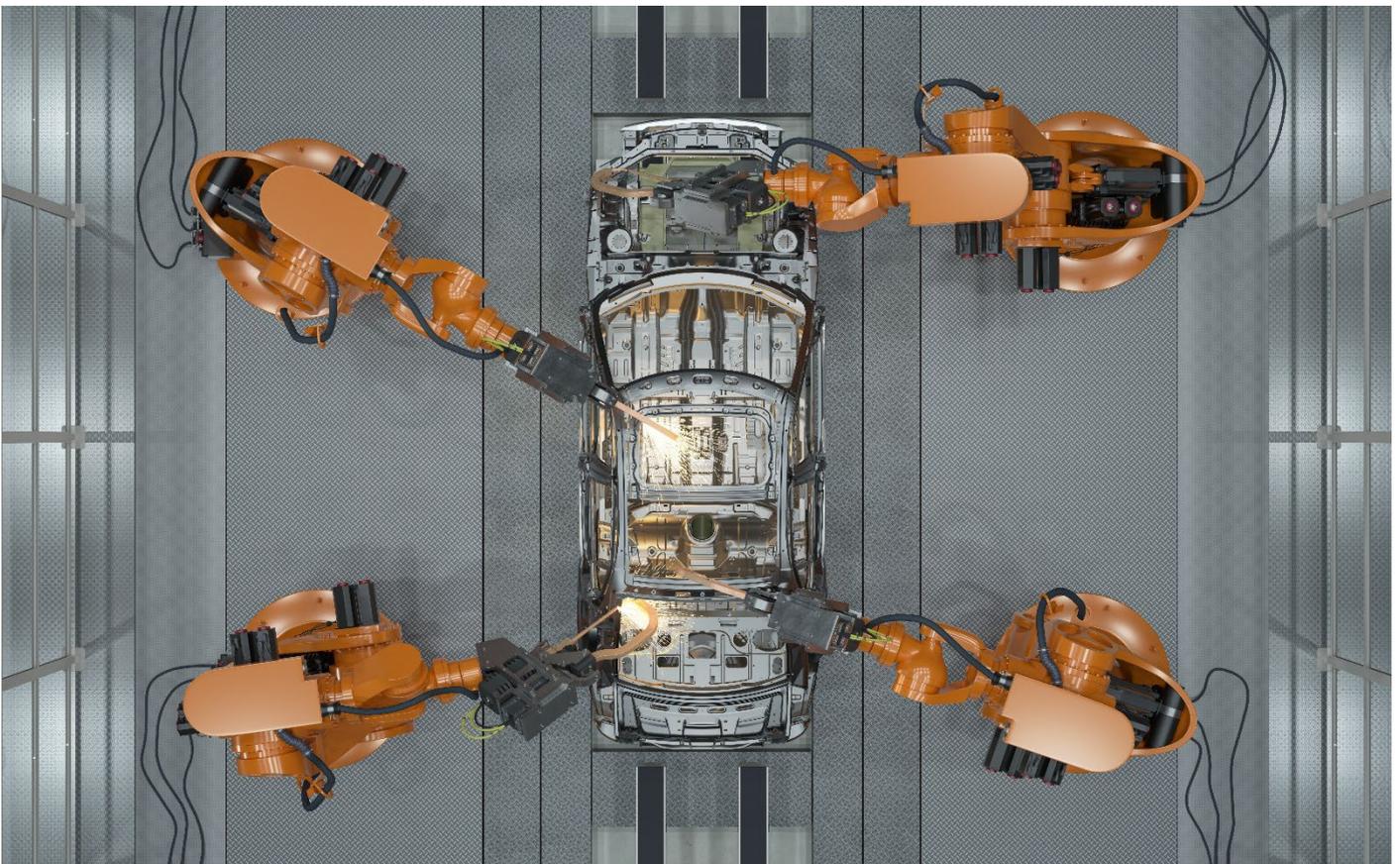


Whitepaper

EMV in Verbindung mit funktionaler Sicherheit

Im Rahmen klassischer EMV-Produktprüfungen liegt der Fokus im Wesentlichen darauf, dass Geräte und Systeme in ihrer elektromagnetischen Umgebung zufriedenstellend funktionieren. Hinsichtlich der Störfestigkeit werden hier u. a. Bewertungskriterien (A, B, C) für die Performance definiert. Je nach Art der Prüfung sind bestimmte Beeinträchtigungen des geprüften Systems während und/oder nach der Prüfung erlaubt. Wenn es sich jedoch um sicherheitsbezogene Systeme (z. B. industrielle Prozesse und Robotersysteme) handelt, kommt das Thema funktionale Sicherheit ins Spiel.



Funktionale Sicherheit ist die Sicherheit vor Gefährdung, die aus der (fehlerhaften) Funktion einer Einrichtung resultiert. Laut EN 61508-4 ist sie Teil der Gesamtsicherheit, bezogen auf die überwachte Einrichtung (EUC, Equipment Under Control) und deren Steuersystem. Sie hängt von der korrekten Funktion des elektrischen, elektronischen oder elektronisch programmierbaren (E/E/PE) sicherheitsbezogenen Systems, der sicherheitsbezogenen Systeme anderer Technologie und externer Einrichtungen zur Risikominderung ab. Das Ziel der in diversen Normen beschriebenen Verfahren ist es, zu verhindern, dass es zu einer Beeinträchtigung der Sicherheitsfunktion(en) und als Folge zu einem unannehmbaren Schadensrisiko für Personen und/oder die Umgebung kommt.

In diesem Zusammenhang werden z. B. in IEC 61508 Sicherheitsintegritätslevel (SIL; Safety Integrity Level) definiert. Das sind vier diskrete Stufen, die einem Wertebereich der Sicherheitsintegrität entsprechen, wobei Level 4 die höchste und Level 1 die niedrigste Stufe der Sicherheitsintegrität darstellt. Die Sicherheitsintegrität beinhaltet, dass ein sicherheitsbezogenes System die sicherheitsbezogenen Funktionen innerhalb eines festgelegten Zeitraumes anforderungsgemäß ausführt.

Die vier Level sind hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit des Ausfalls einer Sicherheitsfunktion mit niedriger Anforderungsrate wie folgt festgelegt:

Sicherheitsintegritätslevel (SIL)	Mittlere Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls bei Anforderung der Sicherheitsfunktion (PFD_{avg})
4	$\geq 10^{-5}$ bis $> 10^{-4}$
3	$\geq 10^{-4}$ bis $> 10^{-3}$
2	$\geq 10^{-3}$ bis $> 10^{-2}$
1	$\geq 10^{-2}$ bis $> 10^{-1}$

SIL 2 würde z. B. bedeuten, dass nicht mehr als ein gefährlicher Ausfall der Sicherheitsfunktion in 100 Jahren auftreten darf.

Funktionale Sicherheit ist ein übergreifendes Thema; eine umfassende Sicherheitsanalyse muss somit u. a. auch die Einflüsse von elektromagnetischen Störgrößen einbeziehen.

Der normative Zusammenhang von EMV und funktionaler Sicherheit ist durchaus komplex. Die Basis bildet hierbei die EN 61000-1-2: Verfahren zum Erreichen der funktionalen Sicherheit von elektrischen und elektronischen Systemen einschließlich Geräten und Einrichtungen im Hinblick auf elektromagnetische Phänomene.

Diese Norm enthält u. a.:

- Schritte zum Erreichen funktionaler Sicherheit im Hinblick auf EMV
- Management der EMV im Hinblick auf funktionale Sicherheit
- EMV-Gesichtspunkte des Entwurfs- und Integrationsprozesses
- Prüfphilosophie für sicherheitsbezogene Systeme

Die EN 61000-1-2 enthält dabei eine Vielzahl von Verweisen und Referenzen für die Normenreihe EN 61508, welche die Basisnorm für die Bewertung von Sicherheitsfunktionen darstellt.

Wichtige Normen zu EMV und funktionaler Sicherheit sind in diesem Zusammenhang:

- EN 61000-6-7: Störfestigkeitsanforderungen an Geräte und Einrichtungen, die zur Durchführung von Funktionen in sicherheitsbezogenen Systemen (funktionale Sicherheit) an industriellen Standorten vorgesehen sind (Fachgrundnorm)
- EN 61326-3-1: Störfestigkeitsanforderungen für sicherheitsbezogene Systeme und für Geräte, die für sicherheitsbezogene Funktionen vorgesehen sind (Funktionale Sicherheit) – Allgemeine industrielle Anwendungen (Produktnorm)
- Auf andere Einsatzbereiche als den Industriebereich ist ggf. die EN 61326-3-2 anzuwenden.

Die Produktnorm EN 61326-3-1 ist relevant für Systeme entsprechend dem Anwendungsbereich aus EN 61326-1 für Prozesssteuerungen, leittechnische Ausrüstungen usw. Die Fachgrundnorm EN 61000-6-7 ist,

wie allgemein in der EMV, typischerweise dann anzuwenden, wenn es keinen passenden Produktstandard gibt.



Die EN 61326-3-1 steht dabei in der Anwendung nicht allein, sondern ist im Zusammenspiel mit den Anforderungen aus EN 61326-1 zu sehen. Letztere enthält die entsprechenden Anforderungen an Störaussendung und Störfestigkeit mit den dort definierten Grenzwerten, Prüfpegeln und Beeinflussungskriterien (A, B, C) im „normalen“ Betrieb. Die hier geforderten Störschwellen berücksichtigen jedoch nicht extreme Fälle, die – mit äußerst geringer Eintrittswahrscheinlichkeit – an jedem Ort auftreten können.

Deshalb legt die EN 61326-3-1 zusätzlich Anforderungen an Systeme und Geräte in industriellen Anwendungen fest, die für Sicherheitsfunktionen gemäß IEC 61508 vorgesehen sind. Diese zusätzlichen Anforderungen gelten nicht für die nicht sicherheitsbezogenen Funktionen der Geräte oder Systeme. Erhöhte Anforderungen beinhalten im Wesentlichen höhere Prüfpegel. Als Beispiel gelten 20 V/m statt 10 V/m bei der Feldbeeinflussung, Burst mit 3 kV statt 2 kV und Surge mit 4 kV statt 2 kV. Weiterhin nötig sind aber auch zusätzliche Prüfungen wie die niederfrequente Beeinflussung nach EN 61000-4-16.

Die einzelnen Prüfanforderungen mit den höheren Störfestigkeitspegeln sind jedoch nicht nach den Kriterien A, B, C zu bewerten, sondern gemäß DS (Defined State), wonach bei einer potentiellen Störung ein definierter Zustand des Systems eingehalten werden muss. Beim Kriterium DS liegt der Schwerpunkt darauf, dass keine Beeinträchtigung der funktionalen Sicherheit auftritt, wenn eine Funktion nicht mehr gemäß ihrer Spezifikation ausgeführt wird. So kann es ggf. erlaubt sein, dass ein Robotersystem stehen bleibt. Es darf jedoch nicht von selbst unkoordiniert wieder anlaufen oder seine Bewegungsabläufe ändern, da sonst ein unannehmbares Schadensrisiko für Personen und/oder die Umgebung auftreten könnte.

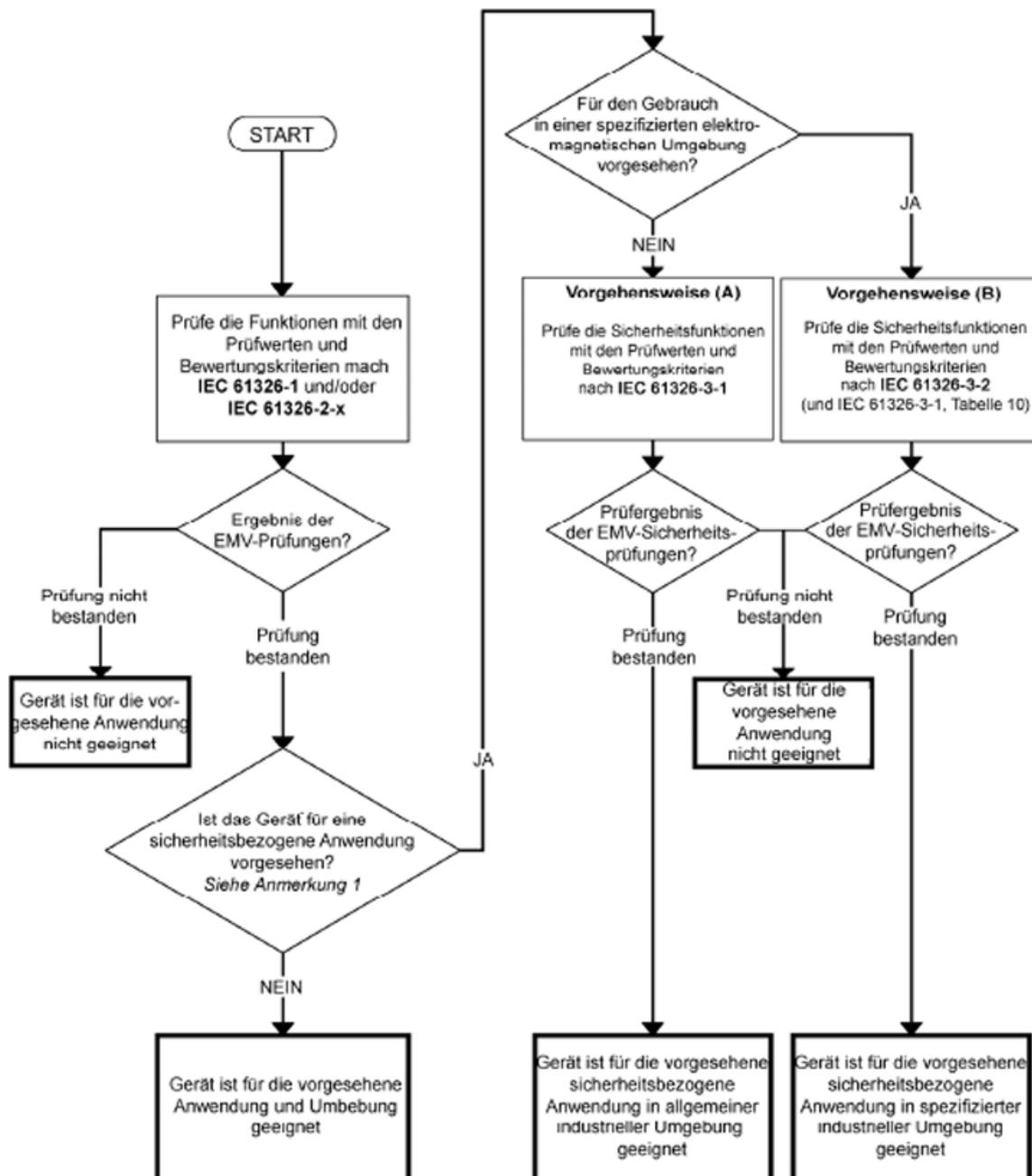
Gleichzeitig bedeutet dies jedoch, dass der Betriebszustand oder die Konfiguration bei der Durchführung der Tests nach EN 61326-1 und EN 61326-3-1 durchaus unterschiedlich sein können oder sogar sein müssen, was nicht nur Auswirkungen auf die Prüfdauer, die Kosten und den zeitlichen Ablauf einer EMV-Qualifikation hat. Auch das System muss dem EMV-Labor in unterschiedlichen definierten Zuständen und Konfigurationen zur Verfügung gestellt werden. Es ist daher sehr wichtig, das Thema funktionale Sicherheit bereits im Prüfplan zu definieren und rechtzeitig mit dem Labor in der Angebotsphase abzustimmen.

Die Basis des Prüfplans resultiert idealerweise aus der Risiko-Analyse als zentralem Element der EN-61508-Normenreihe und ebenso sollte bei seiner Erstellung das Prüflabor bereits im Vorfeld mit eingebunden werden. Dies stellt sicher, dass wirklich alle relevanten Themen aufgeführt und definiert werden. Die Inhalte des Prüfplans sind in Kapitel 5 der EN 61326-3-1 festgelegt und beinhalten u. a.:

- Konfiguration des Prüflings inkl. Schnittstellen
- Betriebsbedingungen während der Prüfung
- Funktionskriterien
- Bewertungskriterien

Diese Informationen werden gleichzeitig für den Prüfbericht des Labors benötigt, dessen Inhalt in Kapitel 9 der EN 61326-3-1 definiert ist. Da der Prüfbericht zumeist auf Englisch erstellt wird, sollte dasselbe auch beim Prüfplan der Fall sein, um Zusatzaufwand für Übersetzungen zu vermeiden.

Dem Flussdiagramm aus EN 61326-3-1 sind die Zusammenhänge zwischen EN 61326-1 und EN 61326-3-x zu entnehmen:



Die Anwendung der EN 61000-6-7 erfolgt im Rahmen der Störfestigkeit konsequenterweise in Verbindung mit EN 61000-6-2. Die beim Prüflabor oft angefragte Kombination von EN 61326-3-1 und EN 61000-6-2 ist normativ eigentlich nicht vorgesehen und deshalb im Grunde genommen falsch.

Neben industriellen Prozessen bestehen aber auch weitere Produktbereiche, für die es spezielle EMV-Anforderungen an die funktionale Sicherheit gibt. Für Erdbaumaschinen und Baumaschinen inkl. deren Komponenten ist das die EN ISO 13766-2. Während Teil 1 dieser Norm die allgemeinen EMV-Anforderungen unter typischen EMV-Umgebungen definiert, beinhaltet Teil 2 die zusätzlichen (höheren) Anforderungen an kritische Funktionen und Prozesse der funktionalen Sicherheit. Bei der Feldbeeinflussung gelten hier statt des 30-V/m-Pegels, je nach Frequenzbereich, bis zu 100 V/m oder bei ESD ± 15 kV statt ± 8 kV bei Luftentladung. Für sicherheitsbezogene Funktionen und Prozesse gilt im Rahmen der höheren Prüfpegel ein spezielles Störkriterium FS (Fail Safe), das im kritischen Beeinflussungsfall zu einem definierten „Betriebszustand“ führen muss.

Analog gilt das Gesagte für den aktuellen Normentwurf der ISO/DIS 14982-2 für land- und forstwirtschaftliche Maschinen und deren Komponenten. Auch hier werden für kritische Funktionen höhere Prüfpegel im Zusammenhang mit dem Störkriterium Fail to Safe State definiert.

Fazit:

Die Prüfung eines Systems bzgl. EMV im Zusammenhang mit funktionaler Sicherheit ist weit komplexer als bei Standardprojekten – sowohl für die Projektverantwortlichen als auch im Prüflabor. Für die Vorbereitung und Klärung aller relevanten Aspekte muss ausreichend Zeit eingeplant werden. Je besser die Vorbereitung auf beiden Seiten, desto reibungsloser ist erfahrungsgemäß der Ablauf der EMV-Prüfungen. Es ist zu berücksichtigen, dass für bestimmte sicherheitsrelevante Prozesse im Rahmen der funktionalen Sicherheit neben der klassischen Performance ggf. zusätzliche spezielle Betriebszustände im zu prüfenden System eingestellt werden müssen. Das führt dann zu weiteren Prüfabläufen statt nur zu Tests mit höheren Prüfpegeln. Im Rahmen des Entwicklungsprozesses ist zusätzlich zu berücksichtigen, dass die höheren Prüfpegel aus im Rahmen von rechtzeitig durchgeführten entwicklungsbegleitenden Prüfungen am System verifiziert werden. Das schützt zusätzlich vor unvorhergesehenen Überraschungen und ggf. zeitlich und kostenmäßig ungeplanten Re-Designs.

Ihr Kontakt:

SGS Germany GmbH
Benzstraße 26
82178 Puchheim bei München

t: +49 89 787475 222

E-Mail: emc-safety@sgs.com