

Rosemount 2140:SIS Füllstandsdetektor

Handbuch zur funktionalen Sicherheit



Inhalt

Abschnitt 1: Einleitung

1.1 Anwendungsbereich und Verwendungszweck des Sicherheitshandbuchs.	1
1.2 Begriffe und Definitionen	1
1.3 Kompetenzanforderung	3
1.4 Dokumentation und Normen	3

Abschnitt 2: Produktbeschreibung

2.1 Funktionsweise	5
2.2 Verwendungszweck des Füllstandsdetektors	5
2.3 Bestellinformationen	5

Abschnitt 3: Konzipieren einer Sicherheitsfunktion mit dem Rosemount 2140:SIS

3.1 Sicherheitsfunktion	7
3.2 Umgebungsgrenzen	7
3.3 Anwendungsgrenzen	7
3.4 SIL-Fähigkeit	8
3.4.1 Systematische Fähigkeit	8
3.4.2 Beliebige Fähigkeit	8
3.4.3 Fehlerraten in FIT	9
3.5 Sicherheitszertifizierte Kennzeichnung	9
3.6 Designprüfung	10
3.7 Abnahmeprüfung	10
3.7.1 Übersicht	10
3.7.2 Ausführliche Abnahmeprüfung	11
3.7.3 Teil-Abnahmeprüfung	11
3.7.4 Abnahmeprüfungsintervall	12
3.7.5 Erforderliche Hilfsmittel	12
3.7.6 Erforderliche Daten	13
3.8 Anschluss des Füllstandsdetektors am SIS-Logikbaustein	13
3.9 Allgemeine Anforderungen	14

Abschnitt 4: Installation und Inbetriebnahme

4.1 Sicherheitshinweise	15
4.2 Einbau	15
4.3 Physikalischer Ort und Platzierung	16

4.4 Elektrische Anschlüsse	16
4.5 Konfiguration	17
4.5.1 Hardware-Konfiguration	17
4.5.2 Software-Konfiguration	18

Abschnitt 5: Betrieb und Wartung

5.1 Anforderung der Abnahmeprüfung	23
5.2 Reparatur und Austausch	23
5.3 Fehlermeldung	23

Anhang A: Technische Daten

A.1 Allgemeines	25
A.2 Nutzungsdauer	25
A.3 Standzeit	25

Anhang B: Vorgeschlagenes Verfahren der ausführlichen Abnahmeprüfung

B.1 Empfohlene Abnahmeprüfung	27
B.2 Einfluss auf SIF und Prozess	27
B.3 Dauer der ausführlichen Abnahmeprüfung	28
B.4 Bedenken bzgl. der persönlichen Sicherheit	28

Anhang C: Vorgeschlagenes Verfahren für die Teil-Abnahmeprüfung

C.1 Empfohlene Abnahmeprüfung	29
C.2 Einfluss auf SIF und Prozess	29
C.3 Dauer der Teil-Abnahmeprüfung	29
C.4 Bedenken bzgl. der persönlichen Sicherheit	29

Anhang D: PFDAVG-Berechnung

D.1 Mittlere Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls bei Anforderung (PFDAVG)	31
---	----

Anhang E: PFH-Berechnung

E.1 Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Fehlers pro Stunde (PFH)	35
--	----

Anhang F: Diagnoseintervalle

F.1 Diagnoseprüfungen und -intervalle	37
---	----

Abschnitt 1 Einleitung

1.1 Anwendungsbereich und Verwendungszweck des Sicherheitshandbuchs

Dieses Sicherheitshandbuch enthält Informationen für die Planung, Installation, Verifizierung und Wartung einer Sicherheits-Instrumentierungsfunktion (SIF) mit dem Rosemount 2140: SIS Füllstandsdetektor („Füllstandsdetektor“).

Das Handbuch bietet die notwendigen Anforderungen, um die Integration des Füllstandsdetektors zu ermöglichen, wenn eine Konformität mit den Normen für die funktionale Sicherheit IEC 61508 oder IEC 61511 besteht. Dies zeigt alle Voraussetzungen, die bzgl. der Nutzung des Füllstandsdetektors gesetzt wurden. Wenn diese Voraussetzungen nicht durch die Anwendung erfüllt werden können, kann es sein, dass die SIL-Fähigkeit des Füllstandsdetektors nachteilig beeinflusst wird.

Hinweis

Verwenden Sie für den Produkt-Support die Kontaktinformationen auf der Rückseite.

1.2 Begriffe und Definitionen

Tabelle 1-1. Begriffe und Definitionen

Begriff	Definition
λ DD	Gefährlich, erkannt
λ DU	Gefährlich, unerkannt
λ SD	Sicher, erkannt
λ SU	Sicher, unerkannt
BPCS	Prozessleitsystem (Basic Process Control System)
CPT	Ausführliche Abnahmeprüfung
DD	Gerätebeschreibung Eine Benutzerschnittstelle des Gerätes, die innerhalb einer DD-Interpreter-Anwendung gehostet wird.
Diagnoseumfang (Diagnostic Coverage)	[DC] Prozentanteil von erkennbaren Fehlern zu nicht erkennbaren Fehlern.
Diagnose-Testintervall (Diagnostic Test Interval)	Die Zeit, in der alle internen Diagnosen mindestens einmal ausgeführt werden.
DTM	Gerätetyp-Manager (Device Type Manager) Eine Geräteanwendung mit Benutzerschnittstelle, die innerhalb von DTM-Hostanwendungen gehostet wird.
Gefährlicher Fehler (Fail dangerous)	Ein Fehler, der nicht auf eine Eingabe vom Prozess reagiert (d. h. es wird nicht in den ausfallsicheren Zustand geschaltet).
Gefährlicher Fehler erkannt (Fail Dangerous Detected)	Ein Fehler, der gefährlich ist, aber erkannt wurde.
Gefährlicher Fehler unerkannt (Fail Dangerous Undetected)	Ein Fehler, der gefährlich ist und nicht erkannt wurde.

Tabelle 1-1. Begriffe und Definitionen

Ausfall ohne Auswirkung (Fail No Effect)	Ein Fehler einer Komponente, die Teil der Sicherheitsfunktion ist, aber die keine Auswirkung auf die Sicherheitsfunktion hat.
Ausfallsicher (Fail Safe)	Ein Fehler, der verursacht, dass der Schalter in den definierten ausfallsicheren Zustand übergeht, ohne Eingabe vom Prozess.
Ausfallsicherer Zustand (Fail-Safe State)	Ein Zustand, in dem der Schalterausgang sich in einem Zustand befindet, der einem Alarmzustand entspricht. In diesem Zustand sind die Schaltkontakte normalerweise geöffnet.
FIT	Fehler in Zeit pro Milliarde Stunden
FMEDA	Fehlermodus, Effekte und Diagnoseanalyse (Failure Modes, Effects and Diagnostic Analysis)
Funktionale Sicherheit	Teil der allgemeinen Sicherheit, die sich auf den Prozess und das Prozessleitsystem (BPCS) beziehen, das von der korrekten Funktion des SIS und anderen Schutzschichten abhängt.
HART®	Highway Addressable Remote Transducer (Protokoll für busadressierte Feldgeräte)
HFT	Hardware-Fehlertoleranz wie durch 61508-2 7.4.4.1.1 definiert.
HHT	Handterminal Ein mobiles Gerät mit Benutzerschnittstelle.
Modus mit hoher Anforderungsrate (High Demand Mode)	Die Sicherheitsfunktion wird nur bei Anforderung ausgeführt, um die EUC (Equipment Under Control) in einen spezifizierten, sicheren Zustand zu versetzen. Die Häufigkeit der Anforderungen ist größer als einmal pro Jahr (IEC 61508-4).
Antwortzeit des Füllstandsdetektors	Die Zeit von einer schrittweisen Änderung des Prozesses bis zum Erreichen von 90 % des endgültigen stationären Wertes des Füllstandsdetektors (Sprungantwortzeit gemäß IEC 61298-2).
LOI	Bedieninterface. Die eingebaute Geräteanzeige und die Knöpfe.
Modus mit niedriger Anforderungsrate (Low Demand Mode)	Die Sicherheitsfunktion wird nur bedarfsgemäß ausgeführt, um die EUC in einen spezifizierten, sicheren Zustand zu versetzen. Die Häufigkeit der Anforderungen ist nicht größer als einmal pro Jahr (IEC 61508-4).
PFD _{AVG}	Mittlere Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls bei Anforderung
PFH	Die Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls pro Stunde.
PPT	Teil-Abnahmeprüfung
Proof Test Coverage (Umfang der Abnahmeprüfung)	Der Umfang der Abnahmeprüfung gibt den Prozentanteil von gefährlichen, unerkannten Fehlern an, die durch die Ausführung der Abnahmeprüfung festgestellt werden.
Random Integrity (Zufällige Integrität)	Die SIL-Grenze, welche durch die architektonischen Anforderungen auferlegt werden, die für jedes Element erfüllt werden müssen.
Safety Demand Interval (Intervall der Sicherheitsanforderungen)	Die erwartete Zeit zwischen Sicherheitsanforderungen.
SFF	Safe Failure Fraction (Anteile ungefährlicher Fehler)
SIF	Safety Instrumented Function (Sicherheits-Instrumentierungsfunktion)
SIL	Sicherheitsintegritätslevel (Safety Integrity Level) – eine diskrete Ebene (eine von vier) zur Spezifizierung der Sicherheitsintegritätsanforderungen der Sicherheits-Instrumentierungsfunktionen, die den sicherheitsgerichteten Systemen zuzuordnen sind. SIL 4 hat die höchste Sicherheitsintegrität und SIL 1 hat die niedrigste Stufe.

Tabelle 1-1. Begriffe und Definitionen

SIS	Sicherheitsgerichtete Systeminstrumentierung – eine Systeminstrumentierung zur Implementierung von einer oder mehreren Sicherheits-Instrumentierungsfunktionen. Ein SIS setzt sich aus einer beliebigen Kombination aus Sensoren, Logikbausteinen und Endgeräten zusammen.
Systematic Capability (Systematische Fähigkeit)	Eine Maßnahme (ausgedrückt auf einer Skala von SC 1 bis SC 4), dass die systematische Sicherheitsintegrität eines Elements die Anforderungen der spezifizierten SIL-Stufe bezüglich der spezifizierten Elementsicherheitsfunktion erfüllt, wenn das Element gemäß 61508-4 und den Anweisungen angewandt wird, die in der entsprechenden Sicherheitsanweisung für das Element festgelegt sind.
Typ B-Gerät	Komplexes Gerät, das Steuerungen oder eine programmierbare Logik gemäß der Norm IEC 61508 verwendet.

1.3 Kompetenzanforderung

Planung, Installation, Inbetriebnahme, Reparatur und Wartung müssen durch entsprechend qualifiziertes Personal durchgeführt werden.

1.4 Dokumentation und Normen

Dieser Abschnitt listet die Dokumentation und Normen, auf die sich dieses Sicherheitshandbuch bezieht.

Tabelle 1-2. Zugehörige Dokumentation

Dokumente	Verwendungszweck der Dokumente
00813-0205-4140	Rosemount 2140:SIS Füllstandsdetektor - Produktdatenblatt
00809-0100-4140	Rosemount 2140 Füllstandsdetektor - Betriebsanleitung
IEC 61508-2: 2010	Funktionale Sicherheit von elektrischen/elektronischen/programmierbaren elektronischen sicherheitsgerichteten Systemen
MOB 15-08-12 R001 V1R1 FMEDA 2140:SIS.pdf	FMEDA-Bericht Version V1, Revision R1 oder aktueller, für den Rosemount 2140:SIS Füllstandsdetektor

Tabelle 1-3. Zugehörige Normen

Normen	Verwendungszweck der Normen
HRD 5:1994	Handbuch der Zuverlässigkeitsdaten für Komponenten, die in Telekommunikationssystemen eingesetzt werden
IEC 60664-1	Isulationskoordination für Ausrüstung mit Niederspannungssystemen
IEC 61508: 2010	Funktionale Sicherheit elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer sicherheitsgerichteter Systeme
IEC 61511 (ANSI/ISA 84.00.01-2004)	Funktionale Sicherheit – Sicherheitsgerichtete Systeme für die Prozessindustrie

Abschnitt 2 Produktbeschreibung

2.1 Funktionsweise

Der Rosemount 2140:SIS Füllstandsdetektor („Füllstandsdetektor“) besteht aus einer Schwinggabel mit einem Treiber- und Empfängerelement sowie einer integrierten Elektronik. Der Füllstandsdetektor basiert auf dem Prinzip, dass sich die resonante Frequenz einer Schwinggabel ändert, wenn diese in eine Flüssigkeit eingetaucht wird. Die Frequenzänderung wird erkannt und verwendet, um einen elektronischen Ausgang zu schalten.

Der Geräteausgang beträgt 4–20 mA.

Hinweis

Alle Produktinformationen und Downloads für Dokumentationen finden Sie auf Emerson.com/Rosemount.

2.2 Verwendungszweck des Füllstandsdetektors

Der Füllstandsdetektor zeigt mit einem elektronischen Ausgang an, ob der Füllstand einer Prozessflüssigkeit über oder unter einem bestimmten Punkt (dem Schaltpunkt) liegt.

Abbildung 2-1. Beispielanwendungen



2.3 Bestellinformationen

Typische Modellnummer: 2140 F H A 1 M S 1 NN B A 0000 1 NA Q4 Q8

Der erste Optionscode nach „2140“ kennzeichnet den Profiltyp:

- F = Funktionale Sicherheit/SIS-Anwendungen

Ein Füllstandsdetektor mit Profiltyp F hat eine SIL-Klassifizierung erreicht. Siehe [Tabelle 3-1 auf Seite 9](#) bzgl. der Parameter für sicherheitsgerichtete Systeminstrumentierung (SIS).

Die anderen Optionscodes in der Modellnummer beziehen sich auf Werkstoffe, Anschlüsse und andere mechanische Optionen, welche die SIS-Parameter nicht beeinflussen.

Modelle mit dem Optionscode QS werden mit „Prior-Use“-Herstellerzertifikat der FMEDA-Daten geliefert.

Modelle mit der Option QT (falls verfügbar) werden mit einem Zertifikat von Drittparteien bzgl. der SIL-Fähigkeit geliefert.

Abschnitt 3 Konzipieren einer Sicherheitsfunktion mit dem Rosemount 2140:SIS

3.1 Sicherheitsfunktion

Bei Verwendung in sicherheitsgerichteten Systemen wird der 4–20 mA-Analogausgang als primäre Sicherheitsvariable verwendet. Er wird so konfiguriert, dass die Alarmfunktion aktiviert wird, wenn ein Fehler auftritt. Der Rosemount 2140:SIS Füllstandsdetektor („Füllstandsdetektor“) kann in sicherheitsbezogenen Anwendungen für hohen oder niedrigen Füllstand eingesetzt werden. Es ist wichtig, dass der Füllstandsdetektor für die richtige Anwendung vom Benutzer konfiguriert wird.

Das vom Logikbaustein verwendete Messsignal muss den zur Wiedergabe des Sensorzustandes am Instrumentenausgang eingestellten diskreten Stromwerten entsprechen. Berührt eine Änderung des Flüssigkeitsfüllstandes den Schalterpunkt des Füllstandsdetektors, stellt das Instrument den vom Benutzer konfigurierten diskreten Stromwert am Ausgang ein.

Das HART-Protokoll darf nur für Einrichtung, Kalibrierung und Diagnosezwecke verwendet werden und nicht für den sicherheitsrelevanten Einsatz.

3.2 Umgebungsgrenzen

Der Designer der sicherheitsgerichteten Instrumentierungsfunktion (SIF) muss prüfen, dass der Füllstandsdetektor für den Einsatz innerhalb der voraussichtlichen Umgebungsgrenzen klassifiziert ist. Siehe [Produktdatenblatt](#) des Rosemount 2140:SIS Füllstandsdetektors bzgl. der Umgebungsgrenzen.

Hinweis

Alle Produktinformationen und Downloads für Dokumentationen finden Sie online auf der Webseite des Rosemount 2140:SIS unter Emerson.com/Rosemount.

3.3 Anwendungsgrenzen

⚠️ WARNUNG

Bei Nichtbeachtung der folgenden Anforderungen erlischt die Sicherheitszulassung der Produkte.

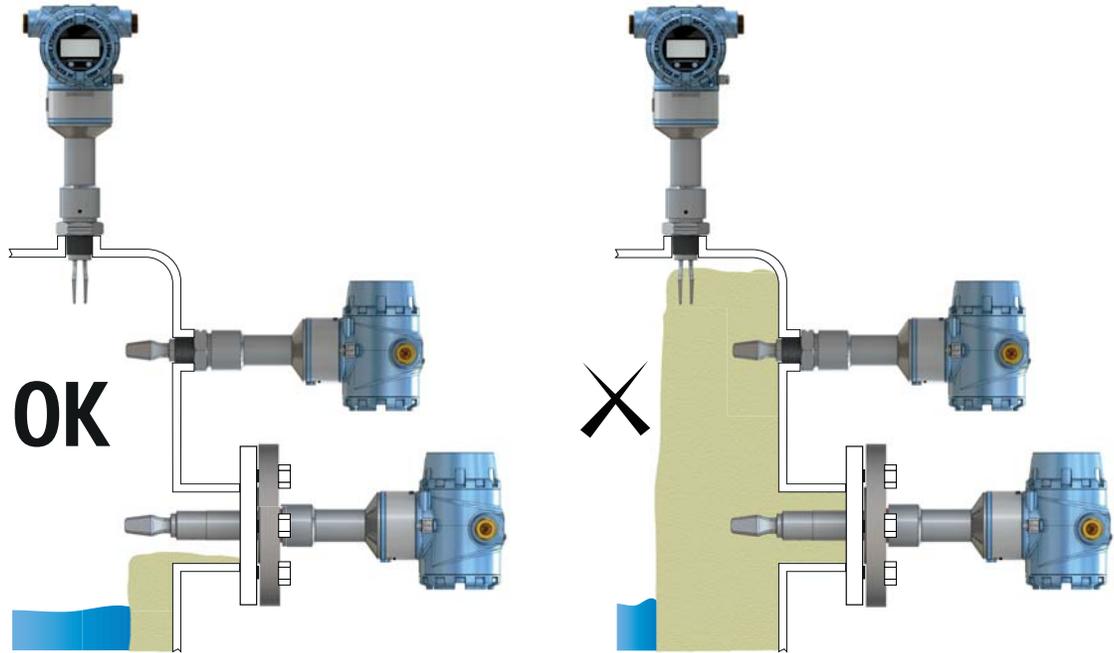
- Prüfen Sie das Risiko von Medienablagerungen an der Schwinggabel. Vermeiden Sie Situationen, in denen austrocknende und beschichtende Produkte zu übermäßigen Ablagerungen führen können (siehe [Abbildung 3-1](#)) oder richten Sie Programme zur vorbeugenden Wartung ein, um sicherzustellen, dass die Medienablagerungen nicht zu einer Beeinträchtigung der Leistung des Gerätes führen.
- Stellen Sie sicher, dass die Schwinggabeln nicht überbrückt werden. Beispiele für Produkte, bei denen es zu einer Brückenbildung an den Schwinggabeln kommt, sind schwere Papierbreie und Bitumen.

Es ist äußerst wichtig, dass der SIF-Designer auf Werkstoffverträglichkeit prüft, indem er Prozessflüssigkeiten und chemische Verunreinigungen vor Ort in Betracht zieht. Wenn der

Füllstandsdetektor außerhalb der Anwendungsgrenzen oder mit unverträglichen Werkstoffen eingesetzt wird, werden die Zuverlässigkeitsdaten und die vorausgesagte SIL-Fähigkeit ungültig.

Die Konstruktionswerkstoffe eines Füllstandsdetektors werden im Produktdatenblatt und in der Betriebsanleitung des Produktes angegeben. Verwenden Sie den Modellcode auf dem Produkt-Typenschild und die Tabelle der Bestellinformationen sowie die Angaben in diesem Produktdokument, um die Konstruktionswerkstoffe zu bestimmen.

Abbildung 3-1. Produktablagerungen



3.4 SIL-Fähigkeit

Die folgenden Unterabschnitte beschreiben die von Drittparteien bemessenen SIS-Parameter des Rosemount 2140:SIS Füllstandsdetektors („Füllstandsdetektor“). Eine sicherheitsgerichtete Instrumentierungsfunktion (SIF), die mit diesem Produkt konzipiert wurde, darf nicht auf einer höheren SIL-Stufe als angegeben verwendet werden.

3.4.1 Systematische Fähigkeit

Der Füllstandsdetektor erfüllt die Anforderungen des Hersteller-Designprozesses des Sicherheitsintegritätslevels (SIL) 2. Diese sind für das Erreichen einer ausreichenden Integrität gegenüber systematischen Designfehlern durch den Hersteller gedacht.

3.4.2 Beliebige Fähigkeit

Der Füllstandsdetektor ist gemäß IEC61508 als Typ B-Gerät klassifiziert. Es verfügt über eine Hardware-Fehlertoleranz (HFT) von Null.

Beliebige Integrität für Typ B-Geräte:

- Niedrige und hohe Anforderung: Typ B-Element
- SIL 2 für beliebige Integrität bei HFT=0

3.4.3 Fehllraten in FIT

Tabelle 3-1 auf Seite 9 fasst die Fehllraten des Füllstandsdetektors zusammen. Für detaillierte Informationen bzgl. der Fehllrate, einschließlich PFD_{AVG} - und MTTR-Daten, siehe FMEDA-Bericht für den Rosemount 2140:SIS.

Tabelle 3-1. Bemessene Werte

Modell	Fehllrate (FIT)				SFF (%)	DC (%)
	I _{SD}	I _{SU}	I _{DD}	I _{DU}		
2140:SIS T0 Trocken Ein	0	12	522	18	96,7	94,5
2140:SIS T0 Nass Ein	0	14	525	13	97,6	95,1
2140:SIS T1 Trocken Ein	0	23	526	18	96,8	92,7
2140:SIS T1 Nass Ein	0	24	529	13	97,7	93,4

Hinweis

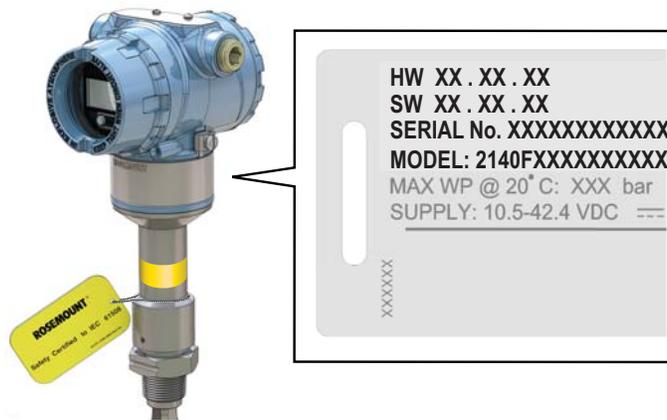
Der FMEDA-Bericht ist auf der Webseite des Rosemount 2140 Füllstandsdetektors unter Emerson.com/Rosemount erhältlich. Im Dokumentationsabschnitt gibt es SIL-Dokumente, einschließlich FMEDA-Bericht und dieses Sicherheitshandbuch.

3.5 Sicherheitszertifizierte Kennzeichnung

Alle Rosemount 2140:SIS Füllstandsdetektoren dürfen nur in SIS-Systeme eingebaut werden, wenn sie über eine Sicherheitszertifizierung verfügen. Folgendes sicherstellen:

1. Der Modellcode beginnt mit 2140F.
2. Ein gelbes Typenschild ist außen am Füllstandsdetektor befestigt.
3. Um das Sensormodul ist eine gelbe Markierung angebracht.
4. Die Software (SW) ist V01.01.00 oder aktueller.

Abbildung 3-2. Sicherheitszertifizierte Kennzeichnung



3.6 Designprüfung

Der FMEDA-Bericht (Fehlermodus, Effekte und Diagnoseanalyse) für den Rosemount 2140:SIS Füllstandsdetektor detailliert alle Fehlerraten und Fehlermodi sowie auch die erwartete Lebensdauer.

Das erreichte Sicherheitsintegritätslevel (SIL) eines ganzen Designs einer sicherheitsgerichteten Instrumentierungsfunktion (SIF) muss vom Designer anhand einer PFD_{AVG} -Berechnung unter Berücksichtigung der Architektur, des Intervalls der Abnahmeprüfung, der Wirksamkeit der Abnahmeprüfung, jeder automatischen Diagnose, der durchschnittlichen Reparaturzeit und der spezifischen Fehlerraten der ganzen Ausrüstung (einschließlich SIF) geprüft werden.

Jedes Subsystem muss geprüft werden, um die Konformität mit den minimalen Anforderungen für die Hardware-Fehlertoleranz (HFT) sicherzustellen. Beim Einsatz des Füllstandsdetektors in einer redundanten Konfiguration sollte bei den Berechnungen der Sicherheitsintegrität ein Faktor für häufige Ursachen von mindestens 5 % miteinbezogen werden.

Die im FMEDA-Bericht aufgelisteten Fehlerraten sind nur für die Nutzungsdauer des Füllstandsdetektors gültig. Die Fehlerraten nehmen zu, nachdem diese Nutzungsdauer abgelaufen ist. Zuverlässigkeitsberechnungen basieren auf den Daten, die im FMEDA-Bericht aufgelistet sind. Für Einsatzzeiten jenseits der Lebensdauer können sich zu optimistische Ergebnisse ergeben, d. h. die berechnete SIL-Stufe wird nicht erreicht.

3.7 Abnahmeprüfung

3.7.1 Übersicht

Der Rosemount 2140:SIS Füllstandsdetektor („Füllstandsdetektor“) muss in regelmäßigen Abständen geprüft werden, um jegliche Störungen festzustellen, die durch die automatische Online-Diagnose nicht erkannt wurden (d. h. gefährliche Fehler, Diagnosefehler, parametrische Fehler), sodass das Gerät repariert und in einen dem Neuzustand entsprechenden Zustand zurückgesetzt werden kann.

Es liegt in der Verantwortung des Benutzers, den Prüfungstyp zu wählen, der innerhalb ihres Sicherheitssystems an der Einheit angewandt wird.

Wenn ein Fehler in der Sicherheitsfunktion festgestellt wird, muss der Detektor außer Betrieb genommen und der Prozess durch andere Maßnahmen in einem sicheren Zustand gehalten werden, bis ein repariertes Gerät oder Austauschgerät installiert und in Betrieb genommen werden kann.

Die folgenden Abnahmeprüfungen werden empfohlen.

- Ausführliche („Behälter“) Prüfung
- Teil-Abnahmeprüfung

Tabelle 3-2 auf Seite 11 kann als Ratgeber zur Auswahl einer geeigneten Abnahmeprüfung verwendet werden.

Tabelle 3-2. Empfohlene Abnahmeprüfungen

Gerät	Abnahmeprüfung – Typ ⁽¹⁾	Umfang der Abnahmeprüfung (% von DU) ⁽²⁾	Verbleibende gefährliche, nicht erfasste Fehler	Testumfang			Kann extern durchgeführt werden
				Ausgangsschaltkreis	Messelektronik	Sensor	
2140:SIST0 Trocken Ein	C	55	8	Ja	Ja	Ja	Nein
2140:SIST0 Nass Ein		59	5				
2140:SIST1 Trocken Ein		54	8				
2140:SIST1 Nass Ein		56	6				
2140:SIST0 Trocken Ein	P	20	14	Ja	Ja	Nein	Ja
2140:SIST0 Nass Ein		26	10				
2140:SIST1 Trocken Ein		21	14				
2140:SIST1 Nass Ein		26	10				

1. Abnahmeprüfung – Typen: C (ausführlich) und P (teilweise).
2. Der Umfang der Abnahmeprüfung gibt den Prozentanteil von gefährlichen, nicht erfassten Fehlern an, die durch die Ausführung der Abnahmeprüfung festgestellt wurden.

3.7.2 Ausführliche Abnahmeprüfung

Die ausführliche Abnahmeprüfung führt eine vollständige Prüfung der Systemelemente durch. Der Sensor, die Messelektronik und die Ausgangsstufe werden alle anhand einer Sensorzustandsänderung mit Ausgangsbeobachtung überprüft.

Die empfohlene ausführliche Abnahmeprüfsequenz für den Rosemount 2140:SIS wird in [Anhang B: Vorgeschlagenes Verfahren der ausführlichen Abnahmeprüfung](#) beschrieben.

3.7.3 Teil-Abnahmeprüfung

Der Füllstandsdetektor besitzt die Fähigkeit, eine Teil-Abnahmeprüfung durchzuführen. Diese Prüfung hat im Vergleich zur ausführlichen Abnahmeprüfung einen reduzierten Diagnoseumfang, der auf das Aktivieren der Elektronik sowie das Verifizieren von Fehlern, die einen höheren Ausgangstrom als gewünscht verursachen können, beschränkt ist oder Probleme erkennt, die das Gerät daran hindern, höhere Analogwerte anzusteuern.

Die Teil-Abnahmeprüfung bietet folgende Vorteile:

- Da nur ein Prozentsatz des ganzen Geräteumfangs geprüft wird, kann die effektive PFD bei der Prüfung um diesen Prozentanteil reduziert werden.
- Siehe [Anhang D: PFD AVG-Berechnung](#) bzgl. eines Beispiels für Vorteile der Teil-Abnahmeprüfung bei System-PFD-Berechnungen.
- Falls erforderlich kann sie lokal mit integrierten Drucktasten oder dem Bedieninterface (LOI) eingeleitet werden.
- Sie kann mit der HART®-Schnittstelle extern ausgeführt werden.
- Die Fernaktivierung bietet für die Ausführenden der Prüfung eine sicherere Umgebung.
- Es ist keine zusätzliche Hardware erforderlich; eliminiert das Risiko, dass das falsche Gerät geprüft oder die falsche Taste versehentlich gedrückt wird.
- Ausgang schaltet durch Störungs-, Nass- und Trockenzustand und kehrt anschließend wieder in den aktuellen Zustand zurück.
- Beim Auftreten eines Fehlers wird dem Benutzer über das Bedieninterface (LOI) oder DD des Produkts ein Alarm gemeldet.
- Die Prüfung kann bei laufendem Prozess durchgeführt werden und wird in weniger als einer Minute abgeschlossen.
- Bietet die Fähigkeit, ausführliche Prüfungen hinauszuziehen, um sie an die standardmäßigen Wartungspläne der Anlage anzupassen.
- Kann dem Benutzer die Flexibilität bieten, das Intervall für die ausführliche Abnahmeprüfung so zu legen, dass es dem Arbeitszeitplan vor Ort entspricht.

Ein empfohlenes Schema einer Teil-Abnahmeprüfung ist in [Anhang C: Vorgeschlagenes Verfahren für die Teil-Abnahmeprüfung](#) zu finden.

3.7.4 Abnahmeprüfungsintervall

Die Zeitintervalle für Abnahmeprüfungen werden durch die SIL-Verifikationsberechnung definiert (gemäß PFD AVG). Die Abnahmeprüfungen müssen mindestens in der gemäß Berechnung spezifizierten Frequenz durchgeführt werden, um die erforderliche Integrität der Sicherheit für die Sicherheits-Instrumentierungsfunktion (SIF) zu erhalten.

Die Ergebnisse regelmäßiger Abnahmeprüfungen müssen aufgezeichnet und regelmäßig überprüft werden. Für die Spezifikation von Kundenanforderungen zur Erfüllung dieser SIS-Anforderung, siehe 61511.

Hinweis

Um ein gültiges Ergebnis zu erhalten, ist die Abnahmeprüfung immer bei laufendem Gerät und mit dem im Tank gelagerten Produktmedium und seinen Zuständen durchzuführen.

3.7.5 Erforderliche Hilfsmittel

- HART Host/oder Feldkommunikator
- mA-Messgerät
- Sicherheitslogikbaustein

3.7.6 Erforderliche Daten

Das Datum, die Zeit und der Name des Bedieners, der die Prüfung durchgeführt hat, oder das System, das die Abnahmeprüfung ausgelöst hat. Die Ansprechzeit und das Ergebnis der Abnahmeprüfung werden für die Pflege der Abnahmeprüfungs-Historie des Gerätes für PFD AVG-Berechnungen dokumentiert.

3.8 Anschluss des Füllstandsdetektors am SIS-Logikbaustein

Der Rosemount 2140:SIS Füllstandsdetektor sollte am sicherheitsbewerteten Logikbaustein angeschlossen werden, der die Sicherheitsfunktion sowie die automatische Diagnose (falls vorhanden) ausführt, die konzipiert wurde, um potenziell gefährliche Fehler innerhalb des Füllstandsdetektors zu diagnostizieren. In einigen Fällen kann er auch direkt an das Schlusselement angeschlossen werden.

Die [Bedienungsanleitung](#) des Rosemount 2140:SIS Füllstandsdetektors bietet vollständige Einzelheiten zur Installation des Füllstandsdetektors. Die Auslösewerte des Logikbausteins müssen mit den Sensor-Alarmwerten (oder höher) kompatibel sein, die im Abschnitt „Technische Daten“ dieses Handbuchs angegeben sind.

Hinweis

Alle Produktinformationen und Downloads für Dokumentationen finden Sie online auf der Webseite des Rosemount 2140:SIS unter Emerson.com/Rosemount.

3.9 Allgemeine Anforderungen

- Die Ansprechzeit von System und Funktion sollte geringer als die Prozess-Sicherheitszeit sein.
- Der Füllstandsdetektor wird in weniger als dieser Zeit (in Bezug auf das spezifische Gefahrenszenario) seinen definierten Sicherheitszustand einnehmen.
- Alle SIS-Komponenten, einschließlich Füllstandsdetektor, müssen vor dem Einschalten des Prozesses funktionstüchtig sein.
- Der Benutzer muss verifizieren, dass der Füllstandsdetektor für den Einsatz in Sicherheitsanwendungen geeignet ist, indem er bestätigt, dass Typenschild und Modellnummer des Füllstandsdetektors ordnungsgemäß gekennzeichnet sind.
- Personal, das Wartung und Prüfung am Füllstandsdetektor durchführt, sollte für diese Arbeit zuerst als kompetent beurteilt werden.
- Die Ergebnisse regelmäßiger Abnahmeprüfungen müssen aufgezeichnet und regelmäßig überprüft werden.
- Der Füllstandsdetektor sollte nicht ohne Überholung oder Austausch über seine im Abschnitt „Technische Daten“ der Betriebsanleitung des Produkts aufgeführte Nutzungsdauer betrieben werden.

Hinweis

Alle Produktinformationen und Downloads für Dokumentationen finden Sie online auf der Webseite des Rosemount 2140:SIS unter Emerson.com/Rosemount.

Abschnitt 4 Installation und Inbetriebnahme

Hinweis

Alle Produktinformationen und Downloads für Dokumentationen finden Sie online auf der Webseite des Rosemount 2140:SIS unter Emerson.com/Rosemount.

4.1 Sicherheitshinweise

Die in diesem Abschnitt beschriebenen Anleitungen und Verfahren können besondere Vorsichtsmaßnahmen erforderlich machen, um die Sicherheit des Bedienpersonals zu gewährleisten. Informationen, die eine erhöhte Sicherheit erfordern, sind mit einem Warnsymbol (⚠) markiert. Die folgenden Sicherheitshinweise lesen, bevor ein durch dieses Symbol gekennzeichnetes Verfahren durchgeführt wird.

WARNUNG

Nichtbeachtung dieser Richtlinien kann zu schweren oder tödlichen Verletzungen führen.

- Die Installation darf nur von Fachpersonal durchgeführt werden.

Explosionen können zu schweren oder tödlichen Verletzungen führen.

- Sicherstellen, dass die Betriebsumgebung des Füllstandsdetektors den Ex-Zulassungen entspricht.
- Vor dem Anschluss eines Feldkommunikators in einer explosionsgefährdeten Atmosphäre sicherstellen, dass die Geräte im Messkreis in Übereinstimmung mit den Vorschriften für eigensichere oder keine Funken erzeugende Feldverkabelung installiert sind.
- In explosionsgefährdeten Umgebungen den Deckel des Füllstandsdetektors nicht abnehmen, wenn der Stromkreis unter Spannung steht.
- Beide Deckel des Füllstandsdetektors müssen vollständig geschlossen sein, um die Ex-Schutz-Anforderungen zu erfüllen.

Elektrische Schläge können zu schweren oder tödlichen Verletzungen führen.

- Den Kontakt mit Leitungsdern und Anschlussklemmen meiden. Elektrische Spannung an den Leitungsdern kann zu elektrischen Schlägen führen.
- Sicherstellen, dass die Hauptspannungsversorgung zum Füllstandsdetektor ausgeschaltet ist und die Leitungen zu allen anderen externen Spannungsquellen abgeklemmt wurden bzw. nicht unter Spannung stehen, solange der Füllstandsdetektor verkabelt wird.

Hinweis

Der Kunde muss den „Anwendungsgrenzen“ auf Seite 7 folgen.

4.2 Einbau

Der Rosemount 2140:SIS Füllstandsdetektor („Füllstandsdetektor“) muss wie im Abschnitt „Einbau“ in der Betriebsanleitung des Produktes beschrieben installiert werden. Umweltbedingungen dürfen die Angaben im Abschnitt „Technische Daten“ nicht überschreiten.

Der Füllstandsdetektor muss für die physikalische Inspektion zugänglich sein.

4.3 Physikalischer Ort und Platzierung

Der Füllstandsdetektor muss mit genügend Platz für das Entfernen des Deckels und den elektrischen Anschluss zugänglich sein und eine manuelle Abnahmeprüfung ermöglichen.

Der Schalterpunkt wird durch den Einbauort des Füllstandsdetektors bestimmt und es muss berücksichtigt werden, dass eine sichere Abnahmeprüfung des Füllstandsdetektors möglich ist, indem Flüssigkeit gezwungen wird, den Schalter in den ausfallsicheren Zustand zu versetzen.

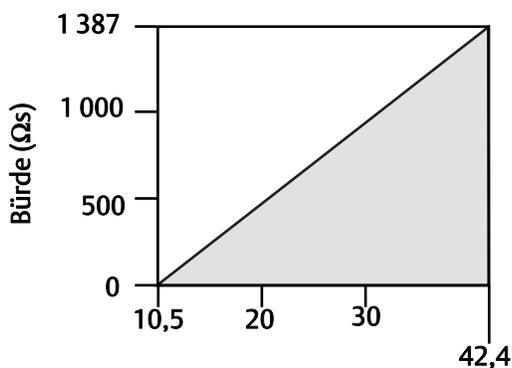
4.4 Elektrische Anschlüsse

Die Verkabelung muss für die Anwendung ausgelegt sein und darf keine Anfälligkeit gegenüber mechanischen Beschädigungen aufweisen. Die Verwendung von Kabelschutzrohren zum Schutz der Verkabelung wird empfohlen. Bei der Verkabelung zu diesem Gerät müssen die Kriechstrecken⁽¹⁾ und Schutzabstände eingehalten werden. Daher darf die abisolierte Leiterlänge nicht mehr als 6 mm betragen und es dürfen keine Litzen freiliegen.

Für eine gute Kommunikation abgeschirmte Kabel mit paarweise verdrehten Adern verwenden. Für eine ordnungsgemäße Kommunikation ein Kabel von 24 AWG bis maximal 14 AWG verwenden. Es sollte Kabel mit einer maximalen Länge von 1 500 m (5 000 ft.) verwendet werden. Die Kabellänge wird durch die Auswahl von Widerstandsüberwachung und Kabelquerschnitt begrenzt.

Die Spannungsversorgung für den Messumformer erfolgt ausschließlich über die Signalleitungen. Die Signalleitungen müssen nicht abgeschirmt sein, es sollten jedoch verdrehte Paare für optimale Ergebnisse verwendet werden. Die nicht abgeschirmten Signalleitungen nicht zusammen mit Stromleitungen in einem offenen Kabelkanal oder einem Schutzrohr und nicht in der Nähe von Starkstromgeräten verlegen. In Umgebungen mit starken elektromagnetischen/hochfrequenten Störungen (EMI/RFI) sollten abgeschirmte, verdrehte Adernpaare verwendet werden.

Abbildung 4-1. Bürdengrenzen



$$\text{Max. Messkreisbürde} = 43,5 * (\text{Externe Spannungsversorgung} - 10,5)$$

1. Die Kriechstreckenmessung wird gewöhnlich verwendet, um die Bahn des Elektrizitätsflusses zu bestimmen.

4.5 Konfiguration

4.5.1 Hardware-Konfiguration

Die folgenden Optionen sind physikalische Konfigurationsoptionen.

Alarmwertschalter

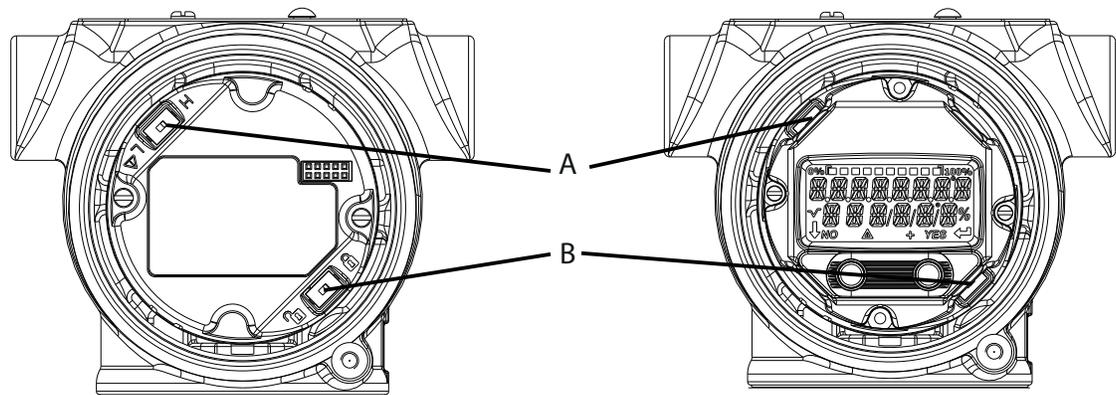
Unter Alarmbedingungen wird der Stromausgang durch das Gerät auf einen vom Benutzer definierten hohen (H) oder niedrigen (L) Wert jenseits des standardmäßigen 4 bis 20 mA-Betriebsbereichs gesetzt. Mit der Einstellung des Alarmwertschalters in die Stellung „H“ oder „L“ wird bestimmt, ob der Stromausgang den hohen oder niedrigen Alarmstrom liefern soll.

Schreibschutzschalter

Der Schreibschutzschalter wird auf die verriegelte Stellung gesetzt, um Änderungen an der Gerätekonfiguration über das Bedieninterface (LOI) oder die HART-Schnittstellen zu verhindern.

Abbildung 4-2 die Position des Alarmwert- und Schreibschutzschalters.

Abbildung 4-2. Schaltstellungen des Alarmwert- und Schreibschutzschalters



A. Alarmwertschalter
B. Schreibschutzschalter

4.5.2 Software-Konfiguration

Folgendes wird über die Software-Konfiguration erreicht.

Auswahl der Mediendichte

Der Rosemount 2140: SIS kann mit Mediendichten von 400 bis 1 000 kg/m³ betrieben werden. Die Auswahlparameter der Mediendichte (Media Density Selection) werden verwendet, um den Dichtebereich des Prozessmediums auszuwählen, der den Punkt sicherstellt, bei dem ein gleichbleibender „Nass“-Zustand angezeigt wird. Mögliche Einstellungen werden in [Tabelle 4-1](#) gezeigt.

Tabelle 4-1. Mediendichte – Auswahlstellung

Mediendichte – Auswahlstellung	Mediendichte – Auswahlbereich (kg/m ³)
0,4–0,6 SG	400–600
0,5–0,9 SG	500–900
0,8–1,3 SG	800–1 000

Hohe und niedrige Alarmwerte

Diese Einstellungen werden verwendet, um den Stromwert zu spezifizieren, der am Stromausgang im Falle von Alarmbedingungen gesetzt wird. Wenn „kundenspezifische“ (Custom) Alarmwerte ausgewählt werden, müssen für den im Falle von Alarmbedingungen als Stromausgang gesetzten Stromwert Werte spezifiziert werden. Diese werden über die Stromparameter für Hoch- und Niedrigalarm konfiguriert (High/Low Alarm Current).

Diese Einstellungen arbeiten in Verbindung mit der Einstellung des Alarmwertschalters (beschrieben in [Tabelle 4-2](#)) zur Bestimmung, welcher Strom verwendet werden soll. Zulässige Stromwerte sind in [Tabelle 4-2](#) aufgeführt.

Tabelle 4-2. Alarm-Stromwerte

Alarm- und Sättigungstyp	Wert Niedrigalarm (mA)	Wert Hochalarm (mA)
NAMUR	<= 3,6	>= 22,5
Rosemount	<= 3,75	>= 21,75
Kundenspezifisch	3,6–3,8	20,2–23

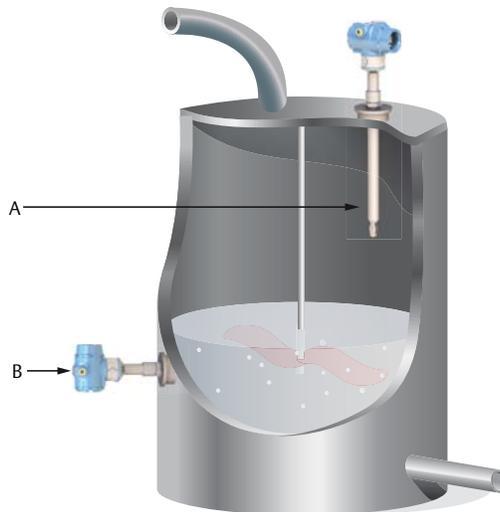
Betriebsmodus des Stromausgangs

Die Parameter für den Betriebsmodus des Stromausgangs (Current Output Operating Mode) werden verwendet, um abhängig vom Sensorzustand den Zustand des Ausgangs (entweder ON (Ein) oder OFF (Aus)) zu bestimmen.

Der Sensorzustand wird als „nass“ (Wet) bezeichnet, wenn er in ein Medium eingetaucht ist. Dagegen wird der Sensorzustand als „trocken“ (Dry) bezeichnet, wenn er nicht in ein Medium eingetaucht ist.

Die fundamentalen Betriebsmodi des Systems werden als „Nass Ein“ (Wet On) und als „Trocken Ein“ (Dry On) bezeichnet. Das heißt, der Benutzer konfiguriert das System so, dass der Ausgang aktiviert wird (den höheren von zwei diskreten Stromwerten erhält), wenn sich der Sensor im Zustand „nass“ oder im Zustand „trocken“ befindet. [Abbildung 4-3](#) zeigt eine Anwendung, in der Hoch- und Niedrigalarme gemeldet werden, indem der zugehörige Messumformer seinen Ausgang ausschaltet.

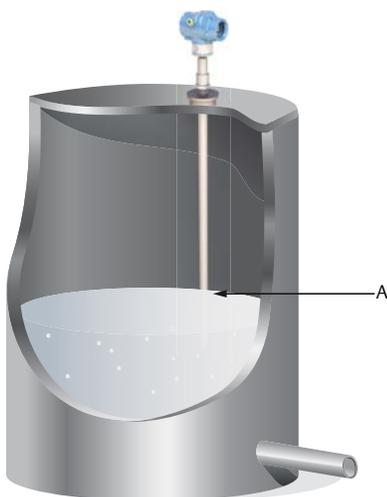
Abbildung 4-3. Hohe und niedrige Füllstandsalarme mit „Nass Ein“- und „Trocken Ein“-Konfigurationsanwendung



- A. Im Modus „Trocken Ein“ konfiguriert. Wenn das Medium über diesen Punkt ansteigt, wird der Systemausgang ausgeschaltet.
- B. Im Modus „Nass Ein“ konfiguriert. Wenn das Medium unter diesen Punkt abfällt, wird der Systemausgang ausgeschaltet.

Abbildung 4-4 zeigt eine Anwendung, bei der durch Abschaltung des Ausgangs entweder ein Alarm bei hohem Füllstand oder ein Alarm bei niedrigem Füllstand gemeldet werden kann, je nachdem, ob das System für den Modus „Nass Ein“ oder „Trocken Ein“ konfiguriert ist.

Abbildung 4-4. Hoch- oder Niedrigalarm je nach Einstellung „Nass Ein“ oder „Trocken Ein“



- A. Bei Konfiguration für den Modus „Nass Ein“ schaltet der Ausgang ab, wenn das Medium unter diesen Punkt abfällt. Bei Konfiguration für den Modus „Trocken Ein“ schaltet der Ausgang ab, wenn das Medium über diesen Punkt ansteigt.

Sensor-Betriebsmodus

Der Sensor-Betriebsmodus kann so konfiguriert werden, dass er im Falle von ungültigen Sensor-Frequenzwerten entweder einen Hinweis auf Trocken (Erweiterter Fehler = Trocken) oder Nass (Erweiterter Fehler = Nass) ausgibt. Zusätzlich wird in diesem Fall ein Sensoralarm gemeldet.

Stromausgangstyp

Der Stromausgang (Current Output) kann so konfiguriert werden, dass er zwischen den Standard-Instrumentenwerten 8 und 16 mA sowie 4 und 20 mA umschaltet. Außerdem ist ein kundenspezifischer Modus (Custom) vorhanden, mit dem der Benutzer kundenspezifische Werte über die Parameter „Custom On Current“ (Kundenspezifisch Strom „Ein“) und „Custom Off Current“ (Kundenspezifisch Strom „Aus“) zwischen 4 und 20 mA definieren kann, um je nach Einstellung des Stromausgangs-Betriebsmodus die Zustände „Nass“ (Wet) oder „Trocken“ (Dry) anzuzeigen.

8 und 16 mA, 4 und 20 mA und kundenspezifische Einstellungen

Dieser Abschnitt beschreibt im Detail und zusätzlich zu den Alarmwerten, Hoch- und Niedrigalarm, Betriebsmodus des Stromausgangs, Sensor-Betriebsmodus und Parameter des Stromausgangstyps, die Auswirkungen der Einstellungskombinationen des Alarmwertschalters.

Abbildung 4-5 zeigt die Auswirkungen am Stromausgang, wenn der Stromausgangstyp (Current Output Type) auf 4 und 20 mA eingestellt ist. Beachten Sie, dass zum Erreichen des gezeigten Ausgangsverhaltens der Betriebsmodus des Stromausgangs (Current Output Operating Mode) auf „Dry On“ (Trocken Ein), die Alarmwerte (Alarm Levels) auf „Custom“ (kundenspezifisch), der Strom des Niedrigalarms (Low Alarm Current) auf 3,6 mA und der Alarmwertschalter auf „L“ gesetzt werden muss.

Abbildung 4-5. Stromausgangstyp ist auf 4 und 20 mA eingestellt

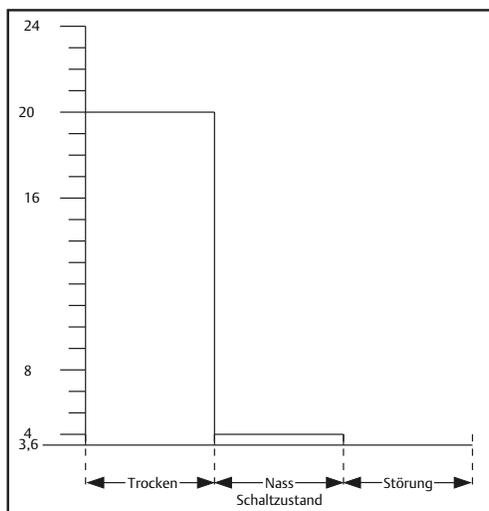


Abbildung 4-6 zeigt die Auswirkungen am Produktausgang, wenn der Stromausgangstyp auf 8 und 16 mA eingestellt ist. Beachten Sie, dass zum Erreichen des gezeigten Ausgangsverhaltens der Betriebsmodus des Stromausgangs auf „Wet On“ (Nass Ein), die Alarmwerte auf „Custom“ (kundenspezifisch), der Strom des Hochalarms (High Alarm Current) auf 23 mA und der Alarmwertschalter auf „H“ gesetzt werden muss.

Abbildung 4-6. Stromausgangstyp ist auf 8 und 16 mA eingestellt

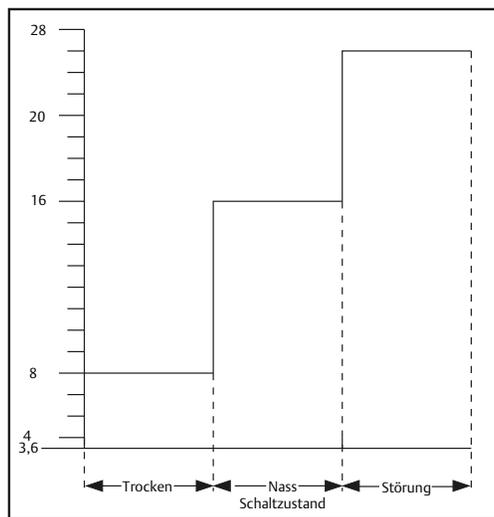
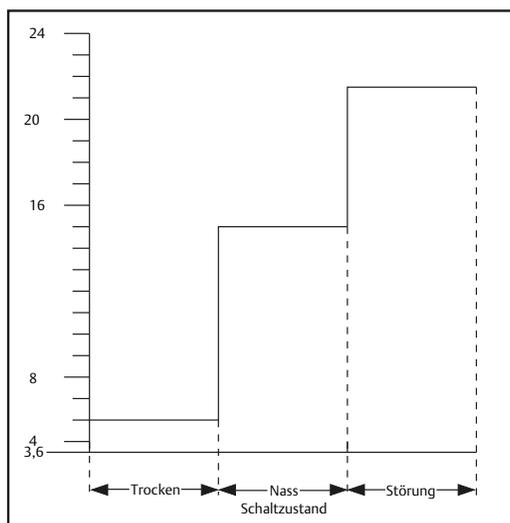


Abbildung 4-7 zeigt die Auswirkungen am Produktausgang, wenn der Stromausgangstyp auf „Custom“ (kundenspezifisch) eingestellt ist. Um dieses Verhalten zu erreichen, wird der Betriebsmodus des Stromausgangs auf „Wet On“ (Nass Ein), der „Custom Off Current“ (Kundenspezifisch Strom „Aus“) auf 5 mA, der „Custom On Current“ (Kundenspezifisch Strom „Ein“) auf 15 mA, Alarmwerte auf „Rosemount“ und der Alarmwertschalter auf „H“ gesetzt.

Abbildung 4-7. Stromausgangstyp ist auf „Custom“ (kundenspezifisch) eingestellt



Ausgangsverzögerung

Output Delay (Ausgangsverzögerung) ist ein vom Benutzer konfigurierbarer Parameter, der verwendet wird, um eine Verzögerung in Sekunden zwischen einer Anforderung und der Ausführung der Anforderung zu erzwingen. Wenn eine Anforderung auftritt, muss der Sensorzustand, der diese Anforderung hervorruft, für die Zeit der Ausgangsverzögerung konsistent sein. Ändert sich der Zustand so, dass eine Änderung des Ausgangszustands die Folge wäre, wird die Verzögerungszeit erneut gestartet.

Fehlerverzögerung

Fault Delay (Fehlerverzögerung) ist ein vom Benutzer konfigurierbarer Parameter, der verwendet wird, um eine Verzögerung in Sekunden zwischen einem erkannten Sensorfehler und der Fehlermaßnahme (Alarmmeldung) zu erzwingen. Wenn der Sensorfehler auftritt, muss er für den Zeitraum der Fehlerverzögerung bestehen bleiben, bis die Fehlermaßnahme durchgeführt wird. Im Fehlermodus wird die Fehlerverzögerung für Übergänge in gültige Sensorzustände nicht angewandt und die Fehlermaßnahme wird sofort zurückgesetzt.

Abschnitt 5 Betrieb und Wartung

5.1 Anforderung der Abnahmeprüfung

Während des Betriebs muss ein SIF-Modus mit niedriger Anforderungsrate einer Abnahmeprüfung unterzogen werden. Das Ziel der Abnahmeprüfung ist, innerhalb der Ausrüstung in der SIF Fehler zu erkennen, die nicht durch automatische Diagnosefunktionen des Systems erkannt wurden. Das Hauptanliegen sind unerkannte Fehler, die die SIF an der Ausführung der beabsichtigten Funktion hindern.

Regelmäßige Abnahmeprüfungen sollten gemäß der SIL-Verifizierungsberechnung definierten Frequenz (oder Intervall) stattfinden. Die Abnahmeprüfungen müssen mindestens gemäß der in der Berechnung spezifizierten Frequenz durchgeführt werden, um die erforderliche Integrität der Sicherheit für die Sicherheits-Instrumentierungsfunktion (SIF) zu erhalten.

Ein Beispielverfahren ist in [Anhang B: Vorgeschlagenes Verfahren der ausführlichen Abnahmeprüfung](#) zu finden.

Die Ergebnisse regelmäßiger Abnahmeprüfungen müssen aufgezeichnet und regelmäßig überprüft werden.

5.2 Reparatur und Austausch

Die Reparaturverfahren in der Betriebsanleitung des Rosemount 2140 Füllstandsdetektors müssen befolgt werden.

5.3 Fehlermeldung

Im Falle einer Fehlfunktion des Systems oder der Sicherheits-Instrumentierungsfunktion (SIF) muss der Rosemount 2140: SIS Füllstandsdetektor außer Betrieb gesetzt werden und der Prozess sollte durch andere Maßnahmen in einem sicheren Zustand gehalten werden.

Emerson muss informiert werden, wenn es erforderlich ist, den Rosemount 2140: SIS aufgrund eines Fehlers auszutauschen. Der aufgetretene Fehler sollte dokumentiert und an Emerson anhand der Kontaktinformationen auf der Rückseite dieses Sicherheitshandbuchs gemeldet werden. Dies ist ein wichtiger Bestandteil des Emerson SIS-Managementprozesses.

Anhang A Technische Daten

A.1 Allgemeines

In **Tabelle A-1** ist die Sicherheits-Ansprechzeit für alle Ausgangstypen größer als 10 Sekunden oder die ausgewählte Sekundenverzögerung für die Einstellung der Ausgangsverzögerung.

Hinweis

Siehe „Ausgangsverzögerung“ auf Seite 22 bzgl. der Funktion für die Schalt-Ausgangsverzögerung.

Tabelle A-1. Allgemeine Spezifikationen

Art des Ausgangs	Versorgungsspannung	Sicherheitsalarmwerte (Kriechströme) ⁽¹⁾	Sicherheits-Ansprechzeit ⁽²⁾	Schaltpunkt – Wasser ⁽³⁾	Schaltpunkt – andere Flüssigkeit ⁽⁴⁾
4/20 mA	10,5 bis 42,4 VDC	3,6 mA	min. 10 s	11 bis 15 mm	0 bis 30 mm

1. Die Auslösewerte des Logikbausteins sollten höher als diese Werte gesetzt werden, um ein sicheres Auslösen sicherzustellen.
2. Die Sicherheits-Ansprechzeit ist größer als 10 Sekunden oder die konfigurierte Sekundenverzögerung der Einstellung für die Ausgangsverzögerung. Siehe „Ausgangsverzögerung“ auf Seite 22 bzgl. weiterer Einzelheiten dieser Einstellung.
3. Betriebspunkt (Schaltpunkt) gemessen vom niedrigsten Punkt der Gabel, wenn die Flüssigkeit Wasser ist.
4. Betriebspunkt (Schaltpunkt) gemessen vom niedrigsten Punkt der Gabel, wenn die Flüssigkeit kein Wasser ist.

A.2 Nutzungsdauer

Basierend auf allgemeinen Feld-Fehlerdaten und Komponentendaten des Herstellers kann für den Rosemount 2140:SIS Füllstandsdetektor bei einer Umgebungstemperatur von 55 °C eine Nutzungsdauer von ungefähr 89 Jahren erwartet werden. Dies nimmt um den Faktor zwei für jede zusätzlichen 10 °C ab und nimmt um den Faktor zwei für jede Reduzierung von 10 °C zu.

A.3 Standzeit

Gemäß der Norm IEC 61508-2 sollte eine Standzeit basierend auf Erfahrungsdaten angenommen werden.

Auch wenn eine konstante Fehlerrate durch die probabilistische Schätzungsmethode (siehe FMEDA-Bericht) angenommen wird, trifft dies nur zu, wenn die Standzeit⁽¹⁾ der Komponenten nicht überschritten wird. Über deren Standzeit hinaus ist das Ergebnis der probabilistischen Berechnung bedeutungslos, da die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers mit der Zeit bedeutend zunimmt.

Die Standzeit hängt entscheidend vom Subsystem selbst und seinen Betriebsbedingungen ab. Die Ausrüstung enthält Elektrolytkondensatoren, deren Standzeit entscheidend von der Umgebungstemperatur abhängt (siehe Sicherheitsdaten im FMEDA-Bericht).

1. Die Standzeit ist ein Begriff der Zuverlässigkeit, der das Betriebszeitintervall beschreibt, in dem die Ausfallrate eines Gerätes relativ konstant ist. Es handelt sich nicht um einen Begriff, der die Alterung, die Garantie oder andere kommerzielle Probleme des Produkts umfasst.

Diese Annahme einer konstanten Fehlerrate basiert auf der sogenannten „Badewannenkurve“. Deshalb ist es offensichtlich, dass die PFDAVG-Berechnung nur für Komponenten gültig ist, welche diese konstante Domäne haben, und dass die Gültigkeit der Berechnung sich auf die Standzeit jeder Komponente beschränkt.

Es liegt in der Verantwortung des Endnutzers den Rosemount 2140:SIS Füllstandsdetektor gemäß den Herstelleranweisungen zu warten und zu betreiben. Weiterhin sollten regelmäßige Inspektionen zeigen, dass alle Komponenten sauber sind und keine Beschädigungen aufweisen.

Anhang B Vorgeschlagenes Verfahren der ausführlichen Abnahmeprüfung

B.1 Empfohlene Abnahmeprüfung

Gemäß Abschnitt 7.4.5.2 (f) der Norm IEC 61508-2 sollten Abnahmeprüfungen durchgeführt werden, um gefährliche Fehler zu erkennen, die durch Diagnosetests nicht erkannt wurden. Dies bedeutet, dass spezifiziert werden muss, wie gefährliche, unerkannte Fehler, die bei der FMEDA-Analyse (Fehlermodus, Effekte und Diagnoseanalyse) festgestellt wurden, während der Abnahmeprüfung erkannt werden können.

Die empfohlene Abnahmeprüfung für den Rosemount 2140:SIS Füllstandsdetektor ist unter [Tabelle B-1](#) zu finden. Der Test besteht aus der Einstellung des Ausgangs auf einen Mindest- und Maximalwert und einer Überprüfung der Kalibrierung.

Tabelle B-1. Empfohlene ausführliche Abnahmeprüfung

Schritt	Maßnahme
1	Die zugänglichen Teile des Flüssigkeits-Füllstandsdetektors auf jegliche Undichtigkeiten oder Beschädigungen untersuchen.
2	Die Sicherheitsfunktion umgehen und entsprechende Maßnahmen einleiten, um eine falsche Auslösung zu vermeiden.
3	DD, DTM, HHT, LOI oder andere Mittel für das Senden des HART-Befehls 40 verwenden, um den unter der Niedrigalarm-Bedingung gesetzten Strom zu simulieren.
4	DD, DTM, HHT, LOI oder andere Mittel für das Senden des HART-Befehls 40 verwenden, um den unter der Hochalarm-Bedingung gesetzten Strom zu simulieren.
5	DD, DTM, HHT, LOI oder andere Mittel für das Senden des HART-Befehls 40 verwenden, um sicherzustellen, dass das Simulieren für den Stromausgang deaktiviert ist.
6	Prozessbedingungen so ändern, dass die Schwinggabel die konfigurierten Alarmbedingungen erfährt und verifizieren, dass der Analogausgang den konfigurierten „Aus“-Analogstrom innerhalb des erwarteten Zeitraums erreicht, der durch die Parametereinstellung der Ausgangsverzögerung angezeigt wird.
7	Prozessbedingungen so ändern, dass die Schwinggabel die konfigurierte Normalbedingung erfährt und verifizieren, dass der Analogausgang den konfigurierten „Ein“-Analogstrom innerhalb des erwarteten Zeitraums erreicht, der durch die Parametereinstellung der Ausgangsverzögerung angezeigt wird.
8	Den Bypass entfernen und den Normalbetrieb wiederherstellen.

B.2 Einfluss auf SIF und Prozess

Um einen sicheren Produktzustand zu erreichen, muss der Sensor, abhängig vom Betriebsmodus, entweder vom Prozessmedium entfernt oder in dieses eingetaucht werden. Der Prozess kann während der Abnahmeprüfung nicht weiterbetrieben werden.

B.3 Dauer der ausführlichen Abnahmeprüfung

Die ausführliche Abnahmeprüfung dauert mit allen Sicherheitsmaßnahmen einige Stunden.

B.4 Bedenken bzgl. der persönlichen Sicherheit

Alle notwendigen Vorkehrungen sollten während der Ausführung der Abnahmeprüfung getroffen werden.

Anhang C Vorgeschlagenes Verfahren für die Teil-Abnahmeprüfung

C.1 Empfohlene Abnahmeprüfung

Die empfohlene Teil-Abnahmeprüfung für den Rosemount 2140:SIS Füllstandsdetektor („Füllstandsdetektor“) finden Sie unter [Tabelle C-1](#). Sie betätigt die Signalverarbeitung und den Ausgang, aber testet nicht den Sensor.

Tabelle C-1. Empfohlene Teil-Abnahmeprüfung

Schritt	Maßnahme
1	Die zugänglichen Teile des Füllstandsdetektors auf jegliche Undichtigkeiten oder Beschädigungen untersuchen.
2	Die Sicherheitsfunktion umgehen und entsprechende Maßnahmen einleiten, um eine falsche Auslösung zu vermeiden.
3	DD, DTM, HHT, LOI oder andere Mittel zum Senden des HART-Befehls 202 verwenden, um die Abnahmeprüfungsfunktion des Gerätes auszulösen.
4	Verifizieren, dass der Strom des Analogausgangs den konfigurierten Stromwert für Niedrigalarm, „Aus“, „Ein“ und Hochalarm erreicht und dass jeder auf dem Wert für ein Viertel des Parameters der Abnahmeprüfungsdauer gehalten wird.
5	Den Bypass entfernen und den Normalbetrieb wiederherstellen.

C.2 Einfluss auf SIF und Prozess

Der Prozess kann während der Abnahmeprüfung nicht weiterbetrieben werden.

C.3 Dauer der Teil-Abnahmeprüfung

Die Teil-Abnahmeprüfung dauert mit allen Sicherheitsmaßnahmen weniger als eine Stunde.

C.4 Bedenken bzgl. der persönlichen Sicherheit

Alle notwendigen Vorkehrungen sollten während der Ausführung der Abnahmeprüfung getroffen werden.

Anhang D PFDAVG-Berechnung

D.1 **Mittlere Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls bei Anforderung (PFDAVG)**

Die Auswirkungen der ausführlichen Abnahmeprüfung, Teil-Abnahmeprüfung oder eine Kombination aus beiden Typen auf PFDAVG sind in [Abbildung D-1 auf Seite 32](#) dargestellt. Die Daten der Fehlerrate, die in dieser Berechnung verwendet werden, können dem FMEDA-Bericht entnommen werden. Eine Einsatzzeit von 10 Jahren wurde mit einer „Mean Time To Restoration“ (durchschnittliche Zeit zur Instandsetzung) von 24 Stunden angenommen.

Hinweis

Die folgenden Zahlen dienen nur der Veranschaulichung und müssen auf einer Pro-SIF-Grundlage ermittelt werden.

Abbildung D-1. Auswirkungen von Abnahmeprüfungen auf PFD und PFD_{AVG}

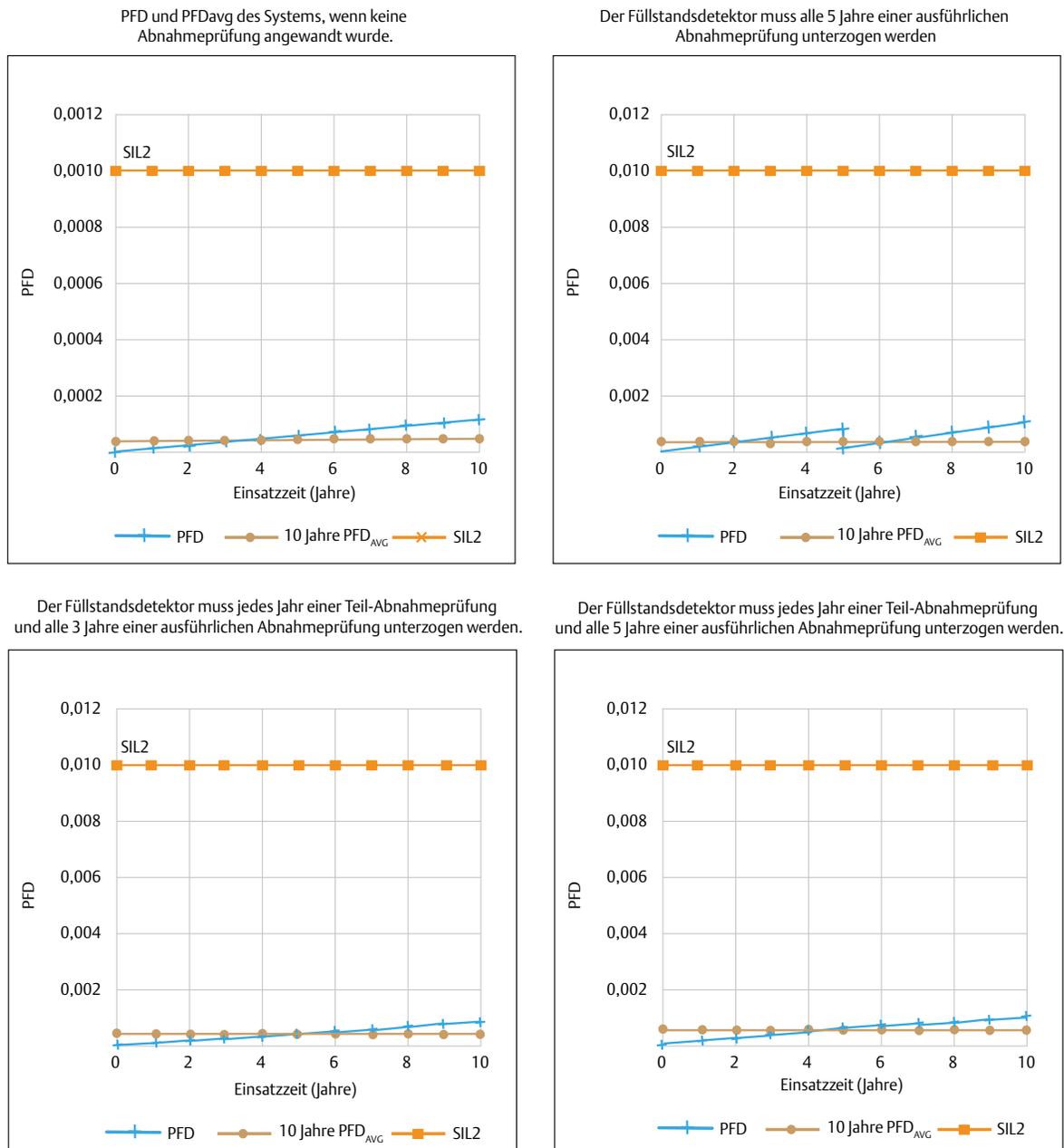
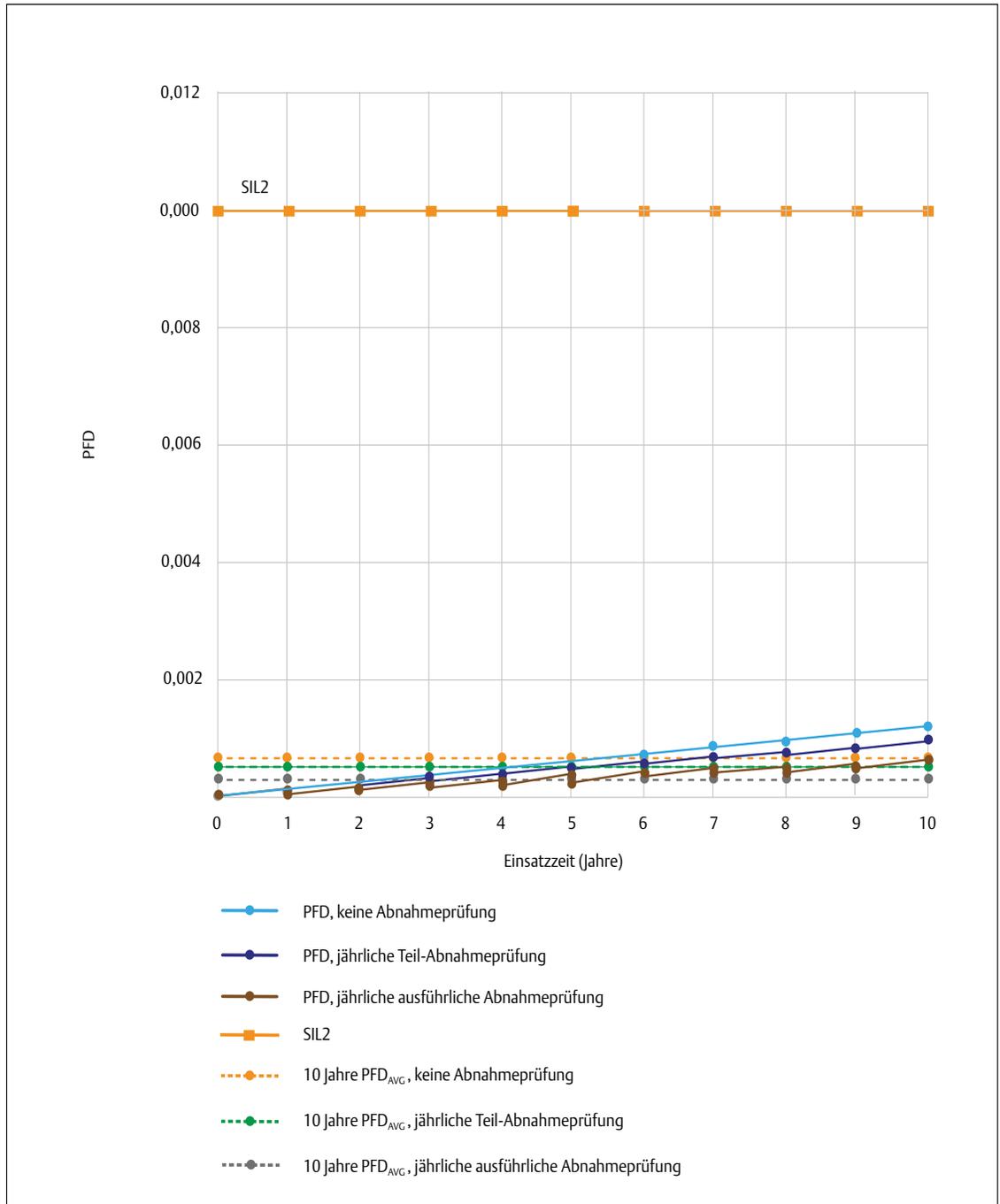


Abbildung D-2 auf Seite 33 zeigen die Auswirkungen der ausführlichen Abnahmeprüfung und Teil-Abnahmeprüfung sowie auch eine Kombination der beiden Typen auf PFD und PFD_{AVG}, sodass die Ergebnisse direkt verglichen werden können. Es wird nur der PFD_{AVG}-Wert der letzten 10 Jahre gezeigt. Eine Einsatzzeit von 10 Jahren wurde mit einer „Mean Time To Restoration“ (durchschnittliche Zeit zur Instandsetzung) von 24 Stunden angenommen.

Hinweis

PFDavg-Zahlen können nur für Anwendungen mit einer niedrigen Anforderungsrate verwendet werden. Für Anwendungen mit einer hohen Anforderungsrate siehe [Anhang E: PFH-Berechnung](#).

Abbildung D-2. Vergleich von Auswirkungen auf PFD und PFDavg für Abnahmeprüfungstypen



Anhang E PFH-Berechnung

E.1 Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Fehlers pro Stunde (PFH)

Für Anwendungen mit einer hohen Anforderungsrate müssen die Produkt-PFH-Werte verwendet werden, um die Tauglichkeit eines Produkts innerhalb einer SIF zu bestimmen.

Für eine SIF mit einem Sicherheits-Bedarfsintervall, das 100⁽¹⁾ mal größer als das Diagnoseintervall ist, wird der SIF-PFH-Wert mit folgender Gleichung berechnet:

$$PFH = \Sigma \lambda_{DU}$$

Die gesamte Ausrüstung, die Bestandteil des Sicherheitssystems ist, trägt zum PFH-Endwert bei. Wenn die Sicherheits-Bedarfsintervalle sich der Diagnostikstrategie nähern, werden die Online-Diagnosefunktionen zur Erkennung von gefährlichen Fehlern immer weniger nützlich. In diesem Fall sind gefährliche, erkannte Fehler nicht in der PFH-Berechnung enthalten.

Falls das Sicherheits-Bedarfsintervall weniger als 100⁽¹⁾ mal größer als das Diagnoseintervall ist, wird der SIF-PFH-Wert mit folgender Gleichung berechnet:

$$PFH = \Sigma (\lambda_{DU} + \lambda_{DD})$$

Auch hier trägt die gesamte Ausrüstung, die Bestandteil des Sicherheitssystems ist, zum PFH-Endwert bei, aber in diesem Fall können gefährliche, erkannte Fehler zum PFH-Endwert beitragen.

1. Die Zahl 100 wird hier nur für illustrative Zwecke verwendet und variiert abhängig von der Benutzererfahrung und dem verfügbaren Wissen über die SIF.

Anhang F Diagnoseintervalle

F.1 Diagnoseprüfungen und -intervalle

Alle Diagnoseprüfungen können ganzheitlich in einer Stunde abgeschlossen werden.

Deutschland

Emerson Automation Solutions

Emerson Process Management
GmbH & Co. OHG
Katzbergstraße 1
40764 Langenfeld (Rhld.)
Deutschland

+49 (0) 2173 3348 - 0
+49 (0) 2173 3348 - 100
www.emersonprocess.de

Schweiz

Emerson Automation Solutions

Emerson Process Management AG
Blegistrasse 21
6341 Baar-Walterswil
Schweiz

+41 (0) 41 768 6111
+41 (0) 41 761 8740
www.emersonprocess.ch

Österreich

Emerson Automation Solutions

Emerson Process Management AG
Industriezentrum NÖ Süd
Straße 2a, Objekt M29
2351 Wr. Neudorf
Österreich

+43 (0) 2236-607
+43 (0) 2236-607 44
www.emersonprocess.at



Linkedin.com/company/Emerson-Automation-Solutions



Twitter.com/Rosemount_News



Facebook.com/Rosemount



Youtube.com/user/RosemountMeasurement



Google.com/+RosemountMeasurement

Das Emerson-Logo ist eine Marke und Dienstleistungsmarke der Emerson Electric Co.
Rosemount und das Rosemount-Logo sind Marken von Emerson.
Alle anderen Marken sind Eigentum ihres jeweiligen Inhabers.
© 2017 Emerson. Alle Rechte vorbehalten.