

ASSISTENZ SYSTEM EMV

ASSET EMC PERFORMANCE MANAGEMENT

Leitlinie

Digitalisiertes Verfahren

Software **ESMA**

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 III

Digitalisiertes Assistenz System EMV

Software **ESMA Gesamt-Version 3 / 4**

Zielsetzung

Die EMV Richtlinie fordert die Erstellung Techn. Unterlagen mit Risikoanalyse und -Kalkulation.

- Keine CE Konformität allein durch Prüfungen

Steigende Komplexität von Betriebsmitteln und verketteten Anlagen machen darüber hinaus die EMV zu einer Variablen von Verfügbarkeit und Kosten Aufwand neben verlängerter time to market.

- Entwicklung und Konstruktion
- Qualifikation
- Fertigung
- Inbetriebsetzung
- After sales service

Unzureichende Störresilienz und Nutzungsdauer können Folgen nach sich ziehen:

- Rechtliche Konsequenzen bei Nichteinhaltung zugesagter oder durch Festlegung Nutzungszweck erwartbare Eigenschaften
- Erhöhter Aufwand an life cycle costs in Relation zu Gestehungskosten
- Erhöhte Kosten durch Funktionsstörung mit Betriebsunterbrechung

Die **ESMA Version 3 / 4**

: stellt ein digitalisiertes Verfahren mit hierarchischem Verfahrensablauf in causal untereinander verknüpften Verfahrensschritten dar:

- Erstellung techn. Unterlagen nach EMV Richtlinie Anhang II Modul A
- Risikoanalyse mit FMEA Risikokalkulation mit Zielsetzung externe EMV

Erweitert für Zielsetzung Qualitätsanspruch:

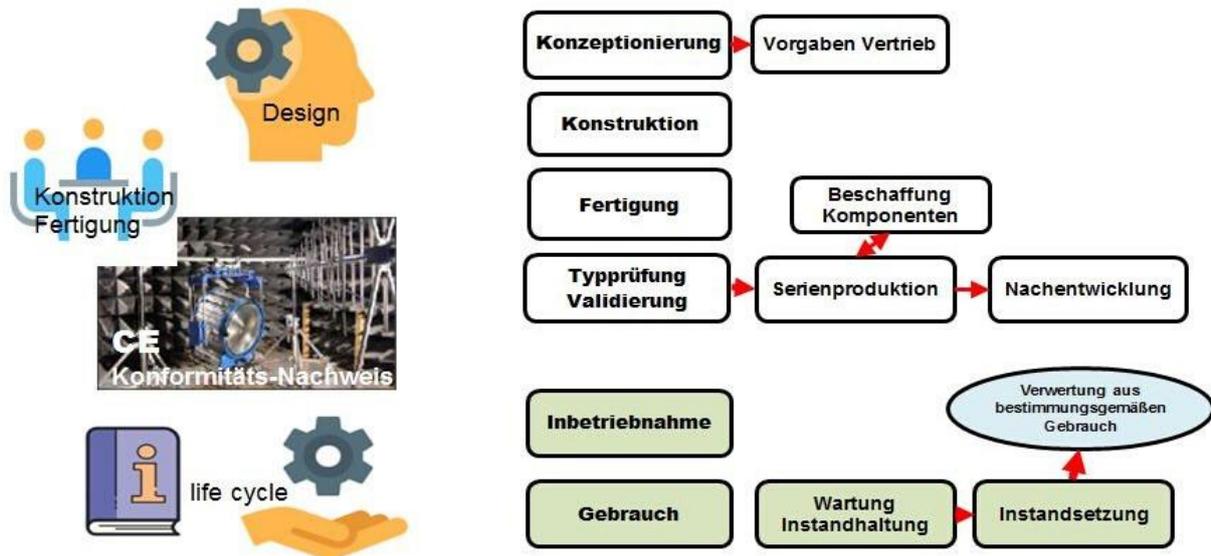
- Risikoprioritätskalkulation für vorgesehene Verfügbarkeit
- Obsoleszenz Management für
 - predictive life cycle costs durch Wartung und Instandhaltung
 - prospektive Instandhaltbarkeit durch Ersatzteil Versorgung

Inhaltsgliederung

1.	Kostenreduzierung vom Design bis Ende des Produktionszeitraums	4
2.	Digitalisiertes Verfahren QM EMV	
	Verfahrens Struktur	4
3.	Verfahrensabwicklung	12
4.	Risikominderung durch konstruktive Detail-Maßnahmen	41
5.	Risikoanalytische EMV-Bewertung in Bezug zu Erfahrungen aus Vorgängermodellen und der Komplexität des Systems	43
6.	Dokumentation der Ergebnisse der Risikobeurteilung	44
7.	Weiterführen des Nachweisverfahrens	47
8.	Durchführung eines QM Verfahrens EMV zur Qualifizierung EMV von Betriebsmittel durch externen Dienstleister	48
9.	Anhang	51

1. Kostenreduzierung vom Design bis Ende des Produktionszeitraums

Durchgehender Prozess entsprechend DIN ISO 9001 verhindert Over Engineering, reduziert Kosten und time to market.



Verfahrensschritte im Prozess

In der Risikoanalyse ist die Risikominderung durch Festlegung des bestimmungsgemäßen Gebrauchs und ggf. dessen Einschränkung bewertet.

Die Komplexität des Betriebsmittels, nach Strukturierung im Zuge des Verfahrens, ist durch die Bewertung der Beeinflussungspfade hinsichtlich der Risikopriorität numerisch kalkuliert. Die Wirkfaktoren sind auf Grundlage von J.Schmitz-Basismessungen für jede der aus der EMV-Bauvorschrift ausgewählten Maßnahme numerisch im Algorithmus der FMEA Kalkulation hinterlegt.

Das Protokoll zum Nachweis der Erfüllung der Zielsetzung EMV Richtlinie oder optimale INTRA EMV ist, zusammen mit den bei der Bearbeitung entstandenen Dokumenten (Mitgeltende Unterlagen) und mit den Prüfprotokollen der normativen EMV-Prüfungen, Teil der Technischen Unterlagen EMV.

2 Digitalisiertes Verfahren QM EMV Verfahrens Struktur

Standard-Gliederung hierarchisch für Verfahren

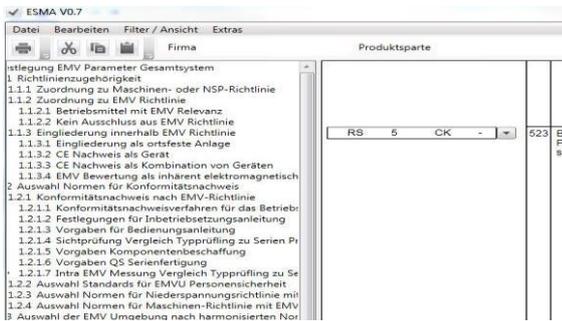
Kapitel 1: Festlegung EMV Parameter Gesamtsystem

Kapitel 2: Strukturierung des Betriebsmittel zur Minderung der Komplexität der Beeinflussungspfade

Kapitel 3: Erfassen und Bewerten der Eignung der einzusetzenden Komponenten und deren Schnittstellen zum Einsatz in Betriebsmittel

Kapitel 4: Minderung der Risikopriorität durch konstruktive Maßnahmen innerhalb Struktur

Für jeden Verfahrensschritt liegt eine Verfahrensbeschreibung vor. Diese erläutert die Zielsetzung der Maßnahmen im Verfahrensschritt und begründet die Wirksamkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen
 Die Konfigurierung der Stammdaten durch Codes im System kann der Nutzer um Maßnahmen auf ein Projekt oder firmenspezifisch selbst definieren.

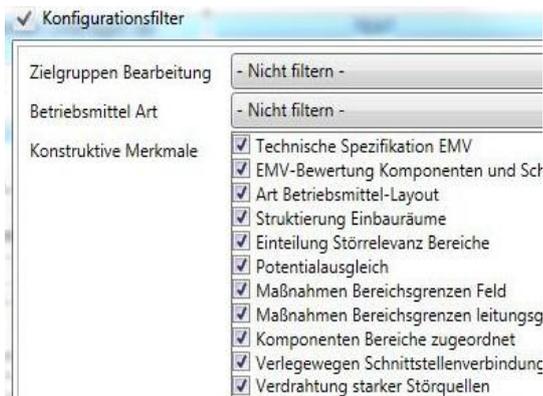


Zugriffsberechtigung zur Anpassung an firmenspezifische Produktspektrum

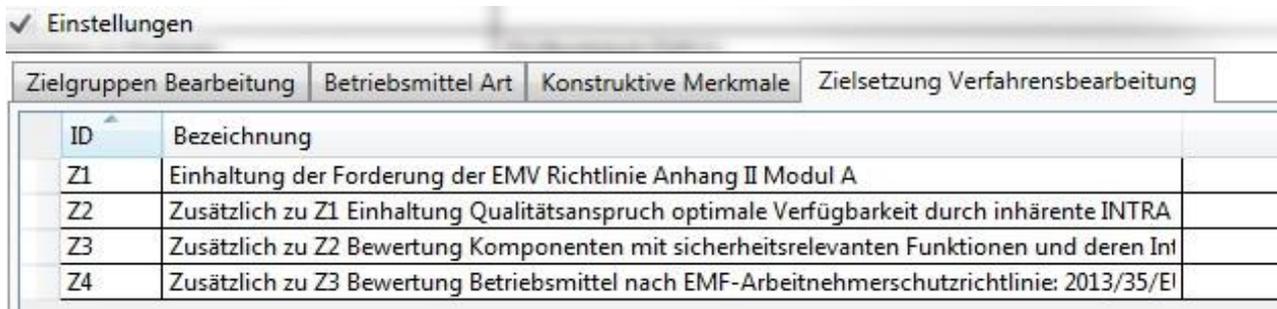
Obligatorische Zeilen entsprechend Forderung der EMV Richtlinie

Standardbauvorschrift mit Empfehlungen von Detail Maßnahmen der J.Schmitz Kompetenzzentrum
 Zugangscod zur Anpassung an firmenspezifisches Produktspektrum
 Zugangscod zur Anpassung von firmenspezifischem Produktspektrum an Produktparten
 Zugangscod zur Anpassung an aktuelles Projekt

Für die Bearbeitung in einem Projekt kann durch ein Konfigurationsfilter der Umfang der konstruktiven Maßnahmen an die techn. Realität des Produktes angepasst werden.



Die Zielsetzung der Durchführung des QM Prozesses kann Projektspezifisch



gewählt werden.

Ausdrucke für die Verwendung der Vorgaben der Bauvorschrift

Nach Arbeitsschritten:

- EMV Planung E-Konstruktion Fertigung Inbetriebnahme
- Bedienung Instandhaltung
- Nachhaltigkeits- Sicherstellung
- Gerät Schaltschrank Maschine Anlage Gebäude

Nach Projekt Arten:

ID	Bezeichnung
E	E-Zeile
P	Planung
F	Fertigung
I	Installation
K	Konstruktion
T	Inbetriebsetzungsanleitung
U	Bedienungsanleitung
V	Sicherstellung Nachhaltigkeit Produktionszeitraum
C	Checkliste

ID	Bezeichnung
R	Gerät
S	Schaltschrank
M	Maschine
A	Anlage
G	Gebäude

Digitalisiertes Verfahren QM EMV Erzeugung von Vorgabe-Dokumenten für E-Konstruktion, Fertigung usw.

Durch Ausdruck von Zeilen der Bauvorschrift gefiltert nach dem vorher definierten Konfigurationsfilter können Dokumente erzeugt werden zur zielgerichteten Information aller im Projekt Beteiligten.

Verifizierung der EMV Vorgaben im QM Prozess durch QS Dokumente

Der Nachweis der Einhaltung der Vorgaben von Einzelmaßnahmen der Bauvorschrift ist durch die QS im Laufe des Produktionszyklus sicherzustellen. Dafür sind durch Übernahme der der Zeilen der Bauvorschrift in Prüfpunkte Checklisten zu erstellen und deren Abarbeitung im Fertigungsprozess vorzunehmen.

Beispiel Checkliste Fertigung

#	Text	Definition	Itzu-stand	Toleranz	Bemerkung
159	Festlegung Schirmabindung Schirmkontaktierung an Schirmschlusspunkten in Schaltplänen	Kontaktierung von Kabelschirmen möglichst unmittelbar an der Kabeleintrittsstelle in Schaltplänen + Schirmklemme verwenden + EMV-Verdrahtung			
160	Festlegung Schirmabindung Schirmunterbrechungen in Schaltplänen bei empfindlichem Nutzsignal oder hohem Störpotential in geschirmtem Gehäuse	+ Schirmüberbrückungen z.B. zu schützende Klemmstellen in EMV-dichtem Gehäuse bei Klemmen, Schaltern, Schützen usw. in Schaltplänen Kontaktierung mittels einer massiven und leitenden Befestigung zu schützenden Gerät metallisches Gehäuse Montageschiene			

Beispiel Checkliste E-Konstruktion

#	Text	Definition	Itzu-stand	Toleranz	Bemerkung																
232	Definition Entkopplungsmaßnahmen in Verlegewegen Zwischen unterschiedlichen Leitungsklassen für Anlagen	Empfehlung zu Entkopplungsmaßnahmen in Verlegewegeart Gitterkanal Für die Betriebsmittel Anlage sind die Auswirkungen langer parallel geführter Leitungen mit jedoch gegenüber Maschinen größeren Leiterabständen berücksichtigt. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Leitungskategorie</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Leitungskategorie 1</td> <td>100 mm</td> <td>100 mm</td> <td>100 mm</td> </tr> <tr> <td>Leitungskategorie 2</td> <td>100 mm</td> <td>100 mm</td> <td>100 mm</td> </tr> <tr> <td>Leitungskategorie 3</td> <td>100 mm</td> <td>100 mm</td> <td>100 mm</td> </tr> </tbody> </table>	Leitungskategorie	1	2	3	Leitungskategorie 1	100 mm	100 mm	100 mm	Leitungskategorie 2	100 mm	100 mm	100 mm	Leitungskategorie 3	100 mm	100 mm	100 mm			
Leitungskategorie	1	2	3																		
Leitungskategorie 1	100 mm	100 mm	100 mm																		
Leitungskategorie 2	100 mm	100 mm	100 mm																		
Leitungskategorie 3	100 mm	100 mm	100 mm																		
233	Definition Entkopplungsmaßnahmen in Verlegewegen Zwischen unterschiedlichen Leitungsklassen für Anlagen	Empfehlung zu Entkopplungsmaßnahmen in Verlegewegeart ohne Massebezug Für die Betriebsmittel Anlage sind die Auswirkungen langer parallel geführter Leitungen mit jedoch gegenüber Maschinen größeren Leiterabständen berücksichtigt. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Leitungskategorie</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Leitungskategorie 1</td> <td>100 mm</td> <td>100 mm</td> <td>100 mm</td> </tr> <tr> <td>Leitungskategorie 2</td> <td>100 mm</td> <td>100 mm</td> <td>100 mm</td> </tr> <tr> <td>Leitungskategorie 3</td> <td>100 mm</td> <td>100 mm</td> <td>100 mm</td> </tr> </tbody> </table>	Leitungskategorie	1	2	3	Leitungskategorie 1	100 mm	100 mm	100 mm	Leitungskategorie 2	100 mm	100 mm	100 mm	Leitungskategorie 3	100 mm	100 mm	100 mm			
Leitungskategorie	1	2	3																		
Leitungskategorie 1	100 mm	100 mm	100 mm																		
Leitungskategorie 2	100 mm	100 mm	100 mm																		
Leitungskategorie 3	100 mm	100 mm	100 mm																		

Erstellung des Protokolls der EMV Bewertung mit Risikokalkulation als Teil der techn. Unterlagen

➔ Nach Festlegung von Maßnahmen aus der Bauvorschrift für ein Projekt wird durch die Software die Einhaltung der Vorgaben abgefragt und die Dokumentationskette festgeschrieben

- Quelle der Einschätzung der Bewertung
- Quelle der QS Dokumente der Verifizierung der Einhaltung der Maßnahmen
- Dokumentation der Erfüllung der Maßnahmen im Projekt in Projektunterlagen

	Angaben in Inbetriebsetzungsanleitung	-> siehe Inbetriebsetzungsanleitung	
37	Um bei bestimmungsgemäßem Betrieb des Betriebsmittels während der gesamten Nutzungsdauer eine bestimmungsgemäße Verfügbarkeit aufrechtzuerhalten, sind entsprechend EMV-Richtlinie (Kapitel 2, Artikel 18) Angaben über besondere Vorkehrungen in der Inbetriebsetzungsanleitung	Maßnahmen Vorgaben für Inbetriebnahme festgelegt	
38	Abweichungen Prüfverfahren zu bestimmungsgemäßem Gebrauch festgelegt	Maßnahmen Vorgaben für Inbetriebnahme festgelegt	
39	Nachweis Einhaltung der Forderung.	Bearbeitung Checklisten Vorgaben Inbetriebsetzungsanweisung	
70	Datenquelle	Abweichungsliste Prüfverfahren	
71	Datenquelle aus mitgeltenden Unterlagen der Techn. Unterlagen:	TEXT	Ref.
72	Dokumentation Definition bestimmungsgemäßen Gebrauch		
73	Dokumentation in Techn. Unterlagen:	TEXT	Ref.

➔ Nach positiver Bewertung der Einhaltung der Maßnahmen im Verfahren, wird der Status des Verfahrensschrittes in den Algorithmus der Risikokalkulation übernommen. Der Ausdruck der Zeilen mit Bewertung und Dokumentation von angewandten Maßnahmen ist das "**Protokoll der EMV Bewertung mit Risikokalkulation**" für **Techn. Unterlagen**

Verknüpfung digitalisierte FMEA Kalkulationssoftware mit Maßnahmen im Verfahren.

Minderungsfaktoren

➔ für die Bewertung der Risikominderung von EM Gefährdungen bei Anwendung einer Maßnahme:

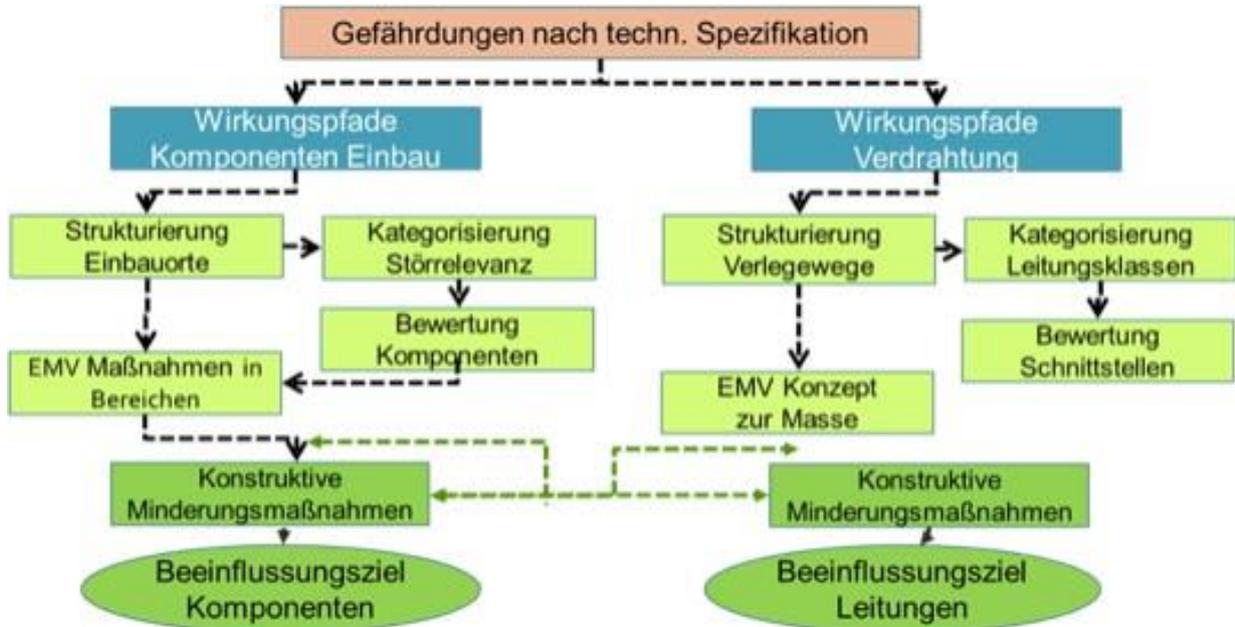
- In vorgestelltem QM Prozess im Algorithmus für alle Maßnahmen / Verfahrensschritte vordefiniert
- Für jede Maßnahme in Stammdaten der Software werden konstruktive Detailmaßnahmen vorgeschlagen

FMEA Algorithmus bewertet nach Anwendung einer Maßnahme

**Gefährdung nicht absolut,
sondern
Risikominderung relativ**

Risikoanalyse im Algorithmus definiert

- System Analyse EMV in komplexen Systemen durch Betrachtung von Einflüssen der Gefährdungen in Wirkungsketten.
- In Standardversion Beeinflussungspfade der Gefährdungen zwischen Wirkungsketten in definiert.



Bewertung jeder in Bauvorschrift definierten Maßnahme

- Die Standardisierung des Algorithmus ist im QM Prozess nur möglich, durch
- einheitliche hierarchische Gliederung und Synchronität von Bauvorschrift,

Verfahrensablauf und Risikokalkulation.

- Einzelmaßnahmen adressierbar sind
- Wirkungsketten physikalisch durch sequentielle Abarbeitung einheitlich
- Prüfpunkte QS in Checklisten adressierbar sind

71	Techn. Unterlagen:	TEXT	Ref.
72	Dokumentation Definition bestimmungsgemäßen Gebrauch		
73	Dokumentation in Techn. Unterlagen:	TEXT	Ref.
74	Eingrenzung Bestimmungsgemäßer Gebrauch bei Inbetriebnahme festgelegt und risikokalkulatorisch bewertet (Bewertung 1.2.1.2)	0 = nicht zutreffend 1 = Maßnahme definiert 2 = Maßnahme nicht definiert	nicht zutreffend

Wirkung jeder Einzelmaßnahme auf eine Risikogefährdung ist festgelegt in Standardversion Minderungsfaktoren für die 3 Kennzahlen der Risikopriorität sind analog zu DIN ISO/TR 14121-2

- A** Auftretenswahrscheinlichkeit von Störbeeinflussung
- E** Entdeckungswahrscheinlichkeit von Störbeeinflussung
- B** Bedeutung der möglichen Fehlerfolgen

Wirkungs-Richtung für jede Maßnahme in Stammdatei

Für jede Art von Beeinflussungspfaden sind in der Standardversion die 3 Minderungsfaktoren festgelegt.

- Galvanische Überkopplung von Leitungen auf Kabelschirme **GL**
- Kapazitiv von Leitungen auf parallele Leitungen **KL**
- Induktiv HFeld von Leitungen in Leitungsschleifen **IL**
- Galvanisch an Schnittstellen von Geräten **GG**
- Nahfeld von Leitungen auf Geräte **FG**
- Nahfeld von Geräten auf Geräte **NG**

Transparente Darstellung von getroffenen Maßnahmen

Der Algorithmus jedes einzelnen Verfahrensschrittes wird in Software grafisch dargestellt

4.2.2 Festlegung Art der Verlegewege		Wirkungskette						RPZ Faktoren 0,948/1				
		GL	KL	IL	GG	FG	NG	G	Ga	L	Ln	
Auftretenswahrscheinlichkeit	• zyklisch											
Fehlererkennung vor/nach Eintritt	• Checkliste Konstruktion											
Worst case Schadensfolge	ohne Maßnahmen											
	• Betriebsunterbrechung mit Produktionsunterbrechung											
	mit Maßnahmen											
	• ohne Betriebsunterbrechung											
Einzelbewertung der Faktoren	Fehleranalyse	Beeinflussungsart in Wirkungskette						Beeinflussung in Hierarchie				

Wirkungsnachweis
Der Einfluss auf die Entkopplung der im Verlegeweg enthaltenen Leitungsklassen wird im Fachartikel „Entkopplung von Verkabelung in Verlegewegen“ J.Schmitz GmbH beschrieben.
Der Fachartikel ist Basis der Bauvorschrift.
Die weitergehenden Minderungsmaßnahmen bauen auf den Parametern des Artikels auf
Durch Überprüfung der konstruktiven Maßnahmen anhand der Checklisten Konstruktion ist die Vorgabe der Vorentwurfsplanung in Produktion nachgewiesen

Abschließende Bewertung des Verfahrens

Erfüllung Forderung der EMV Richtlinie Teil der „Techn. Unterlage“ zur Bereitstellung für überwachenden Behörde.

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

Als erster Schritt sind die Einsatzbedingungen des Betriebsmittels festzulegen und die Prüfungen der im Einsatz zu erwartenden EM Gefährdungen zu definieren

Als weiterer Schritt ist der bestimmungsgemäße Gebrauch eines Betriebsmittels in Bezug auf EMV festzulegen und gegebenenfalls einzugrenzen.

Die Festlegungen müssen sich auf alle Life Cycle des Produktionsprozesses und der Nutzungsdauer des Produktes beziehen:

- **Qualifizierung Typprüfling**
- **Sicherstellung Serienfertigung**
- **Beibehaltung EM Produktqualität während Produktionszeitraum Inbetriebsetzung**
- **Bedienung Instandhaltung**
- **Nach- und Umrüstung**
 - Bei Beurteilung der externen EMV nach EMV Richtlinie sind nur Schnittstellen zu betrachten: unmittelbare externen Schnittstellen
 - Komponenten und Leitungen die sich in unmittelbarer Nähe zu Leitungen zu externen Schnittstellen befinden und dadurch durch diese beeinflusst werden können.

Normative Prüfungen alleine erzielen nicht unbedingt akzeptable Risikopriorität von Beeinflussung Verfügbarkeit und Überschreitung Grenzwerte nach Stand der Technik.

Nach normativen Prüfungen Restrisiko von Anzahl möglicher Beeinflussungspfade durch nicht geprüfte Phänomene abhängig

Nach normativen Prüfungen und Definition des bestimmungsgemäßen Gebrauchs Restrisiko von Anzahl möglicher Beeinflussungspfade durch nicht geprüfte Phänomene abhängig. Minderung Restrisiko Strukturierung entscheidend. Bei hoher Komplexität

- Mehrere Schnittstellen
- Mehrere nicht prüfbare Phänomene
- Mittelbare Beeinflussungen durch Überkopplungen im Inneren des Betriebsmittel durch Schnittstellen nach extern durch Strukturierung Komponenten Einbau und Leitungsführung mindern Restrisiko exponentiell.



Inhärente INTRA EMV Nachweis der Planungstiefe und deren Risiko Priorität als Erfüllung Qualitätsziel.

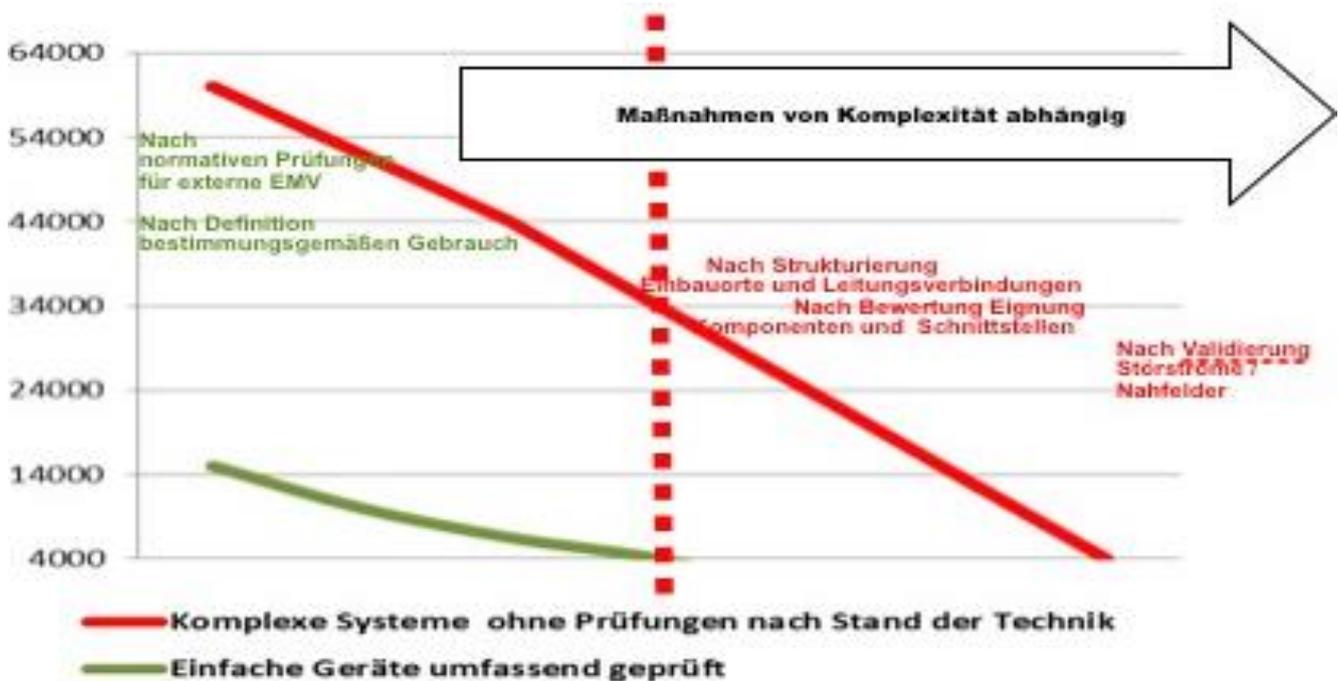
Bei Zielrichtung „Inhärente System EMV“ sind alle Komponenten und Leitungen innerhalb des Systems zu betrachten. Die Zielsetzung einer optimalen inhärenten INTRA EMV ist eine Qualitätsforderung des Herstellers mit dem Ziel, innerhalb des Betriebsmittels eine Betriebsbeeinträchtigung durch die gegenseitige Beeinflussung von Komponenten und deren Verdrahtung zu verhindern.

Der Umfang der Anwendung von EMV Maßnahmen ist deshalb abhängig von der Zielsetzung des EMV Verfahren..

Für externe EMV ist ein akzeptables Risiko einer funktionellen Beeinflussung in den meisten Fällen bereits nach normativen Prüfungen und Definition des bestimmungsgemäßen Gebrauchs erreicht.

Für Beurteilung des Gesamt Risiko einer funktionellen Störung der Verfügbarkeit ist ein akzeptables Risiko nach normativen Prüfungen und Definition des bestimmungsgemäßen Gebrauchs nur um ~ 50 % gemindert.

Die entscheidende Verfügbarkeit eines Betriebsmittels als Qualitätsmerkmal ist erst durch Strukturierung des inneren Aufbaus nach EMV Gesichtspunkte zu erreichen.



Durch Abgleich der Risikopriorität nach jedem Verfahrensschritt mit dem selbst gestellten Qualitätsziel „Verfügbarkeit“ ist der

Aufwand zur Erfüllung skalierbar.

3. Verfahrensabwicklung

Betrachtungsziel: Forderung der EMV-Richtlinie

Warum eine Risikoanalyse „EMV“?

Hintergrund der Forderung nach einer „Risikoanalyse“ sind die verschiedenen, im Laufe des Jahres 2016 in Kraft getretenen CE-Richtlinien. Hiervon betroffen war unter anderem die neue EMV-Richtlinie 2014/30/EU. Die Europäische Kommission bestimmte für alle Konformitätsverfahren, dass die technischen Unterlagen, die der Hersteller als Teil des Konformitätsnachweises erstellen und für die Marktüberwachung bereithalten muss, eine geeignete Risikoanalyse und -bewertung enthalten müssen. Dies bedeutet, dass der alleinige Verweis auf durchgeführte EMV-Prüfungen oder die Vorlage von Prüfberichten zukünftig nicht mehr ausreichend sein wird.

RICHTLINIE 2014/30/EU; ANHANG II MODUL A: „technische Unterlagen“

„Der Hersteller erstellt die „technischen Unterlagen“. Anhand dieser Unterlagen muss es möglich sein, die Übereinstimmung des Gerätes mit den betreffenden Anforderungen zu bewerten. Sie müssen eine geeignete Risikoanalyse und -bewertung enthalten.“

Welche Risiken können die Einhaltung der Forderungen nach Anhang I der Richtlinie beeinflussen:

Das Betrachtungsziel der Risikoanalyse des Betriebsmittels durch eine externe EM-Beeinflussung nach EMV-Richtlinie ist die Einhaltung der Forderung der EMV Richtlinie.

Anhang I 1. Allgemeine Anforderungen:

a.) Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte für Störaussendung

b.) Sie gegen, die bei bestimmungsgemäßigem Betrieb zu erwartenden elektromagnetischen Störungen hinreichend unempfindlich sind, um ohne unzumutbare Beeinträchtigung bestimmungsgemäß arbeiten zu können.

Eine Begründung der Einhaltung der Forderung Anhang I ist nur durch die Bewertung der relativen Risikopriorität plausibel nachzuweisen.

- ☞ Risiken durch Unterschiede zwischen Prüfaufbauten nach harmonisierten Normen und Inbetriebsetzungssituationen bei bestimmungsgemäßen Gebrauch
- ☞ Beeinflussungen durch Phänomene bei bestimmungsgemäßigem Gebrauch nach Stand der Technik, die durch Prüfverfahren nach harmonisierten Normen nicht abgedeckt wurden
- ☞ Risiken durch stochastische Ergebnisse bei vielfältigen Zyklen, störaussendender Störquellen und empfindlichen Störseken, die während der zeitlich begrenzten Prüfverfahren nicht betrachtet werden
- ☞ Risiken durch Veränderungen von konstruktiver Fertigungsausführung und EMV-Konstruktionsstand von Komponenten im Laufe der Serienfertigung
- ☞ Risiken durch Veränderung der EMV-Performance von Komponenten und deren konstruktiver Konfiguration im System während des bestimmungsgemäßen Gebrauchs
 - ➔ Bestimmungsgemäßer Gebrauch heißt der entsprechende Betrieb, nach der in der techn. Spezifikation definierten und dem Nutzer kommunizierten Rahmenbedingungen:
 - ⇒ Nicht, oder noch nicht nach Stand der Technik und nicht allgemein zwingend definierte Schnittstellen-Parameter (? Impedanz-Schnittstellen)
 - ⇒ Nicht im allgemeinen Umgang mit Gebrauchsgerten zu vermeidende Anschluss- und Betriebsbedingungen (? Betrieb über Verlängerungen? Leitungsverlegungsabstand zu Masse)

- Zu erwartende elektromagnetische Störungen, heißt entsprechend den in den harmonisierten Normen festgelegten Phänomene und nach Stand der Technik:
 - ⇒ Bei Betrieb, zusammen mit Geräten mit abweichenden Einsatzbedingungen und/oder mit Leitungsverbindungen zu diesen (ISM-Geräte mit gesteuerten Motorleistungskabel im Nahfeld)
- Hinreichend unempfindlich heißt entsprechend den Bewertungskriterien in Normen und der Definition „Verfügbarkeit“ in der Techn. Spezifikation:
 - ⇒ Dieses Kriterium ist für die Produktarten unterschiedlich und ist eigentlich ein Qualitätsmerkmal, das außerhalb der normativen Anforderungen, die CE-Kennzeichnung aber nicht vorgibt zu sein

Bei summarischer Betrachtung all dieser ungenauen technischen Definitionen in den Anforderungen der EMV-Richtlinie, kann eine Risikobewertung nur der Vergleich des Ergebnisses einer relativen Risikoprioritäts-kalkulation mit dem Ergebnis eines CE konformen ähnlichen Produktes sein.

Auch bei nur geringfügigen Restrisiken bei Betrachtung von konstruktiven Detail-Maßnahmen in einer Risikokalkulation, ist das Ergebnis von der Komplexität, d.h. der Anzahl von zusammen betriebenen Geräten und deren Leitungsverbindungen abhängig.

Bei hochkomplexen Systemen auch aus CE-konformen Geräten werden, um eine optimale Verfügbarkeit zu gewährleisten, zusätzliche konstruktive Maßnahmen notwendig sein.

Begründung der Nichteignung der EMV-Messverfahren, als alleiniger Nachweis einer nachhaltigen EMV-Verfügbarkeit nach Innen und Außen.

Ein elektromagnetisches Prüf- und Messergebnis gemäß einer Norm kann gut sein. Die Ergebnisse können aber während des bestimmungsgemäßen Gebrauchs dennoch überschritten werden. Im Grundsatz fordert die EMV-Richtlinie, die bei den normativen EMV-Messungen des Gesamtsystems nachgewiesenen EMV-Grenzwerte während des bestimmungsgemäßen Betriebs, nicht zu überschreiten. Darüber hinaus, kann ein Qualitätsanspruch des Herstellers ein inhärentes elektromagnetisches System fordern. Beides ist jedoch alleine durch die Durchführung von einmaligen Typprüfungen nicht einzuhalten.

Die Prüfung eines Systems nach einer harmonisierten Norm alleine, kann eventuell nicht alle elektromagnetischen Gefährdungen am vorgesehenen Einsatzort bei bestimmungsgemäßem Gebrauch abdecken. Sowohl das EMV-Gesetz als auch das BGB, fordert konstruktiv den Stand der Technik zu berücksichtigen.

Normen haben „nicht schon Kraft ihrer Existenz die Qualität von anerkannten Regeln der Technik und begründen keinen Ausschließlichkeitsanspruch“ (BVerwG 30.9.1996):

Für das Anwenden von Normen ist eine kritische Betrachtung der Anwendung erforderlich, insbesondere dann, wenn es sich um eine Norm handelt, die sich erst noch als anerkannte Regel der Technik bewähren soll.

Innerhalb des Gesamtsystems werden Komponenten und Leitungen mit unterschiedlicher Störrelevanz eng verflochten geführt.

Die normativen Prüfungen sind zeitlich begrenzt. Stark strahlende intermittierende Zyklen und periodische Empfindlichkeiten von Störsenken bedingen jedoch stochastische Störfälle im Langzeitbetrieb.

Durch fertigungsbedingte Schwankungen der elektromagnetischen Eigenschaften von Komponenteneinbauorten, Verdrahtung und einen von normativen Messaufbauten abweichenden bestimmungsgemäßen Betrieb, ergeben sich Abweichungen zu den nachgewiesenen EMV-Grenzwerten des Gesamtsystems, welche zu berücksichtigen sind.

Durch technischen Maßnahmen und deren risikoanalytische Bewertung, sind die durch elektromagnetische Typprüfungen nachgewiesenen Eigenschaften auch bei **bestimmungsgemäßem Gebrauch** zu gewährleisten. Hierfür sind folgende Maßnahmen erforderlich:

- Erstellung der technischen Unterlagen für das Produkt
- Festlegung der Einsatzumgebung des Betriebsmittels für den bestimmungsgemäßen Betrieb gemäß dem Stand der Technik (z.B. durch Anwendung harmonisierter Normen) in der „technischen Spezifikation“
- Dokumentation und Bewertung der angewandten Maßnahmen zur Sicherstellung der EMV in den technischen Unterlagen zum Betriebsmittel
- Nachweis der Wirkung der getroffenen EMV-Maßnahmen, während des bestimmungsgemäßen Betriebs des Betriebsmittels

Optional

Risikobewertung long term Verfügbarkeit und life cycle costs durch Obsoleszenzmanagement

Aufrechterhaltung externe EMV und Verfügbarkeit in Wartung - Prospektive Instandhaltung - Umrüstung

- Beurteilung Deviation EM Zustand von Leitungen und Komponenten nach Nutzungsdauer bei Wartung zur Entscheidung einer Instandsetzung
- Positive Bewertung des Zustandes nach Instandsetzung
- Positive Bewertung des Zustandes nach Umrüstung oder Nachrüstung

EMV Richtlinie erfordert die stetige Einhaltung der Anforderungen bei bestimmungsgemäßem Gebrauch; d.h. bis zur vom Hersteller definierten Obsoleszenz.

Darüber hinaus ist die rechtliche Konsequenz eines Qualitätsanspruchs des Herstellers in BGB und ProdHaftungsGesetzen geregelt.

Im Rechtsstreit wurde immer ein Nachweis einer Planung zur Schuldfrage herangezogen.

„Normen haben nicht schon kraft ihrer Existenz die Qualität von anerkannten Regeln der Technik und begründen keinen Ausschließlichkeitsanspruch“ (BVerwG 30.9.1996):

Nach einem Konsultationsprozess hat nun die EU Kommission bereits in zehn Durchführungsverordnungen die Anforderungen an die Reparierbarkeit angenommen: „Die EU-Entscheidung ist ein Systemwechsel“,

Maintainability und Repairability durch RCM (reliability centered Maintenance) werden dann essentiell auch für EMV relevante Komponenten in Systemen.

Für Anforderung an hohe Verfügbarkeit kombiniert mit niedrigen Instandhaltungskosten sind prospektive Inspektionen von automatisierten Systemen Maschinen von entscheidender Bedeutung.

Ein Obsoleszenz Management EMV mit Planung Wartung und prospektive Instandhaltung verlängert Lifetime mindert Kosten in lifestream und optimiert Verfügbarkeit.

Die Inspektion sollte ohne Beschädigung der geprüften Teile entsprechen einer zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) und Auswertung (non-destructive evaluation – NDE) durchgeführt werden.

Derzeit sind Angaben über die Degradation von EM Eigenschaften von einzusetzenden Komponenten in Abhängigkeit der Nutzungsdauer und Nutzungsart nur spärlich zu erlangen und vom Hersteller eines Produkts nur schwer für den bestimmungsgemäßen Gebrauch des Produkts umzusetzen.

Aufrechterhaltung externe EMV und Verfügbarkeit im Produktionszeitraum des Produkts

- Beurteilung Abweichung EM Zustand von Leitungen und Komponenten von Typprüfung nach Neubeschaffung.
- EMV Richtlinie erfordert Nachweis der Einhaltung der Anforderungen während Serienproduktion.
- Die rechtliche Konsequenz eines Qualitätsanspruchs des Herstellers an Verfügbarkeit ist in BB und ProdHaftungsGesetz geregelt.
- Derzeit wird außer allgemein in ISO 9000 kein QS Verfahren für den Nachweis EMV Eigenschaften nachgeorderter Komponenten Beschaffung in digitalisierter Verfahrensbeschreibung angeboten.

Risikokalkulation durch FMEA-Kalkulation Risikopriorität

Das vorgestellte Verfahren zur Durchführung eines QM-Prozesses EMV hat die Zielsetzung, durch eine Standardisierung, für eine Vielfalt von Produkten anwendbar und einfach praktisch umsetzbar zu sein. Das gleiche Ziel gilt für die im Prozess integrierte Risikobewertung. Durch die Verfahrensdurchführung nach der Verfahrensanweisung, wurden alle möglichen Gefährdungsereignisse abgefragt und zur Vermeidung von ungewollten Beeinflussungen Gegenmaßnahmen gefordert.

Aus der Bauvorschrift können für den jeweiligen Verfahrensschritt, konstruktive Maßnahmen für das aktuelle Produkt ausgewählt werden.

Durch eine Bearbeitung nach Verfahrensanweisung, wird die Akzeptanz der ausgewählten Maßnahmen im Protokoll der EMV-Bewertung bewertet.

Die nunmehr durchzuführende, mit nach der Verfahrensanweisung identisch gegliederten Risikokalkulation, stellt die numerische Bewertung dar.

Die für jede Position der Verfahrensanweisung festgelegten Minderungsfaktoren, ist die Feststellung im Protokoll maßgebend, positiv bewertet oder nicht erfüllt.

Grundlage für diese Vorgehensweise ist aber, dass die Maßnahmen der Bauvorschrift die Beeinflussung durch die Gefährdungsereignisse zuverlässig verhindern.

Eine numerische Abstimmung der Minderungsfaktoren im Algorithmus der Risikokalkulation ist somit nicht mehr notwendig, da das Kriterium für die Faktoren bereits in der „Bewertung der Maßnahmen“ in der Bauvorschrift definiert ist.

Dafür ist, wie normativ im Fernfeld, auch innerhalb eines Betriebsmittels im Nahfeld ein Verträglichkeitsbereich zwischen Störaussendung und Störfestigkeit zu definieren. Normativ gibt es dazu keine Vorgabe.

Der Bauvorschrift des J. Schmitz GmbH EMV-Kompetenzzentrums will Verträglichkeitsbereich durch Vorsorge-Grenzwerte für Nahfeld und Entkopplung erreichen.

Numerische Kalkulation der Risikominderung

Basis einer FMEA-Risikokalkulation. Bewertbarkeit der einzelnen Maßnahmen im Detail:

- Konstruktionsdetail praktisch anwendbar
- Umsetzung überprüfbar durch Checklisten
- Risiko bewertbar in FMEA Kalkulation

Bei Entscheidung der Einordnung des Betriebsmittels als „ortsfeste Anlage“ nach EMV Richtlinie ist eine Risikoanalyse für Konformitätsnachweis nicht gefordert

Gerade bei komplexen Anlagen sind für den Investor und Betreiber Investitions-Kosten und life cycle costs relevant.

Dafür ist eine Risiko Bewertung mit prospektiver Abschätzung der EMV Kostenanteile optimal

In der Norm EN ISO 12100 ist das Verfahren der Risikobewertung in Bezug zur Maschinensicherheit nach Maschinenrichtlinie bereits ausführlich beschreiben. Daher erscheint es nur logisch, den Ablauf der Risikobetrachtung, welcher nun auch in der EMV-Richtlinie gefordert wird, an dieses Verfahren anzulehnen. Nachfolgend sind die diesbezüglichen Abschnitte der EN ISO 12100 und DIN ISO /TR 14121-2 referenziert.

Analog DIN ISO/TR 14121-2 1 Anwendungsbereich

... für die Risikobeurteilung einer großen Vielzahl an Maschinen hinsichtlich deren Komplexität ...

Analog DIN ISO/TR 14121-2 6.4 numerische Bewertungsverfahren 6.4.2 Beispiel eines Instruments oder Verfahren der numerischen Bewertung zur Einschätzung des Risikos

... Der Parameter für das Ausmaß besitzt folgende Punktzahlen

SS 100 katastrophal

SS 0 geringfügig ...

In einer FMEA-Analyse sind die Kennzahlen für jedes Gefährdungsereignis, zur Errechnung der Minderungsfaktoren für einen Beeinflussungspfad, durch eine plausible Einschätzung jeweils zwischen 1 und 10 vorzunehmen.

Im Gegensatz zu DIN ISO/TR 14121-2, deren Kennzahlen 1-100 betragen, verwendet die FMEA-Kalkulation Kennzahlen mit Werten von 1–10. Dabei entspricht der Wert 1 der positivsten Einschätzung und der Wert 10 der negativsten Einschätzung. Definiert man als Worst Case Fall für die Systemverfügbarkeit den Betrieb des Systems in einer ungeschützten EMV-Umgebung ohne jegliche konstruktive EM-Schutzmaßnahme, so ist für jede der drei Beeinflussungskennzahlen der Faktor 10 einzusetzen.

Das Ergebnis einer numerischen Risikopriorität ist bewertbar durch einen Vergleich mit einer als akzeptabel zugrunde gelegten Risikowahrscheinlichkeit, eines vergleichbaren Systems.

Durch die Definition in der EMV-Richtlinie wird angenommen, dass bei bestimmungsgemäßen Gebrauch von einzelnen, miteinander verbundenen, für die EM-Umgebungskonformen Geräten ein zufriedenstellender Betrieb möglich ist.

Die Schlussfolgerung lässt plausibel zu, dass das numerische Ergebnis einer Risikoprioritätskalkulation bei einem Betrieb von Betriebsmitteln untereinander als „GUT“ zu bewerten ist. Das Ergebnis für die Risikokalkulation eines komplexeren Systems aus Komponenten mit entsprechenden Minderungsmaßnahmen der EM-Entkopplung unterhalb der gleichen RP-Zahl, ist ebenfalls als „GUT“ zu bewerten.

Festlegung von Gefährdungsereignissen

Das Ziel der Risikobewertung ist die Bewertung der möglichen Folgen von Gefährdungsereignissen und der Minderungswirkung konstruktiver Detailmaßnahmen.

Gefährdungsidentifizierung in Beeinflussungspfaden durch unterschiedliche elektromagnetische Phänomene

Analog zu DIN ISO/TR 14121-2; Kapitel 5 „Durchführung des Verfahrens“; Absatz „5.3 Identifizierung der Gefährdungen“

... Bottom-up Ansatz beginnt mit der Untersuchung sämtlicher Gefährdungen und der Betrachtung aller Möglichkeiten, dass etwas in einer bestimmten Gefährdungssituation fehlschlagen und wie dies zu einem Schaden führen kann ...

Für alle Gefährdungsereignisse sind die möglichen Pfade einer Beeinflussung im System zu bestimmen. Im späteren Verfahren ist die Minderung der gegenseitigen Beeinflussungsmöglichkeit zu bewerten.

Gefährdungsereignis	Beeinflussungspfade „Verkabelung“		Beeinflussungspfade „Geräte“	
	Direkt	Indirekt	Direkt	Indirekt
Transienten Überspannung / Blitz aus Umgebung	Galvanische Überkopplung auf Kabelschirme	– Kapazitiv auf parallele Leitungen – Induktives H-Feld in Leitungsschleifen	Galvanisch an Schnittstellen	Nahfeld von Leitungen
Burst durch Schalthandlung im System				
Kontinuierliche Spannungen und Ströme				
EM-Nahfelder			Nahfeld von Geräten	

In Bezug auf die Folgen von EM-Beeinflussungen

Analog zur DIN ISO/TR 14121-2; Kapitel 5.4 „Risikoeinschätzung“;
5.4.2 „Schadensausmaß“

Abschnitt

Anmerkung 2: In der Regel gilt; je geringer die Energie der Gefährdung, desto geringer das Ausmaß des damit verbundenen möglichen Schadens ...

Gefährdungsereignis	ohne Maßnahmen	mit konstruktiven Maßnahmen
Transienten Überspannung / Blitz	Zerstörung der Elektronik	Betriebsunterbrechung ohne Produktionsschaden
Burst durch Schalthandlung	Betriebsunterbrechung mit Produktionsschaden	
Kontinuierliche Spannungen und Ströme		

Für jedes Gefährdungsereignis ist die Möglichkeit zur Schadensvermeidung zu identifizieren. Die Folgen einer Gefährdung sind zu betrachten, um durch konstruktive Detailmaßnahmen zu einer optimalen Verfügbarkeit zu gelangen.

In Bezug auf die Auftretenswahrscheinlichkeit

Analog DIN ISO/TR 14121-2 5.4 Risikoeinschätzung
5.4.3. Eintrittswahrscheinlichkeit des Schadens 5.4.3.1 Allgemeines

Anmerkung siehe ISO 12100; 2010; 5.5.2.3

... Alle Ansätze zur Risikoeinschätzung sollten die Einschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens durch Berücksichtigung von Folgendem erfordern:

...b) die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Gefährdungsereignisses ...

Für jedes Gefährdungsereignis ist die Auftretenswahrscheinlichkeit zu identifizieren.

Gefährdungsereignis	ohne Maßnahmen	mit konstruktiven Maßnahmen
Transienten Überspannung / Blitz	1/a	1/a
Burst durch Schalthandlung	Zyklisch / sec	Zyklisch / sec
Kontinuierliche Spannungen und Ströme	Kontinuierlich / Betrieb	Kontinuierlich / Betrieb
EM-Nahfelder	Kontinuierlich / Betrieb	Kontinuierlich / Betrieb

In Bezug auf die Entdeckungswahrscheinlichkeit

Analog DIN ISO/TR 14121-2 5.4 Risikoeinschätzung

5.4.3. Eintrittswahrscheinlichkeit des Schadens 5.4.3.1 Allgemeines

Anmerkung siehe ISO 12100;2010,5.5.2.3

... Alle Ansätze zur Risikoeinschätzung sollten die Einschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens durch Berücksichtigung von Folgendem erfordern: ...

c) technische Möglichkeiten und menschliche Fähigkeiten zum Vermeiden oder Begrenzung des Schadens...
Für jedes Gefährdungsereignis ist die Entdeckungswahrscheinlichkeit zu identifizieren.

Gefährdungsereignis	Ohne Maßnahmen	mit konstruktiven Maßnahmen	mit Abnahmemessung
Transienten Überspannung / Blitz	stochastische Impulse	stochastische Impulse	
Burst durch Schalthandlung		Detektion durch Triggerung einer erkannten Störquelle mit Schirmstrom verdächtiger Störquelle	Detektion durch Langzeitüberwachung frequenzselektiv von Strömen / Spannungen und Nahfeldern
Zyklisch auftretende kontinuierliche Spannungen / Ströme			
EM-Nahfelder / Felder			

Die Entdeckungswahrscheinlichkeit beschreibt die Möglichkeit, nach- oder schon vor einem Gefährdungsereignis die Ursachen festzustellen, um daraus resultierende Störungen ausschließen zu können.

Festlegung der numerischen Werte für Minderungsfaktoren in FMEA-Kalkulation von konstruktiven Maßnahmen in Bezug auf Gefährdungseignisse

Die numerischen Werte der Kennzahlen für jedes einzelne Gefährdungseignis sind idealerweise durch ein Team festzulegen.

- **A** - Auftretenswahrscheinlichkeit von Störbeeinflussungen
- **E** - Entdeckungswahrscheinlichkeit von Störbeeinflussungen
- **B** - Bedeutung die möglichen Fehlerfolge

Basis zur Einteilung numerischer Minderungsfaktoren in Stufen

Um eine plausible Risikoeinschätzung zu erreichen, ist eine Mindestanzahl von Stufen der numerischen Schwellwerte einzufügen.

Durch mindestens 4-5 Stufen der Schwellwerte sollen tendenziell extreme oder unterschwellige Ergebnisse vermieden werden.

Auftretenswahrscheinlichkeit	Erkennung Ursache	Schadensfolge (Worst Case)
Unwahrscheinlich	Visuelle Inspektion	Ohne Betriebsunterbrechung
Selten	Überprüfung Dokumente -Vorentwurfsplanung	Betriebsunterbrechung
Zyklisch	Überprüfung Checklisten	Betriebsunterbrechung mit Produktionsunterbrechung
Transienten stochastisch	Schirmstrommessung	Komponentenzerstörung
Kontinuierlich	Nahfeldmessung	Systemzerstörung
	Störstrommessung	Keine CE Qualifikation möglich
	Erkennung nicht möglich	Undefinierbar
S Einfluss auf Gesamtsystem Betriebsmittel		

Errechnung der numerischen Werte für Minderungsfaktoren

Basisfaktoren	A	E	B	RPZ = A * E * B
Numerische Beeinflussung	10	10	10	1000

Eine FMEA-Risikokalkulation fordert die Errechnung von Minderungsfaktoren zur Bestimmung der Wirkung von konstruktiven Maßnahmen auf Gefährdungseignisse, um das Risikopotential des Gesamtsystems zu ermitteln.

Konstruktive Minderungsmaßnahmen zielen naturgemäß auf eine Entkopplung starker Störquellen mit sensiblen Störseken.

Eine Festlegung von Entkopplungswirkungen zwischen Komponenten und Leitungen, erfordert vorab die Ermittlung von notwendigen Störabständen zwischen den unterschiedlichen Störpegeln von Störfeldern und -strömen und Störfestigkeitsgrenzwerten von sensiblen Komponenten und Datenleitungen.

In einer Bauvorschrift sind Maßnahmen für die Entkopplungen festzulegen, die messtechnisch nachgewiesen und zu bewerten sind.

Die Maßnahmen müssen der Realität entsprechen und durchführbar sein.

Die EMV-Vorgaben durch eine Bauvorschrift sind durch eine EMV-Planung in der Konstruktion eines Projektes umzusetzen.

Die Wirkung jeder Maßnahme ist durch die Dokumentation in Fachartikel oder auf ähnliche Weise durch messtechnische Ergebnisse nachzuweisen:

- Entkopplung von Komponenteneinbauorten
- Einfluss der Leitungsverlegung auf Geräte durch abgestrahlte Störfelder
- EMV-Maßnahmen in der Verdrahtung und Verkabelung
- Leitungsentkopplung in verschiedenartigen Kabelführungssystemen (z.B. Schleppketten ohne Massebezug)

Der numerische Minderungsfaktor für jede einzelne konstruktive Maßnahme, ist idealerweise durch ein Team festzulegen.

Die Grenzwerte in den Vorgaben für Maßnahmen wie Entkopplungskategorien und Nahfelder sind vorsorgliche Grenzwerte. Sie vermittelt aber eine relative Risikopriorität durch wertvolle Erkenntnisse aus vorangegangenen Messungen ihrer Ursache und Wirkung.

Der Risikominderungsfaktor einer Maßnahme ist durch Multiplikation der Basis Kennzahlen **A**, **E**, und **B** mit den Minderungsfaktoren für jede Maßnahme zu berechnen.

Konstruktive Minderung der Kopplung zwischen Beeinflussungspfaden in- und zwischen Wirkungsketten

Die Risikopriorität ist durch Entkopplungsmaßnahmen zwischen Störquellen und -senken zu mindern. Alle Maßnahmen sind für alle Beeinflussungspfade sind als Wirkungskette hierarchisch verknüpft:

Beispiel: Bewertung der Wirkungskette in horizontaler Hierarchie.

Geräteeinbauorte:

- EMV-Schutzmaßnahmen innerhalb von Bereichen
- Feldentkopplung der Komponenten
- Entkopplung der Verdrahtung / der Komponenten

Verschaltung/Verdrahtung:

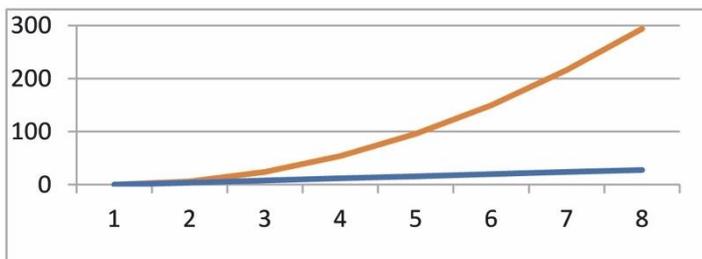
- Strukturierung in baumförmige Verlegewege
- PE-Struktur mit Verdrahtung

Die Komplexität der Beeinflussung innerhalb eines Betriebsmittel und nach außen durch die Umgebung, ist die Anzahl der möglichen gegenseitigen Beeinflussungspfade.

Diese Komplexität steigt mit der Anzahl der eingesetzten Komponenten unterschiedlicher Störrelevanz überproportional an.

Da jeder Beeinflussungspfad ein Risiko der Beeinflussung ist, ist ersichtlich, dass hauptsächlich in Bezug auf Verfügbarkeit in INTRA-EMV diese zu minimieren sind.

Das Ziel der Strukturierung der Komponenteneinbauorte muss die Verminderung der Beeinflussungspfade sein.



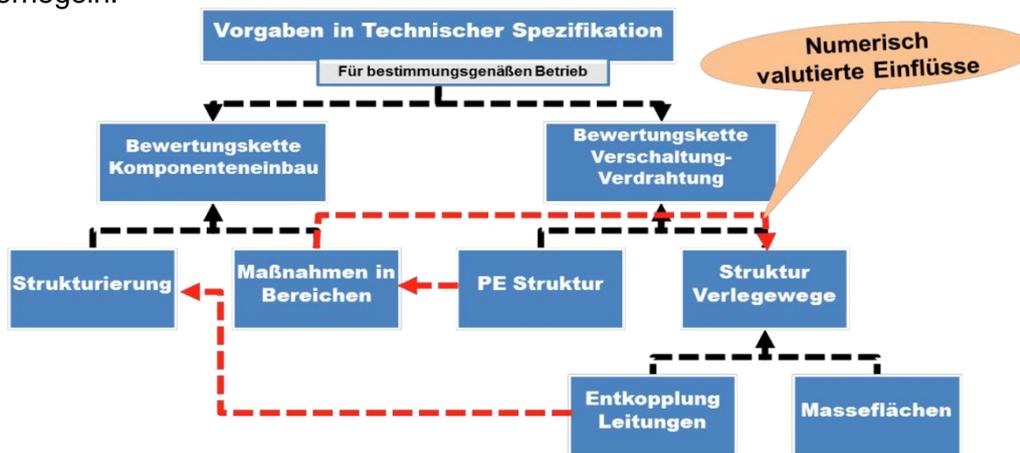
Da Komponenten gleicher Störrelevanz gegenseitig verträglich sind, können diese räumlich zusammengefasst werden. Beeinflussungspfade sind dann nur Pfade zwischen Einbauorten mit Komponenten, oder Leitungen unterschiedlicher Störrelevanz.

Da Komponenten gleicher Störrelevanz gegenseitig verträglich sind, sind diese räumlich zusammenzufassen.

Beeinflussungspfade sind dann nur Pfade zwischen Einbauorten mit Komponenten oder Leitungen unterschiedlicher Störrelevanz

Zusammenfassung von numerischen Parametern für eine Risikominderung in Wirkungsketten zur konstruktiven Entkopplung der Systemstruktur

Die Wirkung einer Einzelmaßnahme auf das Risiko eines Beeinflussungspfades in einer vertikalen hierarchischen Wirkungskette, ist zusammen mit anderen Maßnahmen, welche auf den gleichen Beeinflussungspfad wirken, zu berechnen. Dabei sind die Minderungsfaktoren der einzelnen Maßnahmen im gleichen Beeinflussungspfad miteinander zu multiplizieren. Einzelne konstruktive Maßnahmen haben immer eine Wirkung auf mehrere konstruktive Details des Systems. Überwiegend koppeln Ströme in der Verdrahtung auf andere Leitungen im System. Komponenten beeinflussen andere Komponenten hauptsächlich durch ihr Nahfeld. Aus diesem Grund sind primär zwei parallele, vertikale hierarchische Wirkungsketten zu betrachten, innerhalb derer sich die Wirkungen einzelner Maßnahmen aufaddieren. Hierarchisch bedeutet, dass die Wirkung einer Maßnahme sich auf die Wirkung der darüberstehenden Maßnahme aufbaut. Die RPZ-Minderungsfaktoren sind in einer Kalkulationssoftware entsprechend zu bewerten und gegenseitig hierarchisch zu verriegeln. Wirkungen von Maßnahmen in der Verdrahtung können aber auch Komponenten beeinflussen und umgekehrt. Die Wirkung der Beeinflussung kann sich daher nicht nur innerhalb einer vertikalen Wirkungskette beschränken. Sie kann auch auf andere vertikalen Wirkungsketten möglich sein. Auch dafür sind in einer Kalkulationssoftware die RPZ-Minderungsfaktoren zu bestimmen und zu verriegeln.



Wirkungskette der Verdrahtung

- Galvanische Überkopplung von Leitungen auf Leitungsschirme
- Kapazitiv von Leitungen auf parallele Leitungen
- Induktiv durch H-Feld von Leitungen in Leitungsschleifen

GL
KL
IL

Wirkungskette Komponenteneinbau

- Galvanisch an den Schnittstellen von Komponenten
- Nahfeld von Leitungen auf Komponenten
- Nahfeld von Komponenten auf Komponenten

GG
FG
NG

Für den Algorithmus der FMEA-Kalkulation sind die Faktoren der Gefährdungsereignisse in Minderungsfaktoren für konstruktive Maßnahmen zur Vermeidung von Beeinflussungen zusammenzufassen.

- Wirkung auf Beeinflussungspfade zwischen Komponenten
- Wirkung auf Beeinflussungspfade auf Komponenten in stark strahlenden Bereichen
- Wirkung auf Beeinflussungspfade zwischen Leitungen
- Wirkung auf Beeinflussungspfade zwischen Leitungen in Verlegewegen mit Entkopplungsmaßnahmen

G
Ga
L
La

Die Gesamtrisikopriorität einer Wirkungskette ist die Addition der RPZ aller möglichen Beeinflussungspfade. Die RPZ-Zahl hat den Anspruch, im Vergleich zu anderen RPZ-Zahlen, eine Aussage im Sinne von „besser“ oder „schlechter“ zu treffen

Prinzip des Algorithmus der FMEA-Risikokalkulation dieses Verfahrens

Das Prinzip des Algorithmus ist die abgestimmte Gliederung der zu bewertenden Maßnahmen im ganzen Verfahren. Sowohl die konstruktiven Maßnahmen der Bauvorschrift, als auch die Bewertungsfragen in der Verfahrensanweisung finden ihren numerischen Bewertungsfaktor in der Risikokalkulation.

Durch die im Prozess grundlegend auf vertrauenswürdiger Basis festgelegten Wirkungspfade und deren Minderungsfaktoren für die Maßnahmen in der Bauvorschrift (Pareto-Diagramm), ist die Festlegung eines Standard-Algorithmus möglich.

Im Verfahren sind nur die Maßnahmen zu definieren, die Berechnung erfolgt dann nach dem festgelegten Algorithmus.

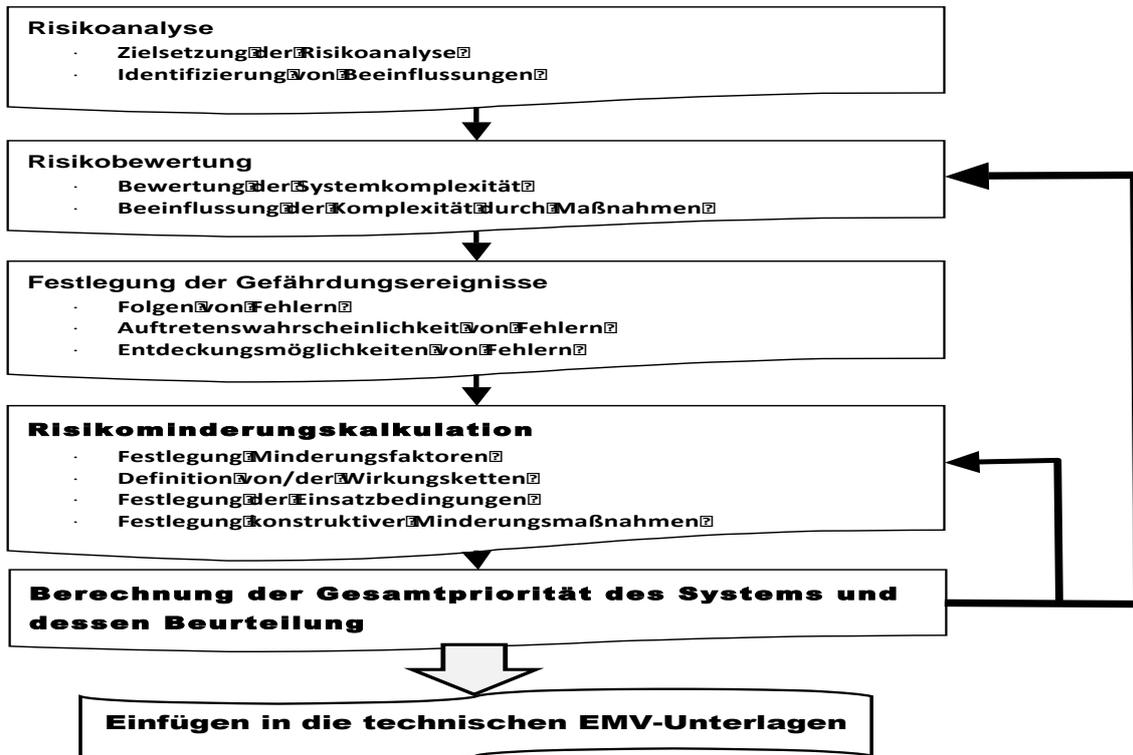
Beispiel:

Pareto-Diagramm im Verfahren für eine Maßnahme der Bauvorschrift

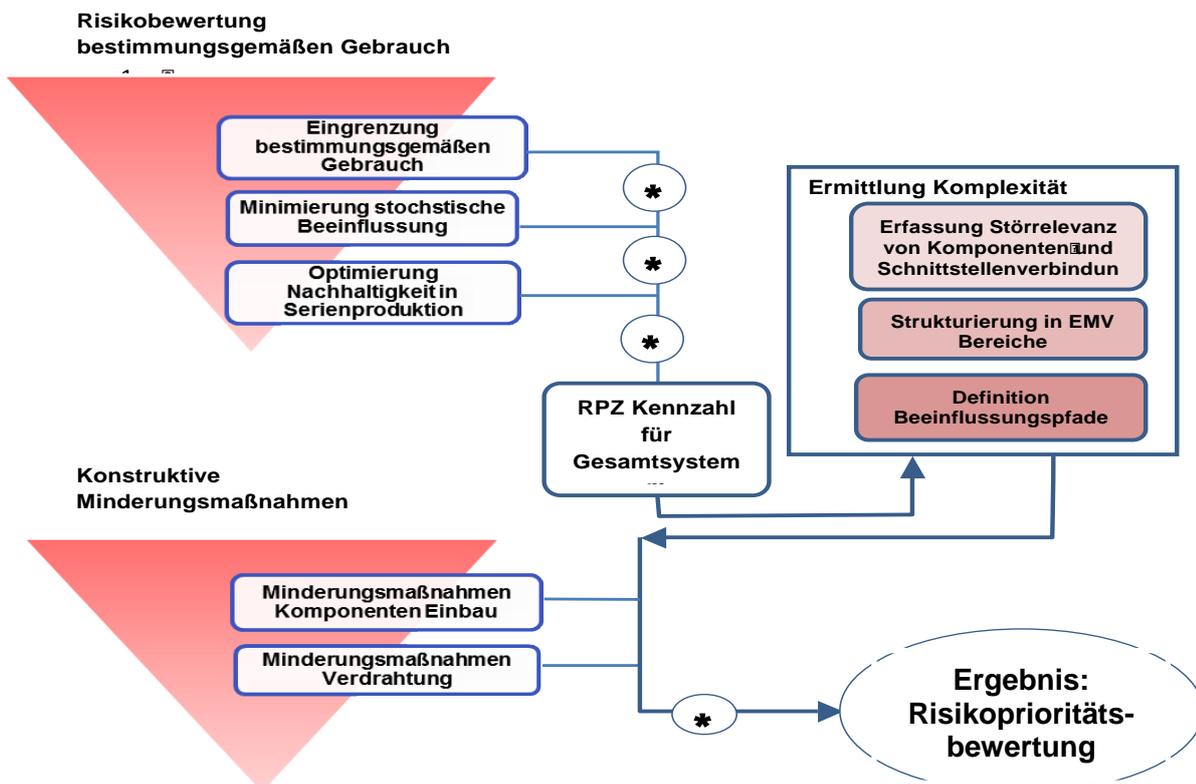
2.3 bis 2.3.3 Festlegung EMV-gerechte Verdrahtung		Wirkungskette					RPZ Faktoren				
		GL	KL	IL	GG	FG	NG	G	Ga	L	La
Auftretenswahrscheinlichkeit	– zyklisch										
Fehlererkennung vor/nach Eintritt	– Überprüfung Verlegeweggrafik										
Worst Case Schadensfolge	ohne Maßnahmen – undefinierbar										
	mit Maßnahmen – ohne Betriebsunterbrechung										
Wirkungsnachweis											
Beurteilung der Eignung des Verlegeweg-Konzepts in einem Bereich, wie die Wirkung in einem erläuterten Text in der Bauvorschrift beschrieben											

Risikoalgorithmus im digitalisiertem Verfahren

Vorgehensweise im Verfahren



Numerische Verknüpfung Risikoprioritätskalkulation im Verfahren nach FMEA



Zu betrachtende Risiken im konstruktiven Entstehungsprozess

Analog DIN ISO/TR 14121-2 8 Risikominderung 8.1 Allgemeines

... Die Risikominderung wird erreicht, indem Schutzmaßnahmen in Übereinstimmung mit ISO 12100 umgesetzt werden, die während der Risikobeurteilung entwickelt werden. Während der Risikominderung werden Entscheidungen in Bezug darauf getroffen, was erledigt werden muss, ...

Zur Minderung der Risikopriorität sind Minderungsmaßnahmen zu definieren, die für jeden Beeinflussungspfad, als Konstruktionsdetail für alle erkannten und der Risikoanalyse zugrunde gelegten Gefährdungssituationen, dienen.

Beeinflussungen des Gesamtsystems bei bestimmungsgemäßen Gebrauch

Voraussetzung für eine konstruktive EMV-Planung ist die Definition der Umgebungsbedingungen des Systems in Bezug auf die elektromagnetische Verträglichkeit. Im ersten Schritt ist die Risikopriorität des Gesamtsystems durch eine externe Beeinflussung zu mindern. Dies erfolgt durch die Festlegung der betriebsmäßigen Rahmenbedingungen für den vorgesehenen Betrieb.

- Beurteilung der EM Umgebungsbedingungen nach harmonisierten Normen des Konformitätsnachweises des Gerätes und Stand der Technik
- Plausibler Vergleich Stand der Technik und bestimmungsgemäßem Gebrauch
- Festlegung (des Konformitätsnachweises) Qualifikation des Gerätes nach harmonisierten -Normen
- normative Zusatzprüfungen entsprechend definierten Umgebungsbedingungen nach nicht -harmonisierten Normen

Risikominderung durch Definition: Einsatzbedingungen

Netzform des versorgenden Netzes

Netzform des für die Maschine zulässigen Netzes festlegen, möglichst TN-C-S System vorsehen. Dieser Netztyp erfordert entsprechende Maßnahmen für Geräte mit hohem Fehlerstrompotential, die in abgangsseitiger Richtung hinter den Differenzstromschutzgeräten liegen.

- Hohe Fehlerströme im PE-Leiter (durch induzierte Störungen).
- nur eine Erdung

Netzqualität des versorgenden Netzes

Die im Betriebsmittel eingebauten Komponenten weisen, wenn CE-konform, im Spektrum der Störfestigkeit auch bestimmte Grenzwerte im Bereich der Anomalien der Stromversorgung auf. Wenn von vornherein ein unsicheres Netz zu erwarten ist, sollten Zusatzmaßnahmen in der Einspeisung oder zumindest in der Stromversorgung der Steuerspannung vorgesehen werden (z.B. Spannungskonstanter, USV).

- Nach DIN EN 61000-2-4:2003-05 sind folgende drei EMV-Umgebungsklassen definiert:
 - Klasse 1 für geschützte Versorgungsungen von empfindlich auf Störgrößen reagierende Betriebsmittel, Verträglichkeitspegel < als die für die Spannung in öffentlichen Netzen.
 - Klasse 2 für Verknüpfungspunkte mit dem öffentlichen Netz (PCC) und für anlageninterne Anschlusspunkte (IPC) in industriellen und anderen nichtöffentlichen Stromversorgungsnetzen. Verträglichkeitspegel identisch mit denen für öffentliche Netze.
 - Klasse 3 für anlageninterne Anschlusspunkte (IPC) in industriellen Umgebungen mit vielen oder starken nicht linearen Verbrauchern.

Überspannungskategorie des versorgenden Netzes

Überspannungsschutzkategorie an den Netzanschlusspunkten des Betriebsmittels festlegen

- DIN VDE 0100-443:2007-06 Errichten von Niederspannungsanlagen- Teil 4–44: Schutzmaßnahmen
 - Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen – Abschnitt 443: Schutz bei Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse oder von Schaltvorgängen.
 - Geforderte Bemessungsstoßspannung bei Versorgungsspannung 230/400 nach DIN VDE 0100-443:2007-06
- | | |
|---|-------|
| – Einspeisepunkt der Anlage (Überspannungskategorie IV) | 6000V |
| – Betriebsmittel der Verteilungs- und Endstromkreise (Überspannungskategorie III) | 4000V |
| Geräte (Überspannungskategorie II) | 2500V |
| Besonders geschützte Betriebsmittel (Überspannungskategorie I) | 1500V |

Mindest-Quellimpedanz Netzversorgung

Max. am Anschlusspunkt des Betriebsmittels eine zulässige Versorgungskapazität festlegen, um bei dem Einsatz mehrerer Komponenten mit nicht-linearem Stromverbrauch zerstörende Schwingungsvorgänge bei Netzstörungen zu vermeiden.

Die Netzimpedanz in der Netzversorgung sollte min. 0,5 % der Impedanz vom Frequenzumrichter (bei FU mit integrierter Drossel 0,25 %) betragen. Die entspricht in etwa, wenn die Trafoleistung > 10 * FU Leistung (mit interner Drossel 20%) ist.

Festzulegen ist wahlweise:

- elektrische Einspeiseleistung
- max. Kurzschlussleistung
- minimale Quellimpedanz in Bezug auf Verträglichkeit mit eingebauten Frequenzumrichtern

Vorgabe der Potentialausgleichsanbindung der Gesamtmaschine

Für das Gesamtsystem ist die Einbindung in den Potentialausgleich des Gebäudes und an metallische Konstruktionen der Betriebsmittelumgebung vorzugeben:

- Bei Ableitströmen > 3,5 mA nach VDE 0160 bzw. EN 60335 ist eine zweite Verbindung (ZEP) des Schaltschranks mit Gebäudemasse mit 16mm² erforderlich
- Empfehlung:
Aus mehreren Maschinen bestehendes, sternförmiges Verbindungsnetz mit mehrfacher Masseanbindung nach VDE 0100 T 444 z.B. Verbindung (Zuführband) mit der Maschinenkonstruktion
- Empfehlung:
PE-Ausgleichleitung zu Betriebsmittel, die durch Steuerleitungen oder BUS-Kabel mit der aktuellen Maschine verbunden sind. PE Ausgleichsleitung 16mm² parallel zum Buskabel

☞ REFERENZ Für diese Anforderungen sind Risikominderungsfaktoren für die numerische Risikominderungskalkulation festgelegt und bewertet. Diese wirken sich auf die Risikopriorität des Gesamtsystems aus.

Risikominderung durch Einschränkung des bestimmungsgemäßen Gebrauchs

Damit die EM-Bedingungen im bestimmungsgemäßen Gebrauch mit den Bedingungen im Nachweisverfahren der Typprüfung entsprechen, ist der bestimmungsgemäße Gebrauch im Life Cycle der

Serienprodukte einzugrenzen

- Begrenzung bestimmungsgemäßer Gebrauch
- Vergleich Bewertungskriterium Betriebsmittel mit Vorgaben im normativen Nachweisverfahren

Beurteilung Unterschiede zwischen normativen Prüfaufbauten und bestimmungsgemäßen Gebrauch

- Minderung Restrisiko durch plausiblen Vergleich Prüfberichte und bestimmungsgemäßen Gebrauch

Entsprechend der Forderung der EMV-Richtlinie, sind Restrisiken durch eine unsachgemäße Inbetriebsetzung, Bedienung, Wartung und Instandhaltung nach Möglichkeit auszuschließen.

Festlegungen für Inbetriebsetzungsanleitung

Um am Ort der Nutzung des Betriebsmittels die gleichen Störaussendungs- und Störfestigkeitsgrenzwerte nach EMV-RL sicher zu erhalten, sind die gleichen EMV-relevanten Rahmenbedingungen wie sie der CE-Qualifikation zugrunde lagen für bestimmungsgemäßen Gebrauch sicher zu stellen.

Beispiel:

- Sichtprüfungen der Masseverbindungen zu verbundenen Konstruktionen
- Potentialausgleichsystem
- Gesamtbetriebsmittel Einbindung in Potentialausgleich des Gebäudes
- Einspeisendes Netz
- Gebäudeerdung
- Verbundene Betriebsmittelkonstruktionen
- Verbundene Bedieneinheiten
- Ableitstrom an Verbindungen von Sekundärstromkreisen mit Funktionserdung
- Oberwellengehalt am Einspeisepunkt
- Messungen im ausgeschalteten Zustand
- Messungen im operativen Betrieb, Ableitstrom an ZEP's

Vorgaben für Bedienungsanleitung

Um bei betriebsgemäßem Betrieb des Betriebsmittels während der gesamten Nutzungsdauer eine bestimmungsgemäße Verfügbarkeit aufrechtzuerhaltend, sind entsprechend EMV-Richtlinie (Kapitel 2, Artikel 18) Angaben über besondere Vorkehrungen der Betriebsanweisung beizufügen.

Beispiel:

- Warnhinweis für Einsatz im Wohnbereich
- Hinweis auf mögliche Funktionsbeeinträchtigung
 - Handynutzung in unmittelbarer Umgebung kann Funktionsbeeinträchtigungen bewirken
 - Betrieb nur bei geschlossenen Schaltschränken und Bedieneinheiten
- Ausschluss von extremen EM Beeinflussungen
 - Schweißen an Konstruktion während des Betriebs
- Wartung und Instandhaltung
 - Masseverbindungen
 - Korrosionsfreiheit Schirmanschlüsse
 - Funktion Überspannungsableiter
 - Wirkung EMV-Filter

☞ REFERENZ Für diese Anforderungen sind Risikominderungsfaktoren für die numerische Risikominderungskalkulation festgelegt und bewertet. Diese wirken sich auf die Risikopriorität des Gesamtsystems aus.

Risiken durch Veränderung von konstruktiver EMV-Konfiguration im System während Serienfertigung

Sicherstellung der Übereinstimmung der EMV relevanten Performance der Serienfertigung durch Fertigungsüberwachung

Die EMV-Richtlinie verlangt eine Einhaltung der Forderungen Anhang 1 während des Produktionszeitraumes.

Nach Anhang II Absatz 3 „Herstellung“ wird eine Überwachung des Fertigungsprozesses gefordert. Diese baut auf den „techn. Unterlagen“ auf. Die ergriffenen Maßnahmen sind darin zu dokumentieren.

Da sich die Risikobetrachtung nicht nur auf das Risiko eines Typprüflings zu beziehen hat, ist die Vorgabe und Einhaltung der Maßnahmen zur Übereinstimmung der Serienprodukte mit dem Konstruktionsstand des Prüflings ein wesentlicher Faktor der Risikominderung während des Produktionszeitraumes.

Durch die Übernahme der erkannten EMV-relevanten Details, soll die Nachhaltigkeit entsprechend des Kapitels „Fertigungskontrolle“ gemäß EMV-Richtlinie sichergestellt werden.

Beispiel:

Minderungsfaktoren für alle Beeinflussungs-Kennzahlen

- Festlegung von EMV-relevanten Fertigungsdetails entsprechend Bauvorschrift in der Checkliste „Fertigung“ zur Sicherstellung der EMV-gerechten Fertigung für alle Serienprodukte
- Festlegung von EMV-relevanten Fertigungsdetails, die nicht in den Konstruktionsplänen erfasst sind, aber in der Überprüfung der INTRA-EMV als wesentliche Beeinflussungsfaktoren als relevant erkannt sind

☞ REFERENZ Für diese Anforderungen sind Risikominderungsfaktoren für die numerische Risikominderungskalkulation festgelegt und bewertet. Diese wirken sich auf die Risikopriorität des Gesamtsystems aus.

Nachweis Nachhaltigkeit

Um vor- und nach Instandsetzungen, Umrüstungen und Erweiterungen eine plausible, qualitative Vergleichsmöglichkeit mit dem CE-konformen Auslieferungszustand zu erhalten, ist es sinnvoll den IST-Zustand im Nahfeld und in den inneren Schnittstellenverbindungen messtechnisch zu erfassen und zu archivieren.

- Nahfeldmessungen
- Messungen Schirmstrom innerhalb des Betriebsmittels
- Visuelle Plausibilitätsprüfung Komponenteneinbauorte
- Visuelle Plausibilitätsprüfung Kabelverbindungen der störrlevanten Schnittstellen (Motorleitungen, Geberleitungen)
- Visuelle Plausibilitätsprüfung Verlegewege

Ein plausibel bewerteter Vergleich kann später zur Vermeidung eines neuen CE-Konformitätsnachweises dienen. So auch nach Umbauten und Erweiterungen durch eine vergleichende Bewertung des IST-Zustandes mit archivierten Messwerten des Typprüflings.

Risiken durch Veränderung von EMV-Performance von Komponenten und deren konstruktiven Konfigurationen im System während des Produktionszeitraumes

Die EMV-Richtlinie verlangt eine Einhaltung der Forderungen Anhang 1 während des Produktionszeitraumes.

Nach Anhang II Absatz 3 „Herstellung“ wird eine Überwachung des Fertigungsprozesses gefordert. Diese baut auf den „techn. Unterlagen“ auf und die ergriffenen Maßnahmen sind darin zu dokumentieren.

Da die Risikobetrachtung sich nicht nur auf das Risiko eines Typprüflings zu beziehen hat, ist die Vorgabe und Einhaltung der Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der EMV durch Sicherstellung der Übereinstimmung des Konstruktionsstandes der eingesetzten Komponenten ein wesentlicher Faktor der Risikominderung während des Produktionszeitraumes.

- Vorgaben für Serienbeschaffung von Komponenten entsprechend DIN ISO 9000
- Erfüllung Forderung durch Sicherstellung Konstruktionsstand der einzubauenden Komponenten
 - Festlegung Details in Beschaffungsverträgen
- Erfüllung Forderung durch Sicherstellung Konstruktionsstand
- Festlegung Details in Wareneingangskontrollen
 - Sicherstellung der EMV-Performance während Serienfertigung durch Überprüfung der eingesetzten Komponenten

☞ REFERENZ Für diese Anforderungen sind Risikominderungsfaktoren für die numerische Risikominderungskalkulation festgelegt und bewertet. Diese wirken sich auf die Risikopriorität des Gesamtsystems aus.

Risiken durch Veränderung von EMV-Performance während des Nutzungszeitraumes

Obsoleszenz Management EMV mit Planung Wartung

In ESMA Software Ergänzung Version 3 / 4 ermöglicht digitalisiert Maßnahmen für ein Obsoleszenz Management zu definieren. Dabei wird korreliert mit den Maßnahmen deren Wirkung auf Verfügbarkeit und die zu erwartenden Life cycle costs durch Risikoprioritäts Kalkulation ermittelt

Obsoleszenz Management EMV mit Planung Wartung und prospektive Instandhaltung verlängert:

- ⇒ **Verlängert Lifetime**
- ⇒ **mindert Kosten in lifestream**
- ⇒ **optimiert Verfügbarkeit.**

RCM (reliability centered Maintenance)

Die Anforderungen auch im lifestream einzuhalten bedingt prospektive Instandhaltung.

Nach einem Konsultationsprozess hat nun die EU Kommission bereits in zehn Durchführungsverordnungen die Anforderungen an die Reparierbarkeit von Kosumer- Produkten angenommen.

„Die EU-Entscheidung ist ein Systemwechsel“ der auch in Zukunft für Investitionsgüter ausstrahlen wird.

Für Anforderung an hohe Verfügbarkeit kombiniert mit Forderung von niedrigen Instandhaltungskosten sind prospektive Inspektionen von automatisierten Systemen von entscheidender Bedeutung.

Die Betrachtung der Wartung von Produkten betrachten ca. 2/3 der Industrie Firmen:

22% kein Aspekt der Wartung in Bezug zur Verfügbarkeit

27% sehen keinen Vorteil durch RCM auf Verfügbarkeit

18% haben trotz Anstrengungen in RCM stochastische Kosten durch Schäden an Investition

Maintainability und Repairability

werden dann essentiell auch für EMV relevante Komponenten in Systemen

Die Inspektion sollte ohne Beschädigung der geprüften Teile entsprechen einer zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) und Auswertung (non-destructive evaluation – NDE) durchgeführt werden.

Auswertung (non-destructive evaluation – NDE)

es Fehlers im System

Zerrstörungsfreien Prüfung (ZfP)

der Komponenten

Risiken durch Degradation EMV-Performance von Komponenten während Betrieb

Vorgaben für gebrauchtsabhängige Kontrollen und Maßnahmen bei- und nach Instandsetzung
 – Festlegung in Bedienungsanweisung für Kontrollen abhängig von Nutzungsdauer

Degradation von EM Eigenschaften Komponenten

Derzeit sind Angaben über die Degradation von EM Eigenschaften von einzusetzenden Komponenten in Abhängigkeit der Nutzungsdauer und Nutzungsart nur spärlich zu erlangen und vom Hersteller eines Produkts nur schwer für den bestimmungsgemäßen Gebrauch des Produkts umzusetzen.

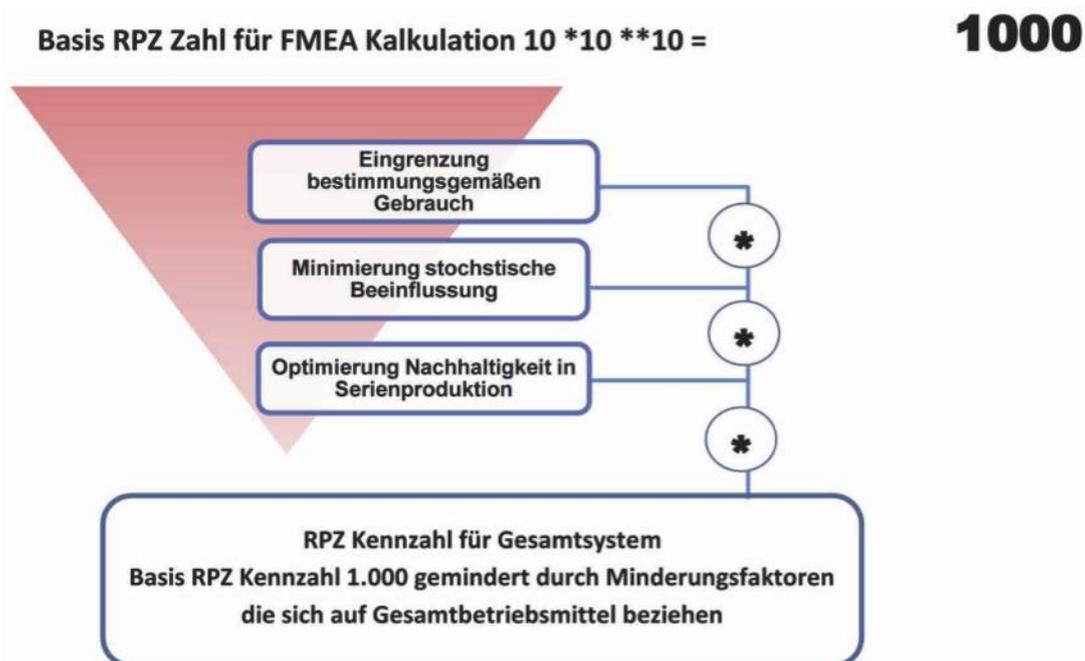
ZfP und NDE von eingesetzten Komponenten sind für EMV so gut wie nicht vorgestellt.

☞ REFERENZ Für diese Anforderungen sind Risikominderungsfaktoren für die numerische Risikominderungskalkulation festgelegt und bewertet. Diese wirken sich auf die Risikopriorität des Gesamtsystems aus.

Kalkulation und Bewertung der Basis RPZ des Gesamtbetriebsmittel

Die Basiskennzahl für das Betriebsmittel ergibt sich aus dem Quotienten aller Minderungsfaktoren, die auf das Gesamtsystem mit der Basiskennzahl 1000 wirken.

Eine Basiskennzahl von ca. 500 bedeutet eine Risikoprioritätsminderung von 50 % auf alle Beeinflussungspfade in das Betriebsmittel.



Beispiel:

RPZ aus Risikokalkulation	580
Legende Beurteilungswerte	
EMV-Umgebungsbedingungen ausreichend definiert - Plausibler Vergleich der Konformitätsvermutung analog der Definition in Abschnitt (27) EMV-RL für die Verwendung von CE-konformen Betriebsmitteln	< 500
EMV-Umgebungsbedingungen nicht ausreichend definiert, weitere Festlegungen empfehlenswert	> 500
Produkt für CE-Konformität nicht qualifizierbar	> 650

Auswirkungen der Komplexität eines Systems auf die Risikopriorität

Komplexität eines Systems:

Die Komplexität eines Systems ist die Anzahl der möglichen Beeinflussungspfade zwischen Komponenten unterschiedlicher Störrelevanz und zwischen Leitungen unterschiedlicher Leitungsklasse.

Je höher die Komplexität, d.h. die Anzahl der Komponenten ist, umso höher sind die Pfade der möglichen Beeinflussung.

Zur Beurteilung der Komplexität eines Systems sind die EMV-Parameter der eingesetzten Komponenten und deren Schnittstellenverbindungen in Bezug auf deren elektromagnetische Verträglichkeit zu bewerten und in einer Komponenten- und Verbindungsliste als Nachweis zu dokumentieren.

Die Risikopriorität eines Systems hängt von den Beeinflussungspfaden zwischen den Komponenten mit unterschiedlicher Störrelevanz und Leitungen mit unterschiedlicher Leitungsklasse ab.

Als Beeinflussungspfade gelten je nach Zielsetzung des Verfahrens:

- alle Kopplungswege zwischen Komponenten hoher Störaussendung und großer Störempfindlichkeit
- alle Kopplungswege zwischen Leitungen mit unterschiedlicher Leitungsklasse
- alle Kopplungen zwischen Feldern, welche durch Ströme und Spannungen in den Leitungen erzeugt werden und umgekehrt.

Die Basis für eine Festlegung von Beeinflussungspfaden ist die Kenntnis der Störrelevanz der Komponenten und der Leitungen. Dafür ist es notwendig, die eingesetzten Komponenten und Leitungen, sowohl bzgl. ihrer Störrelevanz gegenüber der EMV-Umgebung, als auch im Nahfeld bzgl. ihrer Eignung zum Einsatz zusammen mit anderen Komponenten im Inneren des Systems zu bewerten. Danach ist es möglich die Komponenten zu kategorisieren.

Beispiel:

Ergebnis Strukturierung Komponenteneinbau	
Pfade intern	6
Pfade intern zu Bereich C	0
Pfade nach extern	4
Pfade nach extern Aus Bereichen C	2
Summe Pfade (Komplexität Betriebsmittel)	12
Ergebnis Strukturierung Verdrahtung	
<i>Verlegewege nach extern (unmittelbar):</i>	
ohne Entkopplungsmaßnahmen [m]	0
Leitungsklassen pro Verlegeweg (ohne Entkopplungsmaßnahmen)	2
mit Entkopplungsmaßnahmen [m]	2
<i>Verlegewege intern (mittelbar):</i>	
ohne Entkopplungsmaßnahme [m]	0
Leitungsklassen pro Verlegeweg (ohne Entkopplungsmaßnahmen)	2
mit Entkopplungsmaßnahmen [m]	2
Komplexität	16

Risikominderung durch Minderung der Komplexität eines Systems durch Strukturierung

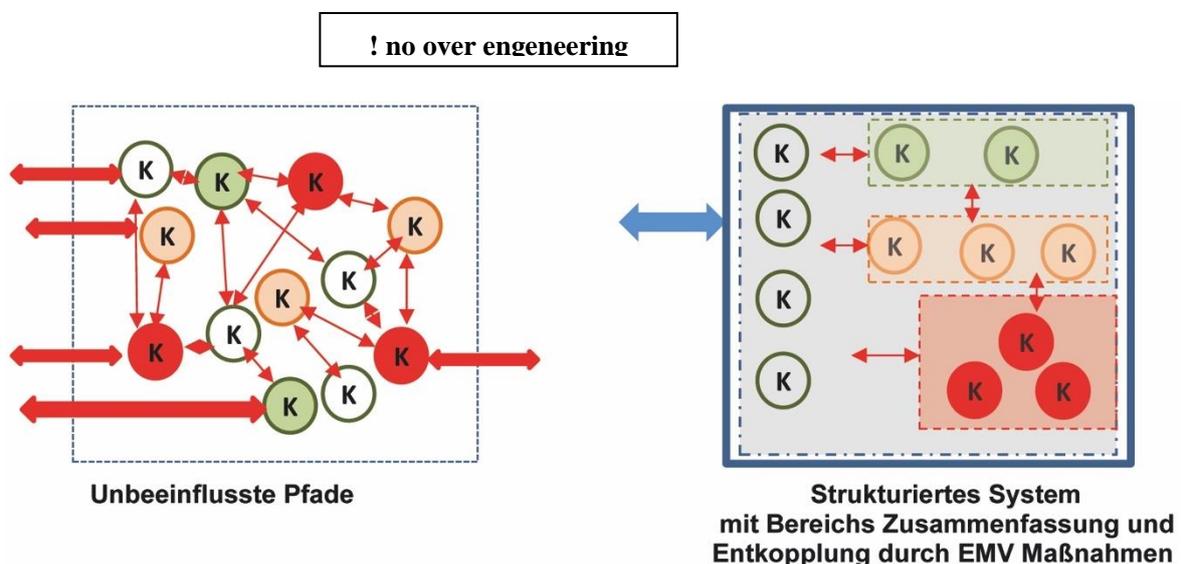
Strukturierung eines Systems

Durch Strukturierung, d.h. die Zusammenfassung verträglicher Komponenten mit Komponenten gleicher Störrelevanz und Leitungen gleicher Leitungsklasse zu EMV-Bereichen, wird die Komplexität, d.h. die Anzahl der Beeinflussungspfade gravierend verringert.

Für eine Bewertung in einer Risikoanalyse ist dieser Planungsschritt von entscheidender Bedeutung.

Nach der Strukturierung in Bereiche mit Komponenten gleicher Störrelevanz und Leitungen in Leitungsklassen, sind die möglichen Beeinflussungspfade nur mehr zwischen Bereichen und zwischen Leitungsklassen nötig.

Die Komplexität sinkt dadurch teilweise in der 2. bis 3. Potenz.



Bei sehr komplexen Systemen ist ab einer bestimmten Komplexität zu überlegen, das System in einzelne konstruktive Zonen zu unterteilen und diese dann getrennt, sowohl konstruktiv, als auch risikoanalytisch zu betrachten.

Risikominderung durch Minderung der Beeinflussungspfade

Durch die Zusammenfassung von Störquellen gleicher Störrelevanz in EMV-Bereichen bzw. von Leitungen zu Leitungsklassen sind die Interaktionen innerhalb dieser EMV-Bereiche bzw. zu Leitungsklassen nicht mehr risikoanalytisch zu betrachten. Dadurch wird eine wesentliche Absenkung der Anzahl der Beeinflussungspfade und der gesamten Risikopriorität erreicht. Hierfür sind folgende Maßnahmen erforderlich:

- Kategorisierung von Komponenten und Leitungen nach Störrelevanz
- Strukturierung von Komponenten¹⁾ durch Zusammenfassung in Komponenten Einbauorte gleicher Störrelevanz
- Gewährleistung optimaler Erdungsverhältnisse in der Struktur durch sternförmigen Potentialausgleich mit niedriger Impedanz
- Strukturierung von Leitungen²⁾ durch Zusammenfassung in Leitungsklassen gleicher Störrelevanz
- Strukturierung in baumförmige Verlegewege, deren Verästelung möglichst fein strukturiert ist (kurze Endzweige)
- PE-Struktur identisch mit Leitungsführung

¹⁾ Anzahl der nebeneinander angeordneter Bereiche mit unterschiedlicher Störrelevanz.

Bei einer strukturlosen Anordnung, ist ab einer bestimmten Anzahl von Komponenten, die errechnete Risikopriorität nicht mehr akzeptabel. Bei einer strukturierten Anordnung gemäß EMV-Planungsschritt, ist die Anzahl der Beeinflussungspfade des Systems je nach vorgenommener Zusammenfassung der Komponenten um ein Vielfaches niedriger und somit eher akzeptabel.

²⁾ Anzahl parallel verlegter Kabelbündel unterschiedlicher Leitungsklassen.

Die Überkopplung zwischen parallel verlegten Leitungen mit unterschiedlicher Störrelevanz in einem Verlegeweg, ist von der Länge der parallel verlegten Leitungen mit unterschiedlicher Störrelevanz abhängig. Die Länge der Verlegewege ist deshalb als Basis für die Risikokalkulation, entsprechend dem konstruktiven Aufbau des Systems, abzuschätzen. Die Wirksamkeit der Detailmaßnahmen ist in den Bauvorschriften des J. Schmitz GmbH EMV-Kompetenzzentrums sind durch Messungen nachgewiesen.

Festlegung der zu beurteilenden Beeinflussungspfade je nach Zielsetzung des Verfahrens

Die Betrachtung der Anzahl der Beeinflussungspfade unterscheidet sich je nach Zielsetzung der Risikoprioritätskalkulation.

Zielsetzung des Verfahrens Erfüllung der Forderung: EMV-Richtlinie Anhang II Modul A

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

A) Phänomen ist in den angewendeten harmonisierten Normen eingeschlossen:

→ Nachweis der Konformität durch EMV-Prüfungen nach harmonisierten Normen

B) Phänomen ist Stand der Technik:

→ Nachweis durch geeignete Prüfverfahren entsprechend der Definition in der EMV Richtlinie

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

→ Sicherstellung der Unbedenklichkeit der unbeabsichtigten Beeinflussung des Betriebsmittels durch konstruktive Maßnahmen, deren Wirkung glaubwürdig nachgewiesen ist

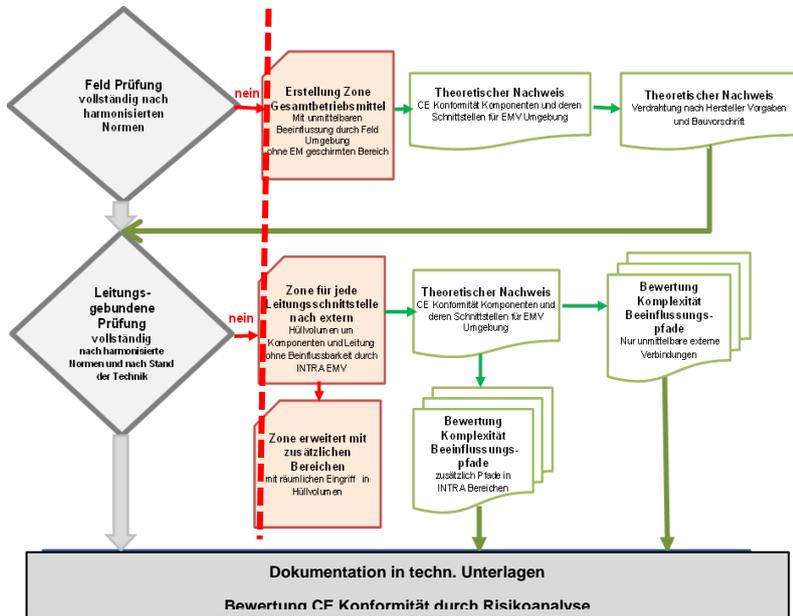
Um risikoanalytisch die Beeinflussung des Betriebsmittels durch nicht-geprüfte Phänomene bewerten zu können, sind für deren Schnittstellen nach extern die Risikopriorität der ungewollten Beeinflussung nach innen zu bewerten.

Dabei ist das Risiko der Beeinflussung direkt betroffener Komponenten, als auch die komplexe Beeinflussung durch mittelbarer Beeinflussungspfade, im Inneren des Betriebsmittels zu betrachten.

Verfahrensabfolge Strukturierung

Risikominderung durch theoretische Bewertung unbeabsichtigter EMV-Beeinflussung nicht-geprüfter Phänomene.

Bewertung durch Prüfung



Zoneneinteilung je nach Umfang der in Verfahrensschritt 3.1 festgelegten Prüfnormen und dem dazugehörigen Umfang der Nachweisprüfungen / -messungen

Definition von Sub-Zonen der externen Schnittstellen für die Betrachtung des Konformitätsnachweises

Die EMV Richtlinie fordert den Konformitätsnachweis nach Anhang I für alle infrage kommenden Phänomene. Für Phänomene deren Konformität nicht durch Prüfungen nachgewiesen wird, ist ein theoretischer Nachweis der Konformität erforderlich.

Für diesen theoretischen Nachweis der Konformität und der darin eingeschlossenen risikoanalytischen Betrachtung, sind die Schnittstellen des Betriebsmittels für jedes einzelne Phänomen, dessen Konformität durch Prüfungen nicht nachgewiesen ist, zu betrachten.

Für jedes der nicht geprüften Phänomene ist eine Zone um deren Schnittstelle nach extern bis zu der unmittelbaren Komponente im Inneren des Betriebsmittels zu bewerten.

Diese Zonen haben per Definition die Störrelevanz A (wie Umgebung), da die Grenzwerte für diese Zonen mit den Forderungen an das Betriebsmittel identisch sind.

Zoneneinteilung nach Prüfumfang:

a) Erfüllung EMV-Richtlinie, durch Prüfung der Phänomene nach harmonisierten Normen umfassend -nachgewiesen

→ Phänomene nach Stand der Technik und bestimmungsgemäßem Gebrauch nicht geprüft

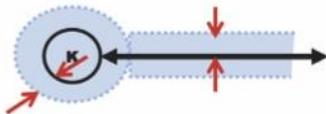
→ Theoretische Bewertung der Konformität der nicht-geprüften Phänomene in Schnittstellenzonen, mit Beeinflussung von Komponenteneinbaubereichen und deren Schnittstellenverbindungen, die entweder unmittelbar oder mittelbar externe Schnittstellen mit diesen Phänomenen beeinflussen können oder durch diese beeinflussbar sind.

Definition von Zonen mit unmittelbar leitungsgebundenen Schnittstellen zur Umgebung und Definition der angrenzenden Bereiche mit abweichender Störrelevanz

Die räumliche Begrenzung der Zonen umfasst grundsätzlich ein durch INTRA-EMV-Bereiche unbeeinflussbares Hüllvolumen, um die mit der externen Schnittstelle unmittelbar galvanisch verbundenen Komponenten und deren Leitungsverbindungen nach extern.

Für die Komponenten und Verbindungsleitungen ist nur die Beeinflussbarkeit durch Phänomene, deren EM-Verträglichkeit für das Betriebsmittel nicht durch eine Prüfung nachgewiesen ist, zu beurteilen.

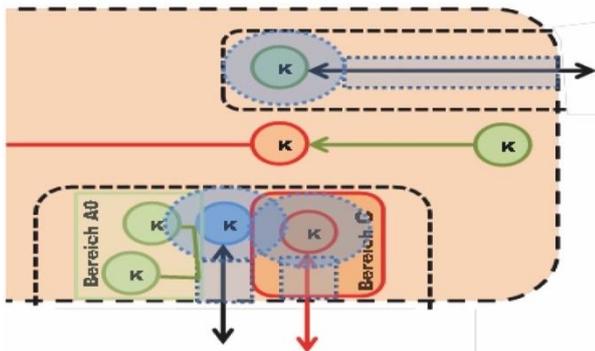
Beachtung unbeeinflussbare Hüllvolumen um Komponenten mit unmittelbarer Schnittstelle nach extern und den damit zusammenhängenden Leitungen



Die

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

Grenzwerte der zu betrachtenden Phänomene (leitungsgeführte Bedrohungen), der zur Bewertung der Eignung der Komponenten und Leitungsverbindungen in den Sub-Zonen, sind mit den Anforderungen an das Betriebsmittel identisch.



Beispiel **oben**:

Externe Schnittstelle, ohne Beeinflussbarkeit des Hüllvolumens.

Beispiel **unten**:

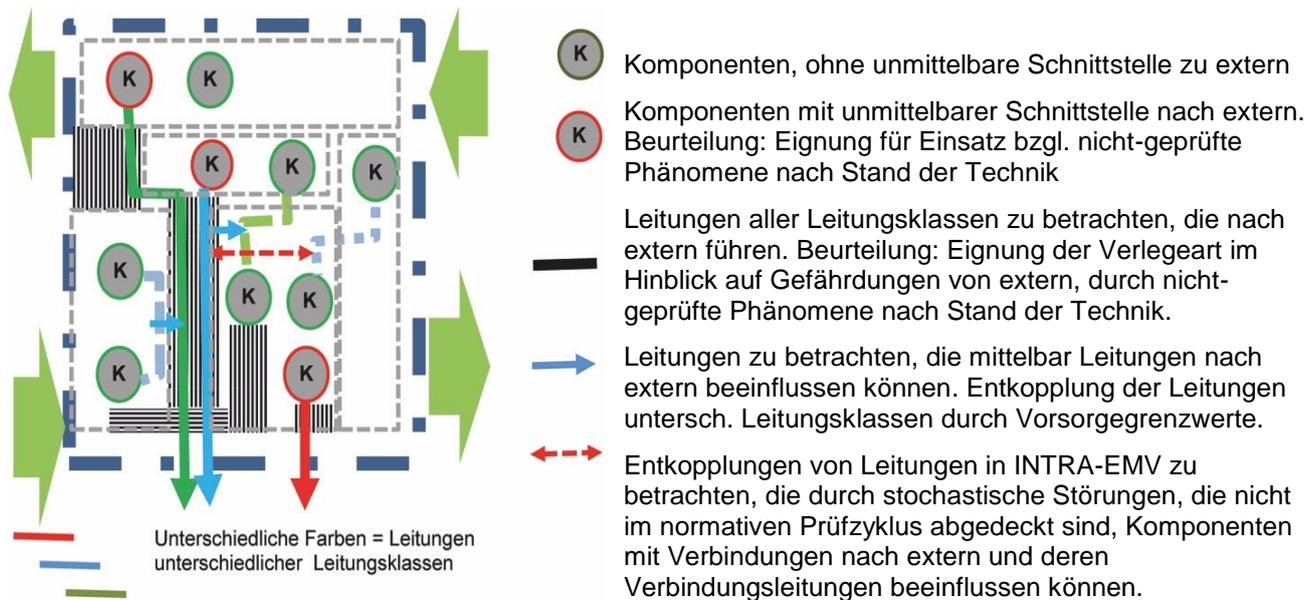
Externe Schnittstelle, die durch INTRA-EMV-Bereiche beeinflussbar ist.

Ragen in die definierten Hüllvolumen (Zonen)

angrenzende EMV-Einbaubereiche oder Leitungsverbindungen hinein, so sind diese Einbaubereiche in die jeweilige Zone mit zu integrieren und die konstruktiven Maßnahmen zur Entkopplung im Nahfeld mit zu betrachten und risikoanalytisch zu bewerten.

b) Erfüllung EMV-Richtlinie, durch Prüfungen Phänomene nach harmonisierten Normen nur teilweise nachgewiesen

- Phänomene nach harmonisierten Normen nicht durch Messung konform nachgewiesen
- Phänomene nach Stand der Technik und bestimmungsgemäßem Gebrauch nicht Durch Prüfungen nachgewiesen
- Bewertung der nicht-geprüften Phänomene durch theoretischen Nachweis



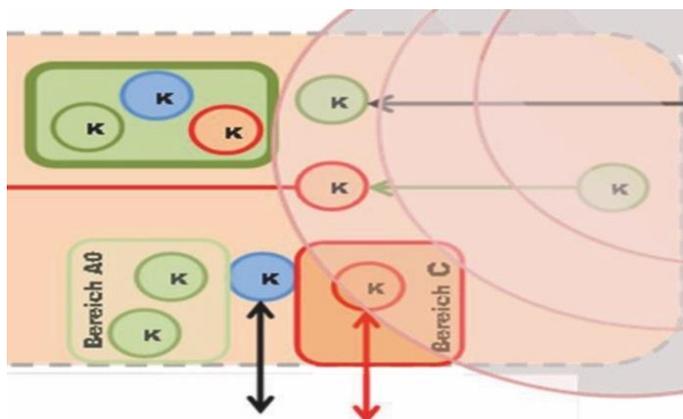
Definition von Sub-Zonen mit unmittelbaren Schnittstellen zur Umgebung über das elektromagnetische Feld und Definition der eingeschlossenen Bereiche mit abweichender Störrelevanz.

Die räumliche Begrenzung der Zone für die in Frage kommenden Beeinflussungen durch EM Felder von- und nach extern ist grundsätzlich die Hüllkurve des gesamten Betriebsmittels.

Der Gesamtbereich in dieser Zone ist mit Zielsetzung: Einhaltung der EMV-Richtlinie als Störrelevanz A zu betrachten, da nach EMV-Richtlinie die Interaktion im Nahfeld nicht zu bewerten ist.

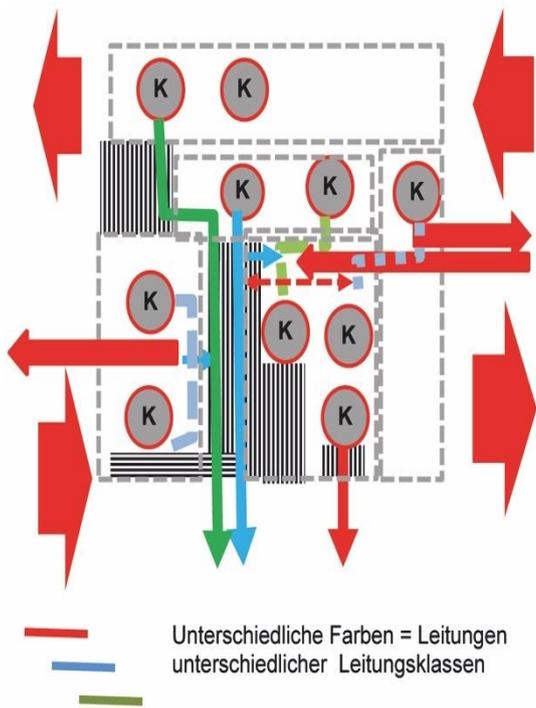
Für die Komponenten und Verbindungsleitungen ist nur die Beeinflussbarkeit durch Phänomene, deren EM-Verträglichkeit für das Betriebsmittel nicht durch Prüfung nachgewiesen ist, zu beurteilen. Die Grenzwerte für die zu betrachtenden Phänomene zur Bewertung der Eignung der Komponenten und Leitungsverbindungen in den Sub-Zonen sind mit den Anforderungen an das Betriebsmittel identisch.

Innerhalb der Gesamt-Sub-Zone kann eventuell ein Bereich in einem EM-dichten Gehäuse sein, der von der externen Beeinflussung durch gute HF-Schirmung (>40 dB) entkoppelt ist. Die in diesem untergeordneten Bereich angeordneten Komponenten und Leitungsverbindungen, sind für die Zielsetzung: Einhaltung der EMV-Richtlinie nicht zu beachten.



Für feldgebundene Phänomene sind bei Betriebsmitteln mit EM-wirksamer Schirmung die Grenzwerte um den Betrag der Gehäuse-schirmdämpfung anzupassen.

Die Schirmwirkung muss glaubhaft nachgewiesen werden, nachhaltig und bei bestimmungsgemäßem Gebrauch einzuhalten sein.



-  Leitungen zu betrachten, die nach extern führen. Beurteilung: Eignung der Verlegeart, im Hinblick auf Gefährdungen von extern, durch nicht-geprüfte Phänomene nach Stand der Technik.
-  Leitungen zu betrachten, die unmittelbar von extern, durch nicht-geprüfte Phänomene beeinflussbar sind.
-  Leitungen zu betrachten, die mittelbar Leitungen nach extern beeinflussen können. Entkopplung: Leitungen unterschiedlicher Leitungsklassen, durch Vorsorgegrenzwerte.
-  Entkopplungen von Leitungen in INTRA-EMV zu betrachten, die durch stochastische Störungen die nicht im normativen Prüfzyklus abgedeckt sind, sowie Komponenten mit Verbindung nach extern und deren Verbindungsleitungen beeinflussen können.

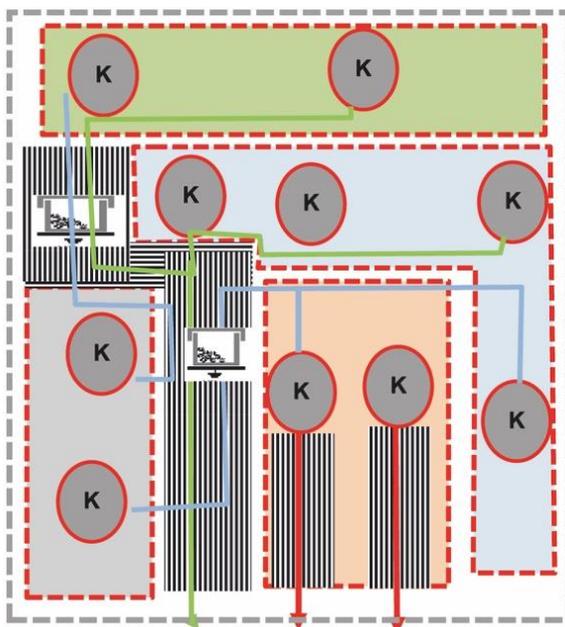
Zielsetzung des Verfahrens: Inhärente INTRA-EMV für Qualitätsanspruch optimale Verfügbarkeit

Zoneneinteilung je nach Umfang der in Verfahrensschritt 1 festgelegten Prüfnormen und dem dazugehörigen Umfang der Nachweisprüfungen / -messungen und der Strukturierung nach Maßnahmen der Bauvorschrift für Komponenteneinbau und -Verdrahtung.



→ Erforderliche Betrachtung der Zonen für Komponenteneinbauorte im Projekt zur Erfüllung inhärente INTRA EMV

- Zusätzlich, nach EMV-Richtlinie vorgenommene Bewertungen der Komponenten im Nahfeld
- Zusätzlich, nach EMV-Richtlinie vorgenommenen Bewertungen der Verdrahtung im Nahfeld
- Zusätzlich alle Entkopplungen von Leitungen unterschiedlicher Leitungsklassen durch Vorsorge-Grenzwerte der INTRA-EMV zur Verhinderung von Beeinflussungen untereinander und anliegender Komponenten im Nahfeld

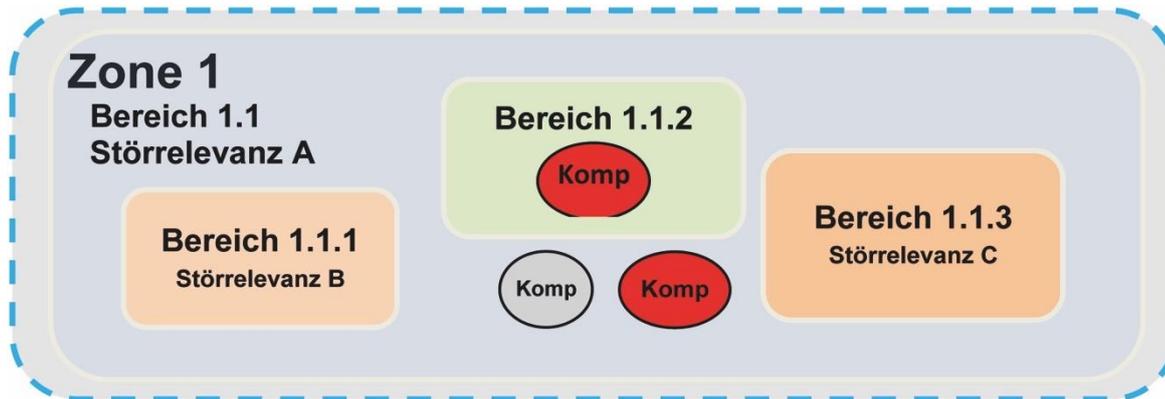


- Alle Komponenten zu bewerten nach EM-Verträglichkeit im Nahfeld
- Verbindungen:** sensibler Leitungsklassen
- Verbindungen:** Leitungsklassen unempfindlich. Störaussendung durch transiente Störströme, durch Schaltvorgänge
- Verbindungen:** Leitungsklassen stark störend. Störaussendung durch kontinuierliche oberwellenbehafte Störströme (Motorleitung FU)

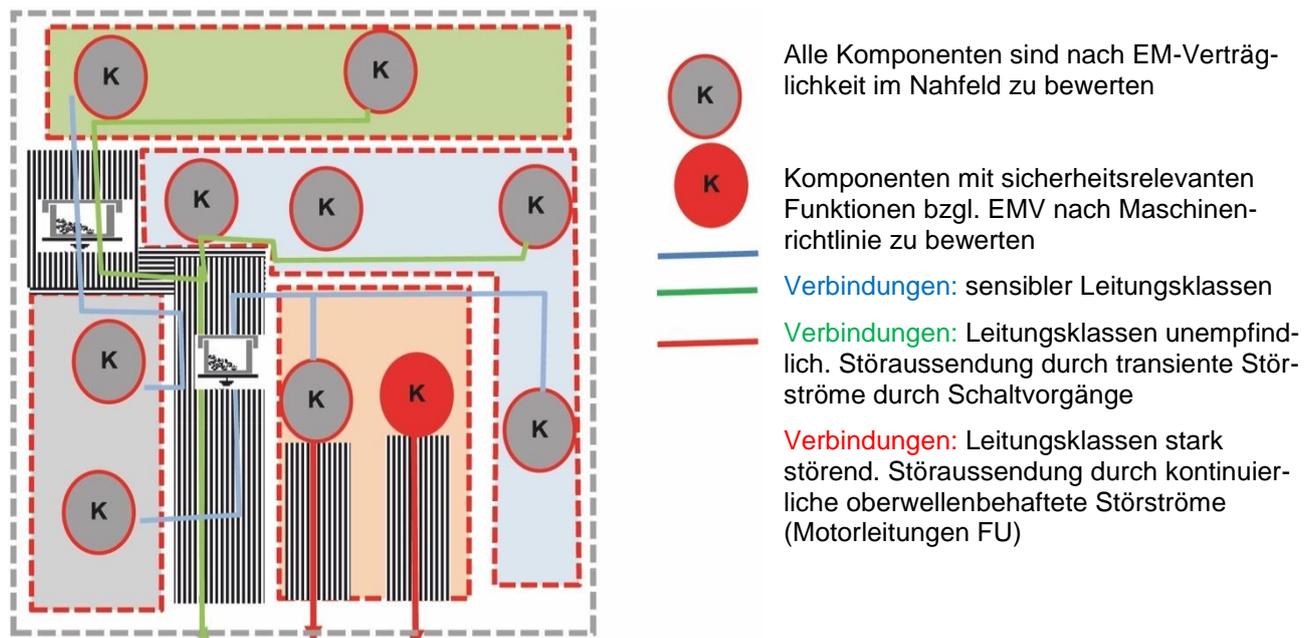
Zielsetzung des Verfahrens Inhärente INTRA-EMV

**Qualitätsanspruch optimale Verfügbarkeit,
zusätzlich Bewertung sicherheitsrelevanter Funktionen bezüglich EMV**

Zoneneinteilung je nach Umfang der in Verfahrensschritt 1 festgelegten Prüfnormen und dem dazugehörigen Umfang der Nachweisprüfungen/ -messungen und der Strukturierung nach Maßnahmen der Bauvorschrift für Komponenteneinbau und -Verdrahtung.



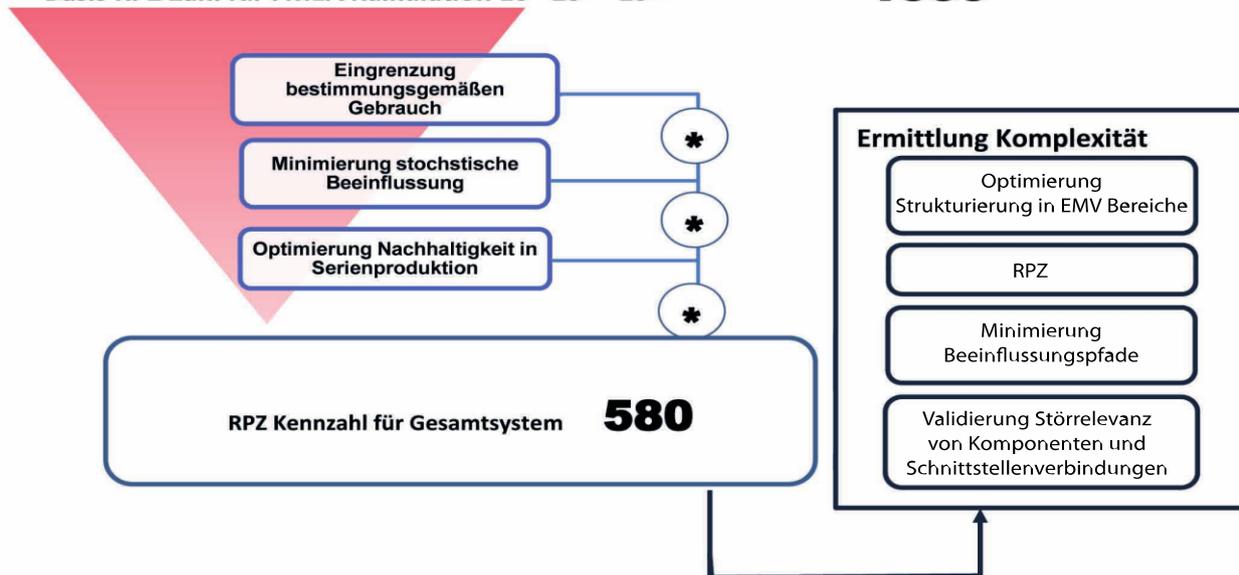
- Erforderliche Betrachtung Zonen Komponenteneinbauorte zur Erfüllung inhärente INTRA-EMV
- Zusätzlich, nach EMV-Richtlinie vorgenommene Bewertungen der Komponenten
 - Zusätzlich, Bewertung der Komponenten mit sicherheitsrelevanten Funktionen nach EMV in Maschinenrichtlinie
 - Zusätzlich, nach EMV-Richtlinie vorgenommenen Bewertungen der Verdrahtung
 - Zusätzlich alle Entkopplungen von Leitungen unterschiedlicher Leitungsklassen durch Vorsorge Grenzwerte der INTRA-EMV zur Verhinderung von Beeinflussungen untereinander und anliegender Komponenten im Nahfeld
 - Beeinflussung untereinander nach Anspruch CCF



Numerischer Kalkulations-Algorithmus

Basis RPZ Zahl für FMEA Kalkulation $10 * 10 ** 10 =$

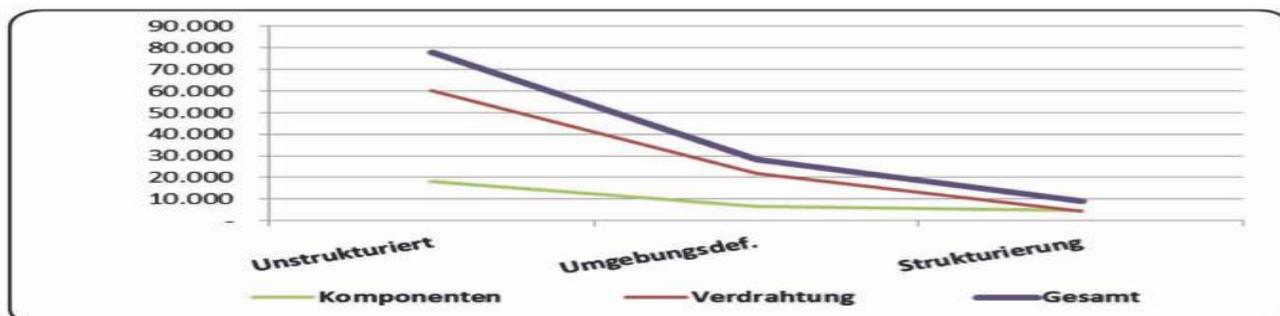
1000



Beispiel:

RPZ nach Risikokalkulation Strukturierung der Komponenten im aktuellen Projekt	
RPZ Verlegewege intern und extern ohne Entkopplung	0
RPZ Verlegewege mit Entkopplung	1.273
Summe RPZ Verdrahtung ohne Minderungsmaßnahmen	1.273
Summe RPZ Komponenteneinbau ohne Minderungsmaßnahmen	11.106
Summe RPZ Gesamt ohne Beurteilung der Eignung der Komponenten und Schnittstellen für den Einsatz nach Stand der Technik (nicht durch Prüfungen Konformität nachgewiesen)	12.379
Nachweis Eignung der betroffenen Komponenten und Leitungsverbindungen für aktuellen Einsatz	i.O
Summe RPZ Gesamt nach Beurteilung der Eignung der Komponenten und Schnittstellen für den Einsatz im Betriebsmittel	4.667
Legende Beurteilungswerte	
„Gut“	≤ 4000
„Kritisch“	4000 – 5000
„Nicht akzeptabel“	> 5000

der Verlauf der Risikoprioritätsminderung ist grafisch darzustellen



4 Risikominderung durch konstruktive Detail-Maßnahmen

Maximierung des Störabstandes zwischen Störquellen und Störsenken im Nahfeldbereich des Systems, entsprechend den nachgewiesenen Grenzwerten, die in der EMV-Bauvorschrift enthalten sind und je nach Zielsetzung der Risikoanalyse.

Notwendigkeit der Risikominderung entsprechend dem bisherigen Ergebnis der Risikokalkulation.

- Erfüllung Forderung durch konstruktive Maßnahmen nach Bauvorschrift
- Einhaltung der Nahfeld Grenzwerte in Komponenteneinbauorten, durch konstruktive Minderungsmaßnahmen
- Einhaltung Entkopplung in Verdrahtung durch konstruktive Minderungsmaßnahmen
- Festlegung in Konstruktionsunterlagen

☞ RISIKOMINDERUNG Die angewandten Maßnahmen zur Strukturierung und die Maßnahmen zur Entkopplung der Struktur, mindern den Einfluss durch EM-Gefährdungen und damit das Risiko einer Störung. Sie wirken auf jeden Beeinflussungspfad, für den im Pareto-Diagramm der Maßnahme dafür ein Minderungsfaktor festgelegt wurde. Bei Anwendung der Maßnahmen kann deren Einfluss auf die Risikopriorität des Betriebsmittels, durch Aufnahme dieser Positionen der Bauvorschrift in einer Risikobewertung, überprüft werden.

☞ REFERENZ Die Maßnahmen zur Strukturierung und zu Entkopplung der Struktur sind in der EMV-Bauvorschrift zu beschreiben und deren Wirkung plausibel nachzuweisen.

Risikominderung bei hochkomplexen Systemen

Ein System kann überdurchschnittlich komplex sein, in Folge von:

- Anzahl von Komponenteneinbauorte hoch
- Länge Verlegewege hoch

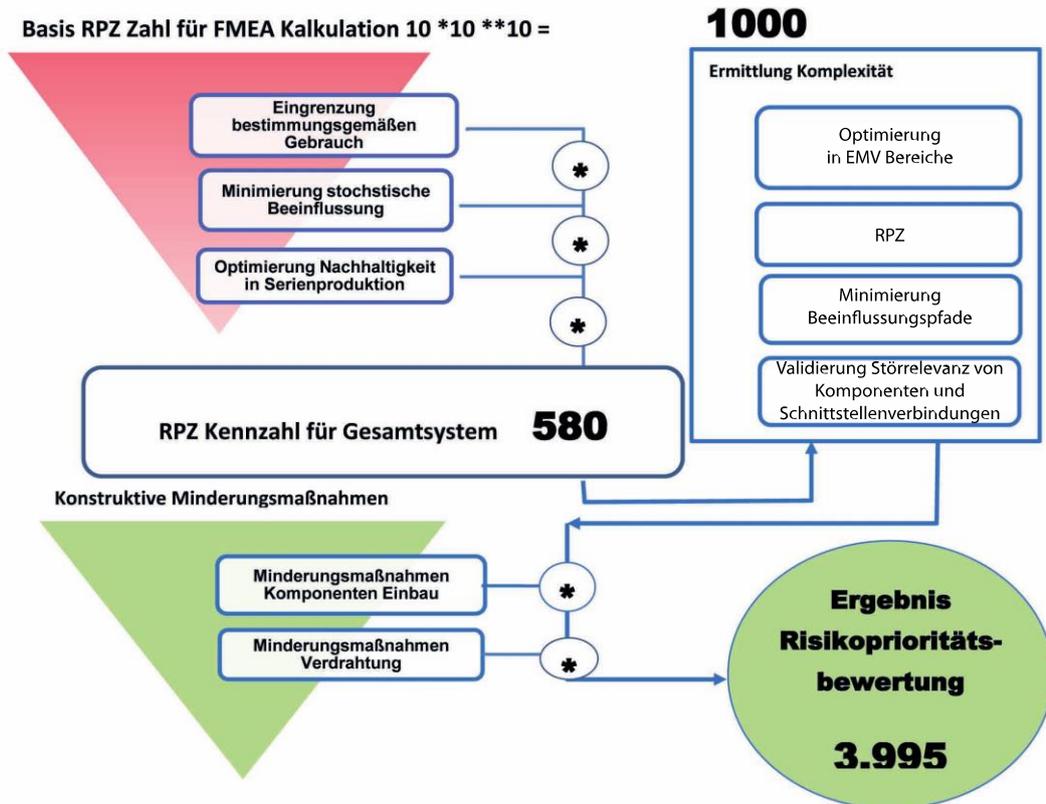
Dafür kommen kleine Geräte mit komplexer Struktur von unterschiedlich störrelevanten Bauteilen/Gruppen und/oder ausgedehnte Anlagen mit vielen langen Verlegewegen in Frage.

Wenn für hochkomplexe Systeme trotz Ergebnis die Komplexität nach Kapitel 2 „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 im Kapitel 1 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.
- 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
 - Festlegung des IST-Zustandes der INTRA-EMV durch Sichtprüfung und Aufnahme der EMV-Details in der Checkliste QS für Serienfertigung

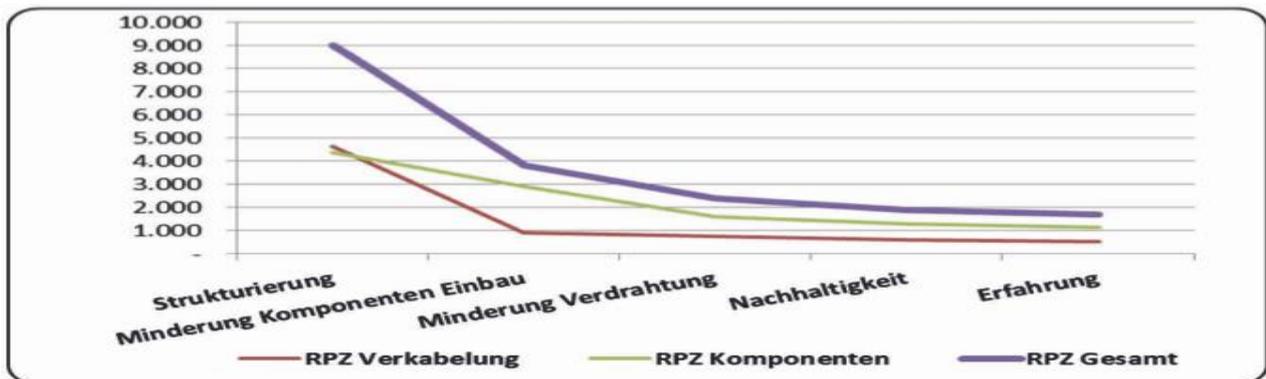
Ist die Risikopriorität trotz Einhaltung eines der beiden Verfahren zur Verifizierung zu hoch, ist durch die Anwendung beider Verfahren das Risiko weiter zu reduzieren. Dabei reduziert sich nicht nur die RPZ für die Verfügbarkeit, sondern auch die Risikopriorität „Nachhaltigkeit für Life Cycle“.

Numerischer Kalkulations-Algorithmus bis Ende Kapitel 4



Ergebnis nach Betrachtung konstruktiver Detailmaßnahmen

- Strukturierung Komponenteneinbau und Verdrahtung
- Konstruktive Minderungsmaßnahmen
- Risikominderung in Serienfertigung und Produktionszeitraum

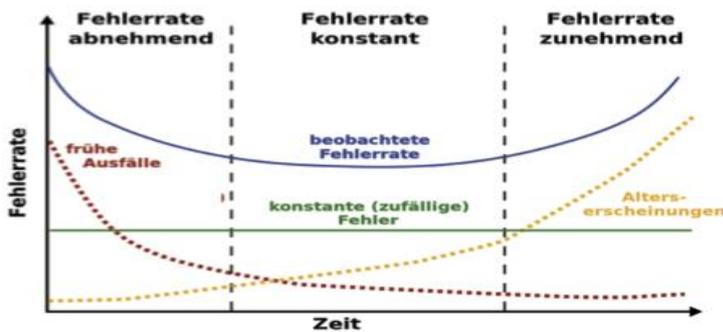


Nach risikoanalytischer Bewertung, auch der konstruktiven Maßnahmen ist das Ergebnis in einem Bewertungsprotokoll zu dokumentieren und die erreichte Risikopriorität zu beurteilen.

5 EMV-Bewertung Erfahrungen aus Vorgängermodellen und der Komplexität

Aus Erfahrungen mit elektronischen / elektrischen Systemen ist bekannt, dass erhöhte Fehlerraten sowohl in der Zeit nach der Inbetriebnahme, als auch nach langfristigem Betrieb auftreten. Die Ursachen können Toleranzen der Komponenten oder der Fertigung nach der Inbetriebnahme, als auch Alterungserscheinungen durch thermische, korrosive, elektrische und mechanische Belastungen sein.

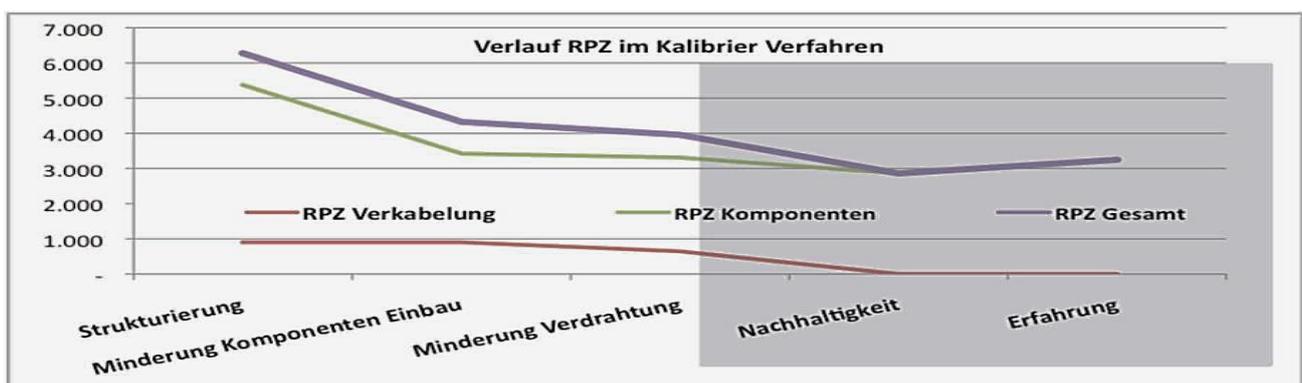
Bei Systemen mit langjährigen Erfahrungen aus dem aktuellen Projekt ähnlichen Vorgängermodellen, steigt der Einfluss auf die Auftretenswahrscheinlichkeit. Bei der Betrachtung einer Badewannenkurve ist ersichtlich, dass eine Fehlerrate max. das fünffache der zufälligen Fehler betragen kann.



Zur Beurteilung der Zuverlässigkeit, bei einem elektromagnetischen verträglichen System, ist das errechnete RPZ-Ergebnis mit entsprechenden Faktoren zu multiplizieren und erneut mit der Vorgabe für „GUT“ zu vergleichen. Vergleichsergebnis der relativen FMEA-Risikokalkulation durch „Farmer-Matrix“.

Komplexität	Erfahrung aus Vorgängermodellen		
	keine	mittelfristig	langjährig
0			
niedrig			
mittel			
hoch			

Ergebnis nach Betrachtung Erfahrung aus Vorgänger Projekten



6 Dokumentation der Ergebnisse der Risikobeurteilung

Analog DIN ISO/TR 14121-2 10. Dokumentation der Risikobewertung

... diese Dokumentation sollte die Ergebnisse der Beurteilung nach ISO 12100;2010 Abschnitt 7 aufzeichnen. ...

*Analog DIN EN ISO 12100;2011-03
Abschnitt 7*

Die Dokumentation muss das angewendete Verfahren und die erzielten Ergebnisse darlegen. Dies umfasst, sofern relevant:

- a) Die Maschine, für welche die Risikobeurteilung durchgeführt wurde (z.B. Spezifikationen, Grenzen, -bestimmungsgemäße Verwendung)*
 - b) Alle relevanten Annahmen, die getroffen wurden (zu Lasten, Festigkeit, Sicherheitsbewerten usw.)*
 - c) Die identifizierten Gefährdungen und Gefährdungssituationen und die bei der Risikobeurteilung in Betracht gezogenen Gefährdungseignisse*
 - d) Die Angaben auf denen die Risikobeurteilung beruhte
 - 1) die verwendeten Daten und deren Quellen*
 - 2) die mit den Daten verbundene Unsicherheit und deren Einfluss auf die Risikobeurteilung**
 - e) die durch Schutzmaßnahmen zu erreichenden Risikominderungsziel*
 - f) die zur Beseitigung identifizierter Gefährdungen oder zur Risikominderung angewendeten Schutzmaßnahmen*
 - g) die mit der Maschine verbundenen Restrisiken*
 - h) das Ergebnis der Risikobeurteilung*
 - i) alle während der Risikobeurteilung ausgefüllten Formulare*
- Auf Normen oder andere Spezifikationen, die zur Auswahl der Schutzmaßnahmen verwendet wurden, auf die sich Punkt f) bezieht, sollte verwiesen werden.*

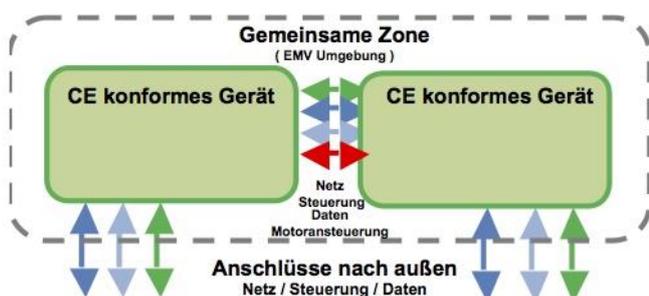
Kalibrierung des Ergebnisses einer FMEA-Risikoprioritätsberechnung

Die Akzeptanz der numerischen Ergebnisse einer Risikoprioritätskalkulation ist durch einen Vergleich der als akzeptabel zugrunde gelegten Risikowahrscheinlichkeit bei einzelnen miteinander verbundenen CE-konformen Geräten kalibrierbar.

Vergleichendes Kalibriersystem

Durch die Definition in der EMV-Richtlinie geht man davon aus, dass zwei oder mehrere CE-konforme Geräte in einer gemeinsamen Umgebung, nach Herstellerangaben zusammengeschaltet, zufriedenstellend funktionieren.

Für eine mit der Festlegung der EMV-Richtlinie vergleichende Bewertungsskala für Ergebnisse der standardisierten FMEA-Risikoprioritäts-Kalkulation zu erhalten, ist die nachfolgende Test Konfiguration angenommen.



Durchführung einer Risikoprioritätskalkulation für ein System aus 2 CE-konformen Geräten, entsprechend Verfahrensanweisung.

Erster Schritt: Bewertung der Maßnahmen für Gesamtkonfiguration

1. Festlegung EMV Parameter Gesamtsystem

1.1 Richtlinien Zugehörigkeit

1.2 Auswahl Normen für Konformitätsnachweis

Abweichungen Prüfverfahren zu bestimmungsgemäßem Gebrauch festgelegt in Abweichungsliste

Eingrenzung Bestimmungsgemäßer Gebrauch festgelegt und risikokalkulatorisch bewertet

Vorgaben für Inbetriebsetzungsanweisung

Vorgaben für Bedienungsanleitung:

Vorgaben Komponentenbeschaffung

Vorgaben QS-Serienfertigung.

1.2 Auswahl der EMV Umgebung nach harmonisierten Normen

1.3 Parameter EMV Umgebung nach Stand der Technik

1.4 Qualitätsansprüche an Betriebsmittel bei EM Beeinflussung bei bestimmungsgemäßem Gebrauch

Zweiter Schritt: Strukturierung der Gesamtkonfiguration

2. Strukturierung des Betriebsmittels zur Minderung der Komplexität der Beeinflussungspfade entsprechend der Zielsetzung des Verfahrens

2.1 Festlegung Zonen von Komponenten Einbauorten

Basis-Risikoprioritätszahl RPZ aus Risikokalkulation		336
Plausibler Vergleich der Konformitätsvermutung analog der Definition in Abschnitt (27) EMV-RL für die Verwendung von CE-konformen Betriebsmitteln		
Beurteilungswert	< 500	EMV-Umgebungsbedingungen ausreichend definiert

Zonen für aktuelle Risikokalkulation nach Entscheidung der zu bewertenden Beeinflussungspfade entsprechend Skizze Kalibrier Test

Gliederung	Bezeichnung
Zone 1	Gesamtsystem aus 2 CE-konformen Geräten

Aufgrund der in der Kalibriertest-Konfiguration vorgeschlagenen Schnittstellen Verbindungen ergeben sich zwangsläufig plausible EMV Bereiche in Zone

Zone A1.0	Zone mit 2 CE Konformen Geräten		Anzahl Bereiche A mit gleicher Substruktur		1	
Zielsetzung	EMV Richtlinie					
Bereiche A0					2	
Bereiche B					2	
Bereiche C					1	
Interne Beeinflussungspfade im Bereich:	Pfade aller Bereiche zu A	5	Pfade Kombi A0/B zu A	4	Pfade Kombi A0/C + B/C zu A	4

Aufgrund der in Kalibriertest-Konfiguration vorgeschlagenen Schnittstellenverbindungen ergibt sich zwangsläufig eine plausible Verdrahtungskomplexität

Leitungsklassen pro Verlegeweg (ohne Entkopplungsmaßnahmen)	3
mit Entkopplungsmaßnahmen [m]	9

Nach der Erfassung und Bewertung über die Eignung der einzusetzenden Komponenten und deren Schnittstellen zum Einsatz in Betriebsmitteln und der EMV-Beurteilung von Schnittstellen, ergibt sich eine Risikopriorität. Diese erfolgt ohne die Beurteilung, der durch die CE-Konformitätsprüfung nachgewiesenen Störfestigkeit und damit der Wirksamkeit der konstruktiven Maßnahmen innerhalb der Bereiche.

Summe RPZ Verdrahtung ohne Minderungsmaßnahmen	903
Summe RPZ Komponenteneinbau ohne Minderungsmaßnahmen	5374
Summe RPZ Gesamt ohne Minderungsmaßnahmen	6277

Nach der Bewertung der konstruktiven Maßnahmen in den Bereichen, als „nicht zutreffend“. Da die Wirksamkeit von getroffenen Maßnahmen durch umfassende Konformitätsnachweisprüfungen, sowohl nach harmonisierten Normen, als auch nach Stand der Technik nachgewiesen wurde, ergibt sich die Gesamt Risikopriorität.

RPZ Komponenteneinbau	3312
RPZ Verkabelung	646
Gesamt RPZ durch Forderungsnachweis einer EMV-Typprüfung	3958
Beurteilung Konformitätsvermutung:	GUT
analog Risikodefinition in EMV-RL für Verwendung von CE konformen Betriebsmitteln Einhaltung Forderung nach Verfahren entsprechend EMV-RL Kapitel 2 Artikel 7 (4)	

Aus diesem Risikoprioritätsergebnis ist abzuleiten, dass eine RPZ unterhalb 4000 einer Risikopriorität von 2 Geräten, nach Definition in EMV-Richtlinie ohne einer unzumutbaren Beeinträchtigung bei bestimmungsgemäßem Gebrauch entspricht und damit als „GUT“ zu bewerten ist.

Bei mehreren auch CE-konformen Geräten in Systemen, steigt zwar die Komplexität und damit die Risikopriorität, so dass ab wesentlich höherer RPZ das Ergebnis nicht mehr akzeptabel sein wird. Dies entspricht auch der Erfahrung bei hochkomplexen Systemen. In diesen Fällen sind dann, auch die Geräte weiter in unterschiedliche Bereiche zu strukturieren, empfindliche Geräte und starke Störer getrennt, um wieder durch Komplexitätsminderung in akzeptable RPZ-Bereiche zu kommen.

7 Weiterführen des Nachweisverfahrens

Das Ergebnis der Risikokalkulation bezieht sich auf die EMV-Vorentwurfsplanung, die der Konstruktion zugrunde liegen muss. Die EMV-Richtlinie verlangt ein Nachweisverfahren gemäß Anhang II Modul A „technische Unterlagen“, dass die Einhaltung der Vorentwurfsplanung durch E-Konstruktion und Fertigung nachweist und dokumentiert.

EMV Richtlinie 2014/30/EU; ANHANG II; MODUL A: INTERNE FERTIGUNGSKONTROLLE

3. Technische Unterlagen

Die technischen Unterlagen enthalten soweit zutreffend, zumindest folgende Elemente:

- eine allgemeine Beschreibung des Geräts;
- Entwürfe, Fertigungszeichnungen und -pläne von Bauteilen, Baugruppen, Schaltkreisen usw.;
- Beschreibungen und Erläuterungen, die zum Verständnis dieser Zeichnungen und Pläne sowie der Funktionsweise des Geräts erforderlich sind;
- eine Aufstellung, welche harmonisierten Normen, vollständig oder in Teilen angewandt worden sind, und, wenn ... nicht angewandt wurden, eine Beschreibung, mit welchen Lösungen ... dieser Richtlinie entsprochen wurde,
- die Ergebnisse der Konstruktionsberechnungen, Prüfungen usw.;
- die Prüfberichte.

EMV Richtlinie 2014/30/EU; ANHANG I; Wesentliche Anforderungen

4. Herstellung

Der Hersteller trifft alle erforderlichen Maßnahmen, damit der Fertigungsprozess und seine Überwachung die Konformität der hergestellten Geräte mit den in Nummer 3 dieses Anhangs genannten technischen Unterlagen und mit den wesentlichen Anforderungen nach Anhang I Nummer 1 gewährleisten.

8 Durchführung eines QM Verfahrens zur Qualifizierung EMV von Betriebsmitteln durch externen Dienstleister

Verfahren 1

Verfahrensdurchführung für Bewertung von fertiggestellten Betriebsmitteln (Geräten) deren EMV Gefährdungen durch umfängliche Prüfungen ausgeschlossen ist.

Zielsetzung: CE Nachweisverfahren nach EMV Richtlinie, Anhang II, Modul A:

Interne Fertigungskontrolle

3. Technische Unterlagen

In den technischen Unterlagen sind die anwendbaren Anforderungen und der Entwurf aufzuführen. Die Herstellung und der Betrieb des Geräts müssen erfasst werden soweit sie für die Bewertung von Belang sind.

EMV Nachweismessungen und EMV Prüfungen nach harmonisierten Normen

Produktnormen oder umfänglich Fachgrundnorm

Evtl. Prüfungen EMV Gefährdungen nach Stand der Technik

Basis hierfür sind die vom Hersteller vorgelegten Unterlagen.

Nachweis durch Verwendung ESMA Version 4

Beurteilung

- Erwartung der Nutzer entspr Art des Betriebsmittels
 - Definitiv geforderte Kennwerte
 - Definitiv ergriffene Maßnahmen
 - Ergebnisse der vorgelegten Prüfungen
- Risikokalkulation FMEA zur Erfüllung Anforderungen der EMV Richtlinie Anlage II Modul A
- Erstellung Protokoll der EMV Bewertung für Techn Unterlagen2

Verfahren 2

Verfahrensdurchführung für Bewertung von fertiggestellten Betriebsmitteln deren EMV Gefährdungen nur teilweise durch Prüfungen ausgeschlossen ist.

EMV Nachweismessungen und EMV Prüfungen nach harmonisierten Normen ergänzt durch INTRA EMV Sichtung Sub-Zonen externer Schnittstellen

Theoretischer Nachweis der Beherrschung von erwartbaren Störphänomenen auf Störsebenen durch angewandte konstruktive Maßnahmen.

Simulationsrechnung mit nachgewiesenen Parametern von Wirkung der Maßnahmen.

Zielsetzung :

CE Nachweisverfahren nach EMV Richtlinie, Anhang II, Modul A: Interne Fertigungskontrolle

3. Technische Unterlagen

In den technischen Unterlagen sind die anwendbaren Anforderungen und der Entwurf aufzuführen. Die Herstellung und der Betrieb des Geräts müssen erfasst werden soweit sie für die Bewertung von Belang sind.

Nachweis durch Verwendung ESMA Version 3

Durchführung des Verfahrens durch Bearbeitung „Protokoll der EMV Bewertung“

- Dokumentation von Maßnahmen zur Beherrschung von Gefährdungen
- Bewertung der Wirkung der getroffenen Maßnahmen zur Risikominderung einer Beeinflussung
- Nachweis der Anwendung der getroffenen Maßnahmen in Projekt

Verfahren 3

Verfahrensdurchführung für asset performance management EMV von komplexen Betriebsmitteln und ortsfesten Anlagen.

Durchführung QM Prozess EMV von Vorentwurfsplanung , Konstruktion, Fertigung bis Sicherstellung EMV Performance in lifetime der Produkte bis Obsoleszenz und bis zu Produktionsende

Zielsetzung :

- Minimierung Investitionskosten und Kosten der Nutzung in lifestream
- Optimierung Verfügbarkeit entsprechend Qualitätsanspruch
- Erfüllung der Forderung der EMV-Richtlinie für externe EMV

Nachweis durch Verwendung ESMA Version 3

Verfahrensschritt 1

Design Definition in Vorentwurfsplanung

Ziel Fixierung und Minimierung

- Investment Kosten
- Lifestream Kosten
 - Instandhaltung von Investitionsgütern
 - Folgekosten durch Funktionsunterbrechungen
 - Aufwand an die Störbehebung durch Optimierung einer Verfügbarkeit
- Prüf- und Nachweis Kosten
 - Forderung der EMV-Richtlinie
 - Erstellung Risikobeurteilung entsprechend Qualitätsanspruch Verfügbarkeit

Verfahrensschritt 2

Werksvertrag Vereinbarungen

nach Werksvertragsrecht §§ 631 - 650 O

Werksvertrag Gestaltung EMV in Anlagen von Ausschreibung bis Abnahme

- Komplexer komplett zu beschaffender Hauptbaugruppen
- Vergabe an Subunternehmer

Durchführung des Verfahrens in digitalisierter Form unter Verwendung ESMA Software Version nach BGB Forderungen

Definition:

- Einsatzbedingungen
- Qualitätsansprüche
- Verifikationsanforderungen
- Maintainability
- Repairability

Verfahrensschritt 3

QM Prozess Produktentwicklung

- Minimierung Investitionskosten und Kosten der Nutzung in lifestream
- Optimierung Verfügbarkeit entsprechend Qualitätsanspruch
- Erfüllung der Forderung der EMV-Richtlinie für externe EMV

Verfahrens-Architektur Aspekte nach RAMI 4.0

Verfahrensablauf nach Methode Scrum

Umsetzung definierter Anforderungen an Konstruktion und Fertigung durch Vorentwurfsplanung:

- Einsatzbedingungen
- Qualitätsansprüche
- Verifikationsanforderungen
- Maintainability
- Repairability

Bearbeitung Struktur, Festlegung Maßnahmen Erstellung Durchführungsverordnungen
Nachweisverfahren EMV im Verifikationsplan

- Bearbeitung Struktur Festlegung mit Maßnahmen Definition auch INTRA EMV
- Simulationsrechnung
- Rechnerischen Nachweis der Beherrschung von den zu erwartenden EM Störphänomenen durch die vorhergesehenen konstruktiven Maßnahmen
- Forderung an Eignung einzusetzender Baugruppen / Leitungen
- QS Verfahren zur Verifikation von Konstruktionsunterlagen
- QS Verfahren zur Verifikation und Validierung der Ausführung

Verfahrensschritt 4

EMV Nachweisverfahren

Bearbeitung Checklisten für Überwachung Typprüfung

- Überwachung von festgelegten Rahmenbedingungen bei Verifizierungs- und Validierungsmaßnahmen
- Überwachung der Durchführung des festgelegten Umfangs von Verifizierungs- und Validierungsmaßnahmen
- Validierung entsprechend EMV-Richtlinie und optimale „inhärente INTRA EMV für optimale Verfügbarkeit“ durch Prüfungen
- Dokumentation der Prüfergebnisse

Verfahrensschritt 5

Dokumentation der Ergebnisse der Nachweisverfahren

Definition des Umfangs der Bewertung:

- Überprüfung und Bewertung der Qualifizierungsmaßnahmen der Werksvertragspartner
 - Lieferanten Hauptbaugruppen
 - Subunternehmer Dienstleistungen
 - Lieferanten Komponenten
- Konformitätsnachweis EMV Richtlinie
- Verifizierung Qualitätsanspruch Verfügbarkeit

9 ANHANG

Beispiele:

Techn. Spezifikation EMV

Pos.	Phänomene	Maßnahmen
EMV-Richtlinie		
1.1.2	Einordnung in EMV-Richtlinie	<i>Maschine (Gerät) nach EMV-RL 2014/30/EU</i>
1.1.3	Einordnung innerhalb der -EMV-Richtlinie	<i>Maschine (Gerät)</i>
1.2	Konformitätsnachweis -entsprechend EMV-Richtlinie	<i>EN50370-1, -2, Verfahren C</i> <i>Aufbau aus CE-konformen und -bewerteten Geräten</i>
EMV Standards für Komponenten		
1.6	CE-Konformitätsnachweis für einzelne Geräte	<i>Störaussendung gemäß EN 55011, Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Geräte (ISM)</i> <i>Störfestigkeit gemäß Fachgrundnorm</i> <i>EN 61000-6-2, Störfestigkeit für Industriebereiche</i>
Niederspannungsrichtlinie		
1.2.3	Elektrokonstruktion nach Niederspannungsrichtlinie	<i>Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen</i> <i>Teil 1: Allgemeine Festlegungen, IEC 61439-1</i> <i>Teil 2: Energie-Schaltgerätekombinationen, IEC 61439-2</i>
	Konformitätsnachweis entsprechend Niederspannungsrichtlinie	<i>Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen</i>
Maschinenrichtlinie		
1.1.1	Elektrokonstruktion nach Maschinenrichtlinie	<i>IEC TS 61000-1-2 ...General – Methodology for the achievement of functional safety of electrical and electronic systems including equipment with regard to electromagnetic phenomena</i>
	Konformitätsnachweis Gesamtmaschine entsprechend Maschinenrichtlinie	<i>DIN EN 60204-1 Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen –</i> <i>Teil 1: Allgemeine Anforderungen</i>
Sicherheitsfunktionen		
	Sicherheitsfunktionen SIL / PL	<i>Sicherheitsfunktionen definiert und bewertet</i>
	Konformitätsüberprüfung Ausfall Sicherheitsfunktionen entsprechend Maschinenrichtlinie	<i>Ausfall wegen gemeinsamer Ursache. Nachweis gemäß Anhang F, EN 13849 Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen</i>
		<i>Zur Vermeidung systematischer Ausfälle</i> <i>EN 61800-5-2 (EMV in Sicherheitsfunktionen)</i>
Bewertungskriterien		
1.5	Bewertungskriterien Gesamtmaschine qualitativ	<i>EN 61800-3 Kl. A keine Funktionsbeeinträchtigungen im ordentlichen Betrieb</i>
	Bewertungskriterien für Sicherheitsfunktionen	<i>EN 62061 Anh. E – kein Ausfall im EM-widrigen Betrieb</i>
1.5.1	Funktionsminderung bei besonderer EM Bedrohung	<i>Anzeigenänderung bei Handynutzung in Maschinenumgebung</i>
1.5.2	Betriebseinschränkungen durch extreme EM Bedrohung	<i>Betrieb der Maschine während Schweißarbeiten an der Konstruktion oder in unmittelbarer Umgebung ist nicht zulässig</i>
Elektrische Peripherie		
1.3	EMV Einsatzumgebung	<i>EN 61000-6-2 und -4 Industrieumgebung</i>
1.4.1	Versorgendes Netz	<i>Spannung: 3*400V / N / PE</i>
		<i>Strom: 200A</i>
		<i>Netzversorgung: TNS</i>
		<i>Steuerspannung: 24V DC</i>
		<i>Zuleitung: 4*120mm²</i>
		<i>Vorsicherung: 3*250A</i>
1.4.2	Netzqualität	<i>nach EN 61000-2-4 Klasse 2</i>
1.4.3	Überspannungskategorie am Einspeisepunkt	<i>DIN VDE 0100 T443 Kat. II</i>
1.4.4	Mindest-Quellimpedanz Netz	<i>> 10 * FU Leistung</i>
1.4.5	Masseverbindungen	<i>2ter PE vom ZEP Anschluss zu Gebäudeerde</i>
		<i>Geflechtband zu Förder- und Bestückungsanlagen</i>
		<i>PE-Ausgleichsleitung zu elektrisch verbundenen Maschinen</i>

Abnahmevoraussetzung Inbetriebsetzung		
1.2.1.2	Sichtprüfungen Masseverbindungen zu verbundenen Konstruktionen	<i>zweiter PE mit >16mm² Cu an ZEP Maschine</i>
		<i>elektrisch verbundene Anlagenteile mit Potentialausgleich >16mm² Cu verbinden</i>
	Messungen im AUS-Modus	<i>Metallkonstruktion mit >16mm² Cu sternförmig zu ZEP verbunden</i>
		<i>PE stromlos (<<20mA)</i>
Messungen im operativen Betrieb	<i>Masseverbindung an 0 des Stromversorgungsgeräts stromlos (<<20mA)</i>	
		<i>Oberwellengehalt am Netzeinspeisepunkt <Grenzwert</i>
Bestimmungsgemäßem Gebrauch Eingrenzung Operativer Betrieb		
1.2.1.3	Hinweis auf Life Cycle Lebens-dauer / Periode bis General-überholung – Angabe Zeitspanne ab Inbetriebnahme – Parameter für bestimmungsgemäßen Gebrauch in Bezug zu EMV Relevanz	<ul style="list-style-type: none"> – Betriebstemperatur. – Gebrauchsdauer pro Tag – Bewegungszyklen von bewegten Leitungen – Geschwindigkeit pro Bewegung von Leitungen – Beschleunigung von Leitungen in Bewegungen – Lastzyklen für Leistungselektronik Lebensdauer (z.B. 10 Jahre)
	Verlegung Netzanschluss	Max. Leitungslänge 5 m
	Leitungsart BUS	Geschirmtes Kabel LAN Typ mind. CAT5e
1.2.1.4	Wartung und Instandhaltung Angabe Zeitspanne bis -Austausch Teilkomponenten	
	(z.B. alle 2 Jahre)	<ul style="list-style-type: none"> – Überprüfen Qualität der Netzspannung, -Vergleich mit Erkenntnissen aus 1.2.1.7 (im Fehlerfall Zuführung Instandhaltung) – Überprüfen Zwischenkreis Kondensatoren (z.B. Frequenzumrichter) (im Fehlerfall formatieren DC-Zwischenkreis Kondensatoren / Austausch – Überprüfen Üspgs. Ableiter (Sichtprüfung -Meldeleuchten im Fehlerfall Austausch) – Überprüfen EMV Dichtungen Gehäuse (Sichtprüfung im Fehlerfall Austausch)
	(z.B. 3 Jahre)	Austausch geschirmte Kabel in bewegten -Einheiten (Schleppketten) (Entsprechend Bewertung von Schnittstellen-verbindungen in Verfahrensschritt 3)
	(z.B. 6 Jahre)	<ul style="list-style-type: none"> – Austausch NSIN Kondensatoren (z.B. Filtereinheiten) (Entsprechend Bewertung von Komponenten in Verfahrensschritt 3)
	(z.B. 9 Jahre)	<ul style="list-style-type: none"> – Austausch Gleichstromkreis Elektrolytkondensatoren mit Entladewiderständen (Netzgeräte / Frequenzumrichter) (Entsprechend Bewertung von Komponenten in Verfahrensschritt 3) – Austausch BL/CL Kondensatoren (z.B. Filtereinheiten) (Entsprechend Bewertung von Komponenten in Verfahrensschritt 3)
Nachweis Nachhaltigkeit		
1.2.1.7	Abnahme Messungen Typprüfling	Nahfeld Komponenten Einbauorte
	Messungen Serienfertigung	Schirmstrommessung Leitungen innerhalb Betriebsmittel und an externen Schnittstellen
	Messungen Wiederinbetriebnahme nach Instandsetzung bzw. Änderung	Schirmstrommessung an externen Schnittstellen
		Schirmstrommessung innerhalb Betriebsmittel und an externen Schnittstellen
		PE stromlos (<<20mA)
		Masseverbindung an 0 des Stromversorgungsgeräts stromlos (<<20mA)
Plausibilitätsnachweise optimale Intra-EMV (optional)		
1.1.3.4	Nahfeldmessungen Scan über Maschinenvolumen	H-Feld 1MHz – 10MHz E-Feld 10 MHz – 100 MHz
	Kritische Ströme	Messungen Schirmströme innerhalb Maschine Schirmstrom =0 (<<20mA)
Sonstige EMV Standards		
1.2.2	EMV Personensicherheit	Magnetfelder am Arbeitsplatz EN 62233

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