

HANDBUCH

## Funktionale Sicherheit

Schaltverstärker

KCD2-SR-(Ex)\*(.LB)(.SP), HiC282\*

**SIL**

IEC 61508/61511



CE

**SIL 2**



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	10
2.3	Kennzeichnung	10
2.4	Normen und Richtlinien für Funktionale Sicherheit	10
<b>3</b>	<b>Planung</b>	<b>11</b>
3.1	Systemstruktur	11
3.2	Annahmen	12
3.3	Sicherheitsfunktion und sicherer Zustand	12
3.4	Sicherheitskennwerte	14
3.5	Gebrauchsdauer	15
<b>4</b>	<b>Montage und Installation</b>	<b>17</b>
4.1	Konfiguration	17
<b>5</b>	<b>Betrieb</b>	<b>18</b>
5.1	Wiederholungsprüfung	18
<b>6</b>	<b>Wartung und Reparatur</b>	<b>21</b>
<b>7</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>22</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

#### KCD2-SR-1.LB(.SP)

Dieser Signaltrenner ermöglicht die galvanische Trennung von Feldstromkreisen und Steuerstromkreisen. Das Gerät überträgt binäre Signale von NAMUR-Sensoren oder mechanischen Kontakten von der Feldseite zur Steuerungsseite.

Der Näherungsschalter oder mechanische Kontakt steuert für einen Schließer-Relaisausgang die Last auf der Steuerungsseite. Der Ausgang des Geräts ändert den Status, wenn das Eingangssignal den Status ändert.

Über Schalter kann die Wirkungsrichtung der Ausgänge umgekehrt und die Leitungsfehlerüberwachung abgeschaltet werden.

Über Schalter kann die Funktion des zweiten Ausgangs als Signalausgang oder Fehlermeldeausgang definiert werden.

Während eines Fehlerzustandes fällt das Relais ab und der Fehler wird über LEDs gemäß NAMUR NE44 angezeigt. Falls das Gerät über Power Rail betrieben wird, steht zusätzlich eine Sammelfehlermeldung zur Verfügung.

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

#### SP-Variante

Die Geräte sind mit Schraubklemmen oder Federklemmen erhältlich.

Die Bestellbezeichnung für die Varianten der Geräte mit Federklemmen hat den Zusatz ".SP".

#### KCD2-SR-Ex1.LB(.SP)

Diese Trennbarriere eignet sich für eigensichere Anwendungen. Das Gerät überträgt binäre Signale von NAMUR-Sensoren oder mechanischen Kontakten aus dem explosionsgefährdeten Bereich in den nicht explosionsgefährdeten Bereich.

Das Gerät überträgt binäre Signale von NAMUR-Sensoren oder mechanischen Kontakten von der Feldseite zur Steuerungsseite.

Der Näherungsschalter oder mechanische Kontakt steuert für einen Schließer-Relaisausgang die Last auf der Steuerungsseite. Der Ausgang des Geräts ändert den Status, wenn das Eingangssignal den Status ändert.

Über Schalter kann die Wirkungsrichtung der Ausgänge umgekehrt und die Leitungsfehlerüberwachung abgeschaltet werden.

Über Schalter kann die Funktion des zweiten Ausgangs als Signalausgang oder Fehlermeldeausgang definiert werden.

Während eines Fehlerzustandes fällt das Relais ab und der Fehler wird über LEDs gemäß NAMUR NE44 angezeigt. Falls das Gerät über Power Rail betrieben wird, steht zusätzlich eine Sammelfehlermeldung zur Verfügung.

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

#### SP-Variante

Die Geräte sind mit Schraubklemmen oder Federklemmen erhältlich.

Die Bestellbezeichnung für die Varianten der Geräte mit Federklemmen hat den Zusatz ".SP".

### **KCD2-SR-2(.SP)**

Dieser Signaltrenner ermöglicht die galvanische Trennung von Feldstromkreisen und Steuerstromkreisen. Das Gerät überträgt binäre Signale von NAMUR-Sensoren oder mechanischen Kontakten von der Feldseite zur Steuerungsseite.

Der Näherungsschalter oder mechanische Kontakt steuert für einen Schließer-Relaisausgang die Last auf der Steuerungsseite. Der Ausgang des Geräts ändert den Status, wenn das Eingangssignal den Status ändert.

Über Schalter kann die Wirkungsrichtung der Ausgänge umgekehrt und die Leitungsfehlerüberwachung abgeschaltet werden.

Während eines Fehlerzustandes fällt das Relais ab und der Fehler wird über LEDs gemäß NAMUR NE44 angezeigt. Falls das Gerät über Power Rail betrieben wird, steht zusätzlich eine Sammelfehlermeldung zur Verfügung.

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

#### **SP-Variante**

Die Geräte sind mit Schraubklemmen oder Federklemmen erhältlich.  
Die Bestellbezeichnung für die Varianten der Geräte mit Federklemmen hat den Zusatz ".SP".

### **KCD2-SR-Ex2(.SP)**

Diese Trennbarriere eignet sich für eigensichere Anwendungen. Das Gerät überträgt binäre Signale von NAMUR-Sensoren oder mechanischen Kontakten aus dem explosionsgefährdeten Bereich in den nicht explosionsgefährdeten Bereich.

Das Gerät überträgt binäre Signale von NAMUR-Sensoren oder mechanischen Kontakten von der Feldseite zur Steuerungsseite.

Der Näherungsschalter oder mechanische Kontakt steuert für einen Schließer-Relaisausgang die Last auf der Steuerungsseite. Der Ausgang des Geräts ändert den Status, wenn das Eingangssignal den Status ändert.

Über Schalter kann die Wirkungsrichtung der Ausgänge umgekehrt und die Leitungsfehlerüberwachung abgeschaltet werden.

Während eines Fehlerzustandes fällt das Relais ab und der Fehler wird über LEDs gemäß NAMUR NE44 angezeigt. Falls das Gerät über Power Rail betrieben wird, steht zusätzlich eine Sammelfehlermeldung zur Verfügung.

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

#### **SP-Variante**

Die Geräte sind mit Schraubklemmen oder Federklemmen erhältlich.  
Die Bestellbezeichnung für die Varianten der Geräte mit Federklemmen hat den Zusatz ".SP".

### **HiC2821**

Diese Trennbarriere eignet sich für eigensichere Anwendungen. Das Gerät überträgt binäre Signale von NAMUR-Sensoren oder mechanischen Kontakten aus dem explosionsgefährdeten Bereich in den nicht explosionsgefährdeten Bereich.

Der Näherungsschalter oder mechanische Kontakt steuert für einen Schließer-Relaisausgang die Last auf der Steuerungsseite. Der Ausgang des Geräts ändert den Status, wenn das Eingangssignal den Status ändert.

Über Schalter kann die Wirkungsrichtung der Ausgänge umgekehrt und die Leitungsfehlerüberwachung abgeschaltet werden.

Über Schalter kann die Funktion des zweiten Ausganges als Signalausgang oder Fehlermeldeausgang definiert werden.

Während eines Fehlerzustandes fällt das Relais ab und der Fehler wird über LEDs gemäß NAMUR NE44 angezeigt. Ein separater Fehlerausgang steht zur Verfügung. Der Fehlerzustand kann über ein Fault Indication Board überwacht werden.

Das Gerät wird auf HiC-Termination Boards montiert.

### **HiC2822**

Diese Trennbarriere eignet sich für eigensichere Anwendungen. Das Gerät überträgt binäre Signale von NAMUR-Sensoren oder mechanischen Kontakten aus dem explosionsgefährdeten Bereich in den nicht explosionsgefährdeten Bereich.

Der Näherungsschalter oder mechanische Kontakt steuert für einen Schließer-Relaisausgang die Last auf der Steuerungsseite. Der Ausgang des Geräts ändert den Status, wenn das Eingangssignal den Status ändert.

Über Schalter kann die Wirkungsrichtung der Ausgänge umgekehrt und die Leitungsfehlerüberwachung abgeschaltet werden.

Während eines Fehlerzustandes fällt das Relais ab und der Fehler wird über LEDs gemäß NAMUR NE44 angezeigt. Ein separater Fehlerausgang steht zur Verfügung. Der Fehlerzustand kann über ein Fault Indication Board überwacht werden.

Das Gerät wird auf HiC-Termination Boards montiert.

## 2.2 Schnittstellen

Das Gerät besitzt die folgenden Schnittstellen.

- Sicherheitsrelevante Schnittstellen:  
 KCD2-SR-(Ex)1.LB(.SP), HiC2821: Eingang I, Ausgang I, Ausgang II  
 KCD2-SR-(Ex)2(.SP), HiC2822: Eingang I, Eingang II, Ausgang I, Ausgang II
- Nicht sicherheitsrelevante Schnittstellen: Fehlerausgang



### **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>

KCD2-SR-1.LB(.SP), KCD2-SR-Ex1.LB(.SP) KCD2-SR-2(.SP), KCD2-SR-Ex2(.SP) HiC2821, HiC2822	Bis SIL 2
--	-----------

## 2.4 Normen und Richtlinien für Funktionale Sicherheit

### Gerätespezifische Normen und Richtlinien

Funktionale Sicherheit	IEC/EN 61508, Teil 1 – 2, Ausgabe 2010: Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme (Hersteller)
------------------------	---

### Systemspezifische Normen und Richtlinien

Funktionale Sicherheit	IEC/EN 61511, Teil 1, 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<sub>avg</sub>-Wert (Average Probability of dangerous Failure on Demand (mittlere Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls bei Anforderung)) und den T<sub>1</sub>-Wert (Wiederholungsprüfungs-Intervall, das den PFD<sub>avg</sub>-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 SN 29500.
- Die Ausfallraten sind konstant, Verschleiß wird nicht berücksichtigt.
- Die Ausfallraten der externen Stromversorgung sind nicht enthalten.
- Zur Sicherheitsfunktion zählen nur ein Eingang und ein Ausgang (nur bei 2-kanaliger Variante).
- 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.
- Die Meldung eines gefahrbringenden Ausfalls (über einen Fehlerbus) wird von der speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) innerhalb 1 Stunde erkannt.

### 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.

## 3.3 Sicherheitsfunktion und sicherer Zustand

### Sicherer Zustand

Der sichere Zustand ist der spannungsfreie Zustand der Ausgänge, unabhängig von der Betriebsart.

### Sicherheitsfunktion

Die Sicherheitsfunktion hat zwei Betriebsarten:

- Normalbetrieb (Ausgang folgt Eingang)
- Invertierter Betrieb (Ausgang reagiert umgekehrt wie Eingang)

Die 1-kanaligen Geräte haben 2 Ausgänge, wobei Ausgang II in sicherheitsrelevanten Anwendungen verwendet werden kann, wenn Ausgang II so konfiguriert ist, dass er Ausgang I folgt.

Verwenden Sie die folgenden DIP-Schaltereinstellungen für sicherheitsrelevante Anwendungen:

### DIP-Schaltereinstellung an den 1-kanaligen Geräten

Funktion	Modus	KCD2-SR-(Ex)1.LB(.SP)	HiC2821
Betriebsart Ausgang I	Normalbetrieb	S1 Position I	S1 Position II
	Invertierter Betrieb	S1 Position II	S1 Position I
Zuordnung Ausgang II	Ausgang II folgt Ausgang I	S2 Position I	S3 Position I
	LB/LK-Erkennung <sup>1</sup>	S2 Position II	S3 Position II
Leitungsfehler- überwachung	ON	S3 Position I	S2 Position I
	OFF <sup>2</sup>	S3 Position II	S2 Position II

Tabelle 3.1

<sup>1</sup> Diese Schalterstellung kann nicht verwendet werden, wenn Ausgang II für sicherheitsrelevante Anwendungen verwendet wird.

<sup>2</sup> Diese Schalterstellung kann nicht verwendet werden, wenn das Gerät für sicherheitsrelevante Anwendungen verwendet wird.

### DIP-Schaltereinstellung an den 2-kanaligen Geräten

Funktion	Modus	KCD2-SR-(Ex)2(.SP)	HiC2822
Betriebsart Kanal 1	Normalbetrieb	S1 Position I	S1 Position II
	Invertierter Betrieb	S1 Position II	S1 Position I
Betriebsart Kanal 2	Normalbetrieb	S2 Position I	S3 Position II
	Invertierter Betrieb	S2 Position II	S3 Position I
Leitungsfehler- überwachung Kanal 1	ON	S3 Position I	S2 Position I
	OFF <sup>1</sup>	S3 Position II	S2 Position II
Leitungsfehler- überwachung Kanal 2	ON	S4 Position I	S4 Position I
	OFF <sup>1</sup>	S4 Position II	S4 Position II

Tabelle 3.2

<sup>1</sup> Diese Schalterstellung kann nicht verwendet werden, wenn der Kanal für sicherheitsrelevante Anwendungen verwendet wird.

### LB/LK-Diagnose

Die Eingangskreise aller Versionen wird überwacht, wenn die Leitungsfehlerüberwachung aktiviert ist (obligatorisch, siehe Datenblatt). Die zugehörige Sicherheitsfunktion ist definiert als Fehlerzustand der Ausgänge (sicherer Zustand), wenn ein Leitungsfehler erkannt wird.



#### **Hinweis!**

Der Fehlermeldeausgang ist nicht sicherheitsrelevant.

### Reaktionszeit

Die Reaktionszeit für alle Sicherheitsfunktionen ist < 20 ms.



#### **Hinweis!**

Weitere Informationen finden Sie in den entsprechenden Datenblättern.

### 3.4 Sicherheitskennwerte

Parameter	Kennwerte	
Beurteilungstyp und Dokumentation	Vollständige Beurteilung	
Gerätetyp	A	
Betriebsart	Low Demand Mode oder High Demand Mode	
HFT	0	
SIL (SC)	2	
Sicherheitsfunktion	1 Relaisausgang für 1 Kanal	2 Relaisausgänge für ein 1-kanaliges Gerät
$\lambda_s$	99 FIT	126 FIT
$\lambda_{dd}$	18,2 FIT	47,5 FIT
$\lambda_{du}$	40,3 FIT	11,1 FIT
$\lambda_{total} \text{ (safety function)}^1$	158 FIT	184 FIT
$\lambda_{not \text{ part}}$	58 FIT	58 FIT
SFF <sup>1</sup>	74,5 %	93,99 %
PTC	100 %	100 %
MTBF <sup>2</sup>	366 Jahre	310 Jahre
PFH	$4,03 \times 10^{-8} \text{ 1/h}$	$1,11 \times 10^{-8} \text{ 1/h}$
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>proof</sub> = 1 Jahr	$1,93 \times 10^{-4}$	$5,34 \times 10^{-5}$
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>proof</sub> = 2 Jahre	$3,85 \times 10^{-4}$	$1,06 \times 10^{-4}$
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>proof</sub> = 5 Jahre	$5,77 \times 10^{-3}$	$1,59 \times 10^{-4}$
Reaktionszeit <sup>3</sup>	< 20 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> nach SN29500. Dieser Wert enthält Ausfälle, die nicht Teil der Sicherheitsfunktion sind/MTTR = 8 h. Dieser Wert ist für eine Sicherheitsfunktion des Geräts berechnet.
- <sup>3</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.

## Maximale Schaltleistung der Ausgangskontakte

Die Gebrauchsdauer ist begrenzt durch die maximale Anzahl der Schaltspiele unter Last. Die maximale Anzahl der Schaltspiele ist abhängig von der elektrischen Last und kann bei reduzierten Strömen und Spannungen höher sein. Den Zusammenhang zwischen der maximalen Schaltleistung und den Lastzuständen sehen Sie in den folgenden Abbildungen.

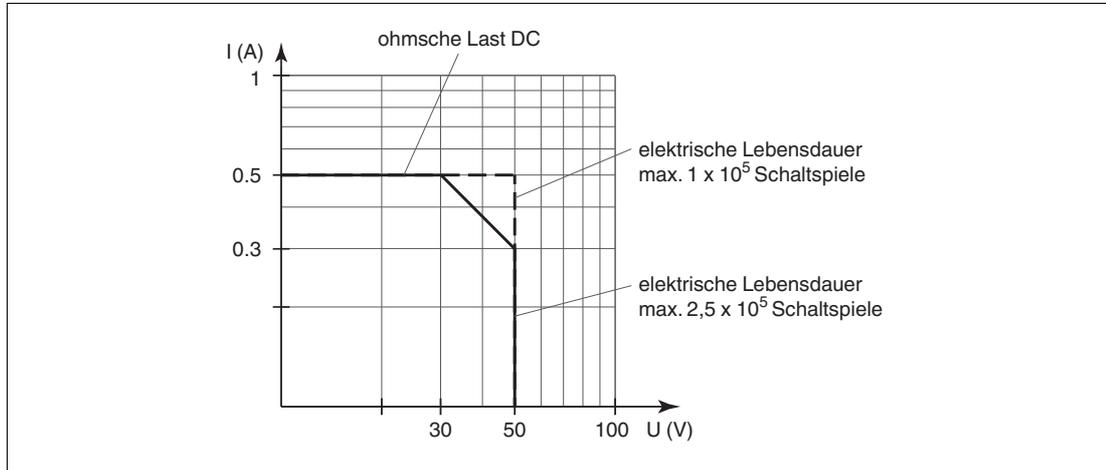


Abbildung 3.1 Maximale Schaltleistung HiC282\*

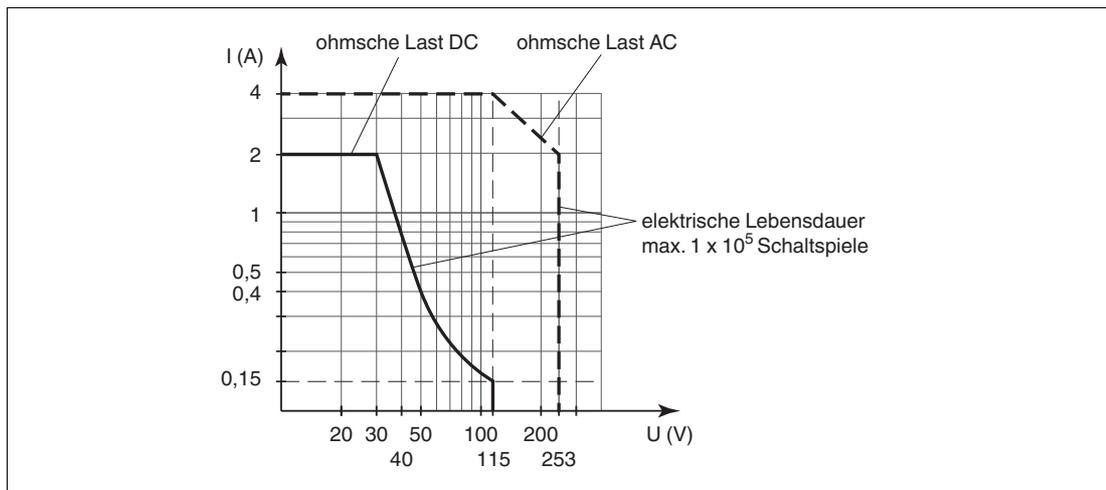


Abbildung 3.2 Maximale Schaltleistung KCD2-SR-(Ex)\*(.LB)(.SP)



### **Hinweis!**

Weitere Informationen finden Sie in den entsprechenden Datenblättern.

## 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



### Geräte mit DIP-Schaltern an der Geräteseite konfigurieren

Das Gerät wird über DIP-Schalter konfiguriert. Die DIP-Schalter zur Einstellung der Sicherheitsfunktionen befinden sich an der Seite des Geräts.

1. Schalten Sie das Gerät spannungsfrei, bevor Sie das Gerät konfigurieren.
2. Entnehmen Sie das Gerät.
3. Konfigurieren Sie das Gerät für die erforderliche Sicherheitsfunktion über die DIP-Schalter, siehe Kapitel 3.3.
4. Sichern Sie die DIP-Schalter gegen unbeabsichtigtes Verstellen.
5. Montieren Sie das Gerät.
6. Schließen Sie das Gerät wieder an.



### Geräte mit DIP-Schaltern an der Frontseite konfigurieren

Das Gerät wird über DIP-Schalter konfiguriert. Die DIP-Schalter zur Einstellung der Sicherheitsfunktionen befinden sich an der Frontseite des Geräts.

1. Schalten Sie das Gerät spannungsfrei, bevor Sie das Gerät konfigurieren.
2. Öffnen Sie die Abdeckung.
3. Konfigurieren Sie das Gerät für die erforderliche Sicherheitsfunktion über die DIP-Schalter, siehe Kapitel 3.3.
4. Schließen Sie die Abdeckung.
5. Sichern Sie die DIP-Schalter gegen unbeabsichtigtes Verstellen.
6. Schließen Sie das Gerät wieder an.



#### **Hinweis!**

Weitere Informationen finden Sie in den entsprechenden Datenblättern.

## 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 8 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 3.4.

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 eingesetzt werden.
- Versorgung eingestellt auf Nennspannung 24 V DC



### 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. Simulieren Sie den Sensorstatus, indem Sie ein Potentiometer, einen Widerstand zur Kurzschlusserkennung oder einen Widerstand zur Leitungsbruchererkennung anschließen. Testen Sie jeden Eingangskanal einzeln.
  - ↳ Der Schwellenwert muss zwischen 1,4 mA und 1,9 mA liegen, die Hysterese muss zwischen 170  $\mu$ A und 250  $\mu$ A liegen.
  - Wenn der Eingangsstrom über dem Schwellenwert liegt, muss das Relais im Normalbetrieb aktiviert sein. Die gelbe LED leuchtet.
  - Wenn der Eingangsstrom unter dem Schwellenwert liegt, muss das Relais im invertierten Betrieb aktiviert sein. Die gelbe LED leuchtet.
4. Schließen Sie ein Potenziometer mit 4.7 k $\Omega$  (Schwelle für den Normalbetrieb) an den Eingang an.
  - ↳ Das Gerät erkennt einen externen Fehler. Das Relais des entsprechenden Kanals muss deaktiviert sein. Die rote LED blinkt.
5. Schließen Sie einen Widerstand R<sub>LK</sub> mit 220  $\Omega$  oder einen Widerstand R<sub>LB</sub> mit 150 k $\Omega$  an den Eingang an.
  - ↳ Die Relais müssen deaktiviert sein. Die Relaiskontakte müssen **definitiv geöffnet** sein.
6. Testen Sie beide Relaisausgänge mit einem bestimmten Strom, z. B. 100 mA. Um Stromschlag zu vermeiden, verwenden Sie eine Testspannung von 24 V DC. Prüfen Sie, ob die Relaiskontakte geöffnet sind.
  - ↳ Die Relais müssen deaktiviert sein. Die Relaiskontakte müssen **definitiv geöffnet** sein.
7. Setzen Sie das Gerät nach der Prüfung auf die ursprünglichen Einstellungen für die Anwendung zurück.
8. Prüfen Sie das korrekte Verhalten des Sicherheitskreises. Ist die Konfiguration korrekt?
9. Sichern Sie die DIP-Schalter gegen unbeabsichtigtes Verstellen.

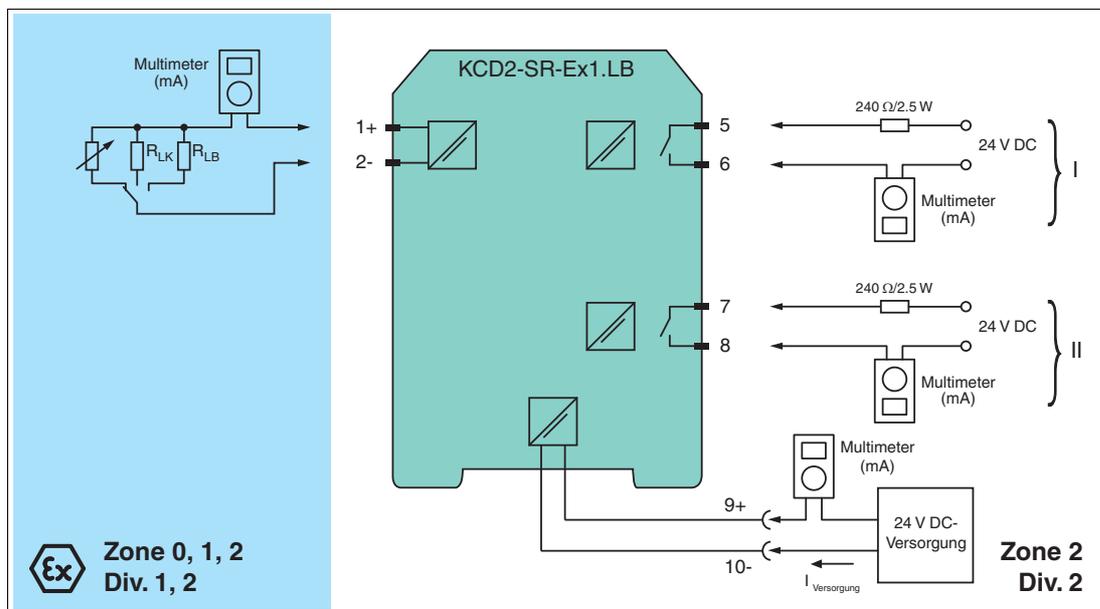


Abbildung 5.1 Aufbau Wiederholungsprüfung für KCD2-SR-(Ex)1.LB(.SP)

Verwendung in Zone 0, 1, 2/Div. 1, 2 nur für KCD2-SR-(Ex)1.LB(.SP).

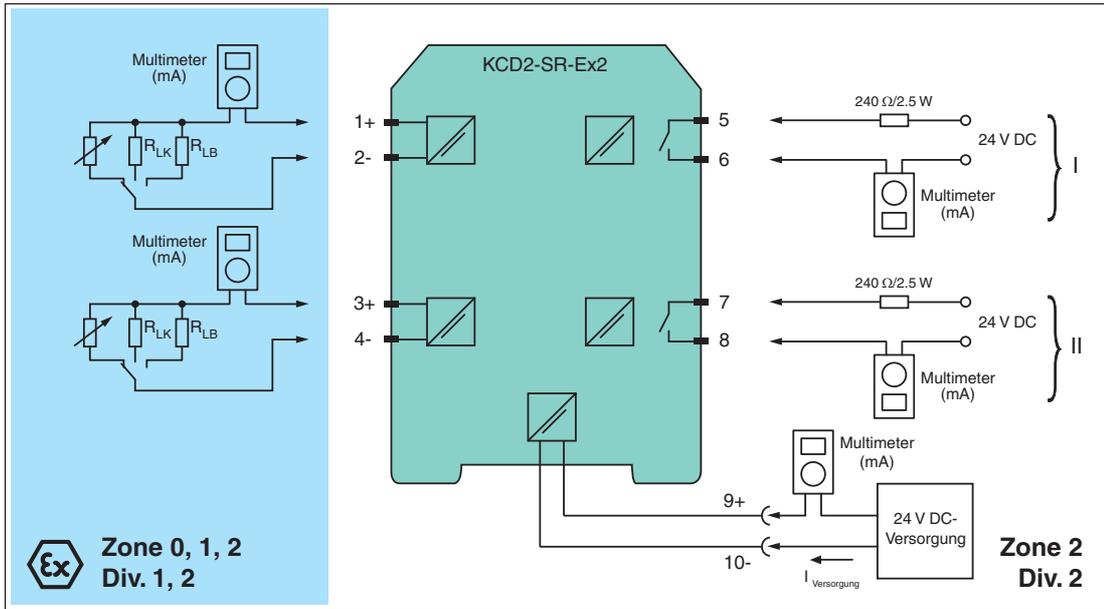


Abbildung 5.2 Aufbau Wiederholungsprüfung für KCD2-SR-(Ex)2(.SP)

Verwendung in Zone 0, 1, 2/Div. 1, 2 nur für KCD2-SR-Ex2(.SP).

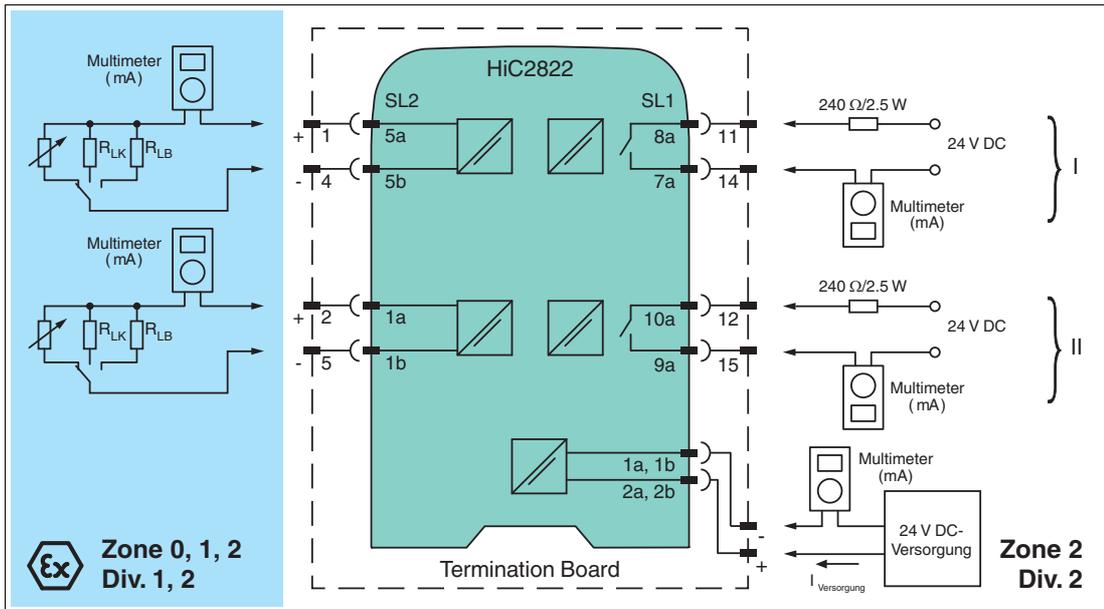


Abbildung 5.3 Aufbau Wiederholungsprüfung für HiC2821, HiC2822

Kanal 2 nur für HiC2822.



**Tipp**

Der einfachste Weg um HiC-Geräte zu prüfen, ist die Verwendung eines einzelnen Termination Boards HiCTB\*\*-.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.

## 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
$\lambda_{total\ (safety\ function)}$	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>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>	<b>Prozessleitsystem</b>
<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>S</b> ystematic <b>C</b> apability (systematische Eignung))
<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)
<b>FLT</b>	<b>Fault</b> (Fehler)
<b>LB</b>	<b>Leitungsbruch</b>
<b>LFD</b>	<b>Line Fault Detection</b> (Leitungsfehlerüberwachung)
<b>LK</b>	<b>Leitungskurzschluss</b>



# 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-1595J  
12/2018