

Kombination zertifizierter Teilsysteme aus verschiedenen Branchen



In Maschinensteuerungen nach DIN EN ISO 13849 können unter anderem vorbewertete oder zertifizierte Sicherheitskomponenten aus anderen Anwendungsbereichen eingesetzt werden. Für ihre sichere und normgerechte Integration müssen die zugrunde liegenden Bewertungsmethoden, Annahmen und Einsatzbedingungen sorgfältig geprüft und auf die jeweilige Anwendung übertragen werden. Diese Broschüre erläutert die dabei zu berücksichtigenden Aspekte.

Inhaltsverzeichnis

1	Ziele und Anwendungsbereich	3	5	Kombination von vorbewerteten Teilsystemen nach DIN EN IEC 61511 und DIN EN ISO 13849	11
2	Allgemein	3	5.1	Anwendungsbereich	11
2.1	DIN EN ISO 13849-1 (Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen)	3	5.2	Sicherheitsintegritätslevel (SIL) und Performance Level (PL)	11
2.2	Grenzbedingungen der DIN EN ISO 13849-1	4	5.3	Lebenszyklusansatz	11
2.3	DIN EN 61508 (Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme)	4	5.4	Technologische Abdeckung	11
2.4	DIN EN IEC 62061 (Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener Steuerungssysteme)	5	5.5	High Demand Teilsystem (Subsystem) in einer Low Demand Sicherheitsfunktion (Prozessindustrie)	12
2.5	DIN EN ISO 25119-1 (Traktoren und Maschinen für die Land- und Forstwirtschaft)	5	5.6	Low Demand Teilsystem (Subsystem) in einer High Demand Sicherheitsfunktion (Maschinen)	12
2.6	DIN EN 61511 (PLT-Sicherheitseinrichtungen für die Prozessindustrie)	6	5.6.1	Allgemein	12
2.7	ISO 26262 (Straßenfahrzeuge)	7	5.6.2	Beispiel einer Anwendung nach der DIN EN ISO 13577-2:2021-11	12
2.8	DIN EN ISO 19014-1 (Erdbaumaschinen)	7	5.6.3	Bewertungsgrundlagen	13
3	Kombination von SIL- (DIN EN 61508/ DIN EN IEC 62061) und PL-Teilsystemen (DIN EN ISO 13849)	8	5.6.4	Quantifizierung	13
3.1	SIL und PL	8	6	Kombination von ASIL- und SIL/PL-Komponenten	14
3.1.1	Safety Integrity Level (SIL)	8	6.1	Anwendungsbereich	14
3.1.2	Performance Level (PL)	8	6.2	Risikobewertung	14
3.2	Gemeinsame Anwendung	8	6.3	Sicherheitslebenszyklus	14
3.3	Anforderungen der DIN EN ISO 13849-1:2023-12: Zusammenhang zwischen PL und SIL	9	6.4	Sicherheitsanforderungen	15
3.4	Anforderungen nach DIN EN IEC 62061:2025-12: Verwendung vorbewerteter Teilsysteme	9	6.5	ASIL-Komponenten im Maschinenbau	15
4	Kombination von zertifizierten Teilsystemen nach DIN EN ISO 13849 und DIN EN ISO 25119-1	10	7	Kombination von BM PL und SIL/PL	15
4.1	Allgemein	10	8	Zusammenfassung	16
4.2	Unterschiede	10			
4.3	Kann ein nach DIN EN ISO 25119 zertifiziertes Teilsystem, 1 zu 1 in einer Maschinensteuerung (DIN EN ISO 13849, DIN EN IEC 62061 oder DIN EN 61508) verwendet werden?	10			
4.4	Schlussfolgerung	11			

1 Ziele und Anwendungsbereich

Können vorbewertete/zertifizierte Sicherheitskomponenten, die für andere Einsatzbereiche entwickelt wurden, in einer Maschinensteuerung nach DIN EN ISO 13849 verwendet werden?

Die funktionale Sicherheit von Teilsystemen (Subsystemen) und deren Sicherheitsfunktionen können nach unterschiedlichen Normen bewertet werden. Aufgrund der zum Teil sehr unterschiedlichen Herangehensweisen und zugrunde gelegten Voraussetzungen beim Entwurf und der Validierung ergibt sich die Fragestellung, wie diese Teilsysteme miteinander kombiniert oder gegenseitig integriert werden können.

Dieses Dokument versucht die Frage aus der Sicht des allgemeinen Maschinenbaus zu beantworten.

Folgende Standards werden herangezogen:

- DIN EN IEC 62061:2025-12, Sicherheit von Maschinen – Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener Steuerungssysteme (IEC 62061:2021 + AMD1:2024); Deutsche Fassung EN IEC 62061:2021 + A1:2024 (VDE 0113-50:2025-12)
- DIN EN 61508:2011-02, Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme (Teile 1 bis 7)
- DIN EN ISO 25119-1:2024-07, Traktoren und Maschinen für die Land- und Forstwirtschaft – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungs- und Entwicklungsgrundsätze (ISO 25119-1:2018 + Amd 1:2020); Deutsche Fassung EN ISO 25119-1:2023 + A1:2023

- DIN EN 61511-1:2019-02, Funktionale Sicherheit – PLT-Sicherheitseinrichtungen für die Prozessindustrie – Teil 1: Allgemeines, Begriffe, Anforderungen an Systeme, Hardware und Anwendungsprogrammierung (IEC 61511-1:2016 + COR1:2016 + A1:2017); Deutsche Fassung EN 61511-1:2017 + A1:2017
- ISO 26262:2018-12, Road vehicles – Functional safety (Teile 1 bis 12)
- DIN EN ISO 19014-1:2019-06, Erdbaumaschinen – Funktionale Sicherheit – Teil 1: Methodik zur Bestimmung sicherheitsbezogener Teile der Steuerung und deren Leistungsanforderungen (ISO 19014-1:2018, Korrigierte Fassung 2019-02); Deutsche Fassung EN ISO 19014-1:2018

2 Allgemein

2.1 DIN EN ISO 13849-1 (Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen)

Die EN 954-1 stellt die erste internationale Norm dar, die den Anwendungsbereich der funktionalen Sicherheit von Maschinen regelt. Ihre erstmalige Veröffentlichung erfolgte im Jahr 1996. Die Norm behandelt die sicherheitsbezogenen Teile von Steuerungen und definiert Kategorien zur Strukturierung und Bewertung der Zuverlässigkeit von Steuerungssystemen.

Die Norm wurde anschließend als DIN EN ISO 13849-1 fortgeführt. Mit der Ausgabe 2006 wurde erstmals eine probabilistische Bewertung der Zuverlässigkeit von Sicherheitsfunktionen eingeführt.

Der Weg von der EN 954-1 zur EN ISO 13849-1

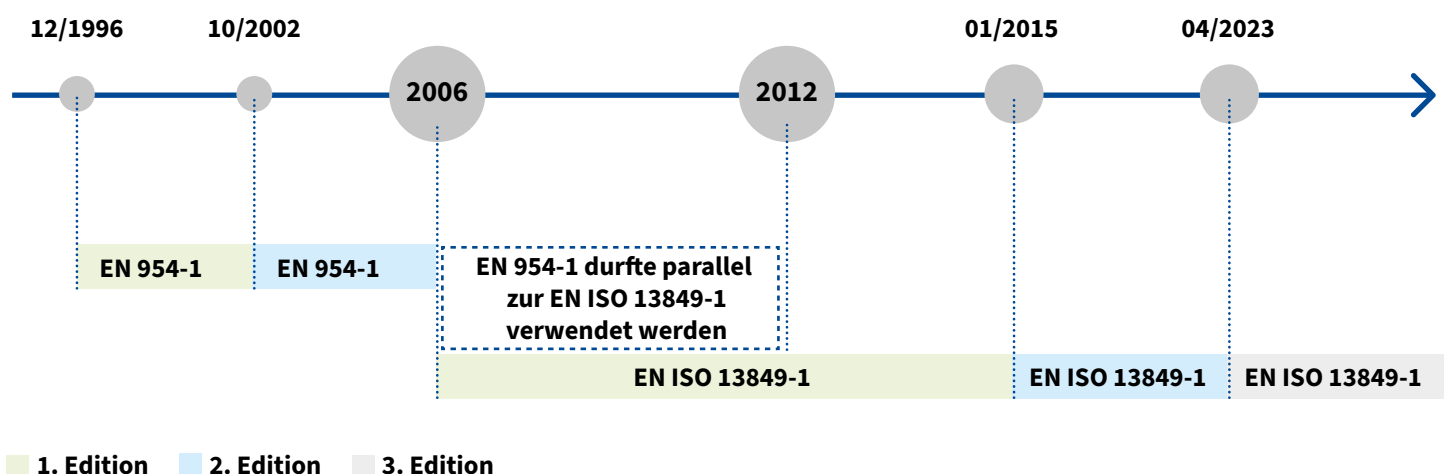


Abb. 1 Entwicklung der EN 954-1 zur ISO 13849-1, Quelle: BGHM

2.2 Grenzbedingungen der DIN EN ISO 13849-1

Voraussetzung für die Anwendung des vereinfachten Verfahrens zur Abschätzung der Ausfallhäufigkeit (PFH) in der DIN EN ISO 13849-1 ist der Entwurf der Sicherheitsfunktionen anhand der vorgesehenen Architekturen (Kategorien).

Sofern abweichende Architekturen in eine serielle Anordnung von Teilsystemen unterteilt werden können, denen jeweils eine bestimmte Kategorie zugeordnet ist, ergibt sich die PFH der gesamten Sicherheitsfunktion durch Addition der PFH-Werte sämtlicher Teilsysteme. Das vereinfachte Verfahren der DIN EN ISO 13849-1 kann auch dann angewendet werden, wenn eine andere Architektur auf eine der vorgesehenen Architekturen abgebildet werden kann. Dies erfolgt in der Regel durch Vereinfachungen, die eine Abschätzung hin zur sicheren Seite darstellen. Solche Vereinfachungen werden z. B. über das Weglassen von Redundanzen, die über eine zweikanalige Ausführung der Sicherheitsfunktion hinausgehen, erreicht. Das vereinfachte Verfahren geht von konstanten Ausfallraten (oder diese können als konstant genähert werden, T_{100} -Ansatz) innerhalb der vorgesehenen Gebrauchsdauer aus. Grundlage für dieses empirisch ermittelte Ausfallverhalten ist die sogenannte „Badewannenkurve“. Das vereinfachte Verfahren der DIN EN ISO 13849-1 basiert auf einer Beschränkung der sicherheitstechnischen Parameter, die in die PFH eingehen, auf vordefinierte Werte. Dies erlaubt eine tabellarische PFH-Bestimmung ohne großen Rechenaufwand. Mathematische Grundlage der tabellierten PFH-Werte im Anhang K sind Markov-Modellierungen der vorgesehenen Architekturen.

Eine weitere Voraussetzung für die Gültigkeit der PFH-Werte im Anhang K ist die Festlegung der Gebrauchsdauer der Sicherheitssteuerung auf 20 Jahre. Der Anteil der Ausfälle infolge gemeinsamer Ursache (β) ist auf maximal 2 % festgelegt, was durch eine Auswahl von Gegenmaßnahmen sichergestellt wird. Beispielsweise wird bei der einkanaligen, getesteten Architektur der Kategorie 2 (1oo1D) eine ausreichend hohe Testhäufigkeit gefordert.

Weitere Limitierungen des vereinfachten Verfahrens betreffen:

1. Kategorie B: $MTTF_D$ -Wert von 3 bis weniger als 30 Jahren
2. Kategorie 1: $MTTF_D$ -Wert von 30 bis 100 Jahren
3. Kategorie 2 oder 3: $MTTF_D$ -Wert von 3 bis 100 Jahren
4. Kategorie 4: $MTTF_D$ -Wert von 30 Jahren bis 2500 Jahren

Bei der PFH-Bestimmung müssen aus den im Anhang K tabellierten Stützwerten (ähnlich der logarithmischen E24-Reihe) die jeweils nächstniedrigeren aufgeführten $MTTF_D$ -Werte gewählt werden.

Der Diagnosedeckungsgrad (DC) für die Fehlererkennung muss bei Strukturen der Kategorie 2 und 3 mindestens 60 % und bei Strukturen der Kategorie 4 mindestens 99 % betragen. Die Grundannahme ist, dass nach Erkennung eines gefährlichen Fehlers immer ein sicherer Zustand erreicht wird.

Neben quantitativen Anforderungen, die in die rechnerische PFH-Abschätzung eingehen, gibt es viele weitere zur Vermeidung und/oder Beherrschung von systematischen Ausfällen. Solche Anforderungen sind z. B. die Einhaltung der grundlegenden und bewährten Sicherheitsprinzipien, Maßnahmen zur Fehleraufdeckung, die Bewertung der Software-Zuverlässigkeit sowie die Widerstandsfähigkeit der Hardware-Komponenten gegen zu erwartende Umwelteinflüsse. Diese sollten z. B. die Umgebungstemperatur, die Luftfeuchtigkeit, Verschmutzungsgrade, das Eindringen von Staub und Wasser sowie die negativen Auswirkungen von elektromagnetischen Störungen auf elektronische Bauteile und Schaltungen am Einsatzort berücksichtigen.

2.3 DIN EN 61508 (Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme)

Die DIN EN 61508 „Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme (E/E/PE)“ wurde im Jahr 1998 erstmalig veröffentlicht. Diese Ausgabe legte die Grundprinzipien und Anforderungen für die funktionale Sicherheit von sicherheitsbezogenen Steuerungen fest, die im Maschinenbereich oder in der Prozessindustrie eingesetzt werden. Im Laufe der Jahre sind zahlreiche Erweiterungen und Anpassungen der Normenreihe publiziert worden, um sie kontinuierlich an moderne technologische Fortschritte sowie die Anforderungen verschiedener Branchen anzupassen. Diese Ergänzungen werden unter anderem durch die DIN EN 61508-1:2011, DIN EN 61508-2:2011 und DIN EN 61508-3:2011 reflektiert.

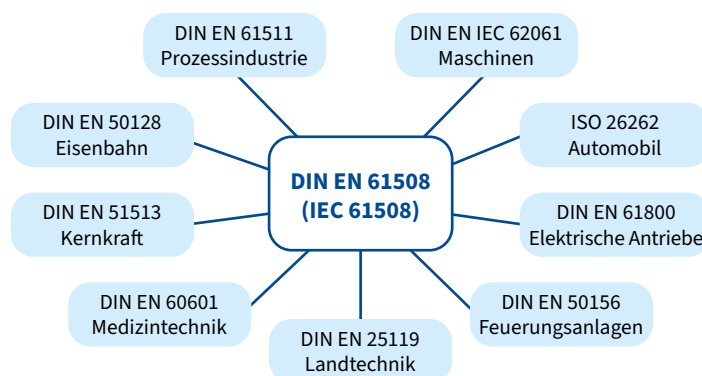


Abb. 2 Normen, die auf Basis der IEC 61508 entstanden sind, Quelle: BGHM

Grenzbedingungen für die Gültigkeit der Berechnungen in DIN EN 61508-6:

- Die Ausfallraten der Komponenten sind über die gesamte Lebensdauer des Systems konstant (Zuverlässigkeitsblockdiagramm-Ansatz (RBD)).
- Das Konzept des Prooftests beschreibt die Überprüfung der Funktionsfähigkeit der sicherheitsbezogenen Steuerung in größeren Zeitintervallen, z. B. mehreren Jahren. Dabei sollen auch interne Fehler, z. B. in einzelnen Steuerungskanälen aufgedeckt und repariert werden, sodass nach dem Proof-test die Steuerung als fehlerfrei (good as new) angenommen werden kann. Das Prooftest-Intervall ist mindestens eine Größenordnung größer als die mittlere Reparaturzeit (MRT).
- Jedes Teilsystem hat ein Prüfintervall und eine MRT.
- Das Intervall zwischen den Anforderungen ist mindestens eine Größenordnung größer als das Prooftest-Intervall.
- Die Grundannahme ist, dass in 1oo1D- und 1oo2D-Architekturen das sicherheitsbezogene E/E/PE-System nach der Erkennung eines gefahrbringenden Ausfalls immer einen sicheren Zustand (High Demand) erreicht.

Weitere Informationen: siehe DIN EN 61508-6:2011, Anhang B

2.4 DIN EN IEC 62061 (Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener Steuerungssysteme)

Die Norm wurde erstmalig im Jahr 2005 veröffentlicht. Sie befasst sich mit der funktionalen Sicherheit sicherheitsbezogener Steuerungssysteme von Maschinen. Die Norm ist eine sektorspezifische Norm unterhalb der DIN EN 61508 und betrachtet den Lebenszyklus des sicherheitsbezogenen Steuerungssystems (SCS) von der Risikoanalyse bis zur Validierung.



Grenzbedingungen:

- Die Modellierungstechnik basiert auf dem Zuverlässigkeitsblockdiagramm (RBD).
- Die Komponentenausfallraten sind über die Lebensdauer der Komponente konstant oder können als konstant genähert werden (T_{10D} -Ansatz).
- Systeme werden nicht reparierbar.
- Für die Entwicklung komplexer Steuerungen wird auf die DIN EN 61508 Reihe verwiesen.
- Der Anteil der Ausfälle infolge gemeinsamer Ursachen (β) liegt bei 1 % bis 10 %.
- Die Gesamtausfallrate ist die Summe aus der gefährlichen Ausfallrate und der sicheren Ausfallrate für den jeweiligen Kanal.
- Die Grundannahme ist, dass nach Erkennung eines gefahrbringenden Ausfalls immer ein sicherer Zustand erreicht wird.

Weitere Informationen: siehe DIN EN IEC 62061:2025-12; VDE 0113-50:2023-02, Anhang B

2.5 DIN EN ISO 25119-1 (Traktoren und Maschinen für die Land- und Forstwirtschaft)

Die Norm wurde erstmals im Jahr 2010 publiziert und definiert die Anforderungen an die funktionale Sicherheit von Steuerungssystemen, die in landwirtschaftlichen sowie forstwirtschaftlichen Maschinen eingesetzt werden.



Wesentliche Grenzbereiche und Anforderungen:

- *Agricultural Performance Level (AgPL)*: Die Norm definiert verschiedene Kritikalitätslevel, die als AgPL QM, a – e bezeichnet werden.
- *Software Requirement Level (SRL)*: Basierend auf dem AgPL wird ein SRL abgeleitet, das die Anforderungen an die Softwareentwicklung festlegt.
- Sicherheitskonzept: Die Norm verlangt ein funktionales Sicherheitskonzept und ein technisches Sicherheitskonzept, die die Systemanforderungen und die Systemarchitektur enthalten.
- V-Modell: Die Entwicklung erfolgt nach dem V-Modell, das die Beziehung zwischen den Systemanforderungen, der Systemarchitektur und den Sicherheitskonzepten darstellt.
- Gefahrenanalyse und Risikobewertung: Teil 2 der Norm behandelt die notwendigen Sicherheitskonzepte sowie die Anforderungen an die Risiko- und Gefahrenanalyse.

2.6 DIN EN 61511 (PLT-Sicherheits-einrichtungen für die Prozessindustrie)

Die Normenreihe wurde erstmals im Jahr 2003 publiziert. Innerhalb des Rahmens der DIN EN 61508 dient sie als grundlegende Sicherheitsnorm für funktionale Sicherheit, speziell angepasst an die Anforderungen der Prozessindustrie und deren sicherheitstechnische Systeme.

Sie fordert die Durchführung einer Gefährdungs- und Risikoanalyse, um daraus die Spezifikation sicherheitstechnischer Systeme ableiten zu können. Andere Sicherheitssysteme werden nur so weit betrachtet, um die Leistungsanforderungen an die sicherheitstechnischen Systeme bewerten zu können. Das sicherheitstechnische System umfasst dabei alle zur Ausführung der sicherheitstechnischen Funktion erforderlichen Komponenten und Teilsysteme vom Sensor bis zum Aktor.

Zuständig ist das DKE/GK 914 „Funktionale Sicherheit elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Systeme (E, E, PES) zum Schutz von Personen und Umwelt“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE.

© industrieblick – stock.adobe.com



Wesentliche Grenzbereiche und Anforderungen:

- Mit Hilfe der *Sicherheits-Integritätslevel (SIL)* werden vier Klassen (SIL 1 bis SIL 4; Low Demand) definiert, wobei SIL 4 die höchste Sicherheitsstufe darstellt.
- Durch den geforderten und umfassenden Lebenszyklusansatz wird die gesamte Lebensdauer der Anlage oder Maschine und deren Komponenten von der Konzeptphase über die Entwicklung und Installation bis hin zur Wartung und Außerbetriebnahme betrachtet.
- Eine detaillierte Gefährdungs- und Risikoanalyse ist erforderlich, um die notwendigen Sicherheitsfunktionen und deren SIL zu bestimmen.
- Die *Sicherheitsanforderungsspezifikation (SRS)* muss alle sicherheitsrelevanten Anforderungen detailliert beschreiben, einschließlich der Betriebsarten, der Diagnoseabdeckung und der Fehlertoleranz.
- Mit Hilfe umfassender Verifikations- und Validierungsmaßnahmen wird sichergestellt, dass die Sicherheitsfunktionen den festgelegten Anforderungen entsprechen.

Die Reihe DIN EN 61511 ist speziell für die Prozessindustrie konzipiert und behandelt sicherheitsbezogene Systeme, die in der chemischen, petrochemischen und anderen Prozessindustrien verwendet werden. Sie berücksichtigt die für prozess-technische Anlagen charakteristischen mehrstufigen unabhängigen Schutzebenen sowie Betriebsweisen (siehe Merkblatt R 002 der BG RCI).

2.7 ISO 26262 (Straßenfahrzeuge)

Die Norm wurde erstmalig im Jahr 2011 veröffentlicht. Sie ist eine ISO-Norm für sicherheitsrelevante elektrische/elektronische Systeme in Kraftfahrzeugen. Sie definiert ein Vorgehensmodell zusammen mit geforderten Aktivitäten und Arbeitsprodukten sowie anzuwendenden Methoden in Entwicklung und Produktion. Sie legt Grenzwerte und Anforderungen für die funktionale Sicherheit von elektrischen und/oder elektronischen Systemen in Straßenfahrzeugen fest.



Wesentliche Grenzwerte und Anforderungen:

- Mit Hilfe der *Automotive Safety Integrity Level (ASIL)* werden vier ASIL-Stufen (A bis D) definiert, wobei ASIL D die höchste Sicherheitsstufe darstellt. Diese Stufen basieren auf der Schwere des potenziellen Schadens, der Expositionshäufigkeit und der Beherrschbarkeit.
- Die *Fehlertoleranzzeit (Fault Tolerant Time Interval, FTTI)* ist die maximale Zeitspanne, in der ein Fehler auftreten kann, ohne dass die Sicherheit des Systems beeinträchtigt wird.
- Eine festgelegte *Diagnoseabdeckung (Diagnostic Coverage, DC)* soll sicherstellen, dass Fehler rechtzeitig erkannt und behoben werden können.
- Mit Hilfe von Hardware-Metriken werden Grenzwerte für die Wahrscheinlichkeit von gefährlichen Ausfällen (Probabilistic Metric for Random Hardware Failures, PMHF) und die durchschnittliche Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls pro Stunde (*Mean Time to Dangerous Failure, MTTF_D*) festgelegt.
- Systematische Fehler sollen durch die Anwendung geeigneter Entwicklungsprozesse und Methoden vermieden werden.

2.8 DIN EN ISO 19014-1 (Erdbaumaschinen)

Diese Norm wurde erstmalig im Juni 2018 veröffentlicht. Sie legt die Methodik zur Bestimmung der sicherheitsbezogenen Teile von Steuerungssystemen und deren Leistungsanforderungen für Erdbaumaschinen fest.



Wesentliche Grenzbedingungen und Anforderungen:

- Mit Hilfe der Sicherheitsanalyse der Maschinensteuerung (MCSSA) wird das erforderliche Maß an Risikominderung für Gefahren bestimmt, die mit Steuerungssystemen verbunden sind.
- Der *Performance Level der Maschine (MPL)* quantifiziert die Reduktion von Risiken, die anhand der Risikobewertungsprinzipien der ISO 12100 oder anderer Methoden ermittelt werden.
- Die *Sicherheitssteuerung (SCS)* wird verwendet, um funktionale Sicherheit zu erreichen. Dazu werden Anforderungen an Architektur, Hardware, Software und Umweltbedingungen festgelegt.
- Die Norm deckt Gefährdungen ab, die durch das Versagen eines SCS verursacht werden, ausgeschlossen sind Gefahren, die durch die Ausrüstung selbst entstehen (z. B. elektrischer Schlag, Brand).

3 Kombination von SIL- (DIN EN 61508/ DIN EN IEC 62061) und PL-Teilsystemen (DIN EN ISO 13849)

3.1 SIL und PL

Die Konzepte *Safety Integrity Level (SIL)* und *Performance Level (PL)* werden beide zur Bewertung der funktionalen Sicherheit von sicherheitsrelevanten Steuerungssystemen für Maschinen und Anlagen angewendet.

3.1.1 Safety Integrity Level (SIL)

Das SIL-Konzept wird in der Sicherheitsgrundnorm DIN EN 61508 und DIN EN IEC 62061 verwendet. Es bewertet die Zuverlässigkeit einer sicherheitsrelevanten Funktion in einem System hinsichtlich seiner Fähigkeit, Risiken zu reduzieren. SIL wird auf einer Skala von SIL 1 bis SIL 4 ausgedrückt, wobei SIL 4 den höchsten Grad der Risikominderung repräsentiert.

Weiterhin werden die nach SIL bewerteten Sicherheitsfunktionen danach unterschieden, ob diese selten (*Low Demand Mode*), häufig (*High Demand Mode*) oder kontinuierlich (*Continuous Mode*) angefordert werden.

3.1.2 Performance Level (PL)

Das Performance Level (PL)-Konzept ist gemäß der Norm DIN EN ISO 13849-1 für sicherheitsrelevante Steuerungssysteme insbesondere im Bereich Maschinenbau vorgesehen. Der PL-Wert beschreibt auf einer Skala von PL a (niedrig) bis PL e (hoch) die Fähigkeit von sicherheitsbezogenen Steuerungsteilen, unter vorhersehbaren Bedingungen eine Sicherheitsfunktion auszuführen.

Es ist hervorzuheben, dass die DIN EN ISO 13849-1 sowohl für Sicherheitsfunktionen im High-Demand-Modus als auch im kontinuierlichen Anforderungsmodus einschließlich der zugehörigen Teilsysteme Anwendung findet (siehe DIN EN ISO 13849-1:2023, Abschnitt 1 „Anwendungsbereich“). Diese Vorgabe gilt unabhängig von der eingesetzten Technologie und den verwendeten Energieformen, beispielsweise elektrisch, hydraulisch, pneumatisch oder mechanisch. Sie ist nicht anwendbar für die Betriebsart mit niedriger Anforderungsrate (*Low Demand Mode*).

3.2 Gemeinsame Anwendung

Das SIL-Konzept gemäß DIN EN 61508 findet branchenübergreifend Anwendung bei der Bewertung komplexer elektronischer sowie softwarebasierter sicherheitsrelevanter Systeme. Im Gegensatz dazu fokussiert das PL-Konzept auf sicherheitsbezogene Komponenten von Steuerungssystemen in Maschinen. Beide Konzepte werden in der Praxis auch gemeinsam angewendet, um zum Beispiel sicherzustellen, dass alle Anforderungen des Marktes erfüllt werden und mit DIN EN ISO 13849-1 eine unter der Maschinenrichtlinie harmonisierte Norm zur Anwendung kommt.

Das SIL- und das PL-Konzept sind zentrale Instrumente zur Gewährleistung der Funktionalen Sicherheit von Maschinen und deren sicherheitsrelevanten Steuerungssystemen. Beide werden branchenübergreifend eingesetzt, um Sicherheitsfunktionen präzise zu definieren und zu bewerten. Zahlreiche Produktnormen für Maschinen verweisen hinsichtlich sicherheitsbezogener Steuerungsteile explizit auf diese Konzepte.

Trotz unterschiedlicher Ansätze in der sicherheitstechnischen Bewertung gemäß SIL und PL können sicherheitsrelevante Teilsysteme zur Implementierung von Sicherheitsfunktionen miteinander kombiniert werden. Voraussetzung ist, dass die in den Normen DIN EN ISO 13849, Teil 1 und 2 sowie DIN EN IEC 62061 beschriebenen Anforderungen beachtet werden.

Hersteller von Maschinen und Anlagen müssen oft, um den Anforderungen des Marktes zu genügen, sowohl die Anforderungen an SIL gemäß DIN EN 61508 und DIN EN IEC 62061 als auch die Anforderungen an PL gemäß DIN EN ISO 13849-1 erfüllen, wenn ihre Produkte sowohl elektrische als auch elektronische (E/E) Sicherheitsfunktionen beinhalten.

Sowohl die DIN EN ISO 13849-1 als auch die DIN EN IEC 62061 sind harmonisierte Normen unter der Maschinenrichtlinie. Um die Vermutungswirkung in Anspruch nehmen zu können, reicht die Anwendung einer der beiden Normen.

3.3 Anforderungen der DIN EN ISO 13849-1:2023-12: Zusammenhang zwischen PL und SIL

Eine Sicherheitsfunktion kann durch eine Kombination von Teilsystemen erstellt werden. Der PL für eine Sicherheitsfunktion wird mit den in DIN EN ISO 13849-1:2023, Abschnitt 6.2, beschriebenen Verfahren ermittelt.

Werden Sicherheitsfunktionen mit einem oder mehreren Teilsystem(en) entworfen, muss jedes Teilsystem entweder mithilfe des PL (DIN EN ISO 13849) oder mithilfe von SIL (DIN EN IEC 62061:2025-12 oder nach der Normenreihe DIN EN 61508) gestaltet und validiert werden.

Teilsysteme, die nach der Normenreihe DIN EN 61508 oder nach DIN EN IEC 62061:2025-12 entworfen sind, dürfen zum Erreichen eines Gesamt-PL verwendet werden. Allerdings gilt die Interoperabilität nur für Teilsysteme, die für die Betriebsarten mit hoher oder kontinuierlicher Anforderungsrate ausgelegt sind und dem „Pfad 1_H“ nach DIN EN 61508-2:2011, 7.4.4.2 folgen (ohne Berücksichtigung besonderer Zuverlässigkeitsdaten von Bauteilen).

Werden diese Anforderungen erfüllt, kann der SIL nach DIN EN ISO 13849-1:2023, Abschnitt 6.1.2 und 6.2.2 einem PL zugeordnet werden.

Tabelle 1 Zusammenhang zwischen dem PL und dem SIL (in Anlehnung an DIN EN ISO 13849-1:2023, Tabelle 4)

PL	SIL (für Betriebsarten mit hoher oder kontinuierlicher Anforderungsrate)
a	–
b	1
c	1
d	2
e	3

Anmerkung:

- PL a besitzt keine Entsprechung auf der SIL-Skala und wird hauptsächlich verwendet, um das Risiko leichter, üblicherweise reversibler Verletzungen zu reduzieren.

3.4 Anforderungen nach DIN EN IEC 62061:2025-12: Verwendung vorbewerteter Teilsysteme

Die sicherheitstechnische Performance eines vorbewerteten (pre-designed) Teilsystems (Teilsystem mit PL- oder SIL-Angabe) muss mit den Anforderungen der DIN EN IEC 62061:2025-12, Abschnitt 6.3.4, Tabelle 4, übereinstimmen.

DIN EN IEC 62061 weist darauf hin, dass kein direkter Zusammenhang zwischen dem SIL gemäß DIN EN IEC 62061 und dem SIL nach DIN EN 61511 bzw. dem ASIL nach ISO 26262 besteht, da die jeweiligen Vorgehensweisen und Anforderungen dieser Standards erheblich von denen der DIN EN IEC 62061 abweichen.

Tabelle 2 Erforderlicher SIL und PFH des vorbewerteten Teilsystems (in Anlehnung an DIN EN IEC 62061:2025-12, Tabelle 4)

DIN EN IEC 62061/ DIN EN 61508	DIN EN IEC 62061	DIN EN 61508 ^a	DIN EN ISO 13849 ^b	DIN EN IEC 61496
PFH	SIL	mindestens ...	mindestens ...	mindestens ...
$< 10^{-5}$	SIL 1	SIL 1	PL b, c	Typ 2
$< 10^{-6}$	SIL 2	SIL 2	PL d	Typ 3
$< 10^{-7}$	SIL 3	SIL 3	PL e	Typ 4

^a Diese Spalte enthält SIL-basierte Normen, die die Architektur Anforderungen der DIN EN 61508 erfüllen, wie z. B. DIN EN 61800-5-2 und DIN EN 60947-5-3.

^b Gilt nicht für Teilsysteme mit komplexen Bauteilen, es sei denn, sie erfüllen die Anforderungen der DIN EN 61508 oder anwendbare Normen für funktionale Sicherheitsprodukte. PL b entspricht nicht SIL 1 im Falle einer Struktur der Kategorie B (EN ISO 13849-1)

4 Kombination von zertifizierten Teilsystemen nach DIN EN ISO 13849 und DIN EN ISO 25119-1

4.1 Allgemein

DIN EN ISO 13849 und DIN EN ISO 25119 sind Normen, die sich mit der funktionalen Sicherheit von Steuerungssystemen befassen, um Risiken durch technische Maßnahmen zu minimieren.

Sie beinhalten Methoden zur Risikobeurteilung und zur Bestimmung der erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen.

4.2 Unterschiede

DIN EN ISO 13849

- Anwendungsbereich: Diese Norm gilt für die sicherheitsbezogenen Teile von Steuerungssystemen (SRP/CS) in allgemeinen Maschinen und Anlagen.
- Performance Level (PL): DIN EN ISO 13849 verwendet den Performance Level (PL), um die Zuverlässigkeit und Wirksamkeit der Sicherheitsfunktionen zu bewerten.
- Risikobeurteilung: Die Norm legt großen Wert auf die Risikobeurteilung und die Bestimmung des erforderlichen PL basierend auf der Schwere der Verletzung, der Häufigkeit der Exposition und der Möglichkeit zur Vermeidung.

DIN EN ISO 25119

- Anwendungsbereich: Diese Norm ist speziell für Steuerungssysteme in der Land- und Forstwirtschaft entwickelt worden.
- Agricultural Performance Level (AgPL): DIN EN ISO 25119 verwendet den AgPL, der an den PL in DIN EN ISO 13849 angelehnt und speziell auf die Anforderungen der Land- und Forstwirtschaft angepasst ist.
- Lebenszyklusansatz: DIN EN ISO 25119 legt einen stärkeren Fokus auf das Management der funktionalen Sicherheit über den gesamten Lebenszyklus der Maschinen, einschließlich Produktion, Betrieb, Wartung und Modifikation.

In Anhang H der DIN EN ISO 25119-2 wird der Zusammenhang aus der Sicht der DIN EN ISO 25119 dargestellt:

- Für nach DIN EN 61508 (alle Teile) entwickelte Hardware gilt die mittlere Häufigkeit gefahrbringender Ausfälle für die Betriebsart mit hoher Anforderungsrate als ausreichend.

- SIL-1-Hardware darf für den AgPLr = c verwendet werden, sofern die Lösung des aus DIN EN 61508 verwendeten Werkzeugs die erforderliche Ausfallrate nachweist.
- Software (DIN EN 61508) gilt als ausreichend, sofern sie mit der Tabelle H.1 konform ist. Prozesse nach DIN EN ISO 25119 (alle Teile) dürfen ebenfalls verwendet werden.
- Software nach SIL 1 darf für AgPLr = b oder c verwendet werden.

Ein nach DIN EN ISO 13849 bewertetes System gilt ebenfalls als mit DIN EN ISO 25119 konform, wenn folgenden Anforderungen erfüllt werden:

- PL nach DIN EN ISO 13849 (alle Teile) entspricht mindestens dem AgPLr in DIN EN ISO 25119 (Tabelle H.1.)
- Softwareanforderungen werden für den geforderten AgPLr in Tabelle H.1 angewandt. Die Anforderungen nach DIN EN 61508 (alle Teile) werden erfüllt. Prozesse nach DIN EN ISO 25119 (alle Teile) dürfen ebenfalls für die Softwareentwicklung verwendet werden.

4.3 Kann ein nach DIN EN ISO 25119 zertifiziertes Teilsystem, 1 zu 1 in einer Maschinensteuerung (DIN EN ISO 13849, DIN EN IEC 62061 oder DIN EN 61508) verwendet werden?

Einerseits nennt DIN EN ISO 25119 Anforderungen an sicherheitsbezogene Steuerungen der aus DIN EN ISO 13849 bekannten Kategorien B, 1, 2, 3 und 4 und verwendet den gleichen Grenzwert für den AgPL wie DIN EN ISO 13849 für PL.

Andererseits wurde nicht – wie in anderen Produktnormen für Maschinen – auf die DIN EN ISO 13849 verwiesen. Der Unterschied liegt im Detail. Eine wichtige Eigenschaft der Hardware-Kategorien nach DIN EN ISO 25119 ist die Warnung an das Bedienpersonal.

Auch geht man davon aus, dass die Bedienpersonen regelmäßige manuelle Überprüfungen der sicherheitsbezogenen Teile durchführen. Die Herstellung eines sicheren Zustands nach erkannten Fehlern ist damit abhängig vom Bedienpersonal.

Dies steht im Gegensatz zur DIN EN ISO 13849, wo die Fehlererkennung hauptsächlich durch automatische Tests erfolgt, die im Fehlerfall einen sicheren Zustand durch Stillsetzung der Maschine bewirken.

Bei der Kategorie 2 werden z. B. keine Maßnahmen gegen Ausfälle infolge gemeinsamer Ursache gefordert. Darüber hinaus gibt es weitere technische Unterschiede im Detail.

4.4 Schlussfolgerung

- DIN EN ISO 25119 geht davon aus, dass der Mensch die Maschine steuert bzw. überwacht.
Das sicherheitsgerichtete Verhalten wird in Kombination Mensch und Maschine sichergestellt.
- Aus der Sicht der DIN EN ISO 13949, DIN EN IEC 62061, DIN EN 61508 ist dies nicht ausreichend.
Das sicherheitsgerechte Verhalten (auch im Fehlerfall) muss unabhängig vom Menschen durch die sicherheitsbezogene Steuerung sichergestellt werden.

Daher ist es nicht zulässig, Teilsysteme oder SRP/CS, die gemäß DIN EN ISO 25119 bewertet wurden, ohne weitere Betrachtung und eventuell Anpassung in Steuerungssystemen einzusetzen, die nach DIN EN ISO 13849, DIN EN IEC 62061 oder DIN EN 61508 betrieben werden.

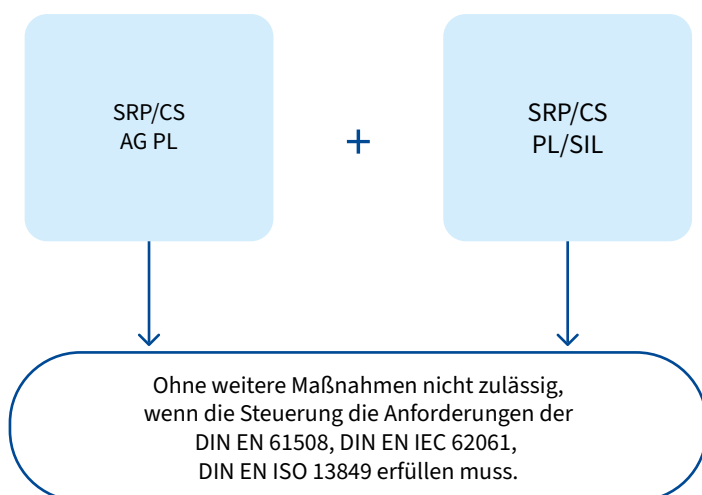


Abb. 3 Kombination von Teilsystemen, Quelle: BGMH

Ein der DIN EN ISO 25119 entsprechendes Teilsystem muss zusätzlich den Vorgaben der DIN EN ISO 13849, der DIN EN IEC 62061 oder der DIN EN 61508 entsprechen, um unter diesen Normen für die Realisierung vollständiger Sicherheitsfunktionen verwendet zu werden.

5 Kombination von vorbewerteten Teilsystemen nach DIN EN IEC 61511 und DIN EN ISO 13849

DIN EN 61511 und DIN EN ISO 13849 haben unterschiedliche Anwendungsbereiche und Schwerpunkte.

5.1 Anwendungsbereich

- Die Reihe DIN EN 61511 ist speziell für die Prozessindustrie konzipiert und behandelt sicherheitsbezogene Systeme, die in der chemischen, petrochemischen und anderen Prozessindustrien verwendet werden. Sie berücksichtigt die für prozesstechnischen Anlagen charakteristischen mehrstufigen unabhängigen Schutzebenen sowie Betriebsweisen (siehe Merkblatt R 002 der BG RCI).
- Die DIN EN ISO 13849 richtet sich an die Maschinenindustrie und bezieht sich auf sicherheitsbezogene Teile von Steuerungssystemen (SRP/CS) in Maschinen.

5.2 Sicherheitsintegritätslevel (SIL) und Performance Level (PL)

- DIN EN 61511 verwendet das Konzept des Sicherheitsintegritätslevels (SIL), um das erforderliche Maß an Risikominderung zu beschreiben.
- DIN EN ISO 13849 nutzt den Performance Level (PL), um die Zuverlässigkeit und Wirksamkeit der Sicherheitsfunktionen zu bewerten.

5.3 Lebenszyklusansatz

- DIN EN 61511 deckt den gesamten Lebenszyklus eines sicherheitsbezogenen Systems ab, von der Konzeption über Design, Installation, Betrieb bis zur Außerbetriebnahme.
- DIN EN ISO 13849 konzentriert sich stärker auf die Design- und Validierungs-/Verifikationsaktivitäten der sicherheitsbezogenen Steuerungssysteme.

5.4 Technologische Abdeckung

- Die Reihe DIN EN 61511 umfasst das sicherheitstechnische System aller zur Ausführung der sicherheitstechnischen Funktion erforderlichen Komponenten und Teilsysteme vom Sensor über die Logik bis zum Aktor.
- DIN EN ISO 13849 und DIN EN IEC 62061 decken eine breitere Palette von Technologien ab, wie z. B. Mechanik, Hydraulik, Pneumatik, Elektrik, Software.

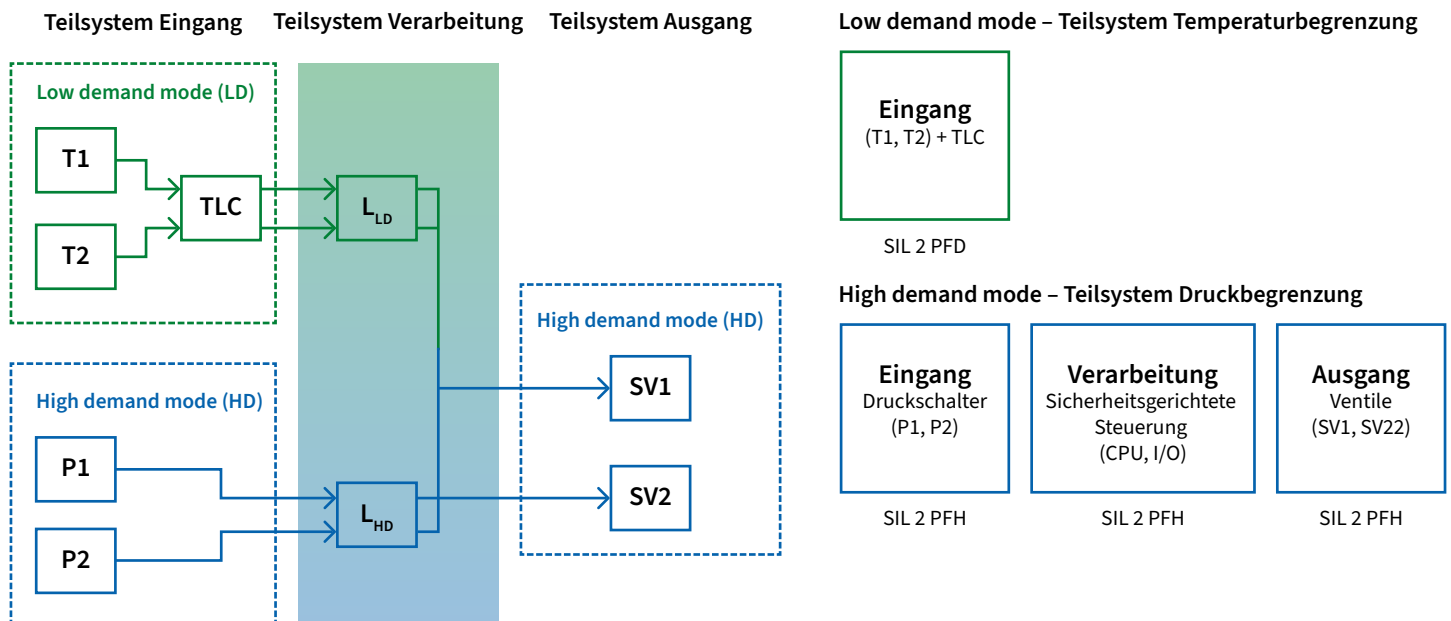


Abb. 5 Blockdiagramm zu dem Beispiel der Sicherheitsfunktion und Zuordnung der Betriebsarten, Quelle: BGMH

5.6.3 Bewertungsgrundlagen

- Keine verfügbare High Demand Sensorik für diesen Einsatzbereich.
- Teilsysteme, für die Betriebsart hoch/kontinuierlich werden im High Demand quantifiziert.
- Low Demand und High Demand werden auf der Schnittstellenebene betrachtet.
- Teilsysteme müssen für beide Betriebsarten geeignet sein.
- Anforderungen an den Proof test (die nicht in der Logik realisiert werden können) sind in der Betriebsanleitung zu beschreiben (Anforderungen siehe zugehörige C Norm).
- Die Teilsysteme „High Demand“ müssen mindestens den gleichen SIL haben wie das Teilsystem „Low Demand Sensorik“.
- Ermitteln des prozentualen Ausnutzungsgrads RPF (Ratio of Probability of Failure) in Bezug auf den Ziel-SIL.

5.6.4 Quantifizierung

Eine einfache Umrechnung ist aufgrund der unterschiedlichen Annahmen bei der Abschätzung bei PFH und PFD nicht möglich.

Zur mathematischen Kombination beider Systeme bietet die Ermittlung des prozentualen Ausnutzungsgrads RPF (Ratio of Probability of Failures) in Bezug auf den Ziel-SIL eine methodische Vorgehensweise.

Alle drei Komponenten sind für den geforderten SIL der Sicherheitsfunktion qualifiziert (in diesem Beispiel SIL 2 siehe Bild 6). Unter dieser Voraussetzung kann der prozentuale Ausnutzungsgrad RPF bestimmt werden.

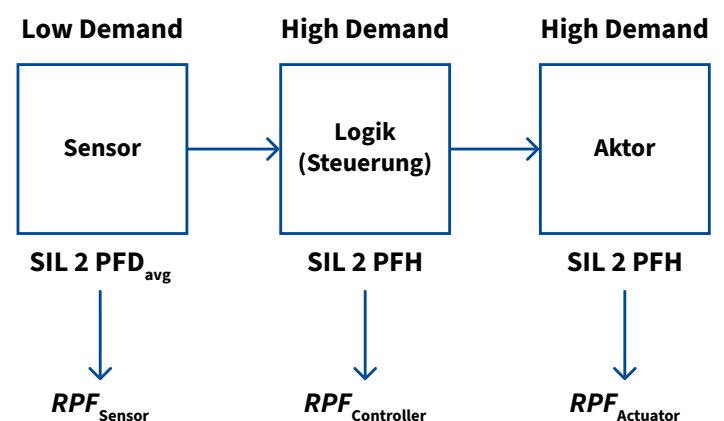


Abb. 6 Sicherheitsfunktion mit verschiedenen Betriebsarten, Quelle: BGMH

Der Ziel-SIL gilt in quantitativer Hinsicht als erreicht, wenn:

$$RPF_{\text{Sensor}} + RPF_{\text{Controller}} + RPF_{\text{Actuator}} \leq 100 \%$$

Berechnung der Sensorik (in diesem Beispiel SIL 2):

$$RPF_{\text{Sensor}} = \frac{PFD_{(\text{Sensor})}}{PFD_{(\text{max Sil2})}}$$

Berechnung der Logik (in diesem Beispiel SIL 2):

$$RPF_{\text{Controller}} = \frac{PFH_{(\text{Controller})}}{PFH_{(\text{max Sil2})}}$$

Berechnung der Aktorik (in diesem Beispiel SIL 2):

$$RPF_{\text{Actuator}} = \frac{PFH_{(\text{Actuator})}}{PFH_{(\text{max Sil2})}}$$

Tabelle 3 PFD/PFH, Quelle BGHM

SIL	PFD _{avg max}	PFH _{max} [h ⁻¹]
1	10 ⁻¹	10 ⁻⁵
2	10 ⁻²	10 ⁻⁶
3	10 ⁻³	10 ⁻⁷

Der Ziel-SIL gilt in quantitativer Hinsicht als erreicht, wenn:

$$\left\{ \frac{PFD_{(\text{Sensor})}}{PFD_{(\text{max Sil2})}} + \frac{PFH_{(\text{Controller})}}{PFH_{(\text{max Sil2})}} + \frac{PFH_{(\text{Actuator})}}{PFH_{(\text{max Sil2})}} \right\} \leq 100 \%$$

Anmerkung: Dieses Vorgehen wurde in der IEC TS 63394:2023 „Safety of machinery – Guidelines on functional safety of safety-related control system“, Anhang J aufgenommen und veröffentlicht.

6 Kombination von ASIL- und SIL/PL-Komponenten

Der Ursprung der ISO 26262 liegt in der DIN EN 61508.

ISO 26262 wurde speziell für die Automobilindustrie entwickelt, um die besonderen Anforderungen und Risiken in diesem Bereich zu adressieren.

Der Anwendungsbereich der DIN EN 61508 und der ISO 26262 ist die funktionale Sicherheit. Jedoch gibt es einige wesentliche Unterschiede.

6.1 Anwendungsbereich

- DIN EN 61508: Diese Norm ist allgemeiner und deckt die funktionale Sicherheit elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Systeme in verschiedenen Industrien ab, einschließlich Prozessindustrie, Maschinenbau und mehr.
- ISO 26262: Diese Norm ist speziell auf die Automobilindustrie ausgerichtet und behandelt die funktionale Sicherheit von elektrischen und elektronischen Systemen in Straßenfahrzeugen.

6.2 Risikobewertung

- DIN EN 61508: Bietet Flexibilität bei der Durchführung der Risikoanalyse und erlaubt die Verwendung verschiedener Techniken zur Bewertung von Gefahren.
- ISO 26262: Verwendet eine spezifische Methode zur Gefahrenanalyse und Risikobewertung (Hazard Analysis and Risk Assessment, HARA), die in der Norm integriert ist.

6.3 Sicherheitslebenszyklus

- DIN EN 61508: Definiert einen allgemeinen Sicherheitslebenszyklus, der auf verschiedene Industrien anwendbar ist.
- ISO 26262: Betrachtet den gesamten Sicherheitslebenszyklus von Fahrzeugen, von der Entwicklung und Produktion über den Betrieb bis zur Stilllegung.

6.4 Sicherheitsanforderungen

- DIN EN 61508: Verwendet das Konzept der Sicherheitsintegritätslevel (SIL) zur Klassifizierung der Sicherheitsanforderungen.
- ISO 26262: Nutzt die Automotive Safety Integrity Levels (ASIL) zur Einstufung der Sicherheitsanforderungen, die speziell auf die Automobilindustrie zugeschnitten sind.

Ein Fahrzeug wird in der Regel von einem Menschen gesteuert und dabei ständig auf Funktionsfähigkeit überprüft. Der Mensch hat in vielen Situationen die Möglichkeit, auf den Ausfall einer Sicherheitsfunktion (z. B. Lenkung) mit alternativen Maßnahmen (z. B. Bremsen) zu reagieren, um einen sicheren Zustand herbeizuführen.

Das sicherheitsgerichtete Verhalten wird durch die Kombination von Mensch und sicherheitsgerichteter Steuerung sichergestellt.

Dagegen muss nach den Vorgaben der DIN EN 61508, DIN EN ISO 13949, DIN EN IEC 62061 das sicherheitsgerechte Verhalten (auch im Fehlerfalle) unabhängig vom Menschen durch die sicherheitsbezogene Steuerung sichergestellt werden.

6.5 ASIL-Komponenten im Maschinenbau

Werden zertifizierte ASIL-Komponenten in der Maschine verwendet, müssen sie zusätzlich nach den Vorgaben der DIN EN 61508, DIN EN ISO 13949 oder DIN EN IEC 62061 verifiziert und validiert werden.

7 Kombination von BM PL und SIL/PL

Das in DIN EN 19014-1:2019 beschriebene Verfahren zur Bestimmung des MPL_r für das SRP/CS von Erdbaumaschinen weicht von dem aus EN ISO 13849-1 bekannten Verfahren und dem dort verwendeten Risikographen ab und ähnelt stark dem Vorgehen nach ISO 26262. Zu ISO/TS 19014-5 für die Sicherheitsanalyse der Maschinensteuerung (MCSSA) und Performance Levels ist seit April 2024 ein Entwurf vorhanden.

Anforderungen an Software beschreibt DIN EN ISO 19014-4:2021 und orientiert sich dabei in Bezug auf erforderliche Maßnahmen in einzelnen Phasen des V-Modells an der DIN EN 61508-3. Teil 2 der Norm legt fest, dass spezifische Anforderungen Vorrang gegenüber den in der Normenreihe DIN EN ISO 13849 enthaltenen Anforderungen haben, aber grundsätzlich die Anforderungen der Normenreihe DIN EN ISO 13849 gelten.

Obwohl die Normenreihe sich, wie oben ausgeführt, teilweise an IEC 61508 und ISO 26262 anlehnt, wird die grundsätzliche Orientierung an der Normenreihe ISO 13849 betont. Der normative Anhang C von DIN EN ISO 19014-2:2022 beschreibt allerdings, dass PL, AgPL, SIL oder ASIL als gleichwertig zum MPL passen müssen und nutzt die in Tabelle 4 aufgeführte Darstellung der Kompatibilität. Um Teilsysteme und SRP/CS im MPL nutzen zu können, müssen sie die umwelttechnischen Anforderungen von ISO 19014-3 erfüllen.

Tabelle 4 MPL_r im Vergleich zu Parametern aus anderen Normen

Ziel-MPL	mindestens erforderlicher Level			
	PL	AgPL	SIL	ASIL
a	a	a	1	A
b	b	b	1	A
c	c	c	1	B
d	d	d	2	C
e	e	e	3	D

8 Zusammenfassung

Wie die Ausführungen oben zeigen, besteht trotz aller Unterschiedlichkeit von detaillierten Anforderungen und Vorgehensweisen unter den Normungsexperten die Ansicht, dass in einigen Fällen eine akzeptable Gleichwertigkeit der Ergebnisse bei Anwendung der Normen vorliegt. Dies ermöglicht dann z. B. den Einsatz von Teilsystemen, die nach einer anderen Norm qualifiziert worden sind.

Andererseits lassen sich auch genügend Fälle finden, in denen offensichtlich die Unterschiede zwischen den Anforderungen der hier besprochenen Normen ausreichend groß eingeschätzt wurden, um auf eine generelle Kompatibilitätsaussage zu verzichten.

Es ist unbestritten wichtig, dass B- und besonders C-Normen die Besonderheiten ihrer jeweiligen Anwendungen bzw. Produkte berücksichtigen.

Allerdings sollte die Erstellung solcher Normen aus Sicht der Autoren mit höchstem Maß an Kompatibilität zu den Schemata der zutreffenden generischen Norm der funktionalen Sicherheit erfolgen.

Als positives Beispiel lässt sich die Normenreihe DIN EN IEC 61496 zu berührungslos wirkenden Schutzeinrichtungen anführen, die historisch eigene Beschreibungen zur funktionalen Sicherheit beinhaltet. Zwar gibt es nach wie vor die Definition von Typen, die primär Aspekte systematischer Natur beschreiben, jedoch ist in der Norm ein eindeutiger Link von Typ zu PL und SIL verankert.

Einer „Inflation“ zusätzlicher PL und SIL sollte dringend Einhalt geboten werden.

Dies erleichtert den Einsatz von Komponenten und Teilsystemen in unterschiedlichen Anwendungen bzw. Domänen, fördert Transparenz und erscheint somit auch unter wirtschaftlichen Aspekten sinnvoll.

Impressum

Herausgegeben von:

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV)
Glinkastraße 40 · 10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
E-Mail: info@dguv.de · Internet: www.dguv.de

Kontakt:

Geschäftsstelle DGUV Test
Alte Heerstraße 111 · 53757 Sankt Augustin
Telefon: 030 13001-4566
E-Mail: dguv-test@dguv.de

Bezug:

www.dguv.de/publikationen > Webcode: p22858

Weitere Informationen:



www.dguv.de/dguv-test/index.jsp