

## HANDBUCH

# Funktionale Sicherheit

## SMART-Transmitterspeisegerät

HiD2022\*, KFD2-STC5-(Ex)\*,  
KFD2-STV5-(Ex)\*



Es gelten die Allgemeinen Lieferbedingungen für Erzeugnisse und Leistungen der Elektroindustrie, herausgegeben vom Zentralverband Elektroindustrie (ZVEI) e.V. in ihrer neusten Fassung sowie die Ergänzungsklausel: "Erweiterter Eigentumsvorbehalt".

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
1.1	Inhalt des Dokuments	4
1.2	Sicherheitsinformationen	5
1.3	Verwendete Symbole	6
<b>2</b>	<b>Produktbeschreibung</b>	<b>7</b>
2.1	Funktion	7
2.2	Schnittstellen	12
2.3	Kennzeichnung	12
2.4	Normen und Richtlinien für Funktionale Sicherheit	12
<b>3</b>	<b>Planung</b>	<b>13</b>
3.1	Systemstruktur	13
3.2	Annahmen	14
3.3	Sicherheitsfunktion und sicherer Zustand	15
3.4	Sicherheitskennwerte	17
3.5	Gebrauchsdauer	19
<b>4</b>	<b>Montage und Installation</b>	<b>20</b>
4.1	Konfiguration	20
<b>5</b>	<b>Betrieb</b>	<b>21</b>
5.1	Wiederholungsprüfung	21
<b>6</b>	<b>Wartung und Reparatur</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>28</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Inhalt des Dokuments

Dieses Dokument enthält Informationen zur Verwendung des Geräts in Anwendungen für funktionale Sicherheit. Diese Informationen benötigen Sie für den Einsatz Ihres Produkts in den zutreffenden Phasen des Produktlebenszyklus. Dazu können zählen:

- Produktidentifizierung
- Lieferung, Transport und Lagerung
- Montage und Installation
- Inbetriebnahme und Betrieb
- Instandhaltung und Reparatur
- Störungsbeseitigung
- Demontage
- Entsorgung



### **Hinweis!**

Dieses Dokument ersetzt nicht die Betriebsanleitung.



### **Hinweis!**

Entnehmen Sie die vollständigen Informationen zum Produkt der Betriebsanleitung und der weiteren Dokumentation im Internet unter [www.pepperl-fuchs.com](http://www.pepperl-fuchs.com).

Die Dokumentation besteht aus folgenden Teilen:

- Vorliegendes Dokument
- Betriebsanleitung
- Handbuch
- Datenblatt

Zusätzlich kann die Dokumentation aus folgenden Teilen bestehen, falls zutreffend:

- EU-Baumusterprüfbescheinigung
- EU-Konformitätserklärung
- Konformitätsbescheinigung
- Zertifikate
- Control Drawings
- FMEDA-Report
- Assessment-Report
- Weitere Dokumente

Weitere Informationen zu Produkten mit funktionaler Sicherheit von Pepperl+Fuchs finden Sie im Internet unter [www.pepperl-fuchs.com/sil](http://www.pepperl-fuchs.com/sil).

## 1.2 Sicherheitsinformationen

### **Zielgruppe, Personal**

Die Verantwortung hinsichtlich Planung, Montage, Inbetriebnahme, Betrieb, Instandhaltung und Demontage liegt beim Anlagenbetreiber.

Nur Fachpersonal darf die Montage, Inbetriebnahme, Betrieb, Instandhaltung und Demontage des Produkts durchführen. Das Fachpersonal muss die Betriebsanleitung und die weitere Dokumentation gelesen und verstanden haben.

### **Bestimmungsgemäße Verwendung**

Das Gerät ist nur für eine sachgerechte und bestimmungsgemäße Verwendung zugelassen. Bei Zuwiderhandlung erlischt jegliche Garantie und Herstellerverantwortung.

Das Gerät wurde nach den einschlägigen Sicherheitsstandards entwickelt, hergestellt und geprüft.

Verwenden Sie das Gerät nur

- für die beschriebene Anwendung
- unter den angegebenen Umgebungsbedingungen
- mit Geräten, die für die Sicherheitsanwendung geeignet sind

### **Bestimmungswidrige Verwendung**

Der Schutz von Personal und Anlage ist nicht gewährleistet, wenn das Gerät nicht entsprechend seiner bestimmungsgemäßen Verwendung eingesetzt wird.

## 1.3 Verwendete Symbole

Dieses Dokument enthält Symbole zur Kennzeichnung von Warnhinweisen und von informativen Hinweisen.

### Warnhinweise

Sie finden Warnhinweise immer dann, wenn von Ihren Handlungen Gefahren ausgehen können. Beachten Sie unbedingt diese Warnhinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden.

Je nach Risikostufe werden die Warnhinweise in absteigender Reihenfolge wie folgt dargestellt:



#### **Gefahr!**

Dieses Symbol warnt Sie vor einer unmittelbar drohenden Gefahr.

Falls Sie diesen Warnhinweis nicht beachten, drohen Personenschäden bis hin zum Tod.



#### **Warnung!**

Dieses Symbol warnt Sie vor einer möglichen Störung oder Gefahr.

Falls Sie diesen Warnhinweis nicht beachten, können Personenschäden oder schwerste Sachschäden drohen.



#### **Vorsicht!**

Dieses Symbol warnt Sie vor einer möglichen Störung.

Falls Sie diesen Warnhinweis nicht beachten, kann das Produkt oder daran angeschlossene Systeme und Anlagen gestört werden oder vollständig ausfallen.

### Informative Hinweise



#### **Hinweis!**

Dieses Symbol macht auf eine wichtige Information aufmerksam.



Handlungsanweisung

Dieses Symbol markiert eine Handlungsanweisung. Sie werden zu einer Handlung oder Handlungsfolge aufgefordert.

## 2 Produktbeschreibung

### 2.1 Funktion

#### **HiD2022**

Diese Trennbarriere eignet sich für eigensichere Anwendungen.

Das Gerät speist 2-Draht- und 3-Draht-SMART-Transmitter und kann auch zusammen mit 2-Draht-SMART-Stromquellen genutzt werden.

Das analoge Eingangssignal wird als galvanisch getrennter Stromwert in den sicheren Bereich übertragen.

Dem Eingangssignal können im explosionsgefährdeten oder im nicht explosionsgefährdeten Bereich binäre Signale überlagert werden, die bidirektional übertragen werden.

Das Gerät unterstützt an den Klemmen im sicheren Bereich einen Ausgang in der Betriebsart Quelle.

Das Gerät wird auf HiD-Termination Boards montiert.

#### **HiD2022SK**

Diese Trennbarriere eignet sich für eigensichere Anwendungen.

Das Gerät speist 2-Draht- und 3-Draht-SMART-Transmitter und kann auch zusammen mit 2-Draht-SMART-Stromquellen genutzt werden.

Das analoge Eingangssignal wird als galvanisch getrennter Stromwert in den sicheren Bereich übertragen.

Dem Eingangssignal können im explosionsgefährdeten oder im nicht explosionsgefährdeten Bereich binäre Signale überlagert werden, die bidirektional übertragen werden.

Das Gerät unterstützt an den Klemmen im sicheren Bereich einen Ausgang in der Betriebsart Senke.

Das Gerät wird auf HiD-Termination Boards montiert.

### **KFD2-STC5-1, KFD2-STC5-2**

Dieser Signaltrenner ermöglicht die galvanische Trennung von Feldstromkreisen und Steuerstromkreisen.

Das Gerät speist 2-Draht- und 3-Draht-SMART-Transmitter und kann auch zusammen mit 2-Draht-SMART-Stromquellen genutzt werden.

Das analoge Eingangssignal wird als galvanisch getrennter Stromwert übertragen.

Dem Eingangssignal können auf der Feldseite oder auf der Steuerungsseite binäre Signale überlagert werden, die bidirektional übertragen werden.

Das Gerät unterstützt an den Klemmen auf der Steuerungsseite einen Ausgang in der Betriebsart Senke oder Quelle.

Das Gerät besitzt einen internen Widerstand. Verwenden Sie diesen Widerstand, wenn der HART-Kommunikationswiderstand im Steuerstromkreis zu gering ist.

In die Geräteklemmen sind Prüfbuchsen für den Anschluss von HART-Kommunikatoren integriert.

Das Gerät wird auf einer 35-mm-Hutschiene nach EN 60715 montiert.

### **KFD2-STC5-1.20**

Dieser Signaltrenner ermöglicht die galvanische Trennung von Feldstromkreisen und Steuerstromkreisen.

Das Gerät speist 2-Draht- und 3-Draht-SMART-Transmitter und kann auch zusammen mit 2-Draht-SMART-Stromquellen genutzt werden.

Das analoge Eingangssignal wird als zwei galvanisch getrennte Ausgangssignale auf die Steuerungsseite übertragen.

Dem Eingangssignal können auf der Feldseite oder auf der Steuerungsseite binäre Signale überlagert werden, die bidirektional übertragen werden.

Das Gerät unterstützt an den Klemmen auf der Steuerungsseite einen Ausgang in der Betriebsart Senke oder Quelle.

Das Gerät besitzt einen internen Widerstand. Verwenden Sie diesen Widerstand, wenn der HART-Kommunikationswiderstand im Steuerstromkreis zu gering ist.

In die Geräteklemmen sind Prüfbuchsen für den Anschluss von HART-Kommunikatoren integriert.

Das Gerät wird auf einer 35-mm-Hutschiene nach EN 60715 montiert.



### **KFD2-STC5-Ex1(.H), KFD2-STC5-Ex2**

Diese Trennbarriere eignet sich für eigensichere Anwendungen.

Das Gerät speist 2-Draht- und 3-Draht-SMART-Transmitter und kann auch zusammen mit 2-Draht-SMART-Stromquellen genutzt werden.

Das analoge Eingangssignal wird als galvanisch getrennter Stromwert in den sicheren Bereich übertragen.

Dem Eingangssignal können im explosionsgefährdeten oder im nicht explosionsgefährdeten Bereich binäre Signale überlagert werden, die bidirektional übertragen werden.

Das Gerät unterstützt an den Klemmen im sicheren Bereich einen Ausgang in der Betriebsart Senke oder Quelle.

Das Gerät besitzt einen internen Widerstand. Verwenden Sie diesen Widerstand, wenn der HART-Kommunikationswiderstand im Steuerstromkreis zu gering ist.

In die Geräteklemmen sind Prüfbuchsen für den Anschluss von HART-Kommunikatoren integriert.

Das Gerät wird auf einer 35-mm-Hutschiene nach EN 60715 montiert.

### **KFD2-STC5-Ex1.2O(.H)**

Diese Trennbarriere eignet sich für eigensichere Anwendungen.

Das Gerät speist 2-Draht- und 3-Draht-SMART-Transmitter und kann auch zusammen mit 2-Draht-SMART-Stromquellen genutzt werden.

Das analoge Eingangssignal wird als zwei galvanisch getrennte Ausgangssignale in den sicheren Bereich übertragen.

Dem Eingangssignal können im explosionsgefährdeten oder im nicht explosionsgefährdeten Bereich binäre Signale überlagert werden, die bidirektional übertragen werden.

Das Gerät unterstützt an den Klemmen im sicheren Bereich einen Ausgang in der Betriebsart Senke oder Quelle.

Das Gerät besitzt einen internen Widerstand. Verwenden Sie diesen Widerstand, wenn der HART-Kommunikationswiderstand im Steuerstromkreis zu gering ist.

In die Geräteklemmen sind Prüfbuchsen für den Anschluss von HART-Kommunikatoren integriert.

Das Gerät wird auf einer 35-mm-Hutschiene nach EN 60715 montiert.

### **KFD2-STV5-1-1, KFD2-STV5-2-1**

Dieser Signaltrenner ermöglicht die galvanische Trennung von Feldstromkreisen und Steuerstromkreisen.

Das Gerät speist 2-Draht- und 3-Draht-SMART-Transmitter und kann auch zusammen mit 2-Draht-SMART-Stromquellen genutzt werden.

Das analoge Eingangssignal wird als galvanisch getrennter Stromwert übertragen.

Dem Eingangssignal können auf der Feldseite oder auf der Steuerungsseite binäre Signale überlagert werden, die bidirektional übertragen werden.

Falls der HART-Kommunikationswiderstand im Steuerkreis zu gering ist, kann der interne Widerstand verwendet werden.

In die Geräteklemmen sind Prüfbuchsen für den Anschluss von HART-Kommunikatoren integriert.

Das Gerät wird auf einer 35-mm-Hutschiene nach EN 60715 montiert.

### **KFD2-STV5-Ex1-1, KFD2-STV5-Ex2-1**

Diese Trennbarriere eignet sich für eigensichere Anwendungen.

Das Gerät speist 2-Draht- und 3-Draht-SMART-Transmitter und kann auch zusammen mit 2-Draht-SMART-Stromquellen genutzt werden.

Das analoge Eingangssignal wird als galvanisch getrennter Stromwert in den sicheren Bereich übertragen.

Dem Eingangssignal können im explosionsgefährdeten oder im nicht explosionsgefährdeten Bereich binäre Signale überlagert werden, die bidirektional übertragen werden.

Falls der HART-Kommunikationswiderstand im Steuerkreis zu gering ist, kann der interne Widerstand verwendet werden.

In die Geräteklemmen sind Prüfbuchsen für den Anschluss von HART-Kommunikatoren integriert.

Das Gerät wird auf einer 35-mm-Hutschiene nach EN 60715 montiert.

### **KFD2-STV5-Ex1.2O-1, KFD2-STV5-Ex1.2O-2**

Diese Trennbarriere eignet sich für eigensichere Anwendungen.

Das Gerät speist 2-Draht- und 3-Draht-SMART-Transmitter und kann auch zusammen mit 2-Draht-SMART-Stromquellen genutzt werden.

Das analoge Eingangssignal wird als zwei galvanisch getrennte Ausgangssignale in den sicheren Bereich übertragen.

Dem Eingangssignal können im explosionsgefährdeten oder im nicht explosionsgefährdeten Bereich binäre Signale überlagert werden, die bidirektional übertragen werden.

Falls der HART-Kommunikationswiderstand im Steuerkreis zu gering ist, kann der interne Widerstand verwendet werden.

In die Geräteklemmen sind Prüfbuchsen für den Anschluss von HART-Kommunikatoren integriert.

Das Gerät wird auf einer 35-mm-Hutschiene nach EN 60715 montiert.

### **KFD2-STV5-Ex2-1, KFD2-STV5-Ex2-2**

Diese Trennbarriere eignet sich für eigensichere Anwendungen.

Das Gerät speist 2-Draht- und 3-Draht-SMART-Transmitter und kann auch zusammen mit 2-Draht-SMART-Stromquellen genutzt werden.

Das analoge Eingangssignal wird als galvanisch getrennter Stromwert in den sicheren Bereich übertragen.

Dem Eingangssignal können im explosionsgefährdeten oder im nicht explosionsgefährdeten Bereich binäre Signale überlagert werden, die bidirektional übertragen werden.

Falls der HART-Kommunikationswiderstand im Steuerkreis zu gering ist, kann der interne Widerstand verwendet werden.

In die Geräteklemmen sind Prüfbuchsen für den Anschluss von HART-Kommunikatoren integriert.

Das Gerät wird auf einer 35-mm-Hutschiene nach EN 60715 montiert.

## 2.2 Schnittstellen

Das Gerät besitzt die folgenden Schnittstellen.

- Sicherheitsrelevante Schnittstellen:

Eingang I, Ausgang I	KFD2-STC5-1, KFD2-STC5-Ex1, KFD2-STC5-Ex1.H, KFD2-STV5-1-1, KFD2-STV5-Ex1-1, KFD2-STV5-Ex1-2
Eingang I, Ausgang I, Ausgang II	KFD2-STC5-1.2O, KFD2-STC5-Ex1.2O, KFD2-STC5-Ex1.2O.H, KFD2-STV5-Ex1.2O-1, KFD2-STV5-Ex1.2O-2
Eingang I, Eingang II, Ausgang I, Ausgang II	HiD2022, HiD2022SK, KFD2-STC5-2, KFD2-STC5-Ex2, KFD2-STV5-2-1, KFD2-STV5-Ex2-1, KFD2-STV5-Ex2-2

- Nicht sicherheitsrelevante Schnittstellen: keine  
 Die HART-Kommunikation ist für die funktionale Sicherheit nicht relevant.



### Hinweis!

Informationen zu den entsprechenden Anschlüssen finden Sie im Datenblatt.

## 2.3 Kennzeichnung

Pepperl+Fuchs GmbH Lilienthalstraße 200, 68307 Mannheim, Deutschland	
Internet: <a href="http://www.pepperl-fuchs.com">www.pepperl-fuchs.com</a>	
HiD2022, HiD2022SK, KFD2-STC5-1, KFD2-STC5-2, KFD2-STC5-Ex1, KFD2-STC5-Ex1.H, KFD2-STC5-Ex2, KFD2-STV5-1-1, KFD2-STV5-2-1, KFD2-STV5-Ex1-1, KFD2-STV5- Ex1-2, KFD2-STV5-Ex2-1, KFD2-STV5-Ex2-2	Bis SIL 2
KFD2-STC5-1.2O, KFD2-STC5-Ex1.2O, KFD2-STC5-Ex1.2O.H, KFD2-STV5-Ex1.2O-1, KFD2-STV5-Ex1.2O-2	Bis SIL 3

## 2.4 Normen und Richtlinien für Funktionale Sicherheit

### Gerätespezifische Normen und Richtlinien

Funktionale Sicherheit	IEC/EN 61508, Teil 1 – 7, Ausgabe 2010: Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme (Hersteller)
------------------------	---

### Systemspezifische Normen und Richtlinien

Funktionale Sicherheit	IEC/EN 61511, Teil 1 – 3, Ausgabe 2003: Funktionale Sicherheit – Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie (Anwender)
------------------------	--

## 3 Planung

### 3.1 Systemstruktur

#### 3.1.1 Low Demand Mode (Betriebsart mit niedriger Anforderungsrate)

Für Anwendungen, bei denen zwei separate Steuer- oder Regelkreise für den normalen Betrieb und für den sicherheitstechnischen Betrieb realisiert werden, wird in der Regel eine Anforderungsrate für den Sicherheitskreis von weniger als einmal im Jahr angenommen.

Prüfen Sie die folgenden relevanten Sicherheitsparameter:

- den  $PFD_{avg}$ -Wert (Average Probability of dangerous Failure on Demand (mittlere Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls bei Anforderung)) und den  $T_1$ -Wert (Wiederholungsprüfungs-Intervall, das den  $PFD_{avg}$ -Wert direkt beeinflusst)
- den SFF-Wert (Safe Failure Fraction (Anteil sicherer Ausfälle))
- die HFT-Architektur (Hardware Fault Tolerance (Hardware-Fehlertoleranz))

#### 3.1.2 High Demand oder Continuous Mode (Betriebsart mit hoher Anforderungsrate oder kontinuierlicher Anforderung)

Für Anwendungen, bei denen nur ein Sicherheitskreis realisiert wird, der den normalen Betrieb und den sicherheitsgerichteten Betrieb kombiniert, wird in der Regel eine Anforderungsrate für diesen Sicherheitskreis von mehr als einmal im Jahr angenommen.

Prüfen Sie die folgenden relevanten Sicherheitsparameter:

- den PFH-Wert (Probability of dangerous Failure per Hour (Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls pro Stunde))
- die Fehlerreaktionszeit des Sicherheitssystems
- den SFF-Wert (Safe Failure Fraction (Anteil sicherer Ausfälle))
- die HFT-Architektur (Hardware Fault Tolerance (Hardware-Fehlertoleranz))

#### 3.1.3 Anteil sicherer Ausfälle (SFF, Safe Failure Fraction)

Der Anteil sicherer Ausfälle beschreibt das Verhältnis von sicheren Ausfällen und erkannten gefährlichen Ausfällen zur Gesamtausfallrate.

$$SFF = (\lambda_s + \lambda_{dd}) / (\lambda_s + \lambda_{dd} + \lambda_{du})$$

Der Anteil sicherer Ausfälle ist nach IEC/EN 61508 nur für Elemente oder (Teil-)Systeme in einem vollständigen Sicherheitskreis relevant. Das betrachtete Gerät ist immer Teil eines Sicherheitskreises, gilt aber nicht als vollständiges Element oder Teilsystem.

Für die Berechnung des SIL-Levels eines Sicherheitskreises ist es erforderlich, den Anteil sicherer Ausfälle der Elemente, der Teilsysteme und des gesamten Systems zu bewerten und nicht nur die eines einzelnen Geräts.

Trotzdem wird der SFF-Wert des Geräts in diesem Dokument zur Referenz angegeben.

## 3.2

### Annahmen

Während der FMEDA wurden folgende Annahmen getroffen:

- Die Ausfallrate basiert auf dem Siemens-Standard SN29500.
- Die Ausfallraten sind konstant, Verschleiß wird nicht berücksichtigt.
- Die Ausfallraten der externen Stromversorgung sind nicht enthalten.
- Das sicherheitsbezogene Gerät gilt als Gerät des Typs **A** mit einer Hardware-Fehlertoleranz von **0**.
- Das Gerät wird unter durchschnittlichen industriellen Umgebungsbedingungen eingesetzt, die vergleichbar sind mit der Klassifizierung "Stationär montiert" der MIL-HDBK-217F. Alternativ werden die Umgebungsbedingungen wie folgt angenommen:
  - IEC/EN 60654-1 Klasse C (geschützter Einsatzort) mit Temperaturgrenzen im Bereich der Herstellerangaben und einer Durchschnittstemperatur von 40 °C über einen langen Zeitraum. Das Feuchtigkeitsniveau liegt innerhalb der Herstellerangaben. Für eine höhere Durchschnittstemperatur von 60 °C müssen die Ausfallraten mit dem auf Erfahrungswerten basierenden Faktor 2,5 multipliziert werden. Ein ähnlicher Faktor muss verwendet werden, falls häufige Temperaturschwankungen zu erwarten sind.
- Die HART-Funktion wird nur für Konfiguration, Kalibrierung und Diagnose verwendet, jedoch nicht während des Betriebs.
- Das Anwendungsprogramm in der speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) ist für die Erkennung von Ausfällen durch Unter- und Überschreitung des Wertebereiches konfiguriert.
- Da die beiden Ausgänge des Gerätes gemeinsame Komponenten benutzen, dürfen diese Ausgänge nicht in der derselben Sicherheitsfunktion verwendet werden.

#### SIL 2-Anwendung

- Das Gerät beansprucht weniger als 10 % der Gesamtausfallrate für einen SIL 2-Sicherheitskreis.
- Für eine SIL 2-Anwendung im Low Demand Mode sollte der  $PFD_{avg}$ -Gesamtwert der SIF (Safety Instrumented Function) unter  $10^{-2}$  liegen. Der maximal zulässige  $PFD_{avg}$ -Wert wäre somit  $10^{-3}$ .
- Für eine SIL 2-Anwendung im High Demand Mode sollte der PFH-Gesamtwert der SIF unter  $10^{-6}$  liegen. Der maximal zulässige PFH-Wert wäre somit  $10^{-7}$  pro Stunde.
- Da der Sicherheitskreis über eine Hardware-Fehlertoleranz von **0** verfügt und es sich um ein Gerät des Typs **A** handelt, muss der SFF-Wert nach Tabelle 2 in IEC/EN 61508-2 für SIL 2-(Teil-)Systeme bei über 60 % liegen.

### SIL 3-Anwendung

SIL 3 kann erreicht werden, wenn die beiden Ausgänge des Geräts an dieselbe Auswerteeinheit angeschlossen werden, durch dasselbe ESD/PLS-Gerät ausgewertet werden und die Abweichung unter 2 % bleibt.

- Das Gerät beansprucht weniger als 10 % der Gesamtausfallrate für einen SIL 3-Sicherheitskreis.
- Für eine SIL 3-Anwendung im Low Demand Mode sollte der  $PFD_{avg}$ -Gesamtwert der SIF (Safety Instrumented Function) unter  $10^{-3}$  liegen. Der maximal zulässige  $PFD_{avg}$ -Wert wäre somit  $10^{-4}$ .
- Für eine SIL 3-Anwendung im High Demand Mode sollte der PFH-Gesamtwert der SIF unter  $10^{-7}$  liegen. Der maximal zulässige PFH-Wert wäre somit  $10^{-8}$  pro Stunde.
- Da der Sicherheitskreis über eine Hardware-Fehlertoleranz von 0 verfügt und es sich um ein Gerät des Typs A handelt, muss der SFF-Wert nach Tabelle 2 in IEC/EN 61508-2 für SIL 3-(Teil-)Systeme bei über 90 % liegen.

## 3.3 Sicherheitsfunktion und sicherer Zustand

### Sicherheitsfunktion

Das Gerät überträgt analoge Signale vom Eingang zum Ausgang mit einer Abweichung von weniger als 2 %.

Gerät	Eingangssignale	Ausgangssignale
KFD2-STC5-1, KFD2-STC5-Ex1, KFD2-STC5-Ex1.H KFD2-STC5-1.2O, KFD2-STC5-Ex1.2O, KFD2-STC5-Ex1.2O.H, HiD2022, HiD2022SK, KFD2-STC5-2, KFD2-STC5-Ex2	0/4 mA ... 20 mA	0/4 mA ... 20 mA
KFD2-STV5-1-1, KFD2-STV5-Ex1-1, KFD2-STV5-Ex1.2O-1, KFD2-STV5-2-1, KFD2-STV5-Ex2-1	0/4 mA ... 20 mA	0/1 V ... 5 V
KFD2-STV5-Ex1-2, KFD2-STV5-Ex1.2O-2, KFD2-STV5-Ex2-2	0/4 mA ... 20 mA	0/2 V ... 10 V

Tabelle 3.1

### Sicherer Zustand

Stellen Sie sicher, dass die Notabschaltung (ESD) entsprechend reagiert, wenn die Ausgangssignale

- < 4 mA oder > 20 mA,
- < 1 V oder > 5 V,
- < 2 V oder > 10 V sind.

Ausfälle, die den sicheren Zustand einleiten zeigen, dass entweder das Gerät oder die Peripherie einen Fehler aufweist, da ein aktives Aus-Signal erwartet wird. Aufgrund dessen werden diese Ausfälle als gefahrbringende erkannte Ausfälle für das System gewertet.

### Reaktionszeit

Die Reaktionszeit für alle Sicherheitsfunktionen ist < 100 ms.

### Anschlusskonfiguration zur funktionalen Sicherheit für KFD2-\*\*\*-(Ex)1.20\*-Geräte

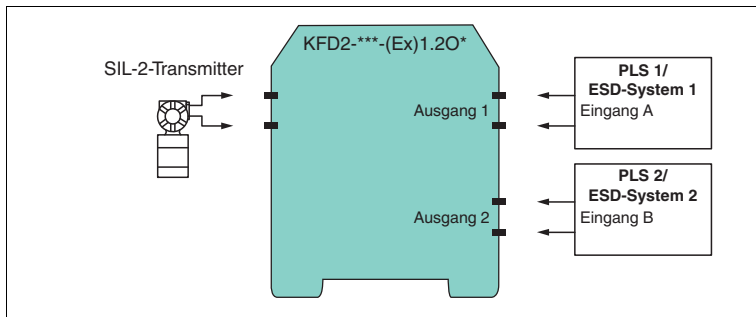


Abbildung 3.1 SIL-2-Anwendung

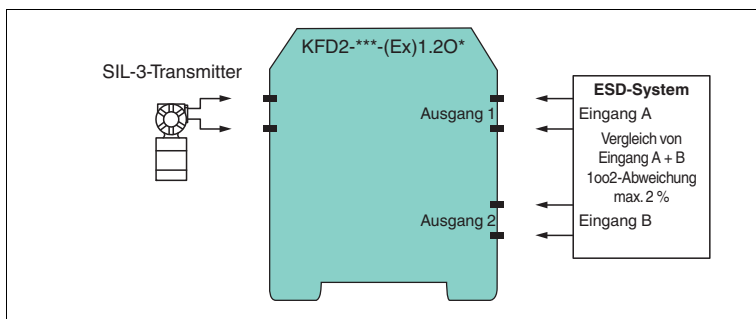


Abbildung 3.2 SIL-3-Anwendung



#### **Hinweis!**

Weitere Informationen finden Sie in den entsprechenden Datenblättern.



### 3.4 Sicherheitskennwerte

**KFD2-STC5-1, KFD2-STC5-Ex1, KFD2-STC5-Ex1.H, KFD2-STV5-1-1,  
KFD2-STV5-Ex1-1, KFD2-STV5-Ex1-2  
HiD2022, HiD2022SK, KFD2-STC5-2, KFD2-STC5-Ex2, KFD2-STV5-2-1,  
KFD2-STV5-Ex2-1, KFD2-STV5-Ex2-2**

Parameter nach IEC 61508	Kennwerte
Beurteilungstyp und Dokumentation	FMEDA-Report
Gerätetyp	A
Betriebsart	Low Demand Mode oder High Demand Mode
Sicherheitsfunktion	Übertragung von Analsignalen
HFT	0
SIL (SC)	2
$\lambda_s^1$	0 FIT
$\lambda_{dd}^2$	169 FIT
$\lambda_{du}$	67 FIT
$\lambda_{not\ part}$	70 FIT
$\lambda_{total\ (safety\ function)}$	236 FIT
$\lambda_{total}$	653 FIT
SFF	72 %
PTC	100 %
MTBF <sup>3</sup>	175 Jahre
PFH	$6,72 \times 10^{-8}$ 1/h
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 1 Jahr	$2,94 \times 10^{-4}$
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 2 Jahre	$5,88 \times 10^{-4}$
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 5 Jahre	$1,47 \times 10^{-3}$
Reaktionszeit <sup>4</sup>	< 100 ms

Tabelle 3.2

- 1 "Ausfälle ohne Auswirkung" beeinflussen nicht die Sicherheitsfunktion und sind deshalb nicht in SFF und in der Ausfallrate der Sicherheitsfunktion enthalten.
- 2 "Ausfall hoch"- und "Ausfall niedrig"-Ausfälle gelten als gefahrbringende erkannte Ausfälle  $\lambda_{dd}$ .
- 3 nach SN29500. Dieser Wert enthält Ausfälle, die nicht Teil der Sicherheitsfunktion sind/MTTR = 24 h. Der Wert ist nur für einen Sicherheitskreis gültig.
- 4 Zeit zwischen Fehlererkennung und Fehlerreaktion

**KFD2-STC5-1.20, KFD2-STC5-Ex1.20, KFD2-STC5-Ex1.20.H,  
KFD2-STV5-Ex1.20-1, KFD2-STV5-Ex1.20-2**

Parameter nach IEC 61508	Kennwerte	
Beurteilungstyp und Dokumentation	FMEDA-Report	
Gerätetyp	A	
Betriebsart	Low Demand Mode oder High Demand Mode	
Sicherheitsfunktion	Übertragung von Analogsignalen	
HFT	0	
SIL (SC)	2	3
Eingangs- und Ausgangsfunktion	Verwendung von 1 Ausgang in der Sicherheitsfunktion	Verwendung von 2 Ausgängen in der Sicherheitsfunktion
$\lambda_s^1$	0 FIT	0 FIT
$\lambda_{dd}^2$	177 FIT	328 FIT
$\lambda_{du}^3$	57 FIT	9,3 FIT
$\lambda_{not\ part}$	72 FIT	114 FIT
$\lambda_{total} \text{ (safety function)}$	234 FIT	337 FIT
$\lambda_{total}$	660 FIT	954 FIT
SFF	80 %	97,3 %
PTC	100 %	100 %
MTBF <sup>4</sup>	173 Jahre	119 Jahre
PFH <sup>3</sup>	$5,67 \times 10^{-8}$ 1/h	$9,27 \times 10^{-9}$ 1/h
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 1 Jahr	$2,48 \times 10^{-4}$	$4,06 \times 10^{-5}$
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 2 Jahre	$4,97 \times 10^{-4}$	$8,12 \times 10^{-5}$
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 5 Jahre	$1,24 \times 10^{-3}$	$2,03 \times 10^{-4}$
Reaktionszeit <sup>5</sup>	< 100 ms	

Tabelle 3.3

- <sup>1</sup> "Ausfälle ohne Auswirkung" beeinflussen nicht die Sicherheitsfunktion und sind deshalb nicht in SFF und in der Ausfallrate der Sicherheitsfunktion enthalten.
- <sup>2</sup> "Ausfall hoch"- und "Ausfall niedrig"-Ausfälle gelten als gefahrbringende erkannte Ausfälle  $\lambda_{dd}$ .
- <sup>3</sup> Die Sicherheitskennwerte wurden berechnet unter Berücksichtigung des Faktors  $\beta$  für Ausfälle gemeinsamer Ursachen von 5 % für den sicherheitsrelevanten Teil des Ausgangs.  
Werden in der Sicherheitsfunktion 2 Ausgänge verwendet, muss das ESD-System erkennen, ob sich die Ausgänge um mehr als 2 % voneinander unterscheiden.
- <sup>4</sup> nach SN29500. Dieser Wert enthält Ausfälle, die nicht Teil der Sicherheitsfunktion sind/MTTR = 24 h. Der Wert ist nur für einen Sicherheitskreis gültig.
- <sup>5</sup> Zeit zwischen Fehlererkennung und Fehlerreaktion

Die Sicherheitskennwerte wie PFD, SFF, HFT und T<sub>1</sub> wurden dem SIL-/FMEDA-Bericht entnommen. Beachten Sie, dass PFD und T<sub>1</sub> voneinander abhängig sind.

Die Funktion der Geräte muss innerhalb des Wiederholungsprüfungs-Intervalls (T<sub>1</sub>) überprüft werden.

### 3.5 Gebrauchsdauer

Obwohl, basierend auf einer probabilistischen Schätzung, eine konstante Ausfallrate angenommen wird, gilt diese nur unter der Voraussetzung, dass die Gebrauchsdauer der Bauteile nicht überschritten wird. Das Ergebnis dieser probabilistischen Schätzung ist nur bis zum Erreichen der Gebrauchsdauer gültig, da die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls danach signifikant zunimmt. Diese Gebrauchsdauer hängt in hohem Maße vom Bauteil selbst und dessen Betriebsbedingungen ab – insbesondere von der Temperatur. Beispielsweise können Elektrolyt-Kondensatoren sehr empfindlich auf die Betriebstemperatur reagieren.

Diese Annahme einer konstanten Ausfallrate basiert auf dem Verlauf einer Badewannenkurve, welcher für elektronische Bauteile typisch ist.

Daher ist es verständlich, dass diese Ausfallberechnung nur für Bauteile gilt, die diesen konstanten Bereich aufweisen, und dass die Gültigkeit der Berechnung auf die Gebrauchsdauer jedes Bauteils beschränkt ist.

Es wird angenommen, dass frühe Ausfälle zum Großteil während der Installation festgestellt werden und dass daher eine konstante Ausfallrate während der Gebrauchsdauer gilt.

Jedoch sollte sich nach IEC/EN 61508-2 die Annahme einer Gebrauchsdauer an allgemeingültigen Erfahrungswerten orientieren. Die Erfahrung zeigt, dass die Gebrauchsdauer oft in einem Bereich zwischen acht und zwölf Jahren liegt.

Nach DIN EN 61508-2:2011 Anmerkung N3 können geeignete Maßnahmen des Herstellers und des Anlagenbetreibers die Gebrauchsdauer verlängern.

Unserer Erfahrung nach kann die Gebrauchsdauer eines Produkts von Pepperl+Fuchs länger sein, wenn die Umgebungsbedingungen eine lange Gebrauchsdauer unterstützen, z. B. wenn die Umgebungstemperatur deutlich unter 60 °C liegt.

Beachten Sie, dass sich die Gebrauchsdauer auf die (konstante) Ausfallrate des Geräts bezieht. Die tatsächliche Lebensdauer kann höher sein.

## 4 **Montage und Installation**



Gerät installieren

1. Beachten Sie die Sicherheitshinweise in der Betriebsanleitung.
2. Beachten Sie die Informationen im Handbuch.
3. Beachten Sie die Anforderungen an den Sicherheitskreis.
4. Schließen Sie das Gerät ausschließlich an Geräte an, die für die Sicherheitsanwendung geeignet sind.
5. Prüfen Sie die Sicherheitsfunktion, um das erwartete Verhalten des Ausgangs sicherzustellen.

### 4.1 **Konfiguration**

Eine Konfiguration des Geräts ist weder erforderlich noch möglich.

## 5 Betrieb



### **Gefahr!**

Lebensgefahr durch fehlende Sicherheitsfunktion

Wenn der Sicherheitskreis außer Betrieb genommen wird, ist die Sicherheitsfunktion nicht mehr gewährleistet.

- Deaktivieren Sie nicht das Gerät.
- Umgehen Sie nicht die Sicherheitsfunktion.
- Reparieren, verändern oder manipulieren Sie nicht das Gerät.



Gerät betreiben

1. Beachten Sie die Sicherheitshinweise in der Betriebsanleitung.
2. Beachten Sie die Informationen im Handbuch.
3. Verwenden Sie das Gerät ausschließlich mit Geräten, die für die Sicherheitsanwendung geeignet sind.
4. Beheben Sie alle auftretenden sicheren Ausfälle innerhalb von 24 Stunden. Treffen Sie Maßnahmen, um die Sicherheitsfunktion zu erhalten, während das Gerät repariert wird.

### 5.1 Wiederholungsprüfung

Führen Sie eine Wiederholungsprüfung nach IEC/EN 61508-2 durch, um potenziell gefährliche Ausfälle zu entdecken, die sonst nicht erkannt werden.

Prüfen Sie die Funktion des Teilsystems in periodischen Zeitabständen in Abhängigkeit von der angewendeten  $PFD_{avg}$  in Übereinstimmung mit den Sicherheitskennwerten. Siehe Kapitel 5.1.

Der Anlagenbetreiber ist verantwortlich, die Art der Wiederholungsprüfung und den Zeitabstand zwischen den Wiederholungsprüfungen zu definieren.

Benötigte Ausrüstung:

- Digitales Multimeter mit einer Genauigkeit besser als 0,1 %  
Verwenden Sie für die Wiederholungsprüfung der eigensicheren Seite des Geräts ein spezielles digitales Multimeter für eigensichere Stromkreise.  
Eigensichere Stromkreise, die mit nicht eigensicheren Stromkreisen betrieben wurden, dürfen danach nicht mehr als eigensichere Stromkreise betrieben werden.
- Versorgung eingestellt auf Nennspannung 24 V DC
- Prozess-Kalibrator mit Stromquellen- und Stromsenkenfunktion mit einer Genauigkeit besser als 20  $\mu$ A



### Ablauf der Wiederholungsprüfung

1. Nehmen Sie den gesamten Sicherheitskreis außer Betrieb. Schützen Sie die Anwendung durch andere Maßnahmen.
2. Bauen Sie einen Testaufbau auf, siehe Abbildungen unten.
3. Testen Sie das Gerät. Überprüfen Sie die Stromwerte entsprechend der Tabelle unten.
4. Setzen Sie das Gerät nach der Prüfung auf die ursprünglichen Einstellungen für die Anwendung zurück.

### Wiederholungsprüfung für 1- und 2-kanalige Geräte des K-Systems

Schritt	Eingangswert (mA)	Ausgangswert		
		Stromquelle/Stromsenke (mA) für KFD2-STC5-(Ex)*-*(.H)	Spannungsquelle (V) für KFD2-STV5-(Ex)*-1	Spannungsquelle (V) für KFD2-STV5-(Ex)*-2
1	20,0	20,0 ± 0,4	5,0 ± 0,1	10,0 ± 0,2
2	12,0	12,0 ± 0,4	3,0 ± 0,1	6,0 ± 0,2
3	4,0	4,0 ± 0,4	1,0 ± 0,1	2,0 ± 0,2
4	23,0	23,0 ± 0,4	5,75 ± 0,1	11,5 ± 0,2
5	0	< 0,2	< 0,1	< 0,1

Tabelle 5.1

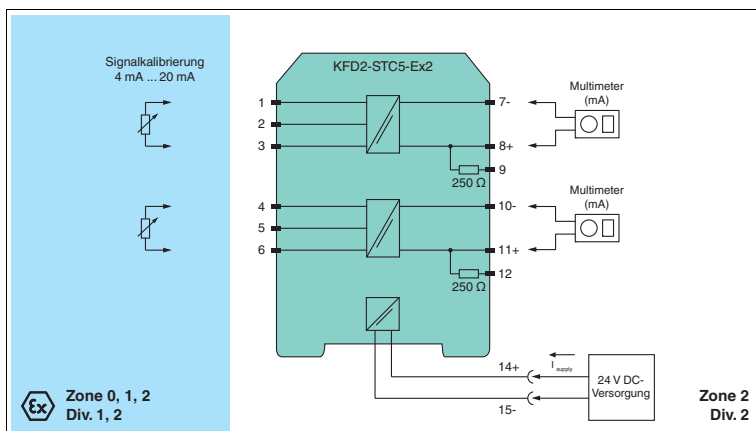


Abbildung 5.1 Aufbau Wiederholungsprüfung für KFD2-STC5-(Ex)\*-\*(.H)

Verwendung in Zone 0, 1, 2/Div. 1, 2 nur für KFD2-STC5-Ex1, KFD2-STC5-Ex1.H und KFD2-STC5-Ex2

Die Geräte KFD2-STC5-1, KFD2-STC5-Ex1 und KFD2-STC5-Ex1.H besitzen keinen 2. Kanal.

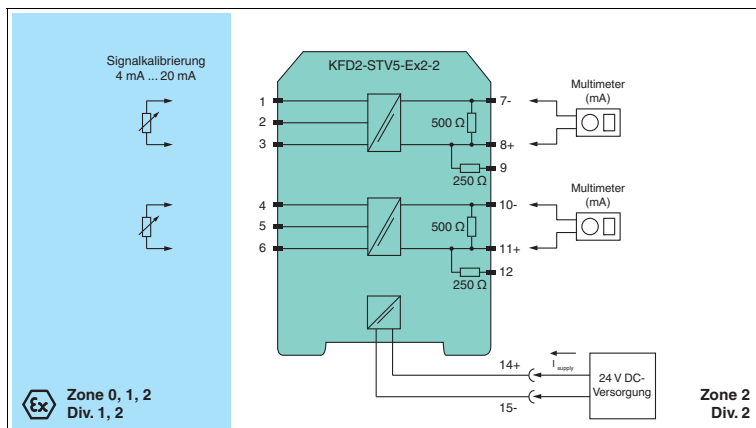


Abbildung 5.2 Aufbau Wiederholungsprüfung für KFD2-STV5-(Ex)\*-1 und KFD2-STV5-(Ex)\*-2

Verwendung in Zone 0, 1, 2/Div. 1, 2 nur für KFD2-STV5-Ex1-1, KFD2-STV5-Ex1-2, KFD2-STV5-Ex2-1 und KFD2-STV5-Ex2-2  
 Die Geräte KFD2-STV5-1-1, KFD2-STV5-Ex1-1 und KFD2-STV5-Ex1-2 besitzen keinen 2. Kanal.

### Wiederholungsprüfung für Geräte des K-Systems mit Splitter-Funktion (1.20)

Schritt	Eingangswert (mA)	Ausgangswert		
		Stromquelle/Stromsenke (mA) für KFD2-STC5-(Ex)1.20(.H)	Spannungsquelle (V) für KFD2-STV5-Ex1.20-1	Spannungsquelle (V) für KFD2-STV5-Ex1.20-2
1	20,0	20,0 ± 0,4	5,0 ± 0,1	10,0 ± 0,2
2	12,0	12,0 ± 0,4	3,0 ± 0,1	6,0 ± 0,2
3	4,0	4,0 ± 0,4	1,0 ± 0,1	2,0 ± 0,2
4	23,0	23,0 ± 0,4	5,75 ± 0,1	11,5 ± 0,2
5	0	< 0,2	< 0,1	< 0,1

Tabelle 5.2

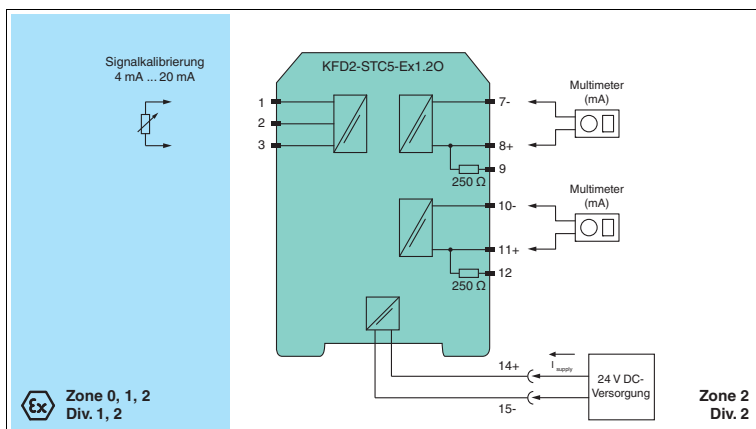


Abbildung 5.3 Aufbau Wiederholungsprüfung für KFD2-STC5-(Ex)1.20(.H)

Verwendung in Zone 0, 1, 2/Div. 1, 2 nur für KFD2-STC5-Ex1.20 und KFD2-STC5-Ex1.20.H



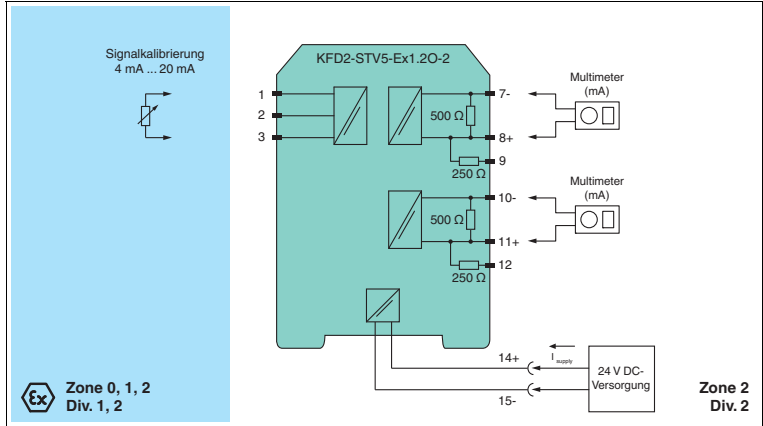


Abbildung 5.4 Aufbau Wiederholungsprüfung für KFD2-STV5-Ex1.2O-1 und KFD2-STV5-Ex1.2O-2

### Wiederholungsprüfung für 2-kanalige Geräte des H-Systems

Schritt	Eingangswert (mA)	Ausgangswert
		Stromquelle/Stromsenke (mA) für HiD2022(SK)
1	20,0	20,0 ± 0,4
2	12,0	12,0 ± 0,4
3	4,0	4,0 ± 0,4
4	23,0	23,0 ± 0,4
5	0	< 0,2

Tabelle 5.3

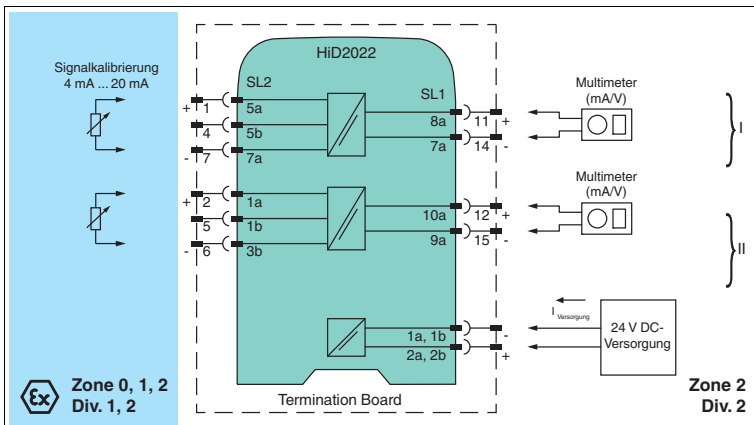


Abbildung 5.5 Aufbau Wiederholungsprüfung für HiD2022(SK)



#### Tipp

Der einfachste Weg um HiD-Geräte zu prüfen, ist die Verwendung eines einzelnen Termination Boards HiDTB\*\*-SCT-\*\*\*-\*\*-\*\*\*. Bei dieser Prüfung ist es nicht notwendig, die Verdrahtung der bestehenden Anwendung zu trennen. Fehler bei einer anschließenden Neuverdrahtung werden vermieden.

## 6 Wartung und Reparatur



### **Gefahr!**

Lebensgefahr durch fehlende Sicherheitsfunktion

Wenn der Sicherheitskreis außer Betrieb genommen wird, ist die Sicherheitsfunktion nicht mehr gewährleistet.

- Deaktivieren Sie nicht das Gerät.
- Umgehen Sie nicht die Sicherheitsfunktion.
- Reparieren, verändern oder manipulieren Sie nicht das Gerät.



Gerät warten, reparieren oder austauschen

Im Fall einer Wartung, Reparatur oder eines Austausches des Geräts gehen Sie wie folgt vor:

1. Erstellen Sie geeignete Wartungspläne für die regelmäßige Wartung des Sicherheitskreises.
2. Stellen Sie die korrekte Funktion der Sicherheitskreises sicher, während das Gerät gewartet, repariert oder ausgetauscht wird.  
Wenn der Sicherheitskreis ohne das Gerät nicht funktioniert, schalten Sie die Anwendung ab. Starten Sie nicht die Anwendung wieder ohne die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen.  
Sichern Sie die Anwendung gegen versehentliches Wiedereinschalten.
3. Reparieren Sie kein defektes Gerät. Lassen Sie das Gerät immer durch den Hersteller reparieren.
4. Ersetzen Sie ein defektes Gerät nur durch ein Gerät des gleichen Typs.

## 7 Abkürzungsverzeichnis

<b>ESD</b>	<b>Emergency Shutdown</b> (Notabschaltung)
<b>FIT</b>	<b>Failure In Time</b> (Ausfälle pro Zeit) in $10^{-9}$ 1/h
<b>FMEDA</b>	<b>Failure Mode, Effects, and Diagnostics Analysis</b> (Ausfallarten-, Ausfalleinfluss- und -Ausfallaufdeckungsanalyse)
$\lambda_s$	Wahrscheinlichkeit eines sicheren Ausfalls
$\lambda_{dd}$	Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden erkannten Ausfalls
$\lambda_{du}$	Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden unerkannten Ausfalls
$\lambda_{no\ effect}$	Wahrscheinlichkeit von Ausfällen von Bauteilen im Sicherheitskreis, die keine Auswirkung auf die Sicherheitsfunktion haben. Der Ausfall ohne Auswirkung wird in der Berechnung von SFF nicht berücksichtigt.
$\lambda_{not\ part}$	Wahrscheinlichkeit von Ausfällen von Bauteilen, die nicht zum Sicherheitskreis gehören
$\lambda_{total\ (safety\ function)}$	Sicherheitsfunktion
<b>HFT</b>	<b>Hardware Fault Tolerance</b> (Hardware-Fehlertoleranz)
<b>MTBF</b>	<b>Mean Time Between Failures</b> (mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen)
<b>MTRR</b>	<b>Mean Time To Restoration</b> (mittlere Dauer bis zur Wiederherstellung)
<b>PFD<sub>avg</sub></b>	<b>Average Probability of dangerous Failure on Demand</b> (mittlere Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls bei Anforderung)
<b>PFH</b>	<b>Average frequency of dangerous failure</b> (mittlere Häufigkeit eines gefahrbringenden Ausfalls je Stunde)
<b>PLS</b>	Prozessleitsystem
<b>PTC</b>	<b>Proof Test Coverage</b> (Anteil der aufdeckbaren Ausfälle)
<b>SFF</b>	<b>Safe Failure Fraction</b> (Anteil sicherer Ausfälle)
<b>SIF</b>	<b>Safety Instrumented Function</b> (sicherheitstechnische Funktion)
<b>SIL</b>	<b>Safety Integrity Level</b> (Sicherheits-Integritätslevel)
<b>SIL (SC)</b>	<b>Safety Integrity Level</b> (Sicherheits-Integritätslevel) ( <b>Systematic Capability</b> (systematische Eignung))
<b>SIS</b>	<b>Safety Instrumented System</b> (sicherheitstechnisches System)
<b>T<sub>1</sub></b>	<b>Proof Test Interval</b> (Wiederholungsprüfungs-Intervall)







# PROZESSAUTOMATION – PROTECTING YOUR PROCESS



## Zentrale weltweit

Pepperl+Fuchs GmbH  
68307 Mannheim · Germany  
Tel. +49 621 776-0  
E-mail: [info@de.pepperl-fuchs.com](mailto:info@de.pepperl-fuchs.com)

Ihren Ansprechpartner vor Ort finden  
Sie unter [www.pepperl-fuchs.com/contact](http://www.pepperl-fuchs.com/contact)

[www.pepperl-fuchs.com](http://www.pepperl-fuchs.com)

Änderungen vorbehalten  
Copyright PEPPERL+FUCHS • Printed in Germany

 **PEPPERL+FUCHS**  
PROTECTING YOUR PROCESS

DOCT-5695  
09/2017