

Funktionale Sicherheit

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

Handbuch

# SIL

IEC 61508/61511



SIL2  
/  
SIL3



---

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

**Weltweit**

Pepperl+Fuchs-Gruppe

Lilienthalstr. 200

68307 Mannheim

Deutschland

Telefon: +49 621 776 - 0

E-Mail: [info@de.pepperl-fuchs.com](mailto:info@de.pepperl-fuchs.com)

<https://www.pepperl-fuchs.com>

---

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b> .....                                 | <b>5</b>  |
| 1.1      | Inhalt des Dokuments .....                              | 5         |
| 1.2      | Sicherheitsinformationen .....                          | 6         |
| 1.3      | Verwendete Symbole .....                                | 7         |
| <b>2</b> | <b>Produktbeschreibung</b> .....                        | <b>8</b>  |
| 2.1      | Funktion .....  | 8         |
| 2.2      | Schnittstellen .....                                    | 11        |
| 2.3      | Kennzeichnung .....                                     | 11        |
| 2.4      | Normen und Richtlinien für Funktionale Sicherheit ..... | 11        |
| <b>3</b> | <b>Planung</b> .....                                    | <b>12</b> |
| 3.1      | Annahmen .....  | 12        |
| 3.2      | Sicherheitsfunktion und sicherer Zustand .....          | 13        |
| 3.3      | Sicherheitskennwerte .....                              | 15        |
| 3.4      | Gebrauchsdauer .....                                    | 17        |
| <b>4</b> | <b>Montage und Installation</b> .....                   | <b>18</b> |
| 4.1      | Konfiguration .....                                     | 18        |
| <b>5</b> | <b>Betrieb</b> .....                                    | <b>19</b> |
| 5.1      | Wiederholungsprüfung .....                              | 19        |
| <b>6</b> | <b>Wartung und Reparatur</b> .....                      | <b>24</b> |
| <b>7</b> | <b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....                      | <b>25</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).

---



### Hinweis

Sie finden spezifische Geräteinformationen wie z. B. das Baujahr, indem Sie den QR-Code auf dem Gerät scannen. Alternativ geben Sie die Seriennummer in der Seriennummernsuche unter [www.pepperl-fuchs.com](http://www.pepperl-fuchs.com) ein.

---

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, können 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 Gerät überträgt das analoge Eingangssignal als galvanisch getrennten Stromwert in den nicht explosionsgefährdeten Bereich.

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.

#### 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 Gerät überträgt das analoge Eingangssignal als galvanisch getrennten Stromwert in den nicht explosionsgefährdeten Bereich.

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.

#### 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.



### **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.

### **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 Gerät überträgt das analoge Eingangssignal als galvanisch getrennten Stromwert in den nicht explosionsgefährdeten Bereich.

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.

### **KFD2-STC5-Ex1.20(.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.

### **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.

### **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 Gerät überträgt das analoge Eingangssignal als galvanisch getrennten Stromwert in den nicht explosionsgefährdeten Bereich.

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.

### **KFD2-STV5-Ex1.20-1, KFD2-STV5-Ex1.20-2**

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.

### **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 Gerät überträgt das analoge Eingangssignal als galvanisch getrennten Stromwert in den nicht explosionsgefährdeten Bereich.

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.



**Hinweis!**

Weitere Informationen finden Sie in den entsprechenden Datenblättern.

**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,<br>KFD2-STV5-1-1, KFD2-STV5-Ex1-1, KFD2-STV5-Ex1-2    |
| Eingang I, Ausgang I,<br>Ausgang II             | KFD2-STC5-1.2O, KFD2-STC5-Ex1.2O,<br>KFD2-STC5-Ex1.2O.H, KFD2-STV5-Ex1.2O-1,<br>KFD2-STV5-Ex1.2O-2 |
| Eingang I, Eingang II,<br>Ausgang I, Ausgang II | HiD2022, HiD2022SK, KFD2-STC5-2, KFD2-STC5-Ex2,<br>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-Gruppe<br>Lilienthalstraße 200, 68307 Mannheim, Deutschland  |
| Internet: <a href="http://www.pepperl-fuchs.com">www.pepperl-fuchs.com</a> |

|   |           |
|---|-----------|
| HiD2022, HiD2022SK,<br>KFD2-STC5-1, KFD2-STC5-2, KFD2-STC5-Ex1, KFD2-STC5-Ex1.H,<br>KFD2-STC5-Ex2,<br>KFD2-STV5-1-1, KFD2-STV5-2-1, KFD2-STV5-Ex1-1,<br>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,<br>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:<br>Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener<br>elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer<br>Systeme (Hersteller) |
|------------------------|---|

**Systemspezifische Normen und Richtlinien**

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

## 3 Planung

### 3.1 Annahmen

Während der FMEDA wurden folgende Annahmen getroffen:

- Die Ausfallrate basiert auf dem Siemens-Standard SN 29500.
- 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" nach MIL-HDBK-217F.

Alternativ dürfen im Industriebereich typische Betriebsbedingungen vergleichbar mit IEC/EN 60654-1 Klasse C mit einer Durchschnittstemperatur von 40 °C über einen langen Zeitraum angenommen werden. Für eine 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.

- Beachten Sie bei der Verwendung der HART-Funktion, dass das HART-Signal ein Analogsignal auf der Signalleitung überlagert. Für langsam abtastende Systeme (typisch < 25 Abtastungen/s) ist das vernachlässigbar. Benutzen Sie im Zweifel HART-Filter am Analogeingang des empfangenden Geräts.
- Das Anwendungsprogramm in der speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) ist für die Erkennung von Ausfällen durch Unter- und Überschreitung des Wertebereiches konfiguriert.
- Beide Kanäle des 2-kanaligen Geräts können in der gleichen Sicherheitsfunktion verwendet werden. Beachten Sie, dass beide Geräte gemeinsame Komponenten benutzen und ein gleichzeitiger Ausfall mit einem Common-Cause-Faktor von 15 % möglich ist.

#### SIL 2-Anwendung

- Um einen SIL-Sicherheitskreis für den definierten SIL aufzubauen, wird beispielhaft angenommen, dass dieses Gerät 10 % des verfügbaren Budgets für  $PFD_{avg}/PFH$  nutzt.
- 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 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.

- Um einen SIL-Sicherheitskreis für den definierten SIL aufzubauen, wird beispielhaft angenommen, dass dieses Gerät 10 % des verfügbaren Budgets für  $PFD_{avg}/PFH$  nutzt.
- 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 über 90 % liegen.

## 3.2 Sicherheitsfunktion und sicherer Zustand

### Sicherheitsfunktion

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

Werte außerhalb des Bereichs der Ausgangssignale zeigen einen Fehler in der Peripherie oder innerhalb des Geräts an. Diese Werte stellen einen gefahrbringend erkannten Ausfall dar. Addieren Sie diese Ausfallraten zu den gefahrbringend erkannten Ausfallraten der angeschlossenen Peripherie. Die Fehlerbereiche der Ausgangssignale sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

| Gerät   | Eingangssignale  | Ausgangssignale  |
|---|------------------|--|
| KFD2-STC5-1, KFD2-STC5-Ex1,<br>KFD2-STC5-Ex1.H<br>KFD2-STC5-1.2O, KFD2-STC5-Ex1.2O,<br>KFD2-STC5-Ex1.2O.H,<br>HiD2022, HiD2022SK, KFD2-STC5-2,<br>KFD2-STC5-Ex2 | 0/4 mA ... 20 mA | 0/4 mA ... 20 mA<br>Fehlerbereich: < 3,6 mA oder > 21,5 mA |
| KFD2-STV5-1-1, KFD2-STV5-Ex1-1,<br>KFD2-STV5-Ex1.2O-1, KFD2-STV5-2-1,<br>KFD2-STV5-Ex2-1  | 0/1 V ... 5 V    | 0/1 V ... 5 V<br>Fehlerbereich: < 0,9 V oder > 5,375 V     |
| KFD2-STV5-Ex1-2, KFD2-STV5-Ex1.2O-2,<br>KFD2-STV5-Ex2-2   | 0/2 V ... 10 V   | 0/2 V ... 10 V<br>Fehlerbereich: < 1,8 V oder > 10,5 V     |

Tabelle 3.1

### Sicherer Zustand

Der sichere Zustand hängt vom Grenzwert in der betreffenden Anwendung ab.

### Reaktionszeit

Die Reaktionszeit für alle Sicherheitsfunktionen ist < 100 ms.

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

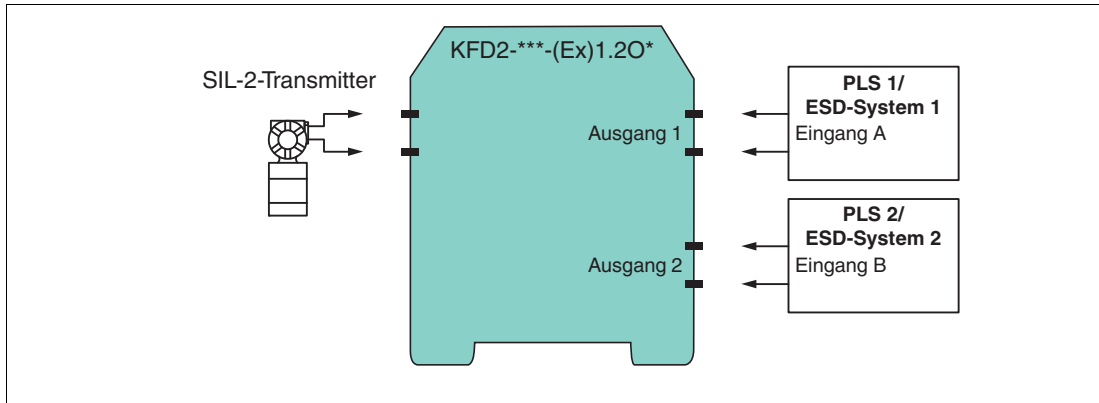


Abbildung 3.1 SIL-2-Anwendung  
Diese Abbildung bezieht sich auf die linke Spalte der Tabelle 3.3.

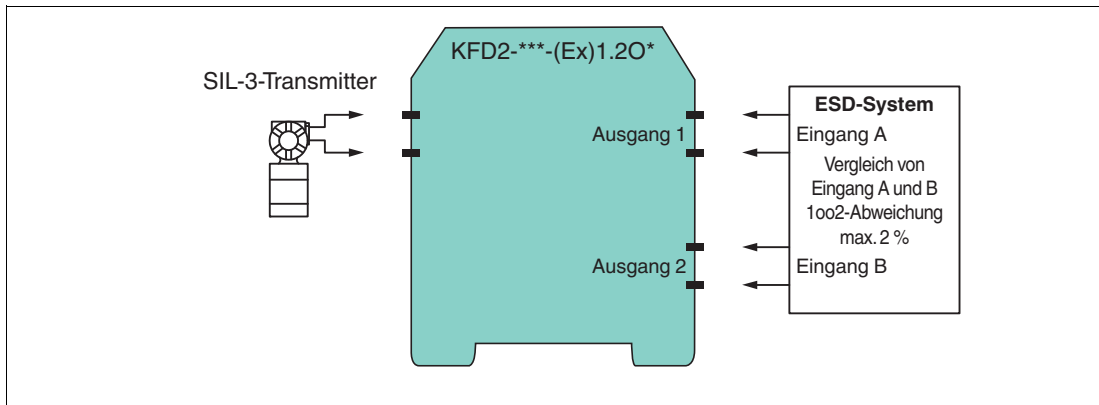


Abbildung 3.2 SIL-3-Anwendung  
Diese Abbildung bezieht sich auf die rechte Spalte der Tabelle 3.3.



#### Hinweis!

Weitere Informationen finden Sie in den entsprechenden Datenblättern.

### 3.3 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               | vollständige Beurteilung              |
| Gerätetyp                                       | A                                     |
| Betriebsart                                     | Low Demand Mode oder High Demand Mode |
| Sicherheitsfunktion                             | Übertragung von Analogsignalen        |
| HFT   | 0                                     |
| SIL   | 2                                     |
| SC  | 3                                     |
| $\lambda_s$                                     | 0 FIT                                 |
| $\lambda_{low}^1$                               | 169 FIT                               |
| $\lambda_{du}$                                  | 68 FIT                                |
| $\lambda_{not\ part}$                           | 72 FIT                                |
| $\lambda_{total}$ (safety function)             | 237 FIT                               |
| $\lambda_{total}$                               | 660 FIT                               |
| SFF   | 71 %                                  |
| PTC   | 100 %                                 |
| MTBF <sup>2</sup>                               | 173 Jahre                             |
| PFH   | $6,78 \times 10^{-8}$ 1/h             |
| PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 1 Jahr  | $2,98 \times 10^{-4}$                 |
| PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 2 Jahre | $5,96 \times 10^{-4}$                 |
| PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 5 Jahre | $1,49 \times 10^{-3}$                 |
| Reaktionszeit <sup>3</sup>                      | < 100 ms                              |

Tabelle 3.2

- <sup>1</sup> "Ausfall niedrig"-Ausfälle gelten als gefahrbringende erkannte Ausfälle  $\lambda_{dd}$ .
- <sup>2</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>3</sup> 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                            | vollständige Beurteilung                            |   |
| Gerätetyp  | A   |   |
| Betriebsart  | Low Demand Mode oder High Demand Mode               |   |
| Sicherheitsfunktion  | Übertragung von Analogsignalen                      |   |
| Eingangs- und Ausgangsfunktion                               | Verwendung von 1 Ausgang in der Sicherheitsfunktion | Verwendung von 2 Ausgängen in der Sicherheitsfunktion |
| HFT  | 0   |   |
| SIL  | 2   | 3   |
| SC   | 3   |   |
| $\lambda_s$  | 0 FIT   | 0 FIT   |
| $\lambda_{low}^1$  | 177 FIT   | 327 FIT   |
| $\lambda_{du}$   | 57 FIT  | 9,3 FIT   |
| $\lambda_{not\ part}$  | 74 FIT  | 117 FIT   |
| $\lambda_{total}$ (safety function)                          | 234 FIT   | 336 FIT   |
| $\lambda_{total}$  | 667 FIT   | 966 FIT   |
| SFF  | 76 %  | 97,2 %  |
| PTC  | 100 %   | 100 %   |
| MTBF <sup>2</sup>  | 171 Jahre   | 115 Jahre   |
| PFH <sup>3</sup>   | $5,71 \times 10^{-8}$ 1/h                           | $9,30 \times 10^{-9}$ 1/h                             |
| PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 1 Jahr <sup>3</sup>  | $2,50 \times 10^{-4}$                               | $4,07 \times 10^{-5}$                                 |
| PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 2 Jahre <sup>3</sup> | $4,99 \times 10^{-4}$                               | $8,15 \times 10^{-5}$                                 |
| PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 5 Jahre <sup>3</sup> | $1,25 \times 10^{-3}$                               | $2,04 \times 10^{-4}$                                 |
| Reaktionszeit <sup>4</sup>                                   | < 100 ms  |   |

Tabelle 3.3

<sup>1</sup> "Ausfall niedrig"-Ausfälle gelten als gefahrbringende erkannte Ausfälle  $\lambda_{dd}$ .

<sup>2</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>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> 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.



### 3.4 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 8 und 12 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.

Die geschätzte Gebrauchsdauer liegt über der vom Gesetzgeber vorgeschriebenen Zeitdauer für Gewährleistung oder über der Zeitdauer für Garantieleistungen des Herstellers.

Daraus leitet sich aber keine Verlängerung der Gewährleistung oder von Garantieleistungen ab. Das Nichterreichen der geschätzten Gebrauchsdauer ist kein Sachmangel.

## 4 Montage und Installation



### Gerät montieren und 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

Dieser Abschnitt beschreibt einen möglichen Ablauf einer Wiederholungsprüfung. Der Anwender ist nicht an diesen Vorschlag gebunden. Der Anwender darf auch andere Konzepte mit einer individuellen Ermittlung der jeweiligen Wirksamkeit wählen, z. B. Konzepte nach NA106:2018.

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 3.3.

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 zurück.

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

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

Tabelle 5.1

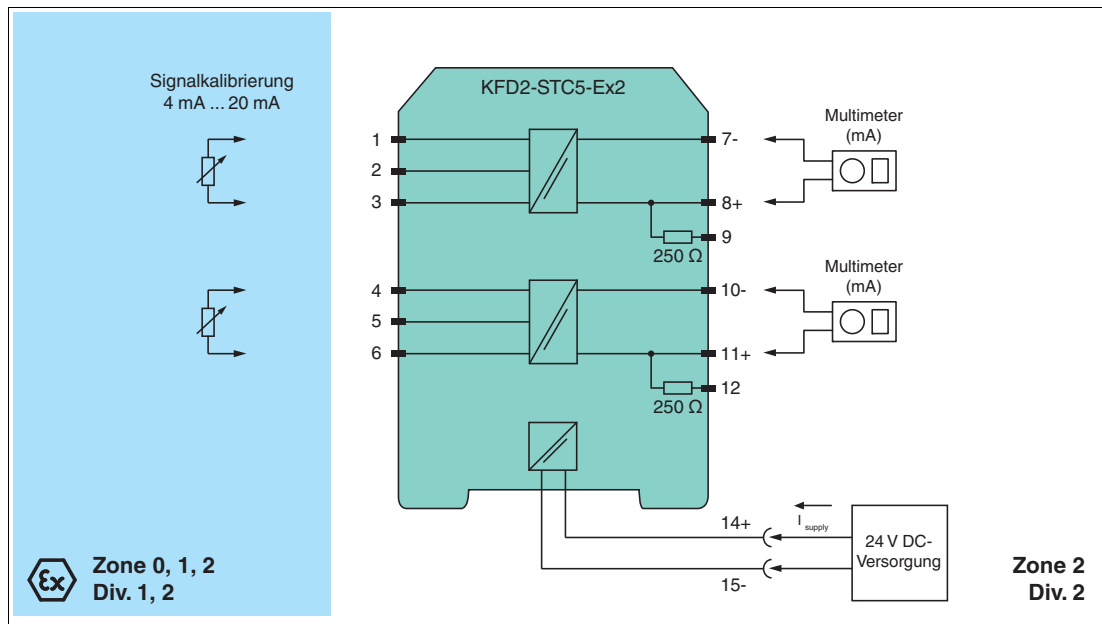


Abbildung 5.1 Aufbau Wiederholungsprüfung für KFD2-STC5-(Ex)\*-\*(.H)

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.

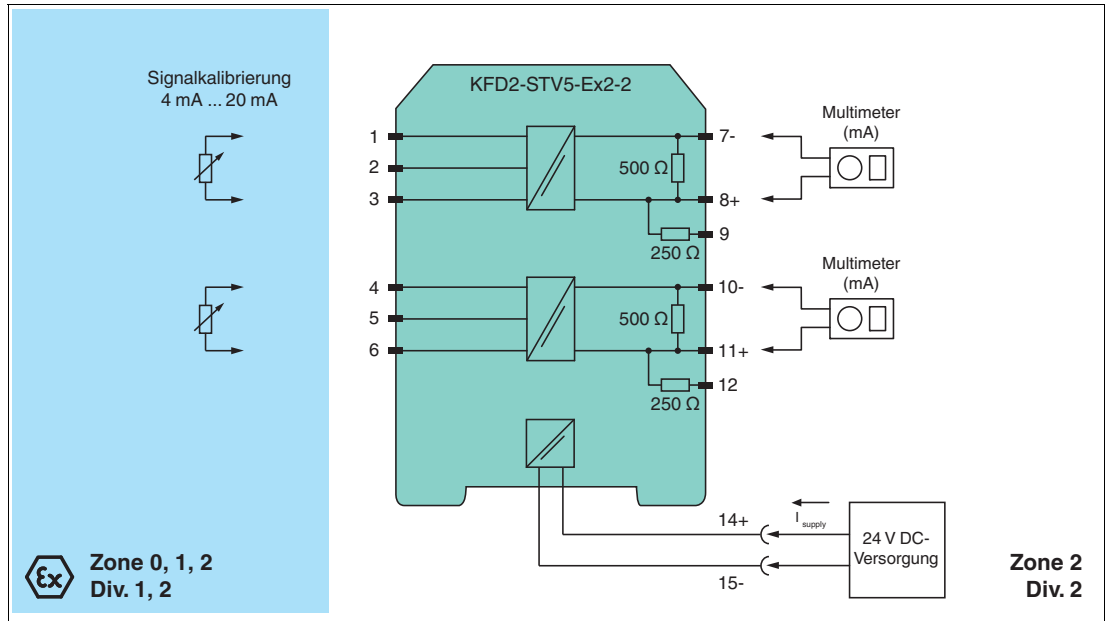


Abbildung 5.2 Aufbau Wiederholungsprüfung für KFD2-STV5-(Ex)\*-1 und KFD2-STV5-(Ex)\*-2

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)**

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

Tabelle 5.2

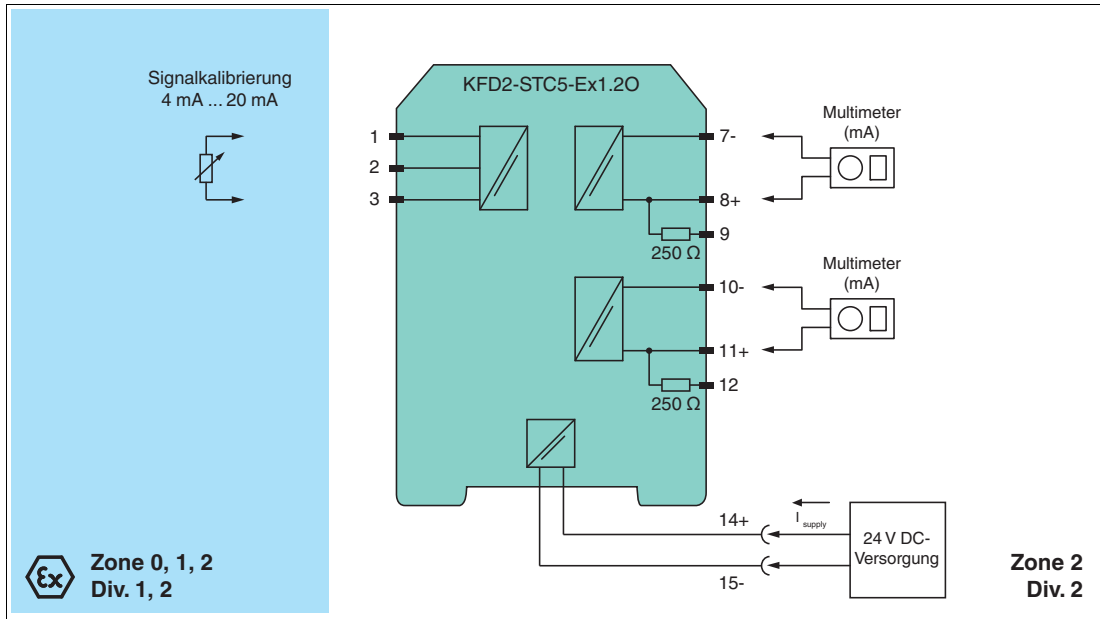


Abbildung 5.3 Aufbau Wiederholungsprüfung für KFD2-STC5-(Ex)1.20(.H)

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

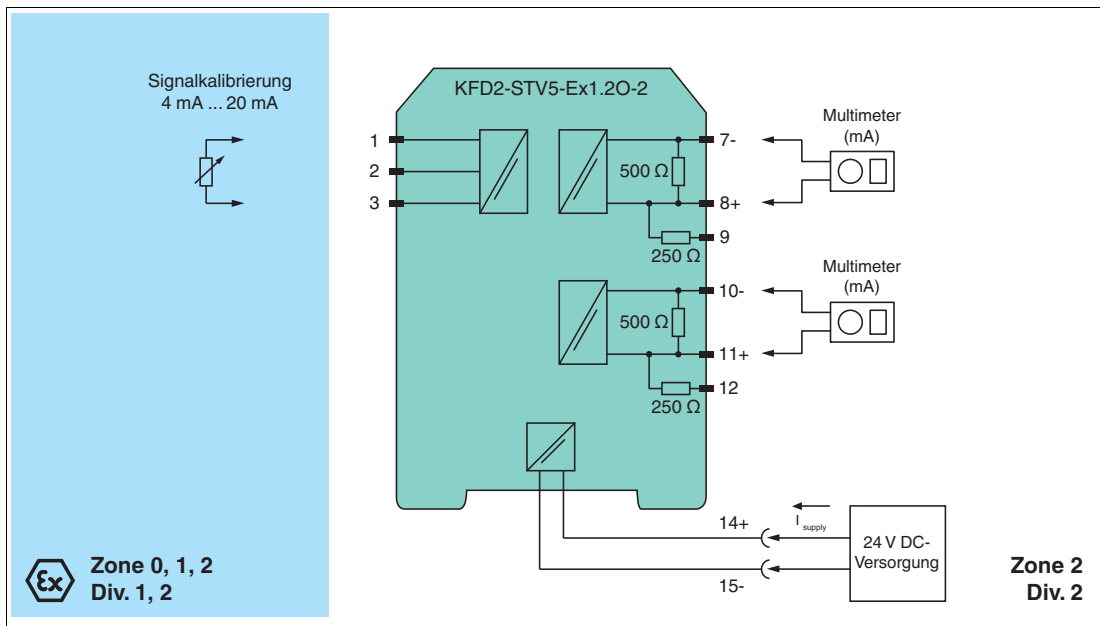


Abbildung 5.4 Aufbau Wiederholungsprüfung für KFD2-STV5-Ex1.20-1 und KFD2-STV5-Ex1.20-2

Wiederholungsprüfung für 2-kanalige Geräte des H-Systems

| Eingangswert (mA) | Ausgangswert                                |
|-------------------|---|
|                   | Stromquelle/Stromsenke (mA) für HiD2022(SK) |
| 20,0              | 20,0 ± 0,4                                  |
| 12,0              | 12,0 ± 0,4                                  |
| 4,0               | 4,0 ± 0,4                                   |
| 23,0              | 23,0 ± 0,4                                  |
| 0                 | < 0,2                                       |

Tabelle 5.3

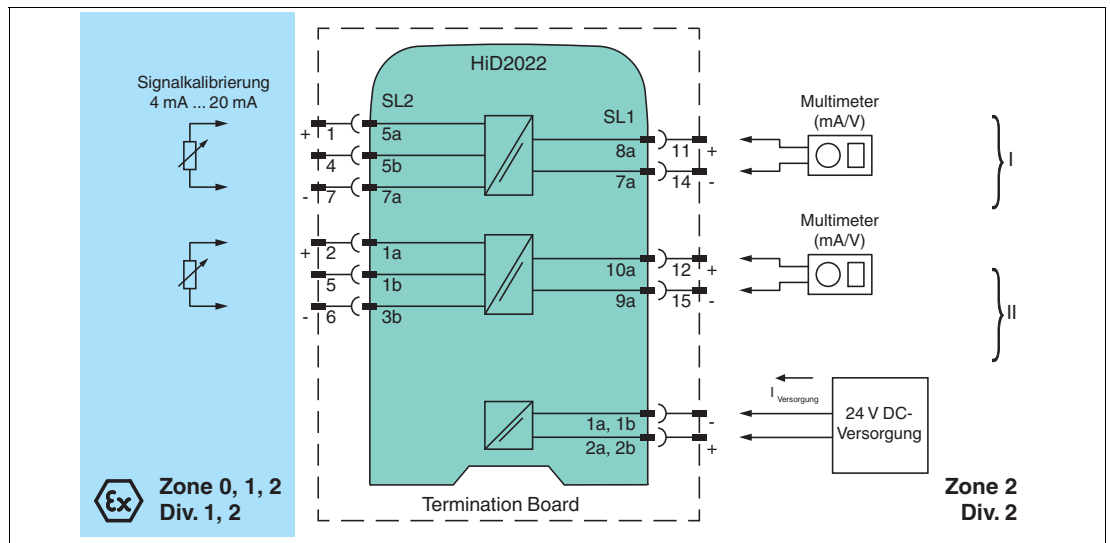


Abbildung 5.5 Aufbau Wiederholungsprüfung für HiD2022(SK)



**Tip**

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

Veränderungen am Gerät oder ein Defekt des Geräts können zum Ausfall des Geräts führen. Die Funktion des Geräts und des Sicherheitskreises ist nicht mehr gewährleistet.

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. Während das Gerät gewartet, repariert oder ausgetauscht wird, funktioniert die Sicherheitsfunktion nicht. Treffen Sie geeignete Maßnahmen, um Personal und Betriebsmittel zu schützen, während die Sicherheitsfunktion nicht verfügbar ist. 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 das Gerät im Fall eines Defekts immer durch ein Originalgerät.



### **Geräteausfall melden**

Falls Sie das Gerät in einem Sicherheitskreis nach IEC/EN 61508 verwenden, ist es erforderlich, den Gerätehersteller über mögliche systematische Ausfälle zu informieren.

Melden Sie alle Ausfälle der Sicherheitsfunktion, die auf eine Funktionseinschränkung oder einen Funktionsverlust des Gerätes zurückzuführen sind – speziell bei möglichen gefahrbringenden Ausfällen.

Kontaktieren Sie in solchen Fällen Ihren lokalen Vertriebspartner oder die technische Vertriebsunterstützung (Serviceline) von Pepperl+Fuchs.

Es ist nicht notwendig, Ausfälle der Sicherheitsfunktion zu melden, die auf äußere Einflüsse oder Beschädigungen zurückzuführen sind.



## 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.             |
| $\lambda_{not\ part}$                 | Wahrscheinlichkeit von Ausfällen von Bauteilen, die nicht zum Sicherheitskreis gehören  |
| $\lambda_{total\ (safety\ function)}$ | Wahrscheinlichkeit von Ausfällen von Bauteilen, die zum Sicherheitskreis gehören  |
| <b>HFT</b>                            | <b>Hardware Fault Tolerance</b> (Hardware-Fehlertoleranz)   |
| <b>MTBF</b>                           | <b>Mean Time Between Failures</b> (mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen)   |
| <b>MTTR</b>                           | <b>Mean Time To Restoration</b> (mittlere Dauer bis zur Wiederherstellung)  |
| <b>PF<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 per hour</b> (mittlere Häufigkeit eines gefahrbringenden Ausfalls pro Stunde)                 |
| <b>PLS</b>                            | <b>Prozessleitsystem</b>  |
| <b>PTC</b>                            | <b>Proof Test Coverage</b> (relativer Anteil der aufgedeckten Fehler)   |
| <b>SC</b>                             | <b>Systematic Capability</b> (systematische Eignung)  |
| <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>SIS</b>                            | <b>Safety Instrumented System</b> (sicherheitstechnisches System)   |
| <b>SPS</b>                            | <b>speicherprogrammierbare Steuerung</b>  |
| <b>T<sub>1</sub></b>                  | <b>Proof Test Interval</b> (Wiederholungsprüfungs-Intervall)  |

# Your automation, our passion.

## Explosionsschutz

- Eigensichere Barrieren
- Signaltrenner
- Feldbusinfrastruktur FieldConnex®
- Remote-I/O-Systeme
- Elektrisches Ex-Equipment
- Überdruckkapselungssysteme
- Bedien- und Beobachtungssysteme
- Mobile Computing und Kommunikation
- HART Interface Solutions
- Überspannungsschutz
- Wireless Solutions
- Füllstandsmesstechnik

## Industrielle Sensoren

- Näherungsschalter
- Optoelektronische Sensoren
- Bildverarbeitung
- Ultraschallsensoren
- Drehgeber
- Positioniersysteme
- Neigungs- und Beschleunigungssensoren
- Feldbusmodule
- AS-Interface
- Identifikationssysteme
- Anzeigen und Signalverarbeitung
- Connectivity

### Pepperl+Fuchs Qualität

Informieren Sie sich über unsere Qualitätspolitik:

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

