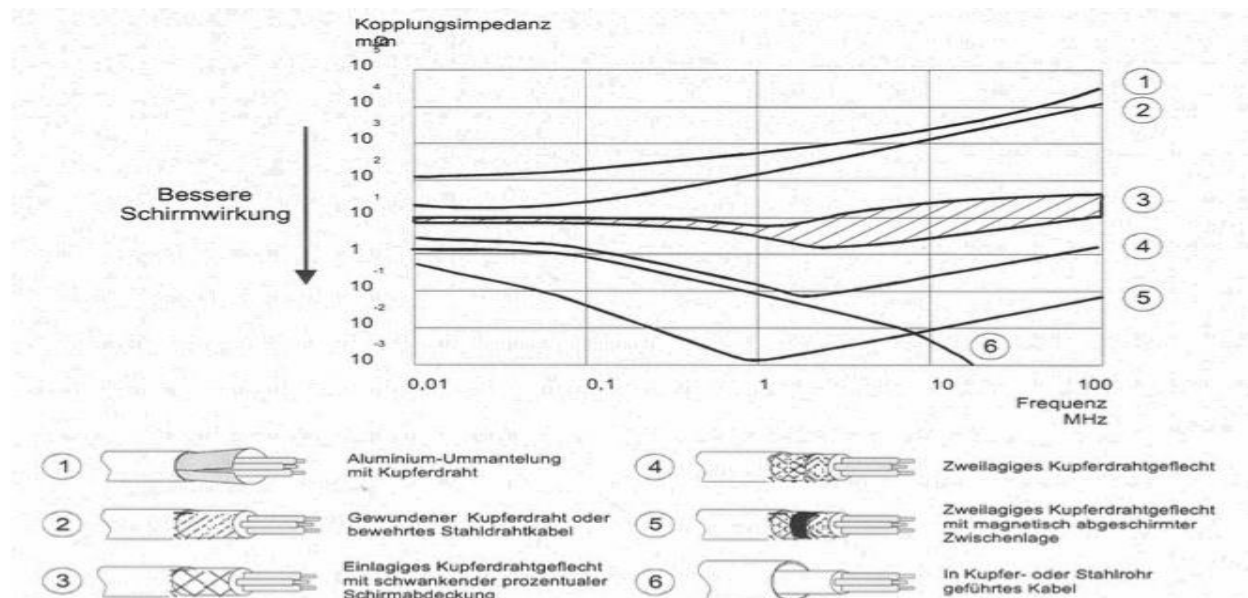
Die Adern sollen nicht nur eng beieinander angeordnet sein, sondern auch symmetrisch, d.h. der Abstand der Adern zueinander soll möglichst gleich groß sein, um die einzelnen Phasen des Stromkreises auch hochfrequent gleich zu belasten.

Die Symmetrie ist auch durch Verdrillung der Adern mit möglichst kleiner Schlaglänge zu optimieren. Um vagabundierende Störströme über x-beliebige Erdverbindungen zu unterdrücken, ist der Störspannung ein attraktives Angebot des Rückleiters anzubieten.

- Rückleiter sollen eine größere Kapazität zu den Phasen haben als die Phasen zueinander
- Rückleiter sollen möglichst geringe Induktivität aufweisen (viele dünne Drähte anstelle wenigen dicken)
- Möglichst geringen Skin Effekt (mehrere Rückleiteradern anstelle nur einer)

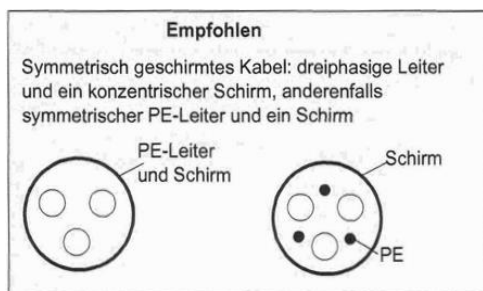
Kabelauswahl nach Schirmausführung

Rauschstrom, der über die Abschirmung, oder den Schutzerde-Draht zurückfließt, wird an den Schutzerde-Anschluss des FU und über die Schutzerde-Sammelleitung direkt an den geerdeten Neutralleiter des FU-Quelltransformators weitergeleitet. Als Rückleitung für Gleichtaktrauschen dient bei abgeschirmten bzw. bewehrten Kabeln zumeist die Abschirmung bzw. Armierung selbst. Um abgestrahlte und leitungsgebundene Hochfrequenz Emissionen effektiv zu verhindern, muss die Schirmbelastbarkeit mindestens 1/10 der Phasenbelastbarkeit sein. Die Anforderungen sind einfach durch einen Kupfer- oder Aluminiumschirm zu erfüllen. Es besteht aus einer konzentrischen Lage aus Kupferdrähten mit einer spiralförmigen Lage aus Kupferband. Je besser und enger der Schirm ist, desto niedriger sind die Emissionen und Lagerströme.

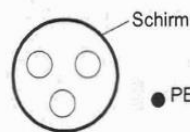


Anordnung Erdverbindung (PE Ausgleichsleitung) im Motorkabel

Für Baugrößen mit bis zu einschließlich 150 kW sind Kabel mit nur einer Erdleitung ausreichend. Für Baugrößen mit mehr als 150 kW werden Kabel mit drei Erdleitungen empfohlen.



Ein separater PE-Leiter ist erforderlich, wenn die Belastbarkeit des Kabelschirms < 50 % der Belastbarkeit des Phasenleiters beträgt.



Die Erdleitungen sollten symmetrisch mit einem Abstand zu den Netzleitungen verlegt werden. Die Erdleitungen sollten für die volle Stromtragfähigkeit des Frequenzumrichters ausgelegt sein.
Ferrite als

Filtermaßnahme

Eine weitere effektive Methode zur Verringerung des Gleichtaktrauschens besteht darin, dieses abzuschwächen. Durch die Installation eines Ferritkerns an den Ausgangskabeln kann die Amplitude der Störung auf ein Niveau herabgesetzt werden, das für empfindliche Geräte oder Schaltkreise relativ unbedeutend ist. Ferritkerne sind am effektivsten, wenn in einem relativ kleinen Bereich mehrere Fus eingesetzt werden.

Kabelauswahl nach Aderverdrillung der Leiter

Eine einfache „Schirmung“ ist durch Verdrillen der Adern zu erreichen.

Die durch EM Felder überkoppelten Spannungen werden durch den Drall gegenläufig kompensiert und wirken sich in der Summe nicht mehr auf das Nutzsignal aus.

Umgekehrt gilt dies auch für die Störaussendung von EM Feldern durch die Ströme in den Adern im Nutzfrequenzsignal.

Für verschiedene Nutzfrequenzen ist die „Schlagzahl“ das Maß eines Dralls unterschiedlich.

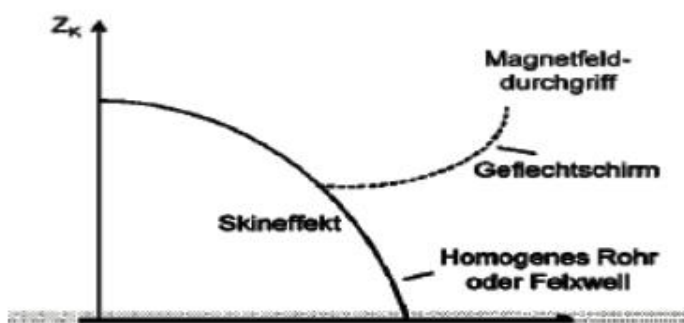
Kabelauswahl nach Art der Schirmanordnung

Die Schirmung dient der Reduzierung der gestrahlten Störenergie (Beeinflussung benachbarter Anlagen), sowie auch der Störfestigkeit eines Gerätes selbst (Störfestigkeit gegenüber Beeinflussungen von außen).

Kabelauswahl im Hinblick auf die Schirmausführung

Grundsätzlich sind die Schirme zu unterscheiden zwischen:

- Folienschirme
 - + sehr gute Schirmwirkung,
 - wenig beweglich
- Seilschirme (mit Drähten spiralförmig umwickelt)
 - + sehr beweglich mit
 - + hohe Lebensdauer
 - Schirmwirkung gegenüber Geflechtschirm geringer
- Geflechtschirme
 - + Schirmwirkung abhängig von Bedeckungsgrad



Grundsätzlich sind bei der Schirmauswahl die Vor- und Nachteile bzgl. Beweglichkeit und EMV-Verhalten gegeneinander abzuwägen.

Bei Verwendung eines minder geschirmten Kabels aus Rücksicht auf die notwendige Beweglichkeit ist evtl. ein höherer Aufwand an vorgeschalteten Filtern zu treffen.

Kabelauswahl im Hinblick auf Nachhaltigkeit

☞ Die für eine EMV gerechte Nachhaltigkeit der Einhaltung der Störrelevanzen sind vom Hersteller für die in 1.2.3.7 festgestellten Schnittstellenverbindungen vorgeschriebenen Wartungs- und Austausch Maßnahmen zu erfragen, in Verbindungslisten einzutragen.

☞ Die erkannten Wartungsintervalle und Maßnahmen sind als Definition des bestimmungsgemäßen Gebrauchs in die techn. Unterlage, auch als Vorgabe für die Bedienungsanleitung, zu übernehmen.

Leitungen in Schnittstellenverbindungen, insbesondere geschirmte Leitungen in bewegten Verlegewegen haben Bauart bedingt eine unterschiedliche Lebensdauer. Eine fehlerhafte Leitung in einer Schnittstellenverbindung mit Einfluss auf Störrelevanz, kann direkte Auswirkung auf die Störaussendung bzw. Störfestigkeit der angeschlossenen Komponenten und damit auf die EMV des Gesamtbetriebsmittels haben.

Die störungsfreie Life Cycle Periode dieser Leitungen muss länger als die, in Verfahrensschritt 1.2.3.7 für die Nachhaltigkeit des Betriebsmittels festgelegten Lebensdauer bzw. Periode bis zu einer Generalüberholung sein.

Für Parameter für bestimmungsgemäßen Gebrauch in Bezug zu EMV Relevanz für Komponenten sind zu berücksichtigen und bei Anfragen an Hersteller von Leitungen diesen bekannt zu machen:

- Betriebstemperatur.
- Gebrauchsdauer pro Tag
- Bewegungszyklen von bewegten Leitungen
- Geschwindigkeit pro Bewegung von Leitungen
- Beschleunigung von Leitungen in Bewegungen
- Lastzyklen für Leistungselektronik
 - Wartungsintervall bewegter geschirmter Kabel und Leitungen

Dem Nutzer des Betriebsmittels ist als Maßnahme der Austausch der Leitung in festgelegtem Intervall und/oder eine Messmethode zur Diagnose des Zustandes der Leitung, in der Bedienungsanleitung mitzuteilen.

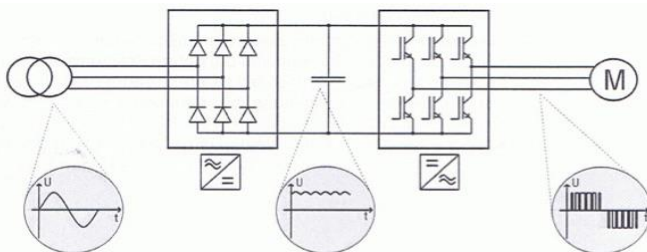
☞ Für die Leitungsklassen und Sonderanforderungen an Verbindungen sind entsprechende Leitungs- und Kabeltypen auszuwählen und in die Verbindungsliste festschreiben

Verbindungsliste

lfd. Nr.	von Komponente	Schnittstelle / Typ	Schirmkontaktart	Kabeltyp / Verlegeweg	Leitungs klasse	Phänomene	nach Komponente	Schnittstelle / Typ	Schirmkontaktart
1a	Single Motor Module (FU) 85A / +ET20-U01/2 Spindel 4	U2 / Motorkabel	EMV-Ver-schraubung	6FX8002-5DG33-1AJo Motorkabel 8m / FU zu Stecker	LK 1	5/1.1/ 2.3/ 4.1	-S4-XM Steckverbin-dung	U	ge-schirmter Stecker
1b	geschirmter Stecker	S4-XM	geschirmter Stecker	6FX8002-5DX38-1ACo Motorkabel 2m / Stecker zu Antrieb	LK 1	5/1.1/ 2.3 3.1/3.3/ 3.4/ 4.3	5.0 HAS-Motor Drive CliQ 30kW / +ET20-M01/1	U	EMV-Ver-schrau-bung
			aus Abschnitt 3.6.2.2	aus Kapitel 2					

Kabel für gesteuerte Antriebe

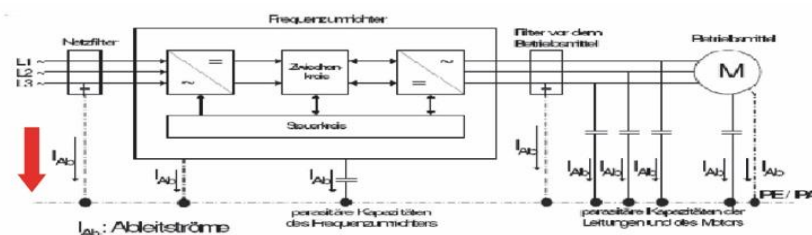
Prinzip eines Frequenzumrichters



Ein Umrichter erzeugt aus der sinusförmigen Netzwechselspannung eine Ausgangsspannung, deren Amplitude und Frequenz in einem weiten Bereich verstellt werden kann. Hierzu wird die Netzspannung zu der sogenannten Zwischenkreisspannung gleichgerichtet. Aus dieser Zwischenkreisspannung wird mit Hilfe eines Wechselrichters eine pulsformige

Ausgangsspannung erzeugt. Mit einem Regler wird die Pulsbreite der Ausgangsspannung so variiert, dass sich an der Induktivität des Motors ein annähernd sinusförmiger Strom einstellt (Pulsweitenmodulation = PWM). Das Schalten der Ausgangsspannung ist notwendig, um die Verluste im Wechselrichter klein zu halten und damit einen hohen Wirkungsgrad zu erreichen. Die folgende Abbildung zeigt das Prinzipschaltbild eines Umrichters mit Gleichspannungs-Zwischenkreis.

Auswahl Kabel Netzversorgung Umrichter



Bei frequenzgesteuerten Antrieben werden z.B. durch Integration des ableitstromtragenden -PE-Leiters in das Motorkabel vor allem die 150 Hz Ströme durch die Kapazitäten kompensiert.

Überwiegend Oberwellen Ströme

Kabel mit komplett symmetrischer Leiteranordnung

Aufgrund der aufgeteilten Kapazitäten sind diese Kabel für die Netzversorgung ideal.

Stromversorgungskabel mit N

- Fünfleiter Kabel (vier verdrehte Innenleiter und konzentrischer Außenleiter (PE))
- Vierleiter Kabel (drei verdrehte Innenleiter und konzentrischer Außenleiter (N))

Stromversorgungskabel ohne N

- 3-Phasen Anordnung symmetrisch
- PE mit geringer Induktivität durch drei Einzeladern anstelle einer
- PE mit großer Kapazität zu allen Phasen durch Zwickel Anordnung
- Zusätzlicher konzentrischer Schirm für Massung

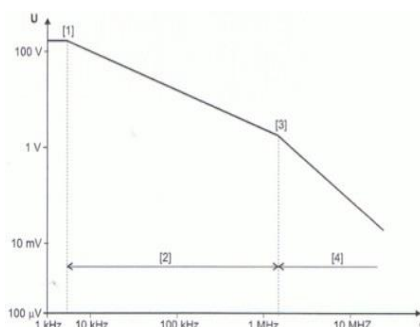
Auswahl Kabel Umrichter / Motorantrieb

Getaktete Ausgangsspannung und der Ausgangsstrom

Die Flankensteilheit der Rechteckimpulse ist sehr groß, mit Werte von einigen kV/us.

Ein Signal enthält um so mehr hochfrequente Anteile, je größer die Spannung und die

Flankensteilheit des Signals ist. Da bei einem Frequenzumrichter beide Größen sehr hohe Werte annehmen, ist der Störpegel entsprechend hoch. Bild zeigt ein typisches Frequenzspektrum der Ausgangsspannung als Hüllkurve



1] = Taktfrequenz des Umrichters

2] = Abfall proportional $1/f$

3] = Kehrwert der Anstiegszeit der Ausgangsspannung

4] = Abfall proportional $1/f^2$

Störmechanismen

Die grundsätzliche Funktionsweise eines Umrichters hat einige typische Störmechanismen

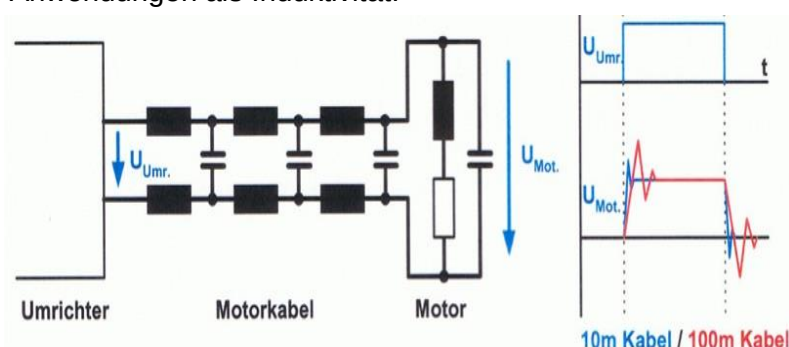
HF Ströme auf Motorleitungen

Die von Umrichtern betriebenen Maschinen und die dazugehörigen Kabel weisen Kapazitäten gegen Erde auf (in dieser Leistungsklasse im einstelligen nF-Bereich), die bei jedem Schaltvorgang umgeladen werden müssen. Je schneller die Umladung erfolgt, desto höher ist der Umladestrom und desto höher sind die entstehenden elektromagnetischen Störpegel. Die parasitären Kapazitäten von Maschine und Kabel sind nur begrenzt beeinflussbar

Der Stromkreis muss sich schließen, weshalb der Strom über die y-Kondensatoren zu den Leistungshalbleitern zurückfließt.

Spannungsüberschwinger und Spannungsspitzen auf Motorleitungen:

Bedingt durch den Wicklungsaufbau wirkt ein Motor bei den schnellen Spannungsimpulsen der Schaltfrequenz im Ersatzschaltbild wie ein Kondensator und nicht wie bei normalen 50Hz Anwendungen als Induktivität.



Mit jedem Meter Motorkabel wird diesem Gebilde mehr Leitungsinduktivität zugeschaltet. Diese Induktivität wirkt wie eine Drossel nach dem Energiespeicherprinzip. Werden Drosseln mit Spannungsimpulsen beaufschlagt so kommt es jeweils beim Ein- und Ausschalten zu Spannungsspitzen.

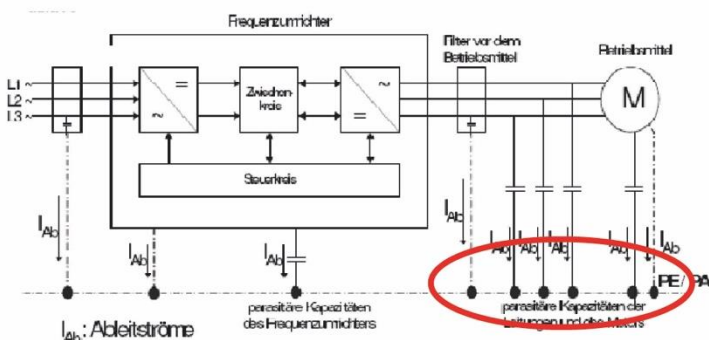
Abb.: Theoretischer Einzelimpuls bei 10m und bei 100m Motorkabellänge

Je höher der Energiegehalt (Induktivität) der Drossel ist, desto höher werden diese Spannungsspitzen. D.h. je länger die Motorleitung desto höher die max. Spannungsamplituden. Diese Amplituden können wiederum Werte erreichen, die eine Stresssituation in der Wicklungsisololation des angeschlossenen Motors hervorrufen.

Durch die Leitungsimpedanz wird die du/dt Belastung bei längeren Motorleitungen auf weniger problematische Werte reduziert. Aufgrund der Leitungstheorie können jedoch, bedingt durch Leitungsreflexionen, Spitzenwerte von 1600V oder mehr auftreten, die im Falle der Reflexion sehr steile du/dt Werte aufweisen können. Gemäß VDE0530 sind Spitzenwerte von <1000V zulässig. Trotz des reduzierten du/dt , aufgrund der Kabelimpedanz ergibt sich somit keine wesentliche Stressentlastung für den Motor, da nun die erhöhten Spannungsamplituden den dominanten Stressfaktor darstellen.

Rücklaufende Welle – „Reflected-Wave-“

Die Spannungsimpulse, die von der Zwischenkreisspannung (DC-Bus) erzeugt werden wandern über die Motorkabel zum Motor. Dort werden sie zum FU zurückreflektiert.



Überwiegend HF Ströme

Diese Reflexion ist abhängig von der Anstiegszeit der FU-Ausgangsspannung, von den Kabelmerkmalen, von der Kabellänge und der Motorimpedanz. Wenn die Spannungsreflexion mit einem weiteren nachfolgenden Impuls kombiniert wird, können die so entstehenden Spitzenspannungen große Schäden verursachen,

An einem einzelnen IGBT-FU-Ausgang können Reflected-Wave-

Stoßspannungen auftreten, die zweimal so groß sind (2 Impulse pro Einheit) wie die DC-Busspannung zwischen den eigenen Ausgangsleitungen. Mehrere FU-Ausgangsleitungen in einem einzelnen Kabelkanal verstärken die Spannungsbelastung der Ausgangsleitungen zwischen Ausgangsleitungen mehrerer sich berührender FUs. So kann FU 1 einer Belastung von (+) 2 Impulsen pro Einheit ausgesetzt sein, während FU 2 eine Belastung von (-) 2 Impulsen pro Einheit aufweist.

Paarig geschirmte Kabel

Die Adernpaare sind mit einem metallischen Schirm (meist eine aluminiumkaschierte Kunststoff-folie) umgeben.

Bei Schirmung jeweils eines Paares spricht man auch von (Paar in Metallfolie), umfasst der Schirm zwei Paare wird dies auch als Vierer (in Metallfolie) bezeichnet, welches aber schlechter zu verlegen ist.

Das Überkoppeln zwischen den einzelnen Adernpaaren kann durch die Schirmung verringert werden.

Kabel mit Gesamtschirm

Wenn das Überkoppeln von Signalen innerhalb eines Kabels zu tolerieren ist, die Adern aber gegenüber der EM Umgebung zu schirmen sind, sind Kabel mit einem Gesamtschirm ausreichend. Die Schirmung im unteren Frequenzbereich bis ca. 100kHz evtl. 1 MHz entspricht dem Gleichstromwiderstand des Schirms, bis zu dieser Frequenz die galvanische Kopplung.

Ab dieser Frequenz dominiert auf Grund der Apparaturen des Schirms die induktive Kopplung und die Schirmwirkung steigt linear mit der Frequenz.

Der Bedeckungsgrad des Geflechts sollte über 30 % liegen, um schon gegenüber niederfrequenten Feldern eine hinreichende Abschirmung zu erzielen.

Je größer der Bedeckungsgrad, umso höher die Schirmwirkung bei höheren Frequenzen.

Paarig geschirmte Kabel mit zusätzlichem Gesamtschirm

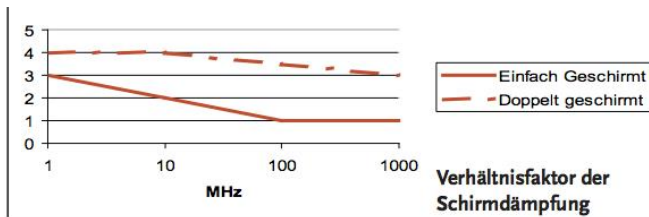
Aufbau wie bei einem paarig geschirmten Kabel, jedoch mit zusätzlicher metallischer Gesamtschirmung um die Leiterbündel.

Der Gesamtschirm kann als Folie oder Drahtgeflecht oder aus beidem zusammen ausgeführt sein. Signalleitungen können mit Doppelschirm und verdreht eingesetzt werden. Die Dämpfung steigt von etwa 30dB bei Einzelschirmung auf 60dB bei Doppelschirmung auf ca. 75dB bei zusätzlichem Verdrehen.

Doppelte Schirmung

Ist die Schirmwirkung gegenüber EM Feldern oder parallel geführten Kabeln nicht ausreichend, so sind Kabel mit 2 Gesamtschirmen zu verwenden.

Der Unterschied in der Schirmwirkung zwischen einfacher und doppelter Schirmung ist, wie -Messungen an Industriekabeln zeigen, typischerweise 10fach im Frequenzbereich von 1–10 MHz und 100fach bei über 10 MHz.



Die dargestellte Transferimpedanz ist umgekehrt proportional der Schirmwirkung. Je kleiner die Transferimpedanz desto grösser die Schirmwirkung.

Kabelauswahl im Hinblick auf die Schirmmaterial

Die Schirmwirkung in höheren Frequenzbereichen zwischen 100 kHz und 1 MHz ist auch durch den Skin Effekt in diesem Bereich vom Schirmmaterial abhängig.

Die Skin-Tiefe nimmt mit steigender elektrischer Leitfähigkeit und steigender Permeabilitätszahl ab. Wenn die Skin-Tiefe mit sinkt, führt das zum Beispiel dazu, dass Eisen ($\mu_r > 1000$) für Hochfrequenzleiter besonders ungeeignet ist (es besitzt zudem eine geringe elektrische Leitfähigkeit) und eine elektrisch hoch leitfähige Beschichtung somit oft nur bei schlecht leitenden Grundwerkstoffen sinnvoll ist.

Nach der elektrischen Leitfähigkeit unterteilt man Stoffe in:

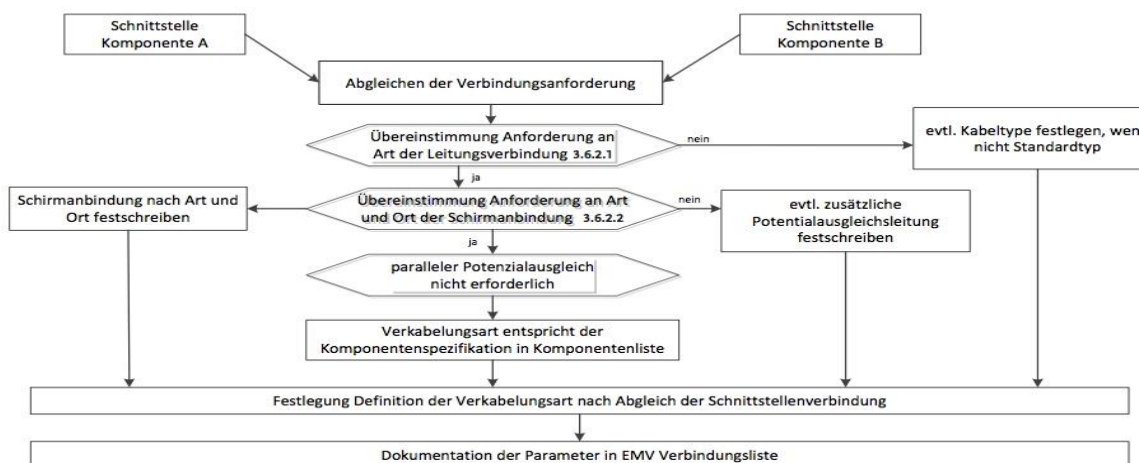
(Typische Werte (bei 25 °C))

- Silber: $62 \cdot 10^6$ S/m (höchste elektrische Leitfähigkeit aller Metalle)
- Kupfer: $58 \cdot 10^6$ S/m
- Gold: $45,2 \cdot 10^6$ S/m
- Aluminium: $37,7 \cdot 10^6$ S/m
- Messing: $15,5 \cdot 10^6$ S/m
- Eisen: $9,93 \cdot 10^6$ S/m
- Chrom: $7,74 \cdot 10^6$ S/m
- Edelstahl: $1,36 \cdot 10^6$ S/m

Außerdem leitet eine glatte Oberfläche besser, als eine raue. Man kann auch die Leiteroberfläche mit einem Material mit besserer Leitfähigkeit überziehen. Beispiele hierfür wären Zinn, Gold oder Silber. Die Schicht ist nur sehr dünn, da der Strom ausschließlich an der Oberfläche fließt.

Abgleich Anforderungen an Schirmanbindung

Nachdem für alle Schnittstellenverbindungen im Betriebsmittel die Kabel bzw. Leitungen ausgewählt wurden, sind für jede geschirmte Schnittstellenverbindung die Schirmanbindungen festzulegen.



REFERENZ Einteilungs-Merkmale für Schirmanbindung sind als Entscheidungshilfe in der EMV Bauvorschrift zu beschreiben

Ort der Schirmanbindung

Nachdem die Leitungsarten der Verkabelung festgelegt sind, sind noch die Schirmanbindung zu definieren.

Für die ausgewählten geschirmten Leitungen und Kabel sind die Art der Schirmanbindung und der Ort der Schirmanbindung festzulegen und in der Kabelauswahlliste festzuschreiben.

Die Art der Schirmanbindung hat erheblichen Einfluss auf die Störintegrität der geführten Signale.

Leitungen von Mess-Systemen



Die Leitungen müssen geschirmt sein. Der Schirm ist beidseitig und großflächig auflegen. Der Schirm darf keine Unterbrechungen (z. B. durch Zwischenklemmen) aufweisen.

Digitale Signalleitungen

Schirme von digitalen Signalleitungen **beidseitig** (Sender und Empfänger), großflächig und niederohmig erden. Bei schlechter Masseverbindung zwischen Sender und Empfänger muss zusätzlich ein Potentialausgleichsleiter (min. 10 mm²) verlegt werden.



Analoge Signalleitungen

Die Schirme von analogen Signalleitungen einseitig (Sender oder Empfänger) großflächig und niederohmig erden. Damit werden niederfrequente Störströme (im Bereich der Netzfrequenz) auf dem Schirm verhindert.



Potentialunterschieden zwischen den Abschlusspunkten

Eine Seite über Kondensator auflegen



im Bereich der Netzfrequenz und der Oberwellen inneren Schirm nur an Versorgungspunkt auflegen.



Grundsätzlich ist der Schirm an der Eintrittsstelle in einen EMV Bereich oder in ein geschirmtes Gehäuse am Zoneneingang mit dem Potentialausgleichssystem zu verbinden, auch wenn der Schirm ungeschnitten zur Zielbaugruppe weitergeführt werden muss. Dies ist vor allen Dingen in Schalt- und Steuerschränken zu berücksichtigen.

Schirme von Datenleitungen sind grundsätzlich bis zur Zielbaugruppe zu führen.

Art der Schirmkontaktierung

Zusätzlich zum Schirmanbindungsort ist auch für jeden Anbindungsort die Kontaktierungsart anzugeben. Die Art und Weise wie der Schirm an die Masse anzuschließen ist, ist festzulegen.

Kontaktierung von Kabelschirmen möglichst unmittelbar an der Kabeleintrittsstelle

Als Schirmanbindung serienmäßige Schirmklemmen oder besser EMV-Verschraubungen verwenden

Werden Signalleitungen über Anschlussklemmen geführt, muss der Schirm vor und hinter der Klemme flächig aufgelegt werden.

Bei nicht abgeschirmten Signalleitungen müssen Hin- und Rückleitung paarweise verdreht verlegen.

Schirmanbindung bei langen geschirmten Kabeln

- bei geschirmten Kabeln möglichst oft Schirm erden

Schirmanbindung an die Einführung des Kunststoffgehäuses

- bei Kunststoffgehäusen Schirm möglichst kurz vor Gehäuseeintritt erden

Schirmunterbrechung

- bei Klemmstellen von geschirmten Kabeln den Klemmbereich mit metallischen Gehäusen und die Schirme der eingeführten Kabel möglichst über EMV Verschraubungen kontaktieren
- Die Verdrahtung an der Klemmleiste ist ohne Schleifenbildung vornehmen; sie sollte möglichst mit zusammengehörigen Leitern verdreht werden.

 Für alle Schirme die Anschlusspunkte an den Schnittstellen festlegen und in Verbindungsliste festschreiben

Vorgehensweise nach Verfahrensanweisung

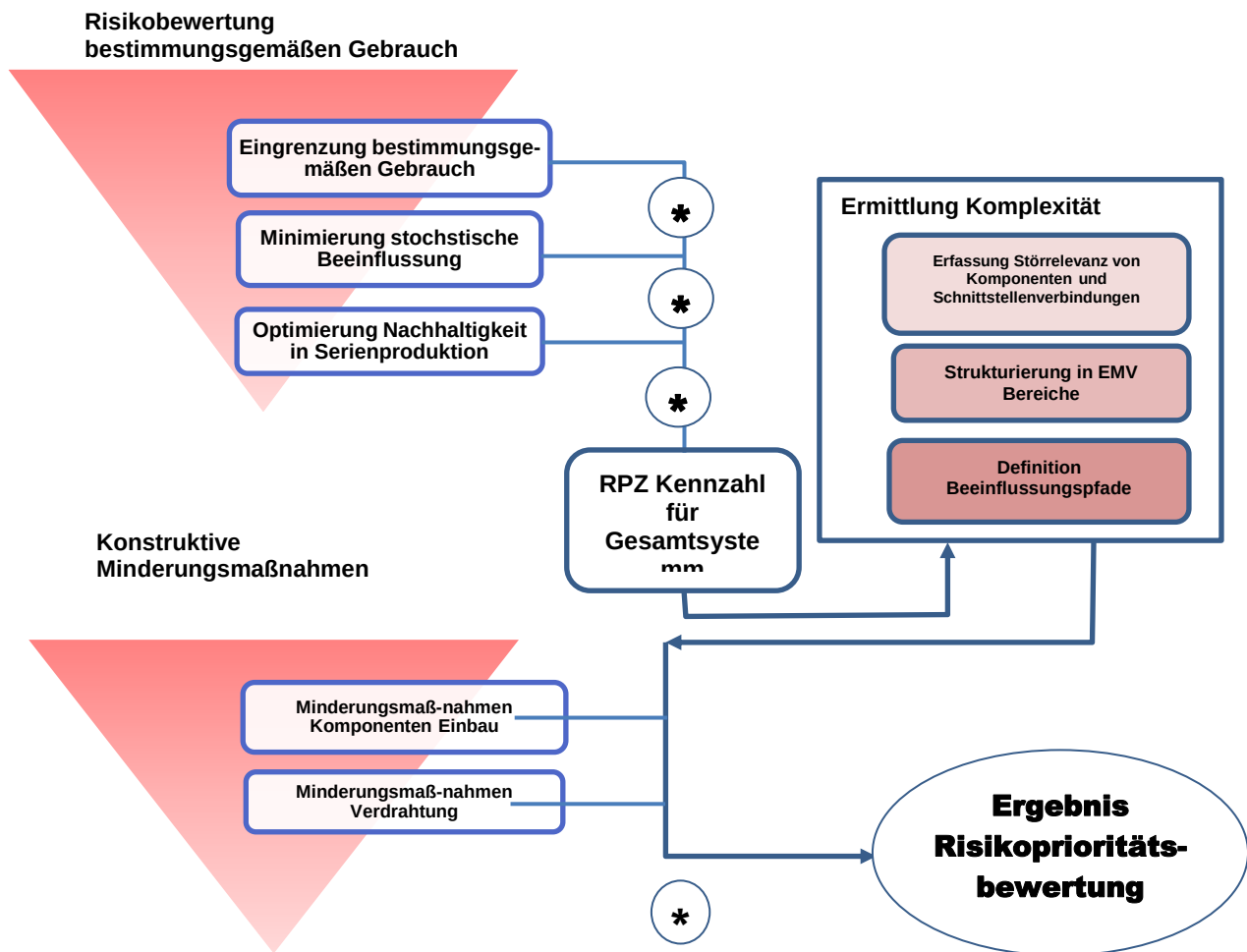
Durch die Strukturierung im Verfahrensschritt 2 wurde die Anzahl der Beeinflussungspfade und dadurch die Komplexität erheblich reduziert.

Nach der Multiplikation der Beeinflussungspfade mit der Basis Kennzahl aus Verfahrensschritt 1 ergab sich die bereits erreichte Risikopriorität.

Zur weiteren Risikominderung wurde im Verfahrensschritt 3 die Eignung der Komponenten und deren Leitungsverbindungen bewertet.

Im weiteren Verfahren kann die Risikopriorität durch die Entkopplung, der in Kapitel 2 festgelegten Strukturen, von Komponenten Einbauorten und Leitungen unterschiedlicher Leitungsklassen von EMV-Beeinflussungen weiter gesenkt werden.

Vorgehensweise nach Risikokalkulation



Weitere Möglichkeiten der Risikominderung der Beeinträchtigung der Verfügbarkeit eines Betriebsmittels im QM-Prozess durch:

Optimierung: Risikominderung: Ist in Kapitel 4 beschrieben



Bei Anwendung der Maßnahmen ist die Voraussetzung gegeben, durch die Vorgabe von Vorsorgegrenzwerten im Nahfeld an Komponenten Einbauorten und Verlegewegen deren Einhaltung sicherzustellen. Im gesamten Life Cycle des Produktes ist dann eine Validierungsmöglichkeit gegeben. Bei späteren Instandsetzungen oder Nachrüstungen ist ebenso die Übereinstimmung des Zustandes der EMV mit der des Typprüflings zu überprüfen.

3 INTRA-EMV Messung zur Risikominderung

Verifizierung inhärente INTRA-EMV

! Details in Leitlinie 5

Ein System kann überdurchschnittlich komplex sein, in Folge von:

- Anzahl von Komponenteneinbauorte hoch
- Länge Verlegewege hoch

Dafür kommen kleine Geräte mit komplexer Struktur von unterschiedlich störrelevanten Bauteilen/ Gruppen und/oder ausgedehnte Anlagen mit vielen langen Verlegewegen in Frage.

Bei Systemen außerhalb der für die Maßnahmen der Bauvorschrift zugrunde gelegten Basis Bedingungen wie Leitungslängen und Volumen Einbauorte Komponenten, besteht noch ein Restrisiko durch die Komponentenanzahl in Einbaubereichen und langen Leitungen in Verlegewegen.

Wenn für diese hochkomplexen Systeme, trotz Ergebnis, die Komplexität nach Strukturierung „zu hoch“ für ein Betriebsmittel als Ganzes ist, das Verfahren aber durchgeführt werden soll, sind zusätzliche Maßnahmen zu treffen, um die Risikopriorität unter RPZ 4000 zu bringen.

Bei normaler Verfahrensdurchführung wird festgelegt, wie die Entkopplung für Komponenten und Verdrahtung sicherzustellen ist:

- Festlegung der Maßnahmen nach Empfehlungen durch Bauvorschrift und Verifizierung durch QS mittels Checklisten incl. durch Sichtprüfung des Typprüflings und den darin aufgenommenen EMV-Details, die essentiell aber in der Bauvorschrift nicht enthalten sind.

Die erste Risikominderung zur Erhöhung der Nachhaltigkeit ist zusätzlich die INTRA EMV Messung wie in 1.2.1.7 dargestellt.

Dabei wird der Nahbereich bis auf Bereichsebene im Nahfeld und Schnittstellen leitungsgebunden auf **SEP's der Zonen/Bereiche** abgestellt.

Ist die Risikopriorität, trotz Einhaltung praktisch akzeptabler konstruktiver Vorgaben zu hoch, ist das Risiko anderweitig zu reduzieren.

Ist die Komplexität die Ursache der hohen Risikopriorität, ist es sinnvoll die Zonen des Betriebsmittels getrennt dem Verfahren und damit der Risikokalkulation zu unterziehen, weitergehende konstruktive Maßnahmen in den konstruktiv unterschiedlichen Zonen anzuwenden und die Risikoprioritätszahl am Ende nach $\sqrt{a^2 + b^2}$ zu addieren.

Dies ist jedoch nur möglich, wenn die Zonen ausschließlich über SEP's verbunden sind und die Risikopriorität der einzelnen Zonen < 100 liegt.

Rein konstruktiv ist dieses Verfahren nur sinnvoll, wenn die einzelnen Zonen konstruktiv unterschiedlich sind und durch Anwendung zusätzliche Maßnahmen aus Bauvorschrift die jeweilige niedrige RPZ erreicht werden kann.

Bei Anwendung aller möglichen konstruktiven Maßnahmen aus der Bauvorschrift auf alle Zonen, für die einige Maßnahmen nur geringe Risikominderung nach sich ziehen würden, bedingt ein over engineering.

Als alternative Vorgehensweise für eine zusätzliche Risikominderung des Betriebsmittels als Ganzes, ohne Aufspaltung in einzeln zu betrachtende Zonen, ist durch einen messtechnischen Nachweis der Entkopplung der Struktur auf Komponenten Ebene die Komplexität zu minimieren.

Dies hat durch INTRA-EMV Messungen wie in Leitlinie dargestellt, auf Komponenten Ebene und Verifizierung durch Vergleich mit den Vorsorgegrenzwerten der Bauvorschrift zu erfolgen.

Zusätzliche Validierung des IST-Zustandes der INTRA-EMV durch umfassende Messungen im Nahbereich:

- H-Felder an allen Komponenteneinbauorten und Verlegungen
- Störströme an allen Leitungsschirmen und störstromableitende Masseverbindungen

Bei Anwendung der Verfahrensschritte Verifizierung / validierung reduziert sich nicht nur die RPZ für die Verfügbarkeit, sondern auch die Risikopriorität „Nachhaltigkeit für Life Cycle“.



Bei Anwendung dieser Maßnahmen ist die Voraussetzung gegeben, durch den Vergleich der Messwerte mit Vorsorge Grenzwerten im Nahbereich von Komponenten Einbauorten deren Einhaltung sicherzustellen.



Bei Anwendung dieses Verfahrensschrittes ist die Wahrscheinlichkeit der Einhaltung der Risikoprioritätszahl von < 4.000 durch die folgenden konstruktiven Maßnahmen in Kapitel 4, auch bei hoch komplexen Systemen gegeben.

4 Anhang

Beispiele:

Komponentenliste

Erfassung und Beurteilung der EMV-Parameter der relevanten Komponenten

Projekt	
Bezeichnung/Typ	
Hersteller/Auftraggeber	
EMV-Merkmale	–
Auftragnehmer	J. Schmitz GmbH Chiemseestraße 21 D-83022 Rosenheim
Auftragsnummer	97xxx
Bearbeiter	
Bearbeitungszeitraum	KW xx/
Bearbeitungsort	
Verantwortlich	xx
Auftraggeber	xx
technisch / Projekt	–
kaufmännisch	

Änderungsnachweis

Dok. Nr.	Autor	Änderungsgrund	Datum
xxx201702	xxx	Erstausgabe	25.01.2017

Legende

Stör-relevanz	1. Harmonisierte Normen		2. Stand der Technik		3. Inhärente INTRA EMV		4. EM relevante Wartung	
A0	1.1	Störaussendung Feld	2.1	Über-spannungs-kategorie	3.1	Nahfeld	4.1	Sichtprüfung
A	1.2	Störfestigkeit Feld	2.2	Oberwellen-klasse	3.2	Schirm-strom	4.2	Messung
B							4.3	Austausch Bauteil
C								

lfd. Nr.	Zone	Bereich	Komponente / BMK	Hersteller	Bestell-Nr.	Konformitätserklärung (CE)	Produktnorm	Phänomene*	EMV Eignung	Störrelevanz	EMV-Maßnahmen
1	3	3.0	SK Schaltschrank-Innentemperaturregler, 24 V, 48 V, 60 V, 115 V, 230 V, 1~, 24 V, 48 V, 60 V	Rittal	3110000	(Datum)		4.1 / 4.3	✓	A	Detailmaßnahmen in Kapitel 4
2	3	3.1	X20 CPU ATOM, 1.6 GHz, PLK, 3x IF	BuR	X20CP3586			1.1 / 1.2	✓	A0	
3	3	3.2	ACPmulti VNF 45A 480V	BuR	8BVF0440H000.001-2			1.1 / 1.2 2.1 / 2.2 3.1	✓	C	

✓

Verbindungsliste

Erfassung und Beurteilung der EMV-Parameter der relevanten Leitungsverbindungen

Projekt	
Bezeichnung/Typ	
Hersteller/Auftraggeber	
EMV-Merkmale	–
Auftragnehmer	J. Schmitz GmbH Chiemseestraße 21 D-83022 Rosenheim
Auftragsnummer	97xxx
Bearbeiter	
Bearbeitungszeitraum	KW xx/
Bearbeitungsort	
Verantwortlich Auftraggeber	XX
technisch / Projekt	XX
kaufmännisch	–

Änderungsnachweis

Dok. Nr.	Autor	Änderungsgrund	Datum
xxx201702	xxx	Erstausgabe	25.01.2017

Legende

	Leitungsklasse	1 Verlegeart		2 Schirmstrom max.		3 Operative Bewegung		4 EM relevante Wartung	
1	Leitung Umrichter zu Antriebe	1.1	Auf Masse	2.1	< 10 mA	3.1	Längs	4.1	Sichtprüfung
0/3	Netzumgebung	1.2	In Luft	2.2	< 100 mA / > 10 mA	3.2	Torsion	4.2	Messung
2	Leitung Netzfilter zu Umrichter			2.3	> 100 mA	3.3	Beschleunigung	4.3	Austausch Leitung
4	Digitale Datenleitungen					3.4	Geschwindigkeit		
5	Analoge Datenleitungen								

Definition der EMV-Parameter typischer Schnittstellenverbindungen

lfd. Nr.	von Komponente	Schnittstelle / Typ	Schirm kontaktart	Kabeltyp / Verlegeweg	Leitungs klasse	Phänomene	nach Komponente	Schnittstelle / Typ	Schirm -kontaktart
1a	Single Motor -Module (FU) 85 A / +ET20-U01/2 Spindel 4	U2 / Motor- kabel	EMV- Verschrau- bung	6FX8002- 5DG33-1AJ0 Motorkabel 8m / FU zu Stecker	LK 1	5 / 1.1 / 2.3 / 4.1	-S4-XM Steckverbi- ndung	U	Geschirmter Stecker
1b	geschirmter Stecker	S4-XM	geschirmter Stecker	6FX8002- 5DX38-1AC0 Motorkabel 2m / Stecker zu Antrieb	LK 1	5 / 1.1 / 2.3 3.1 / 3.3 / 3.4 / 4.3	5.0 HAS- Motor Drive CliQ 30KW / +ET20- M01/1	U	EMV- Verschrau- bung

 Fragebogen an Hersteller

Hersteller	
Komponente	
Typ	
Bestellnummer	

Komponente CE gekennzeichnet	☐	Ja		Nein
CE Konformitätserklärung wird beigelegt	☐	Ja		Nein
In Erklärung werden folgende EG Richtlinien bestätigt				
EMV Richtlinie		Ja		Nein
Niederspannungsrichtlinie		Ja		Nein
Maschinenrichtlinie		Ja		Nein
sonstige EG Richtlinie				

Parameter bzgl. EMV Richtlinie

CE Nachweis nach folgenden Normen	
Störaussendung	
Störfestigkeit	

Störaussendung entspricht Klasse	A	☐ Industriebereich	B	Wohnbereich
Störfestigkeit entspricht		☐ Industriebereich		Wohnbereich

Die Prüfpegel und die erzielten Bewertungskriterien sind als Anlage bitte beizufügen.

Für sonstige Einsatzbereiche:	
-------------------------------	--

Parameter bzgl. Niederspannungs-Richtlinie mit EMV Relevanz

Einsatz in Überspannungskategorien nach VDE 0100-443	Kat 1	Kat 2	Kat 3
Einsatz für Netzverträglichkeitspegel nach EN 61000-2-4	Umgebungs-kategorie		
	KL 1	KL 2	KL 3

Bitte die Tabelle A.1 ausfüllen

Parameter bzgl. Maschinen Richtlinie mit EMV Relevanz				
Für Einsatz in Sicherheitsfunktionen qualifiziert		Ja		Nein
Herstellereklärung wird beigelegt		Ja		Nein
Nachweis nach welcher Norm? (z.B. EN 61508)				
Qualifizierter Sicherheits-Level	SIL		PL	
Sicherheitsgerichtetes Abschalten möglich?		Ja		Nein

Rot: Favorisiert

Erscheinung	Berechnung	Nachbildung	Prüfung	Analyse	Nicht zutreffend
Oberschwingungen					
Kommutierungseinbrüche					
Spannungsänderungen					
Spannungswechsel					
Spannungsschwankungen					
Spannungseinbrüche					
Spannungsasymmetrie					
Frequenzänderungen					
Einflüsse der Stromversorgung – magnetische Felder					

Tabelle A.1 (entspricht Tabelle B.3 aus der EN 61800-3:2004)

EN 61800-3:2004

B.7 Nachweis der Störfestigkeit gegen niederfrequente Störungen

Nach 5.2.1 darf die Störfestigkeit des PDS gegen niederfrequente Phänomene durch Berechnung, Nachbildung oder Prüfung nachgewiesen werden. Der Hersteller kann die Zellen von Tabelle B.3 -dazu benutzen, um zu kennzeichnen, welches Nachweisverfahren für welches Phänomen benutzt wurde.

Parameter bzgl. Wartung entsprechend EMV Relevanz

Legende Maßnahmen

A = Austausch

M = Messung

S = Sichtprüfung

Wartungsintervall Jahre	Prüfung	Bauteil	Maßnahmen	Lebensdauer bei 1 Schichtbetrieb

Bitte die entsprechenden Unterlagen (Berechnungen bzw. Prüfberichte) als Anlage beifügen.

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