

Elektromagnetische Störfestigkeit (EMI)

Interpretation ISO 13849-1, Anhang L



Unser Aufwand – Ihr Vorteil

Unser Aufwand für die Erstellung dieses Dokuments
und Ihr eingesparter Zeitaufwand 25 h
Für Sie kostenlos.

Titel Elektromagnetische Störfestigkeit - ISO 13849-1, Anhang L
Version 1.10
Dokumentennummer 100513
Originalsprache Deutsch
Autor Festo
Datum 21.07.2026

Rechtliche Hinweise

Im Folgenden ist mit „Festo“ die „Festo SE & Co. KG“ bezeichnet.

Dieses Dokument ist unverbindlich. Dieses Dokument stellt einen möglichen Lösungsansatz für einen beispielhaften Einsatzfall dar und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, insbesondere hinsichtlich Konfiguration und Ausstattung sowie jeglicher Eventualitäten für Ihren konkreten Einsatzfall. Dieses Dokument ist keine kundenspezifische Lösung, sondern soll lediglich Hilfestellung bei typischen Aufgabenstellungen bieten.

Die in diesem Dokument genannten Werte sind teilweise Annahmen und Abschätzungen, die eine detaillierte Betrachtung unter Zuhilfenahme der ISO 13849, IEC 61508, IEC 62061 und/oder IEC 61511 nicht ersetzen.

Die tatsächlich erreichbaren Kennwerte (insbesondere PL, PFH_D, Kategorie, DC, MTTF_D, CCF, SIL, HFT, PFH, PFD) hängen von den eingesetzten Komponenten sowie ihren Einsatzbedingungen in der konkreten Applikation ab.

Dieses Dokument enthebt Sie nicht von der Pflicht, eine Risikobeurteilung und eine Validierung Ihrer spezifischen Anwendung vorzunehmen und die Einhaltung sämtlicher Vorgaben, insbesondere der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, selbst sicherzustellen. Sie als Anwender tragen für Ihren konkreten Einsatzfall und für den sachgemäßen Betrieb der beschriebenen Produkte in diesem Zusammenhang selbst die Verantwortung.

Festo lehnt jede Haftung für Schäden ab, die durch die Anwendung von gegebenenfalls falschen bzw. unzureichenden Informationen oder aufgrund fehlender Informationen in diesen Unterlagen entstehen. Dies gilt ebenfalls für Defekte, die durch unsachgemäße Behandlung von Geräten und Baugruppen entstehen. Für Schäden, die durch die Nichteinhaltung der Vorgaben der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG entstehen, wird ebenfalls jede Haftung, mit Ausnahme von Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit seitens Festo, abgelehnt.

Die Informationen dieses Dokuments gelten keinesfalls als Ersatz für die Bedienungsanleitung der jeweiligen Hersteller sowie der Konstruktion und Prüfung der jeweils eigenen Anwendung durch den Benutzer. Die jeweiligen Bedienungsanleitungen der Produkte von Festo sind unter www.festo.com zu finden. Der Benutzer dieses Dokuments muss selbst sicherstellen, dass jede Funktion, die hier beschrieben ist, auch in seiner Anwendung ordnungsgemäß funktioniert. Der Benutzer bleibt auch durch das Studium dieses Dokuments sowie durch die Nutzung der darin genannten Angaben allein verantwortlich für die eigene Anwendung.

Im Übrigen gelten die Regelungen bzgl. Haftung aus den Liefer-, Zahlungs- und Softwarenutzungsbedingungen von Festo, welche Sie unter www.festo.com finden. Diese lassen wir Ihnen auf Anforderung gerne zukommen.

Dieses Dokument ist nur geeignet für Personen mit ausreichender Fachkompetenz für Maschinensicherheit und funktionaler Sicherheit auf Basis der ISO 12100, ISO 13849, IEC 61508, IEC 62061 und IEC 61511. Zusätzlich sind die folgenden Qualifikationen im Projektteam erforderlich:

- Fachkraft in der Pneumatik
- Fachkraft in der Elektrotechnik
- Fachkraft für die Programmierung von Steuerungen und Sicherheitsschaltgeräten

Urheberrechtshinweis

Diese Unterlagen sind geistiges Eigentum von Festo, der auch das ausschließliche Urheberrecht daran zusteht. Eine inhaltliche Änderung, die Vervielfältigung oder der Nachdruck dieser Unterlagen sowie deren Weitergabe an Dritte ist nur mit der ausdrücklichen schriftlichen Erlaubnis von Festo gestattet.

Festo behält sich das Recht vor, dieses Dokument vollständig oder teilweise zu ändern. Alle Marken- und Produktnamen sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Inhaber.

© Festo SE & Co. KG, D - 73734 Esslingen, 2026

Internet: <https://www.festo.com>

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines.....	4
1.1	Ziele dieses Dokuments.....	4
1.2	Allgemeine Hinweise	4
2	Anwendungsbereich des Anhang L.....	5
3	Übersicht der Pfade für die Bewertung der elektromagnetischen Störfestigkeit.....	6
4	Pfad A: Produktnorm für funktionale Sicherheit	7
4.1	Produkte von Festo, die eine Produktnorm für funktionale Sicherheit erfüllen	7
5	Pfad B: EMV-Fachgrundnorm für Industriebereiche IEC 61000-6-2	8
5.1	Produkte von Festo, die die EMV-Fachgrundnorm erfüllen	8
6	Pfad C: Umsetzung von EMV-Maßnahmen auf Systemebene	9
6.1	Bewertung nach Tabelle L.1.....	9
6.2	Sicherheitsbezogene Sensoren und deren Kabelbaum.....	10
6.3	Sicherheitsbezogenes I/O-System (zentral oder dezentral oder in die SPS integriert)	11
6.4	SPS als Teil des SRP/CS.....	12
6.5	Sicherheitsbezogene Aktoren und deren Kabelbaum	14
6.6	Sonstige Bauteile und Verdrahtungen mit maßgebendem Störpegel.....	14
6.7	Konstruktion, Programmierung, Ausbildung, Beobachtungen während des Einsatzes.....	17
6.8	Stromversorgung des SRP/CS	20
7	Pfad D: Fachgrundnorm für funktionale Sicherheit IEC 61000-6-7.....	22
8	Verwendete Literatur	23
8.1	Zitierte Unterlagen von Festo.....	23
8.2	Normen	23
8.3	Rechtsvorschriften.....	24
9	Informationen über das Dokument	25
9.1	Allgemeine Angaben	25
9.2	Revisionshistorie	25
9.3	Genehmigung/Freigabe des Dokuments	25
9.4	Gültigkeitsdauer	25

1 Allgemeines

1.1 Ziele dieses Dokuments

- Dieses Dokument stellt mögliche Interpretationen für die Anforderungen des Anhangs L der ISO 13849-1 zur Verfügung.
- Die Anforderungen werden in einer einfacheren Sprache beschrieben und, sofern erforderlich, ergänzt.
- Für Produkte von Festo wird, sofern möglich, angegeben, wie diese Anforderungen erfüllt werden und wo der Nachweis zu finden ist.

1.2 Allgemeine Hinweise

- Die angegebenen Interpretationen müssen immer anwendungsbezogen bewertet werden, ob diese zutreffen und vollständig sind.
- Angegebene Schaltungen sind Prinzipschaltungen, die auf Grund der Übersichtlichkeit und Umfang nicht vollständig sein können. Sie sind Empfehlungen, die andere Möglichkeiten nicht ausschließen.
- Zum Verständnis dieses Dokuments kann die Application Note  „[100565 Elektromagnetische Störfestigkeit \(EMI\) für sicherheitsbezogene Schaltungen nach ISO 13849](#)“ beitragen.

2 Anwendungsbereich des Anhang L

Elektromagnetische Einflüsse (engl. electromagnetic interferences, EMI) können Steuerungen und Automatisierungssysteme stören und beschädigen. Die bei verschiedenen Ereignissen, z.B. Blitzeinwirkungen, Schaltvorgänge, Kurzschlüssen, usw., erzeugten Ströme und Spannungen, verursachen Überspannungen und elektromagnetische Störungen. (nach IEC 60204-1, H.2) Diese dürfen bei Sicherheitsschaltungen keine Fehler und Ausfälle gemeinsamer Ursache zur Folge haben.

Nicht alle Komponenten fallen unter den Anwendungsbereich des Anhangs L. Es müssen nur Komponenten berücksichtigt werden, die durch elektromagnetische Vorgänge gestört werden können bzw. Störungen verursachen.

Nach dem „Leitfaden zur Anwendung der EMV-Richtlinie 2014/30/EU (19.12.2018)“, lassen sich drei Gruppen unterscheiden:

1. Komponenten ohne elektrische und/oder elektronische Teile

Komponenten, die keine elektrischen oder elektronischen Teile enthalten, verursachen keine elektromagnetischen Störungen und werden im Betrieb auch nicht durch solche Störungen beeinträchtigt. Daher unterliegen diese Komponenten nicht den Anforderungen des Anhangs L (nach „Leitfaden zur Anwendung der EMV-Richtlinie 2014/30/EU (19.12.2018)“, Abschnitt 1.4.1) Beispiele sind pneumatische Antriebe, pneumatisch betätigte Ventile, Achsmechaniken, Schläuche.

2. Komponenten, die keine elektromagnetischen Störungen verursachen können und nicht beeinflusst werden

Komponenten, die aufgrund ihrer Beschaffenheit keine elektromagnetischen Störungen verursachen und auch nicht gestört werden, unterliegen nicht den Anforderungen des Anhangs L.

Dazu gehören folgende Komponenten, wenn sie keine aktiven elektronischen Bauteile enthalten:

- Leitungen, Stecker, Adapter;
- Komponenten nur mit ohmschen Lasten ohne Schaltvorrichtungen, z.B. Bremswiderstände;
- Batterien und Akkumulatoren (ohne aktive elektronische Schaltungen);
- Induktionsmotoren ohne elektronische Schaltungen;
- Schalter ohne aktive elektronische Bauteile;
- Elektromagnetische Relais ohne aktive elektronische Bauteile;
- Magnetventile ohne Haltestromabsenkung;
- Sicherungen ohne aktive elektronische Bauteile.

(nach „Leitfaden zur Anwendung der EMV-Richtlinie 2014/30/EU (19.12.2018)“, Abschnitt 1.4.4)

Hinweise

- Leitungen können Koppelstrecken sein und müssen bei Maßnahmen im Anhang L berücksichtigt werden. Dies hängt von den, an den Leitungen angeschlossenen Geräten ab.

3. Komponenten, die elektromagnetische Störungen verursachen oder gestört werden können

Alle Komponenten mit aktiven elektronischen Bauteilen fallen in den Anwendungsbereich des Anhang L. Diese Komponenten müssen auch die Anforderungen der IEC 61000-6-2 erfüllen. Diese Bestätigung ist bei Festo in der Konformitätserklärung für die EMV-Richtlinie 2014/30/EU angegeben, z.B. für Magnetventile mit Haltestromabsenkung ➔ [VMPA](#).

Vor allem bei der Verwendung von Komponenten der letzten Gruppe und bei Leitungen sollten die Maßnahmen des Anhang L berücksichtigt werden.

3 Übersicht der Pfade für die Bewertung der elektromagnetischen Störfestigkeit

Zur Bewertung der elektromagnetischen Störfestigkeit (EMI) nach ISO 13849-1, Anhang L, gibt es vier Pfade, die Anforderungen und eine hinreichende Bewertung für verschiedene PL zulassen:

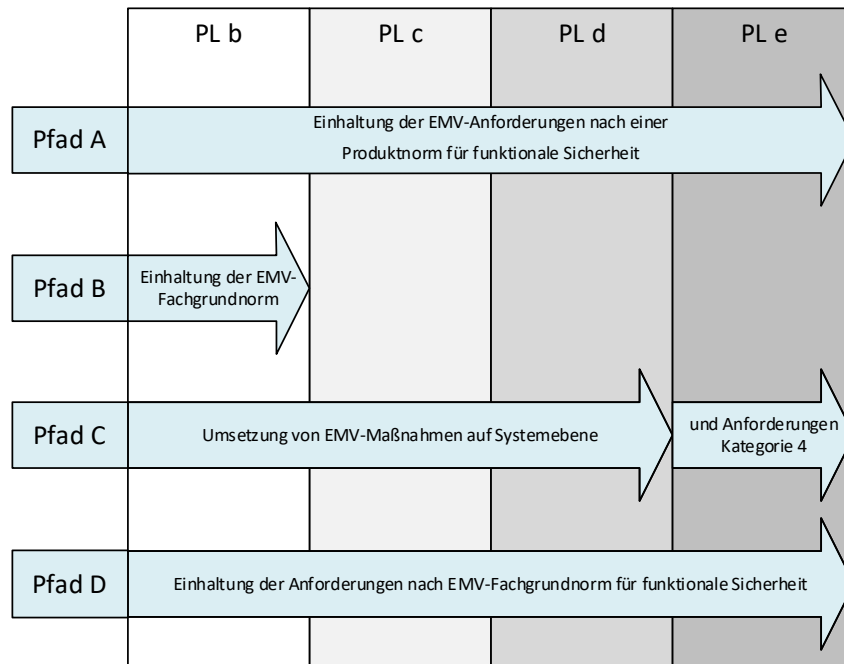


Abbildung 1 Übersicht der Pfade für die elektromagnetische Störfestigkeit (EMI)

Tabelle 1 Übersicht der Pfade für die elektromagnetische Störfestigkeit (EMI)

Pfad	Bezeichnung und Kurzbeschreibung	Abschnitt
Pfad A	Produktnorm für funktionale Sicherheit Hier werden Maßnahmen auf Komponentenebene durch die Einhaltung einer Produktnorm für funktionale Sicherheit umgesetzt.	→ 4
Pfad B	EMV-Fachgrundnorm für Industriebereiche IEC 61000-6-2 Hier werden Maßnahmen auf Komponentenebene durch die Einhaltung der Fachgrundnorm IEC 61000-6-2 umgesetzt. Ohne zusätzliche Maßnahmen ist der Einsatz dieser Komponenten auf PL b begrenzt.	→ 5
Pfad C	Umsetzung von EMV-Maßnahmen auf Systemebene Hier werden Maßnahmen auf Systemebene nach der Tabelle L.1 umgesetzt und mit Punkten bewertet. Abhängig vom PL ist eine bestimmte Punktzahl zu erreichen.	→ 6
Pfad D	Fachgrundnorm für funktionale Sicherheit IEC 61000-6-7 Hier werden Maßnahmen und Prüfung auf Systemebene nach EMV-Fachgrundnormen für die funktionale Sicherheit umgesetzt.	→ 7

4 Pfad A: Produktnorm für funktionale Sicherheit

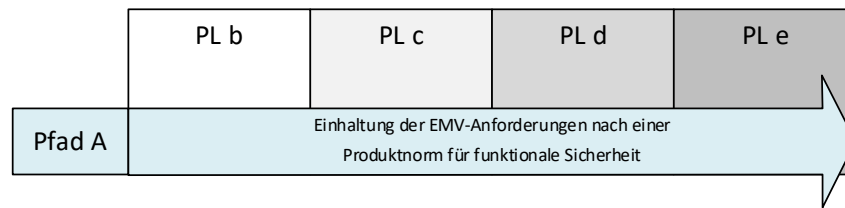


Abbildung 2 Pfad A: Produktnorm für funktionale Sicherheit

Ist ein Produkt nach einer Norm für funktionale Sicherheit entwickelt und hergestellt, erfüllt dieses Produkt die EMV-Anforderungen für Anwendungen mit funktionaler Sicherheit. Normen, die diese Anforderungen erfüllen sind:

- IEC 60947-5-3 - Niederspannungsschaltgeräte - Teil 5-3: Steuergeräte und Schaltelemente - Anforderungen für Näherungsschalter mit definiertem Verhalten unter Fehlerbedingungen (PDDb)
- IEC 61000-6-7 - Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-7: Fachgrundnormen - Störfestigkeitsanforderungen an Geräte und Einrichtungen, die zur Durchführung von Funktionen in sicherheitsbezogenen Systemen (funktionale Sicherheit) an industriellen Standorten vorgesehen sind
- IEC 61131-6 - Speicherprogrammierbare Steuerungen - Teil 6: Funktionale Sicherheit
- IEC 61326-3-2 - Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - EMV-Anforderungen - Teil 3-2: Störfestigkeitsanforderungen für sicherheitsbezogene Systeme und für Geräte, die für sicherheitsbezogene Funktionen vorgesehen sind (Funktionale Sicherheit) - Industrielle Anwendungen in spezifizierter elektromagnetischer Umgebung
- IEC 61800-5-2 - Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl - Teil 5-2: Anforderungen an die Sicherheit - Funktionale Sicherheit

Dieser Pfad ist dadurch gekennzeichnet, dass die höheren EMV-Anforderungen für die funktionale Sicherheit auf Produktebene erfüllt werden.

4.1 Produkte von Festo, die eine Produktnorm für funktionale Sicherheit erfüllen

Für folgende Produkte hat Festo eine Konformitätserklärung ausgestellt, die die Einhaltung der Norm EN 61800-5-2 bestätigt

- CMMT-AS, siehe Konformitätserklärung E-M-R ➔ [8189310, 17107957, 2023-12-15](#) oder ➔ [8242341, 17130939, 2025-08-06](#)

Wichtige Hinweise

- Bei der Anwendung dieser Produkte sind die Anforderungen der Montage-, Instandhaltungs- und Betriebsanleitung einzuhalten.

5 Pfad B: EMV-Fachgrundnorm für Industriebereiche IEC 61000-6-2

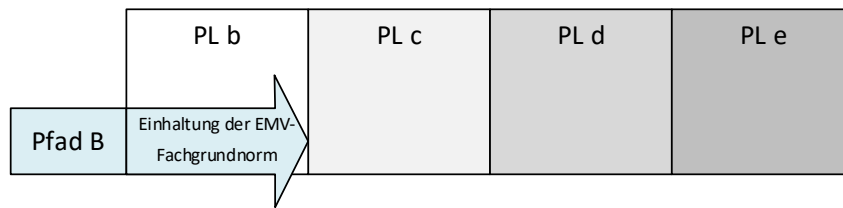


Abbildung 3 EMV-Fachgrundnorm für Industriebereiche IEC 61000-6-2

Ist ein Produkt nach einer Norm für die Störfestigkeit für Industriebereiche entwickelt und hergestellt, erfüllt dieses Produkt die EMV-Anforderungen nur für Anwendungen mit funktionaler Sicherheit bis PL b. Dafür ist folgende Norm anzuwenden:

- IEC 61000-6-2 Elektromagnetische Verträglichkeit - Teil 6-2: Fachgrundnormen - Störfestigkeit für Industriebereiche

Dieser Pfad ist dadurch gekennzeichnet, dass die EMV-Anforderungen auf Produktebene erfüllt werden.

5.1 Produkte von Festo, die die EMV-Fachgrundnorm erfüllen

Bei Festo erfüllen nahezu alle Produkte mit aktiver Elektronik diese Fachgrundnorm. Dies ist in der Konformitätserklärung für die EMV-Richtlinie angegeben, z.B. für Magnetventile mit Haltestromabsenkung ➔ [VMPA](#).

Wichtige Hinweise

- Bei der Anwendung dieser Produkte sind die Angaben in den entsprechenden Montage-, Instandhaltungs- und Betriebsanleitung einzuhalten.

6 Pfad C: Umsetzung von EMV-Maßnahmen auf Systemebene

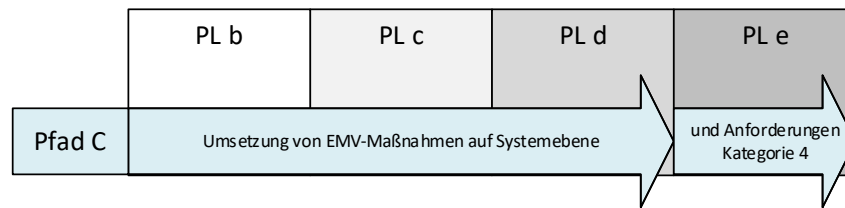


Abbildung 4 Pfad C: EMV-Maßnahmen auf Systemebene

Sind auf Produktebene keine hinreichenden Maßnahmen für die Störfestigkeit gegen elektromagnetische Störungen möglich oder umgesetzt, kann der Pfad C gewählt werden. Hier werden auf Systemebene Maßnahmen umgesetzt und mit Punkten bewertet. Abhängig vom PL ist eine bestimmte Punktzahl zu erreichen, damit eine hinreichende Anzahl von Maßnahmen umgesetzt werden.

Wir empfehlen deswegen immer EMV-Maßnahmen bereits bei der Konstruktion einer Maschine zu berücksichtigen. Dafür gibt es von verschiedenen Herstellern Leitfäden, die dies beschreiben. In der Application Note [↗ „100565 Elektromagnetische Störfestigkeit \(EMI\) für sicherheitsbezogene Schaltungen nach ISO 13849“](#) gibt es einen Leitfaden für Sicherheitsschaltungen.

Hinweise

- Die in diesem Pfad angegebenen Maßnahmen überschneiden sich mit den erforderlichen Maßnahmen, die auf Basis der EMV-Richtlinie 2014/30/EU und deren harmonisierten Normen notwendig sind.

6.1 Bewertung nach Tabelle L.1

Die Maßnahmen zum Erreichen der elektromagnetischen Verträglichkeit sind in der Tabelle L.1 in folgende Abschnitte eingeteilt:

- Sicherheitsbezogene Sensoren und deren Kabelbaum
- Sicherheitsbezogenes I/O-System (zentral oder dezentral oder in die SPS integriert)
- SPS als Teil des SRP/CS
- Sicherheitsbezogene Leistungsschaltelemente und deren Kabelbaum
- Sonstige Bauteile und Verdrahtungen mit maßgebendem Störpegel
- Konstruktion, Programmierung, Ausbildung, Beobachtungen während des Einsatzes
- Stromversorgung des SRP/CS

Die Umsetzung jeder technischen Maßnahme wird mit einer bestimmten Punktzahl bewertet. Ist eine technische Maßnahme nicht relevant, kann die Punktzahl bei der Berechnung berücksichtigt werden. Es müssen folgende Punkte erreicht werden:

- Für Kategorie B und 1: mindestens 230 Punkte
- Für Kategorie 2, 3 und 4: mindestens 280 Punkte

Wichtige Hinweise

- Für PL e sind die Anforderungen der Kategorie 4, vor allem die Beständigkeit gegen Fehler, Anhäufung von Fehlern und deren Erkennung, zusätzlich zu erfüllen.
- Für einige Angaben und Maßnahmen sind Interpretation angegeben, wie die Angaben in Bezug auf Sicherheitsschaltungen bewertet werden können. Evtl. werden weitere Angaben zum Anwendungsbereich einer Anforderung gegeben.

6.2 Sicherheitsbezogene Sensoren und deren Kabelbaum

Interpretation

- „Sicherheitsbezogene Sensoren“ sind alle Eingänge einer Sicherheitsschaltung, die aktive elektronische Bauteile enthalten und Störquellen bzw. Störsenken sein können. Dazu zählen Lichtvorhänge, Encoder, elektronische Drucksensoren, Drehgeber usw.
- Taster, Schalter, Endschalter, Druckschalter, usw., die elektromechanisch arbeiten, fallen nicht unter diese Definition, siehe dazu auch Abschnitt „2 Anwendungsbereich des Anhang L“.

Nr.		Punktzahl	Quelle
	Sicherheitsbezogene Sensoren und deren Kabelbaum		
1	Anwendung der in IEC 60204-1:2016+AMD1:2021, Anhang H und/oder IEC 61800-3 beschriebenen Maßnahmen (hr)	10	ISO 13849-1, Tabelle L.1

Angegebene Normen

- IEC 60204-1 - Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- IEC 61800-3 - Drehzahlveränderbare elektrische Antriebssysteme - Teil 3: EMV-Anforderungen einschließlich spezieller Prüfverfahren für Antriebssysteme und Werkzeugmaschinen

Umsetzung

- Die erforderlichen Maßnahmen sind in der Application Note ➤ „[100565 Elektromagnetische Störfestigkeit \(EMI\) für sicherheitsbezogene Schaltungen nach ISO 13849](#)“ beschrieben.
- Die Umsetzung dieser Maßnahmen ist auch für die Einhaltung der Anforderungen der EMV-Richtlinie 2014/30/EU und deren harmonisierten Normen erforderlich und sollten immer umgesetzt sein.

Nr.		Punktzahl	Quelle
	Sicherheitsbezogene Sensoren und deren Kabelbaum		
2	Analoge Spannungssignale, Winkelcodierer Abgeschirmte und entweder geerdete oder verdrehte Leitungen oder beides, für Sensoren und sicherheitsbezogene Eingangs-/Ausgangs-Signale (Leistungsabschirmungen sind rundum angeschlossen und in der Nähe der Komponenten niederohmig flach angeschlossen) (hr)	20	ISO 13849-1, Tabelle L.1

Definition

- **Winkelcodierer** lösen Drehwinkel von rotierenden Objekten hochgenau auf und geben diesen als analoges Signal aus.
- **Sensoren** sind elektronische Geräte, die ein Messwert der Umgebung ermitteln.

Anwendungsbereich

- Diese Maßnahme ist für analoge Spannungssignale unbedingt einzuhalten.
- Bei Sensoren mit Stromsignalen, binären oder digitalen Signalen werden diese Maßnahme empfohlen.

Umsetzung

- Für analoge Spannungssignale sind abgeschirmte verdrehte Leitungen zu verwenden, die beidseitig geerdet werden sollten.
- Kommt es trotzdem zu Störungen, fließt über den Schirm der Leitung ein unzulässiger Ableitstrom. Dann sind die bevorzugten Maßnahmen einen parallel verlaufenden Schutzleiter zu installieren bzw. alle Anlagenteile miteinander niederohmig zu verbinden und an den Schutzleiter anzuschließen.
- Für andere Signale sind verdrehte Leitungen zu verwenden.

- Die erforderlichen Maßnahmen sind in den Abschnitten „3.3 Schutzpotentialausgleich und Funktionspotentialausgleich“, „3.4 Leitungsführung“ und „3.4.5 Geschirmte Leitungen“ der Application Note [↗ „100565 Elektromagnetische Störfestigkeit \(EMI\) für sicherheitsbezogene Schaltungen nach ISO 13849“](#) beschrieben.

Hinweise

- In der Regel geben Hersteller der Geräte mit analogen Spannungssignalen oder Sensoren entsprechende Installationshinweise und Empfehlungen zu den zu verwendenden Leitungen.

Nr.		Punktzahl	Quelle
	Sicherheitsbezogene Sensoren und deren Kabelbaum		
3	Verkabelung der Niederspannungs-Gleichstromversorgung zu den Bauteilen mit verdrehtem Leitungspaar	10	ISO 13849-1, Tabelle L.1

Definition

- Niederspannungs-Gleichstromversorgung ist in der Regel ein PELV-Netzteil mit 24 VDC.

Anwendungsbereich

- Elektrische Versorgung von sicherheitsbezogenen Sensoren, die separate Anschlüsse für die Versorgung mit Gleichstrom aufweisen. Dies sind z.B. Lichtvorhänge, Meßsysteme, usw.
- Dies ist auch für die Last- und Logikversorgung von elektrischen Komponenten in der Sicherheitsschaltung empfohlen.

Umsetzung

- Bei der Verwendung von Einzeladern zum Anschluss der Gleichstromversorgung sind diese Adern zu verdrehen.
- Werden flexible Mantelleitungen verwendet, sind die Adern normalerweise schon verdreht. Weitere Angaben sind im Abschnitt „3.4.2 Verdrehte Leitungen“ in der Application Note [↗ „100565 Elektromagnetische Störfestigkeit \(EMI\) für sicherheitsbezogene Schaltungen nach ISO 13849“](#) enthalten.

6.3 Sicherheitsbezogenes I/O-System (zentral oder dezentral oder in die SPS integriert)

Interpretation

- Das sicherheitsbezogene I/O-System umfasst alle digitalen und analogen Ein- und Ausgänge des Sicherheitsschaltgeräts. Diese können im Sicherheitsschaltgerät vorhanden oder dezentral angeordnet sein.

Nr.		Punktzahl	Quelle
	Sicherheitsbezogenes I/O-System (zentral oder dezentral oder in die SPS integriert)		
4	Eingebaut in einem abgeschirmten und geerdeten Gehäuse oder Bauteile in einem abgeschirmten und geerdeten Gehäuse (hr)	20	ISO 13849-1, Tabelle L.1

Umsetzung

- Sicherheitsschaltgeräte mit ihren Ein-/Ausgängen sind in Schaltschränken aus Metall installiert, die eine hinreichende Abschirmung bieten und hinreichend geerdet sind.
- Dezentrale I/O-Systeme sollten ein Gehäuse aus Metall aufweisen, dessen Gehäuse an die Funktionserde anzuschließen sind, sofern die Betriebsanleitung keine anderen Angaben dazu nennt.

- Dezentrale I/O-Systeme mit Gehäuse aus Kunststoff sind in einem Schaltschrank aus Metall zu installieren der an den Schutzleiter angeschlossen ist.

Nr.		Punktzahl	Quelle
	Sicherheitsbezogenes I/O-System (zentral oder dezentral oder in die SPS integriert)		
5	Steuerung und/oder spezifische Bauteile sind in Zonen ¹ eingeteilt, z. B. a) Netzstromversorgung und Stromverteilung; b) starke Störer wie z. B. Netzsperre, Netzdrosseln, Heizungskomponenten, Hochleistungsversorgungen und Motorleitungen; c) empfindliche Bauteile wie z. B. Niederspannungsversorgung, SPS, Datenbusse, Sensoren und Niederspannungsstellteile. (hr)	20	ISO 13849-1, Tabelle L.1

¹ Die Zonen können sich innerhalb eines Gehäuses befinden oder auf mehrere Gehäuse aufgeteilt sein.

Umsetzung

- Schaltschränke sind in Zonen einzuteilen.
- Die erforderlichen Maßnahmen sind im Abschnitt „3.5 Aufbau und Montage Schaltschrank“ in der Application Note ➔ „[100565 Elektromagnetische Störfestigkeit \(EMI\) für sicherheitsbezogene Schaltungen nach ISO 13849](#)“ beschrieben.

6.4 SPS als Teil des SRP/CS

Interpretationen

- Als SPS wird eine funktionale SPS als Teil der Sicherheitsschaltung betrachtet. Die funktionale SPS ist nicht als sicherheitsbezogene Logik bewertet und nicht zertifiziert.
- Als „redundante SPS“ werden zwei funktionale SPS (eine in jedem Kanal) betrachtet.
- Wird ein zweikanaliges, zertifiziertes Sicherheitsschaltgerät betrachtet, wird dies als „Sicherheits-SPS“ explizit angegeben.

Nr.		Punktzahl	Quelle
	SPS als Teil des SRP/CS		
6	Eingebaut in einem abgeschirmten und geerdeten Gehäuse oder Bauteile in einem abgeschirmten und geerdeten Gehäuse	10	ISO 13849-1, Tabelle L.1

Anwendungsbereich

- Diese Maßnahme ist nur zutreffend, wenn eine funktionale SPS in der Sicherheitsschaltung verwendet wird.

Umsetzung

- Die funktionale SPS ist mit ihren Ein-/Ausgängen in Schaltschränken aus Metall installiert, die eine hinreichende Abschirmung bieten und hinreichend geerdet sind.
- Die funktionale SPS hat ein Gehäuse aus Metall, dessen Gehäuse an den Schutzleiter anzuschließen ist.
- Eine funktionale SPS mit Gehäuse aus Kunststoff ist in einem Schaltschrank aus Metall zu installieren der an den Schutzleiter angeschlossen ist.

Nr.		Punktzahl	Quelle
	SPS als Teil des SRP/CS		
7	Kategorie 3/4 für PLr d/e mit verschiedenen SPS im selben Gehäuse, getrennt durch einen ausreichenden Abstand zueinander in Übereinstimmung mit den Einbauanleitungen des Herstellers	10	ISO 13849-1, Tabelle L.1

Anwendungsbereich

- Diese Maßnahme ist nur zutreffend, wenn zwei funktionale SPSen in der Sicherheitsschaltung verwendet werden.

Umsetzung

- Sind die zwei funktionale SPSen in einem Schaltschrank installiert, sind die Anforderungen der Montage- und Installationsanleitungen der Hersteller einzuhalten.
- Es ist ein ausreichender Abstand zwischen diesen SPSen einzuhalten, der eine gegenseitige Beeinflussung durch elektromagnetische Effekte ausschließt.
- Die erforderlichen Maßnahmen sind in Abschnitt „3.5 Aufbau und Montage Schaltschrank“ in der Application Note ➤ [„100565 Elektromagnetische Störfestigkeit \(EMI\) für sicherheitsbezogene Schaltungen nach ISO 13849“](#) beschrieben.

Nr.		Punktzahl	Quelle
	SPS als Teil des SRP/CS		
8	Kategorie 3/4 für PLr d/e mit redundanter SPS in unterschiedlichen Gehäusen	20	ISO 13849-1, Tabelle L.1

Anwendungsbereich

- Diese Maßnahme ist nur zutreffend, wenn zwei funktionale SPSen in der Sicherheitsschaltung verwendet werden.

Umsetzung

- Sind die zwei funktionale SPSen in zwei getrennten Schaltschränken aus Metall installiert.
- Die zwei funktionale SPSen sind in einem Schaltschrank in unterschiedlichen Bereichen installiert, die durch Abstand oder Abschirmblechen voneinander getrennt sind.

Hinweise

- Die Maßnahmen „unterschiedliche Gehäuse“ ist nur wirksam, wenn die Gehäuse oder Trennwände aus Metall bestehen und geerdet sind.

Nr.		Punktzahl	Quelle
	SPS als Teil des SRP/CS		
9	Kategorie 3/4 für PLr d/e mit diversen Kanälen (z. B. SPS und diskrete Logik) oder mit Sicherheits-SPS	20	ISO 13849-1, Tabelle L.1

Definition

- Sicherheits-SPS wird hier als Synonym für alle für Logikfunktionen in Sicherheitsschaltungen zertifizierten Geräte verwendet. Darunter fallen Sicherheits-SPS, Sicherheitsrelais oder sonstige zertifizierte Sicherheitsgeräte mit Logikfunktionen.

Anwendungsbereich

- Diese Maßnahme ist nur bei Kategorien 3 oder 4 bzw. PLr d oder e umzusetzen.

- Diese Maßnahme ist nur zutreffend, wenn für die Umsetzung der Logik zwei diversitäre Kanäle verwendet werden, z.B. ein Kanal mit einer SPS, der zweite Kanal mit einer diskreten Logikschaltung.
- Sicherheitsschaltungen mit einem Sicherheitsschaltgerät.

Umsetzung mit diversen Kanälen

Mit den Maßnahmen gegen CCF nach ISO 13849-1, Abschnitt F.3.2, kann die Diversität bereits umgesetzt sein (auf die für die Logik relevanten Punkte gekürzt):

- unterschiedliche Technologien/Gestaltung oder physikalische Prinzipien werden verwendet, z. B.:
 - der erste Kanal elektronisch oder programmierbar elektronisch und der zweite Kanal elektromechanisch fest verdrahtet;
 - ...
- ...
- verschiedene Bauteile, z. B. von unterschiedlichen Herstellern (nicht nur mit einem anderen Markenzeichen versehen);
- ...

Umsetzung mit Sicherheitsschaltgerät

- Es ist die Verwendung eines für Logikfunktionen zertifizierten Sicherheitsschaltgeräts erforderlich.

6.5 Sicherheitsbezogene Aktoren und deren Kabelbaum

Interpretation

- Sicherheitsbezogene Aktoren sind alle Leistungsschaltelemente (Ausgänge) der Sicherheitsschaltung, die durch elektromagnetische Vorgänge gestört werden können.

Nr.		Punktzahl	Quelle
	Sicherheitsbezogene Aktuatoren und deren Kabelbaum		
10	Anwendung der in IEC 60204-1:2016+AMD1:2021, Anhang H, beschriebenen Maßnahmen und/oder Anwendung von IEC 61800-3 (hr)	10	ISO 13849-1, Tabelle L.1

Angegebene Normen

- IEC 60204-1 - Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- IEC 61800-3 - Drehzahlveränderbare elektrische Antriebssysteme - Teil 3: EMV-Anforderungen einschließlich spezieller Prüfverfahren für Antriebssysteme und Werkzeugmaschinen

Umsetzung

- Die erforderlichen Maßnahmen sind in Application Note [↗ „100565 Elektromagnetische Störfestigkeit \(EMI\) für sicherheitsbezogene Schaltungen nach ISO 13849“](#) beschrieben.
- Die Umsetzung dieser Maßnahmen ist auch für die Einhaltung der Anforderungen der EMV-Richtlinie 2014/30/EU und deren harmonisierten Normen erforderlich und sollten immer umgesetzt sein.

6.6 Sonstige Bauteile und Verdrahtungen mit maßgebendem Störpegel

Interpretation

- **Bauteile mit maßgebendem Störpegel** sind im Wesentlichen Geräte der Leistungselektronik (z.B. Servoantriebsregler, Gleichrichteranlagen, Netzteile für Gleichstromversorgung, Umrichter in Gleichspannungsladegeräten und Fotovoltaikanlagen), Dimmer, Leuchtstofflampen, Elektromotoren mit nichtlinearer Strom-Spannungs-Kennlinie, usw.
- **Verdrahtungen mit maßgeblichem Störpegel** sind Leitungen, die zu den bzw. aus den Bauteilen mit maßgeblichen Störpegeln führen.

Nr.		Punktzahl	Quelle
	Sonstige Bauteile und Verdrahtungen mit maßgebendem Störpegel		
11	Abgeschirmte und ummantelte Kabel für Motoren oder Sinusfilter zwischen Motor und Umrichter oder gleichwertige Maßnahmen in Übereinstimmung mit der Einbauanleitung des Herstellers, sofern zutreffend (hr)	20	ISO 13849-1, Tabelle L.1

Interpretationen

- Motoren sind Schrittmotoren und Servomotoren, die über einen Frequenzumrichter oder Servoantriebsregler angesteuert werden.
- Umrichter sind Frequenzumrichter oder Servoantriebsregler.

Umsetzung

- Für die Motorleitungen sind abgeschirmte und geerdete Leitungen zu verwenden. Bei Bedarf ist ein zusätzlicher Sinusfilter erforderlich. Dies muss in den Benutzerinformationen (Montage-, Installations- und Betriebsanleitung) des Herstellers angegeben sein.
- Für Servoantriebssysteme sollte eine Konformitätserklärung für die EMV-Richtlinie 2014/30/EC mit der harmonisierten Norm EN 61800-3 (IEC 61800-3) vorliegen. Es sind die Anforderungen in den Benutzerinformationen (Montage-, Installations- und Betriebsanleitung) des Herstellers umzusetzen.
- Folgende Servoantriebsregler von Festo erfüllen diese Anforderungen
 - CMMT-AS: EN IEC 61800-3 eingehalten (siehe Konformitätserklärung [8190446-17108459, 2023-02-06](#))
 - CMMP-AS: EN IEC 61800-3 eingehalten (siehe Konformitätserklärung [5691201, 2022-06-14](#))
 - CMMT-ST: EN IEC 61800-3, EN 61800-5-2 eingehalten (siehe Konformitätserklärung [8192910-17109645, 2023-05-16](#))
 - CMMS-ST: EN IEC 61800-3 eingehalten (siehe Konformitätserklärung [5630119, 2021-08-18](#))

Hinweise

- Erforderliche Filter sind in den Servoantriebsreglern in der Regel eingebaut.
- Für bestimmte Einbausituationen können zusätzliche Filter erforderlich sein.

Nr.		Punktzahl	Quelle
	Sonstige Bauteile und Verdrahtungen mit maßgebendem Störpegel		
12	RF-Filter, Überspannungs- und Transientenschutz (z. B. Filter, Überspannungs-Suppressordiode, Optokoppler, Ferrite) für sicherheitsbezogene Signale in Übereinstimmung mit der Einbauanleitung des Herstellers, soweit zutreffend (hr)	20	ISO 13849-1, Tabelle L.1

Anwendungsbereich

- Im Anwendungsbereich liegen alle Geräte, Bauteile und Leitungen mit Störpegeln, die sicherheitsbezogene Schaltungen beeinflussen können.
- Zu diesen Geräten und Bauteilen gehören u.a. Servoantriebsregler, Netzteile, Induktivitäten, Transformatoren, Ventilmagnete.
- Zu den Verdrahtungen mit relevanten Störpegeln, z.B. Motorleitungen, Netzleitungen, Leitungen zu Induktivitäten.

Umsetzung bei Servoantriebsreglern

Bestätigt der Hersteller, dass die Servoantriebsregler die Anforderungen nach EN 61800-5-2 und/oder IEC 61800-3 erfüllen, sind die Anforderungen und Maßnahmen der Betriebsanleitung einzuhalten bzw. umzusetzen. Folgende Servoantriebsregler von Festo erfüllen diese Anforderungen

- CMMT-AS: EN IEC 61800-3 eingehalten (siehe Konformitätserklärung [8190446-17108459, 2023-02-06](#))
- CMMP-AS: EN IEC 61800-3 eingehalten (siehe Konformitätserklärung [5691201, 2022-06-14](#))
- CMMT-ST: EN IEC 61800-3, EN 61800-5-2 eingehalten (siehe Konformitätserklärung [8192910-17109645, 2023-05-16](#))
- CMMS-ST: EN IEC 61800-3 eingehalten (siehe Konformitätserklärung [5630119, 2021-08-18](#))

Hinweise

- Erforderliche Filter sind in den Servoantriebsreglern in der Regel eingebaut.
- Für bestimmte Einbausituationen können zusätzliche Filter erforderlich sein, siehe Betriebsanleitung.

Umsetzung bei Ventilmagneten

- Ist das grundlegende Sicherheitsprinzip „Unterdrückung von Spannungsspitzen“ (ISO 13849-2, Tabelle D.1)) umgesetzt, ist diese Maßnahme erfüllt. Wie der Überspannungs- und Transientenschutz bei Ventilmagneten dimensioniert werden kann und wie diese bei den Ventilmagneten von Festo umgesetzt sind, ist in der Application Note [100568](#) beschrieben.

Nr.		Punktzahl	Quelle
	Sonstige Bauteile und Verdrahtungen mit maßgebendem Störpegel		
13	EMI-Filter (entsprechend der Einbauanleitung des Herstellers oder speziell für die Anwendung vorgesehen) für das Stromnetz (z. B. Überspannungs- und Transientenschutz)	20	ISO 13849-1, Tabelle L.1

Anwendungsbereich

- Eine Maschine wird immer an das Stromnetz eines Gebäudes angeschlossen. Die Maschine muss in das Überspannungs- und Transienten-Schutzkonzept des Gebäudes eingebunden werden.

Umsetzung

- Die Maschine muss in das Blitzschutzkonzept des Gebäudes nach DIN EN 62305 eingebunden sein. Dafür muss eine Überspannungs-Schutzeinrichtung nach HD 60364-5-53 vorgesehen werden (SPD, Typ 2), siehe Abschnitt 3.1 „Überspannungsschutz“ in der Application Note [100565](#).
- Es ist zu prüfen, ob für einzelne Komponenten der Maschine in deren Benutzerinformationen die Installation von Filtern vorgeschrieben ist.
- Ob beim Anschluss einer Maschine an das Stromnetz weitere Filter erforderlich sind, ist nur durch eine Messung bzw. Prüfung möglich.

Nr.		Punktzahl	Quelle
	Sonstige Bauteile und Verdrahtungen mit maßgebendem Störpegel		
14	Anwendung der in IEC 60204-1:2016+AMD1:2021, Anhang H, beschriebenen Maßnahmen und/oder Anwendung von IEC 61800-3	10	ISO 13849-1, Tabelle L.1

Angegebene Normen

- IEC 60204-1 - Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- IEC 61800-3 - Drehzahlveränderbare elektrische Antriebssysteme - Teil 3: EMV-Anforderungen einschließlich spezieller Prüfverfahren für Antriebssysteme und Werkzeugmaschinen

Umsetzung

- Die erforderlichen Maßnahmen sind in Abschnitt 7, „100565 Elektromagnetische Störfestigkeit (EMI) für sicherheitsbezogene Schaltungen nach ISO 13849“ beschrieben.
- Die Umsetzung dieser Maßnahmen sind auch für die Einhaltung der Anforderungen der EMV-Richtlinie 2014/30/EU und deren harmonisierten Normen erforderlich und sollten eigentlich immer umgesetzt sein.

6.7 Konstruktion, Programmierung, Ausbildung, Beobachtungen während des Einsatzes

Interpretationen

- „Ausbildung“ bedeutet hier, dass die eine dokumentierte Qualifizierung für elektromagnetische Einflüsse auf Sicherheitsschaltungen abgeschlossen wurde.
- „Beobachtungen während des Einsatzes“ bedeutet hier, dass Rückmeldungen von Kunden und von eigenen Servicetechnikern in Bezug auf elektromagnetische Einflüsse analysiert werden, die zu Störungen und Fehlern der Sicherheitsschaltung führen können. Diese sind zu bewerten und bei Bedarf sind geeignete Maßnahmen zu treffen.

Nr.		Punktzahl	Quelle
	Konstruktion, Programmierung, Ausbildung, Beobachtungen während des Einsatzes		
15	Alle Bauteile erfüllen mindestens die Anforderungen der Fachgrundnormen bezüglich der elektromagnetischen Störfestigkeit wie IEC 61000-6-2 (angegeben in der Dokumentation des Herstellers) (hr)	30	ISO 13849-1, Tabelle L.1

Anwendungsbereich

- Bitte Abschnitt „2 Anwendungsbereich des Anhang L“ beachten. Nicht alle Produkte mit elektrischen und elektronischen Komponenten fallen in den Anwendungsbereich dieser Anforderung.
- **Umsetzung**
 - Alle Komponenten mit aktiven elektronischen Bauteilen müssen die Anforderungen der IEC 61000-6-2 erfüllen. Diese Bestätigung ist bei Festo in der Konformitätserklärung für die EMV-Richtlinie 2014/30/EU angegeben, z.B. für Magnetventile 7 VMPA.

Nr.		Punktzahl	Quelle
	Konstruktion, Programmierung, Ausbildung, Beobachtungen während des Einsatzes		
16	Risikoanalyse hinsichtlich elektromagnetischer Störfestigkeit (siehe Beispiel in Tabelle L.2) und Risikobeurteilung mit einem Abschlussbericht	20	ISO 13849-1, Tabelle L.1

Umsetzung

- Es ist die Erstellung einer EMV-Analyse, EMV-Plans und EMV-Risikobeurteilung erforderlich. Die Norm IEC 61000-1-2 beschreibt den Prozess und Anforderungen dazu.

Nr.		Punktzahl	Quelle
	Konstruktion, Programmierung, Ausbildung, Beobachtungen während des Einsatzes		
17	Diversitär-redundante Kanäle	20	ISO 13849-1, Tabelle L.1

Anwendungsbereich

- Diese Maßnahme ist nur bei Kategorien 2, 3 und 4 relevant.

Umsetzung

- Dazu sind die Maßnahmen gegen CCF nach ISO 13849-1, Abschnitt F.3.2, ausreichend. Dabei sind nur Maßnahmen relevant, die zu einer Verbesserung der Beständigkeit gegen elektromagnetische Störungen führen können. Dazu zählen:
 - a) unterschiedliche Technologien/Gestaltung oder physikalische Prinzipien werden verwendet, z. B.:
 - der erste Kanal elektronisch oder programmierbar elektronisch und der zweite Kanal elektromechanisch fest verdrahtet;
 - unterschiedliche Initiierung der Sicherheitsfunktion für jeden Kanal (z. B. Position, Druck, Temperatur);
 - ...
 - b) Sensorelemente nutzen unterschiedliche Messprinzipien (z. B. digitale und analoge) oder physikalische Prinzipien (z. B. Abstand, Druck oder Temperatur);
 - c) verschiedene Bauteile, z. B. von unterschiedlichen Herstellern (nicht nur mit einem anderen Markenzeichen versehen);
 - d) unterschiedliche Lasten, z. B. Kontakt/Ventil des einen Kanals schaltet ohne Last, Kontakt/Ventil im zweiten Kanal schaltet unter Last.

Nr.		Punktzahl	Quelle
	Konstruktion, Programmierung, Ausbildung, Beobachtungen während des Einsatzes		
18	Trennung von elektromagnetischen Störquellen und empfindlichen Bauteilen, z. B.: • getrennte Verlegung und Anordnung von Stromleitungen und Signalleitungen; • getrennte Metall-Gehäuse für Hochleistungselektronik und Niederleistungselektronik; • Einhaltung der Anleitungen durch den Hersteller; falls keine Anleitungen vorhanden sind, wird ein Abstand ≥ 20 cm zwischen Leistungsbauteilen und empfindlichen Bauteilen verwendet, oder alternativ werden abgeschirmte und ummantelte Bauteile mit kürzerem Abstand verwendet, von denen erfahrungsgemäß geringe elektromagnetische Störungen ausgehen	30	ISO 13849-1, Tabelle L.1

Umsetzung

- Die erforderlichen Maßnahmen sind in Abschnitt 7.1 „100565 Elektromagnetische Störfestigkeit (EMI) für sicherheitsbezogene Schaltungen nach ISO 13849“ beschrieben.

- Die Umsetzung dieser Maßnahmen sind für die Einhaltung der Anforderungen der EMV-Richtlinie 2014/30/EU und deren harmonisierten Normen erforderlich und sollten eigentlich immer umgesetzt sein.

Nr.		Punktzahl	Quelle
	Konstruktion, Programmierung, Ausbildung, Beobachtungen während des Einsatzes		
19	Software/Firmware mit Diagnosefunktion auf Bauteil- oder Systemebene, z. B. durch Plausibilitätsprüfungen, Daten-Kreuzvergleich im Fall von Redundanz, Selbsttests	20	ISO 13849-1, Tabelle L.1

Ziel

- Es sollen die Auswirkungen von elektromagnetischen Störungen erkannt werden, damit ein sicherer Zustand herbeigeführt werden kann.

Umsetzung

- Jede Sicherheitsfunktion wird mit einer Diagnosemaßnahme überwacht. Dies ist bei Kategorien 2, 3 und 4 bereits in der Sicherheitsschaltung vorgesehen.
- Bei Kategorie B und 1 ist ebenfalls eine Diagnosemaßnahme vorzusehen. Dies kann auch durch eine funktionale Steuerung erfolgen. Wird ein Fehler bei diesen Diagnosefunktionen erkannt, kann ein sicherer Zustand über die Sicherheitsschaltung angefordert werden.

Nr.		Punktzahl	Quelle
	Konstruktion, Programmierung, Ausbildung, Beobachtungen während des Einsatzes		
20	Konstrukteure besitzen die Erfahrung oder wurden ausgebildet (einschließlich eines Ausbildungsnachweises, z. B. ein Ausbildungszertifikat), damit sie die Ursachen für und die Folgen durch elektromagnetische Störungen nachvollziehen können	20	ISO 13849-1, Tabelle L.1

Anwendungsbereich

- Die Konstrukteure bzw. Entwickler der Sicherheitsschaltung sind im Bereich elektromagnetische Verträglichkeit geschult. Nach dieser Schulung kennen sie die Ursachen und Folgen für elektromagnetische Störungen, kennen mögliche Maßnahmen gegen die Ursachen und wie diese anzuwenden sind.
- Die Schulung muss auch das Durchführen einer EMV-Analyse, Erstellung eines EMV-Plans und einer EMV-Risikobeurteilung vermitteln.
- Für Sicherheitsschaltungen sollten wirkungsvollere Maßnahmen gegen elektromagnetische Störungen getroffen werden, wie bei einer funktionalen Steuerung.

Umsetzung

- Konstrukteure bzw. Entwickler werden geschult und legen eine Prüfung ab. Es wird für den Nachweis ein Zertifikat ausgestellt, dass die Konstrukteure bzw. Entwickler diese Qualifizierungsmaßnahme erfolgreich bestanden haben.

Nr.		Punktzahl	Quelle
	Konstruktion, Programmierung, Ausbildung, Beobachtungen während des Einsatzes		
21	Wiederverwendung eines spezifischen Entwurfs eines funktionalen Sicherheitssystems, der zuvor in einer ähnlichen elektromagnetischen Umgebung eingesetzt wurde und sich als sehr zuverlässig ohne bekannte EMI-Probleme erwiesen hat	30	ISO 13849-1, Tabelle L.1

Anwendungsbereich

- Eine Sicherheitsschaltung ist vollständig entwickelt, validiert und dokumentiert. In der Praxis hat sich gezeigt, dass keine EMV-Probleme aufgetreten sind.
- Bitte Definition „Beobachtungen während des Einsatzes“ in Abschnitt „6.7 Konstruktion, Programmierung, Ausbildung, Beobachtungen während des Einsatzes“ muss berücksichtigt werden.

Umsetzung

- Es wird eine bestehende Sicherheitsschaltung mit identischem Aufbau verwendet. Entfernen und hinzufügen von sicherheitsbezogenen Eingängen kann möglich sein, wenn diese der bestehenden Lösung entsprechen.

6.8 Stromversorgung des SRP/CS

Nr.		Punktzahl	Quelle
	Stromversorgung des SRP/CS		
22	Stromversorgungen mit Niederspannungs-Wechselstrom oder - Gleichstrom mit isolierten Transformatoren nach IEC 61558-2-16, und/oder SELV-Versorgungen nach IEC 60950-1, IEC 62368-1 und/oder SELV- oder PELV-Versorgungen nach EN 50178	20	ISO 13849-1, Tabelle L.1

Hinweise zu den angegebenen Normen

Es sind folgende Normen für Stromversorgungen aufgeführt:

- EN 50178 - Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln
- IEC 62368-1 - Einrichtungen für Audio/Video-, Informations- und Kommunikationstechnik - Teil 1: Sicherheitsanforderungen
- IEC 60950-1 - Einrichtungen der Informationstechnik - Sicherheit - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- IEC 61558-2-16 - Sicherheit von Transformatoren, Drosseln, Netzgeräten und entsprechenden Kombinationen - Teil 2-16: Besondere Anforderungen und Prüfungen für Schaltnetzteile und Transformatoren für Schaltnetzteile für allgemeine Anwendungen

Diese Normen sind unter der Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU teilweise nicht mehr harmonisiert und teilweise international nicht anerkannt. Nach dem Leitfaden „Auswahl von Sicherheitsnormen für Stromversorgungen“ des ZVEI von 2019 wird für Industrie-Schaltschränke die Verwendung folgender Norm empfohlen:

- DIN EN IEC 61010-2-201 - Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - Teil 2-201: Besondere Anforderungen für Steuer- und Regelgeräte

Anwendungsbereich

- Relevant für alle Sicherheitsschaltungen, unabhängig von der Kategorie.
- Hier wird nur die Stromversorgung der Sicherheitsschaltung betrachtet.

Umsetzung

- Die Stromversorgung der Sicherheitsschaltung erfolgt durch einen Sicherheitstransformator, PELV- oder SELV-Netzteil. Die funktionale Steuerung darf über die gleiche Stromversorgung erfolgen.

- Die zulässigen Stromversorgungen sind
 - PELV-Netzteile nach EN IEC 61010-2-201
 - Steuertransformator mit getrennten Wicklungen nach IEC 61558-2-16
 - SELV-Netzteile nach EN IEC 61010-2-201

Nr.		Punktzahl	Quelle
	Stromversorgung des SRP/CS		
23	Redundante SPS mit separatem Schaltnetzteil für das SRP/CS mit Kanal 1 / 2	10	ISO 13849-1, Tabelle L.1

Interpretationen

- Als „redundante SPS“ werden zwei funktionale SPS (eine in jedem Kanal) betrachtet. Siehe Abschnitt „6.4 SPS als Teil des SRP/CS“.

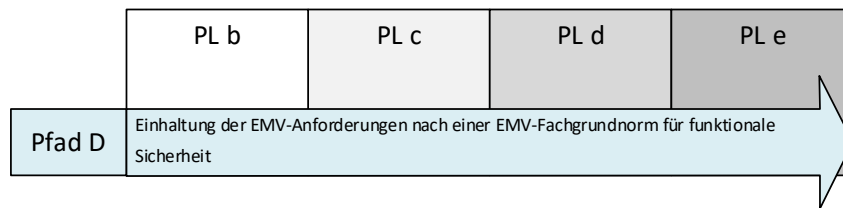
Anwendungsbereich

- Nur relevant für Sicherheitsschaltungen mit Kategorie 2, 3 oder 4.
- Nur relevant, wenn zwei funktionale SPSen (eine in jedem Kanal) verwendet werden.
- Wird ein Sicherheitsschaltgerät verwendet, ist diese Maßnahme nicht relevant. Es wird allerdings auch hier für die Sicherheitsschaltung ein getrenntes PELV- oder SELV-Netzteil empfohlen.

Umsetzung

- Für die Sicherheitsschaltung wird ein getrenntes PELV- oder SELV-Netzteil verwendet.
- Die zulässigen Schaltnetzteile sind
 - PELV- oder SELV-Netzteile nach EN 50178
 - SELV-Netzteil nach IEC 60950-1 oder IEC 62368-1

7 Pfad D: Fachgrundnorm für funktionale Sicherheit IEC 61000-6-7



Sind auf Produktebene keine hinreichenden Maßnahmen für die Störfestigkeit gegen elektromagnetische Störungen möglich oder umgesetzt, kann auch der Pfad D gewählt werden. Hier werden auf Systemebene Maßnahmen und Prüfungen nach einer der folgenden Normen umgesetzt:

- IEC 61000-6-7 - Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-7: Fachgrundnormen - Störfestigkeitsanforderungen an Geräte und Einrichtungen, die zur Durchführung von Funktionen in sicherheitsbezogenen Systemen (funktionale Sicherheit) an industriellen Standorten vorgesehen sind
- IEC 61326-3-1 - Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - EMV-Anforderungen - Teil 3-1: Störfestigkeitsanforderungen für sicherheitsbezogene Systeme und für Geräte, die für sicherheitsbezogene Funktionen vorgesehen sind (Funktionale Sicherheit) - Allgemeine industrielle Anwendungen

Hinweise

- Diese Maßnahmen und Prüfungen beziehen sich auf die Sicherheitsschaltung und nicht auf die vollständige Maschine.

8 Verwendete Literatur

8.1 Zitierte Unterlagen von Festo

- [1] [100565 Elektromagnetische Störfestigkeit \(EMI\) für sicherheitsbezogene Schaltungen nach ISO 13849](#)

8.2 Normen

- [2] DIN EN ISO 4414:2011-04 - Fluidtechnik - Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Pneumatikanlagen und deren Bauteile (ISO 4414:2010); Deutsche Fassung EN ISO 4414:2010
- [3] ISO 5598:2020-01 - Fluidtechnik - Vokabular
- [4] DIN EN ISO 12100:2011-03 - Sicherheit von Maschinen - Allgemeine Gestaltungsleitsätze - Risikobeurteilung und Risikominderung (ISO 12100:2010); Deutsche Fassung EN ISO 12100:2010
- [5] DIN EN ISO 13849-1:2023-12 – Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze (ISO 13849-1:2023); Deutsche Fassung EN ISO 13849-1:2023
- [6] DIN EN ISO 13849-2:2013-02 - Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 2: Validierung (ISO 13849-2:2012); Deutsche Fassung EN ISO 13849-2:2012
- [7] ISO 19973-1:2015-08 - Pneumatik - Bewertung der Zuverlässigkeit von Bauteilen durch Prüfung - Teil 1: Allgemeine Verfahren
- [8] VDMA 24584:2022-06 - Sicherheitsfunktionen geregelter und nicht geregelter (fluid-) mechanischer Systeme.
- [9] DIN EN 50178:1998-04 - Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln; Deutsche Fassung EN 50178:1997
- [10] DIN EN 61000-1-2:2017-07 - Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 1-2: Allgemeines - Verfahren zum Erreichen der funktionalen Sicherheit von elektrischen und elektronischen Systemen einschließlich Geräten und Einrichtungen im Hinblick auf elektromagnetische Phänomene (IEC 61000-1-2:2016); Deutsche Fassung EN 61000-1-2:2016
- [11] DIN EN 61000-6-7:2015-12 - Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 6-7: Fachgrundnormen - Störfestigkeitsanforderungen an Geräte und Einrichtungen, die zur Durchführung von Funktionen in sicherheitsbezogenen Systemen (funktionale Sicherheit) an industriellen Standorten vorgesehen sind (IEC 61000-6-7:2014); Deutsche Fassung EN 61000-6-7:2015
- [12] DIN EN IEC 61010-2-201:2025-11 - Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - Teil 2-201: Besondere Anforderungen für Steuer- und Regelgeräte (IEC 61010-2-201:2024); Deutsche Fassung EN IEC 61010-2-201:2024
- [13] DIN EN 61131-6:2013-10 - Speicherprogrammierbare Steuerungen - Teil 6: Funktionale Sicherheit (IEC 61131-6:2012); Deutsche Fassung EN 61131-6:2012
- [14] DIN EN IEC 61326-3-2:2019-10 - Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - EMV-Anforderungen - Teil 3-2: Störfestigkeitsanforderungen für sicherheitsbezogene Systeme und für Geräte, die für sicherheitsbezogene Funktionen vorgesehen sind (Funktionale Sicherheit) - Industrielle Anwendungen in spezifizierter elektromagnetischer Umgebung (IEC 61326-3-2:2017); Deutsche Fassung EN IEC 61326-3-2:2018
- [15] DIN EN 60204-1:2026-06 - Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60204-1:2016, modifiziert + AMD1:2021); Deutsche Fassung EN 60204-1:2018 + A1:2025
- [16] DIN EN 60950-1:2014-08 - Einrichtungen der Informationstechnik - Sicherheit - Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60950-1:2005, modifiziert + Cor.:2006 + A1:2009, modifiziert + A1:2009/Cor.:2012 + A2:2013, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60950-1:2006 + A11:2009 + A1:2010 + A12:2011 + AC:2011 + A2:2013
- [17] DIN EN 60947-5-3:2014-12 - Niederspannungsschaltgeräte - Teil 5-3: Steuergeräte und Schaltelemente - Anforderungen für Näherungsschalter mit definiertem Verhalten unter Fehlerbedingungen (PDDb) (IEC 60947-5-3:2013); Deutsche Fassung EN 60947-5-3:2013
- [18] DIN EN 61326-3-1:2018-04 - Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - EMV-Anforderungen - Teil 3-1: Störfestigkeitsanforderungen für sicherheitsbezogene Systeme und für Geräte, die für sicherheitsbezogene Funktionen vorgesehen sind (Funktionale Sicherheit) - Allgemeine industrielle Anwendungen (IEC 61326-3-1:2017); Deutsche Fassung EN 61326-3-1:2017
- [19] DIN EN 61508:2011-02 - Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme (IEC 61508:2010); Deutsche Fassung EN 61508:2010
- [20] DIN EN 61508-4:2011-02 - Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme - Teil 4: Begriffe und Abkürzungen (IEC 61508-4:2010); Deutsche Fassung EN 61508-4:2010

- [21] DIN EN 61511:2019-02 - Funktionale Sicherheit - PLT-Sicherheitseinrichtungen für die Prozessindustrie (IEC 61511:2016); Deutsche Fassung EN 61511-1:2017
- [22] DIN EN IEC 61558-2-16:2025-10 - Sicherheit von Transformatoren, Drosseln, Netzgeräten und deren Kombinationen - Teil 2-16: Besondere Anforderungen und Prüfungen für Schaltnetzteile und Transformatoren für Schaltnetzteile für allgemeine Anwendungen (IEC 61558-2-16:2021 + COR1:2023); Deutsche Fassung EN IEC 61558-2-16:2025
- [23] DIN EN IEC 61800-3:2024-04 - Drehzahlveränderbare elektrische Antriebssysteme - Teil 3: EMV-Anforderungen einschließlich spezieller Prüfverfahren für Antriebssysteme und Werkzeugmaschinen mit darin enthaltenen Antriebssystemen (IEC 61800-3:2022); Deutsche Fassung EN IEC 61800-3:2023
- [24] DIN EN IEC 62061:2023-02 - Sicherheit von Maschinen - Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener Steuerungssysteme (IEC 62061:2021); Deutsche Fassung EN IEC 62061:2021
- [25] DIN EN 61800-5-2:2017-11 - Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl - Teil 5-2: Anforderungen an die Sicherheit - Funktionale Sicherheit (IEC 61800-5-2:2016); Deutsche Fassung EN 61800-5-2:2017
- [26] DIN EN IEC 62368-1:2025-01 - Einrichtungen für Audio/Video-, Informations- und Kommunikationstechnik - Teil 1: Sicherheitsanforderungen (IEC 62368-1:2023, modifiziert); Deutsche Fassung EN IEC 62368-1:2024 + A11:2024

8.3 Rechtsvorschriften

- [27] Maschinenrichtlinie: Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung)
- [28] Maschinenverordnung: Verordnung (EU) 2023/1230 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Juni 2023 über Maschinen und zur Aufhebung der Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates und der Richtlinie 73/361/EWG des Rates
- [29] EMV-Richtlinie: Richtlinie 2014/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit

9 Informationen über das Dokument

9.1 Allgemeine Angaben

Dokumentennummer	100513
Titel	Elektromagnetische Störfestigkeit (EMI)
Untertitel	Interpretation ISO 13849-1, Anhang L

9.2 Revisionshistorie

Vers.	Datum	Bearb.	Kapitel	Beschreibung der Änderung/Auswirkung
1.10	21.07.2026	JKHL	Alle	Erstellung des Dokuments

9.3 Genehmigung/Freigabe des Dokuments

Rolle	Unterschrift
Freigabe	

9.4 Gültigkeitsdauer

Das Dokument ist bis 21.07.2031 gültig oder bis eines der verwendeten Dokumente oder die erforderliche relevante Grundlage geändert wird.



Haben Sie Fragen zu dieser Application Note?

Sie können uns gerne Ihre Fragen über das Kontaktformular zukommen lassen.



Suchen Sie Safety Application Notes mit Lösungsbeispielen für die wichtigsten Sicherheits-Teilfunktionen in der Pneumatik?

Im Support Portal erweitern wir regelmäßig unsere Sammlung mit Dokumenten.



Wollen Sie sich einen Gesamtüberblick zur Maschinen- und Anlagesicherheit verschaffen?

In unserem Leitfaden haben wir Informationen zur Maschinensicherheit und funktionalen Sicherheit zusammengestellt.

Leitfaden herunterladen.



Benötigen Sie weitere Unterstützung?

Wir bieten auch Dienstleistungen für Maschinensicherheit an

- Risikobeurteilung
- Sicherheitskonzept
- Schaltungsentwicklung
- Verifizierung / Validierung



Angebot können Sie gerne über das Kontaktformular einholen.

Benötigen Sie Schulungen oder eine Weiterbildung?

Bei Festo Didactic finden Sie Schulungen zur Maschinensicherheit, zur Funktionalen Sicherheit und zum Thema CE-Kennzeichnung.



Angebot für Schulung oder Workshop anfragen.

