

**Funktionale Sicherheit**  
**Schaltverstärker**  
**KCD2-SON-Ex\*(.R\*)(.SP)**

**Handbuch**

**SIL**

IEC 61508/61511



---

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 .....	9
2.3	Kennzeichnung .....	9
2.4	Normen und Richtlinien für Funktionale Sicherheit .....	9
<b>3</b>	<b>Planung</b> .....	<b>10</b>
3.1	Systemstruktur .....	10
3.2	Annahmen .....	11
3.3	Sicherheitsfunktion und sicherer Zustand .....	12
3.4	Sicherheitskennwerte .....	14
3.5	Gebrauchsdauer .....	15
<b>4</b>	<b>Montage und Installation</b> .....	<b>16</b>
4.1	Konfiguration .....	16
<b>5</b>	<b>Betrieb</b> .....	<b>17</b>
5.1	Wiederholungsprüfung .....	17
<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, 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

#### Allgemein

Diese Geräte eignen sich für eigensichere Anwendungen.

Die Geräte übertragen binäre Signale von NAMUR-Sensoren oder mechanischen Kontakten aus dem explosionsgefährdeten Bereich in den nicht explosionsgefährdeten Bereich.

Die Geräte erlauben Leitungsfehlertransparenz auf den Signalleitungen.

Ein Fehler wird über LEDs angezeigt und über eine separate Sammelfehlermeldung ausgegeben.

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

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

Die Geräte werden auf einer 35-mm-Hutschiene nach EN 60715 montiert.

#### KCD2-SON-Ex1(.SP)

Der Eingang steuert zwei passive Transistorausgänge mit resistivem Ausgangsverhalten nach EN 60947-5-6.

Die Ausgänge haben drei Signalzustände: 1-Signal = 1,8 k $\Omega$ , 0-Signal = 14 k $\Omega$  und Fehler > 100 k $\Omega$ .

#### KCD2-SON-Ex1.R1

Der Eingang steuert zwei passive Transistorausgänge mit resistivem Ausgangsverhalten.

Die Ausgänge haben drei Signalzustände: 1-Signal = 6.5 V Spannungsabfall, 0-Signal = 33 k $\Omega$  und 6.5 V Spannungsabfall und Fehler > 100 k $\Omega$ .

#### KCD2-SON-Ex1.R2

Der Eingang steuert zwei passive Transistorausgänge mit resistivem Ausgangsverhalten.

Die Ausgänge haben drei Signalzustände: 1-Signal = 5 k $\Omega$ , 0-Signal = 15 k $\Omega$  und Fehler > 100 k $\Omega$ .

#### KCD2-SON-Ex1.R3

Der Eingang steuert zwei passive Transistorausgänge mit resistivem Ausgangsverhalten.

Die Ausgänge haben drei Signalzustände: 1-Signal = 100  $\Omega$  ... 600  $\Omega$ , 0-Signal = 19 k $\Omega$  und Fehler > 100 k $\Omega$ .

#### KCD2-SON-Ex2(.SP)

Jeder Eingang steuert einen passiven Transistorausgang mit resistivem Ausgangsverhalten nach EN 60947-5-6.

Die Ausgänge haben drei Signalzustände: 1-Signal = 1,8 k $\Omega$ , 0-Signal = 14 k $\Omega$  und Fehler > 100 k $\Omega$ .

#### KCD2-SON-Ex2.R1

Jeder Eingang steuert einen passiven Transistorausgang mit resistivem Ausgangsverhalten.

Die Ausgänge haben drei Signalzustände: 1-Signal = 6.5 V Spannungsabfall, 0-Signal = 33 k $\Omega$  und 6.5 V Spannungsabfall und Fehler > 100 k $\Omega$ .

### KCD2-SON-Ex2.R2

Jeder Eingang steuert einen passiven Transistorausgang mit resistivem Ausgangsverhalten. Die Ausgänge haben drei Signalzustände: 1-Signal = 5 kΩ, 0-Signal = 15 kΩ und Fehler > 100 kΩ.

### KCD2-SON-Ex2.R3

Jeder Eingang steuert einen passiven Transistorausgang mit resistivem Ausgangsverhalten. Die Ausgänge haben drei Signalzustände: 1-Signal = 100 Ω ... 600 Ω, 0-Signal = 19 kΩ und Fehler > 100 kΩ.

## 2.2 Schnittstellen

Das Gerät besitzt die folgenden Schnittstellen.

- Sicherheitsrelevante Schnittstellen:
  - KCD2-SON-Ex1(.R\*)(.SP): Eingang I, Ausgang I, Ausgang II (optional)
  - KCD2-SON-Ex2(.R\*)(.SP): Eingang I, Eingang II, Ausgang I, Ausgang II
- Nicht sicherheitsrelevante Schnittstellen: Ausgang für Sammelfehlermeldung



### Hinweis!

Informationen zu den entsprechenden Anschlüssen finden Sie im Datenblatt.

## 2.3 Kennzeichnung

Pepperl+Fuchs-Gruppe Lilienthalstraße 200, 68307 Mannheim, Deutschland
Internet: <a href="http://www.pepperl-fuchs.com">www.pepperl-fuchs.com</a>

KCD2-SON-Ex1, KCD2-SON-Ex1.SP, KCD2-SON-Ex1.R1, KCD2-SON-Ex1.R2, KCD2-SON-Ex1.R3, KCD2-SON-Ex2, KCD2-SON-Ex2.SP, KCD2-SON-Ex2.R1, KCD2-SON-Ex2.R2, KCD2-SON-Ex2.R3	Bis SIL 2
--	-----------

## 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 61511-1:2016+COR1:2016+A1:2017 EN 61511-1:2017+A1:2017 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 sicherheitsbezogenen 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 und der Teilsysteme 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 Ausfallraten sind konstant, Verschleiß wird nicht berücksichtigt.
- Die Ausfallrate basiert auf dem Siemens-Standard SN 29500.
- Das sicherheitsbezogene Gerät gilt als Gerät des Typs **A** mit einer Hardware-Fehlertoleranz von **0**.
- Die Ausfallraten der externen Stromversorgung sind nicht enthalten.
- 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.

- Da die Ausgänge des Gerätes gemeinsame Komponenten benutzen, dürfen diese Ausgänge nicht in der derselben Sicherheitsfunktion verwendet werden.
- Die Meldung eines gefahrbringenden Ausfalls wird von der speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) innerhalb 1 Stunde erkannt.
- Der Ausgang für Sammelfehlermeldung wird in der FMEDA und in den Berechnungen nicht berücksichtigt.

### 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.
- Für eine SIL 2-Anwendung im Low Demand Mode sollte der  $PFD_{avg}$ -Gesamtwert der SIF (**S**afety **I**nstrumented **F**unction) 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 über 60 % liegen.

### 3.3 Sicherheitsfunktion und sicherer Zustand

#### Sicherer Zustand

Der sichere Zustand an den Ausgängen I und II ist der hochohmige Zustand oder Fehlerzustand.

Der Fehlerzustand ist der offene Stromkreis. Der hochohmige Zustand ist im jeweiligen Datenblatt als 0-Signal definiert.

#### Sicherheitsfunktion

Die Sicherheitsfunktion hat 2 Betriebsarten:

- Normalbetrieb (Ausgang folgt Eingang)
- Invertierter Betrieb (Ausgang kehrt Eingang um)

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

Hier sind die DIP-Schaltereinstellungen für alle Kanäle, die in sicherheitsrelevanten Anwendungen verwendet werden:

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

Funktion	Modus	KCD2-SON-Ex1(.R*)(.SP)
Betriebsart des Ausgangs	Normalbetrieb	S1 in Position I
	Invertierter Betrieb	S1 in Position II
Leitungsfehlerüberwachung	ON	S3 in Position I
	OFF <sup>1</sup>	S3 in Position II

Tabelle 3.1

<sup>1</sup> Diese Schalterstellung darf nicht verwendet werden, wenn das Gerät für sicherheitsrelevante Anwendungen eingesetzt wird.

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

Funktion	Modus	KCD2-SON-Ex2(.R*)(.SP)
Betriebsart Kanal I	Normalbetrieb	S1 in Position I
	Invertierter Betrieb	S1 in Position II
Betriebsart Kanal II	Normalbetrieb	S2 in Position I
	Invertierter Betrieb	S2 in Position II
Leitungsfehlerüberwachung I	ON	S3 in Position I
	OFF <sup>1</sup>	S3 in Position II
Leitungsfehlerüberwachung II	ON	S4 in Position I
	OFF <sup>1</sup>	S4 in Position II

Tabelle 3.2

<sup>1</sup> Diese Schalterstellung darf nicht verwendet werden, wenn das Gerät für sicherheitsrelevante Anwendungen eingesetzt wird.

### LB/LK-Diagnose

Für die Nutzung in einer Sicherheitsfunktion aktivieren Sie die Leitungsfehlerüberwachung.

Wenn die Leitungsfehlerüberwachung aktiviert ist, werden die Eingangskreise aller Gerätevarianten überwacht (obligatorisch, siehe Datenblatt). Die Leitungsfehlerüberwachung ist aktiviert, wenn sich der Schalter S3 und der Schalter 4 (2-kanalige Geräte) in Position I befindet.

Die zugehörige Sicherheitsfunktion ist so definiert, dass die Ausgänge spannungsfrei sind (sicherer Zustand), wenn ein Leitungsfehler erkannt wird.



---

#### Hinweis!

Der Ausgang für Sammelfehlermeldung sind nicht sicherheitsrelevant.

---



---

#### 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	2	
SC	3	
Sicherheitsfunktion	Invertierter Betrieb <sup>1</sup>	Normalbetrieb <sup>1</sup>
$\lambda_{\text{safe}}$ <sup>2</sup>	108 FIT	109 FIT
$\lambda_{\text{dd}}$	3.3 FIT	3.3 FIT
$\lambda_{\text{du}}$ <sup>3</sup>	26.0 FIT	24.2 FIT
$\lambda_{\text{total}}$ (safety function)	137 FIT	136 FIT
SFF	81 %	82 %
MTBF <sup>3</sup>	328 Jahre	328 Jahre
PFH	$2,60 \times 10^{-8}$ 1/h	$2,42 \times 10^{-8}$ 1/h
PTC	100 %	100 %
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 1 Jahr	$1,14 \times 10^{-4}$	$1,12 \times 10^{-4}$
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 2 Jahre	$2,28 \times 10^{-4}$	$2,24 \times 10^{-4}$
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 5 Jahre	$5,69 \times 10^{-4}$	$5,59 \times 10^{-4}$
Reaktionszeit <sup>4</sup>	< 20 ms	

Tabelle 3.3

- <sup>1</sup> Das Gerät kann in 2 Betriebsarten verwendet werden, im invertierten Betrieb und im Normalbetrieb.
- <sup>2</sup> "Angekündigte Ausfälle" haben keinen direkten Einfluss auf die Sicherheitsfunktion und werden deshalb nicht berücksichtigt.
- <sup>3</sup> nach SN29500. Dieser Wert enthält Ausfälle, die nicht Teil der Sicherheitsfunktion sind/MTTR = 8 h. Der Wert ist nur für einen Kanal gültig.
- <sup>4</sup> Zeit zwischen Fehlererkennung und Fehlerreaktion

Die Sicherheitskennwerte wie PFD, PFH, SFF, HFT und T<sub>1</sub> wurden dem 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 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



#### Gerät 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**

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 3.4.

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

Überprüfen Sie die Einstellungen nach der Konfiguration mit geeigneten Tests.

Benötigte Ausrüstung:

- Digitalmultimeter ohne bestimmte Genauigkeit  
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.
- Duales Netzteil mit 24 V DC bzw. 8 V DC (NAMUR-Spannung).
- Bürdenwiderstand R. Siehe Tabelle, Wert R.
- Sensorsimulator:
  - Potenziometer mit 4,7 k $\Omega$  (Schwelle bei Normalbetrieb)
  - Widerstand mit 220  $\Omega$  (Leitungskurzschluss-Überwachung)
  - Widerstand mit 150 k $\Omega$  (Leitungsbruchüberwachung)



## Ablauf der Wiederholungsprüfung

1. Prüfen Sie in der Wiederholungsprüfung mit der gleichen Konfiguration, die Sie in der Anwendung verwenden.
2. Legen Sie Bürde und Versorgung wie in der Anwendung definiert an.
3. Ersetzen Sie die Sensoren durch Sensorsimulatoren.
4. Prüfen Sie den jeweiligen Eingangskanal. Die Schwelle muss zwischen 1,4 mA und 1,9 mA liegen. Die Hysterese muss zwischen 170  $\mu$ A und 250  $\mu$ A liegen.
  - ↳ Im Normalbetrieb muss die entsprechende gelbe LED leuchten, wenn der Eingangsstrom über der Schwelle liegt. Siehe Tabelle, Wert  $I_{on}$ .
  - ↳ Im invertierten Betrieb muss die entsprechende gelbe LED leuchten, wenn der Eingangsstrom unter der Schwelle liegt, Siehe Tabelle, Wert  $I_{on}$ .
5. Schließen Sie einen Widerstand  $R_{LK}$  (220  $\Omega$ ) oder einen Widerstand  $R_{LB}$  (150 k $\Omega$ ) an den Eingang an.
  - ↳ Das Gerät muss einen externen Fehler für den jeweiligen Kanal erkennen. Dieser Status wird durch eine rote LED angezeigt und der Ausgang des entsprechenden Kanals muss im Fehlerzustand sein.
6. Prüfen Sie, ob die Ausgänge definitiv hochohmig sind, wenn die gelbe LED aus ist. Siehe Tabelle, Wert  $I_{off}$ .
7. Setzen Sie das Gerät nach der Prüfung auf die ursprünglichen Einstellungen zurück.
8. Überprüfen Sie die Einstellungen nach der Konfiguration mit geeigneten Tests.

Gerät	R	U	$I_{on}$	$I_{off}$	$I_{fault}$
KCD2-SON-Ex*(.SP)	1 k $\Omega$	8 V	2,6 mA < $I_{on}$ < 3,2 mA	0,5 mA < $I_{off}$ < 0,6 mA	< 0,05 mA
KCD2-SON-Ex*.R1	2 k $\Omega$	24 V	8,0 mA < $I_{on}$ < 9,2 mA	0,46 mA < $I_{off}$ < 0,62 mA	< 0,05 mA
KCD2-SON-Ex*.R2	250 $\Omega$	24 V	4,2 mA < $I_{on}$ < 4,6 mA	1,48 mA < $I_{off}$ < 1,62 mA	< 0,05 mA
KCD2-SON-Ex*.R3	4,3 k $\Omega$	24 V	4,9 mA < $I_{on}$ < 5,2 mA	1,01 mA < $I_{off}$ < 1,06 mA	< 0,05 mA

Tabelle 5.1

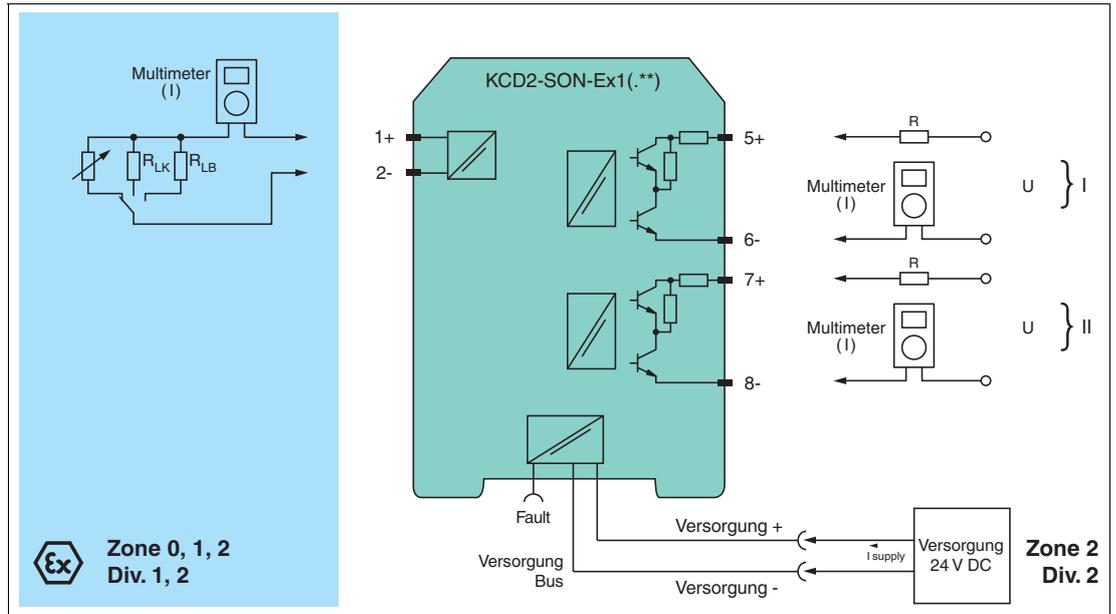


Abbildung 5.1 Aufbau Wiederholungsprüfung für KCD2-SON-Ex1(.SP), KCD2-SON-Ex1.R2, KCD2-SON-Ex1.R3

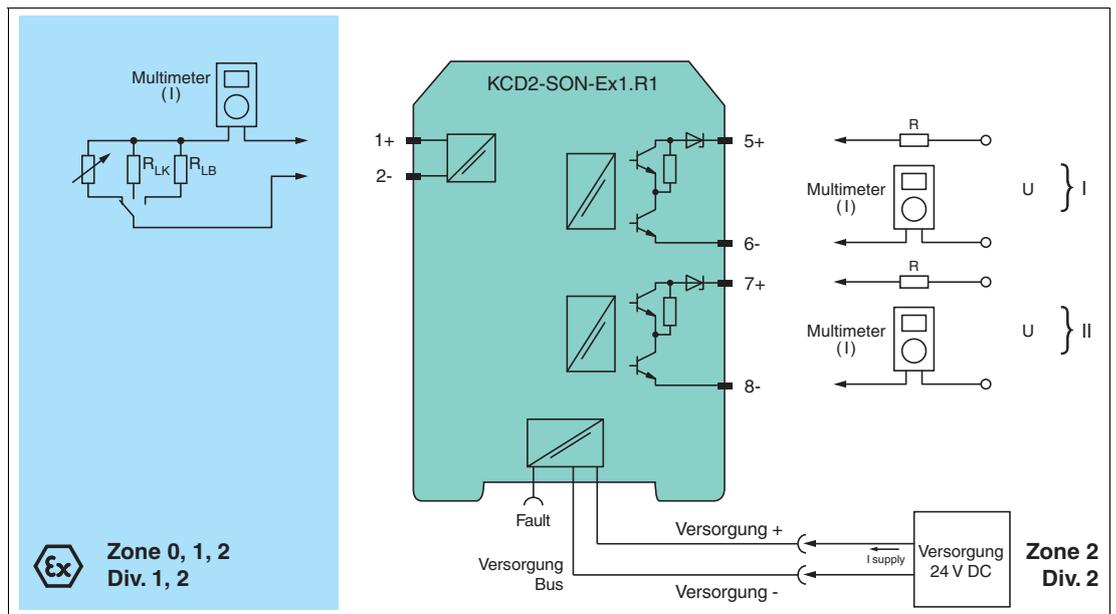


Abbildung 5.2 Aufbau Wiederholungsprüfung für KCD2-SON-Ex1.R1

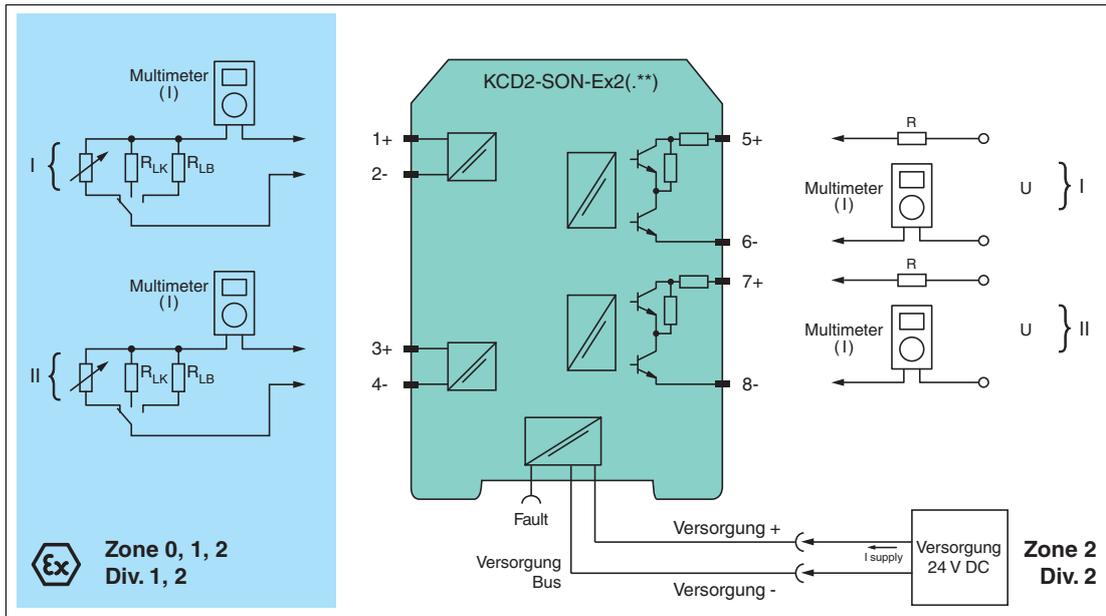


Abbildung 5.3 Aufbau Wiederholungsprüfung für KCD2-SON-Ex2(.SP), KCD2-SON-Ex2.R2, KCD2-SON-Ex2.R3

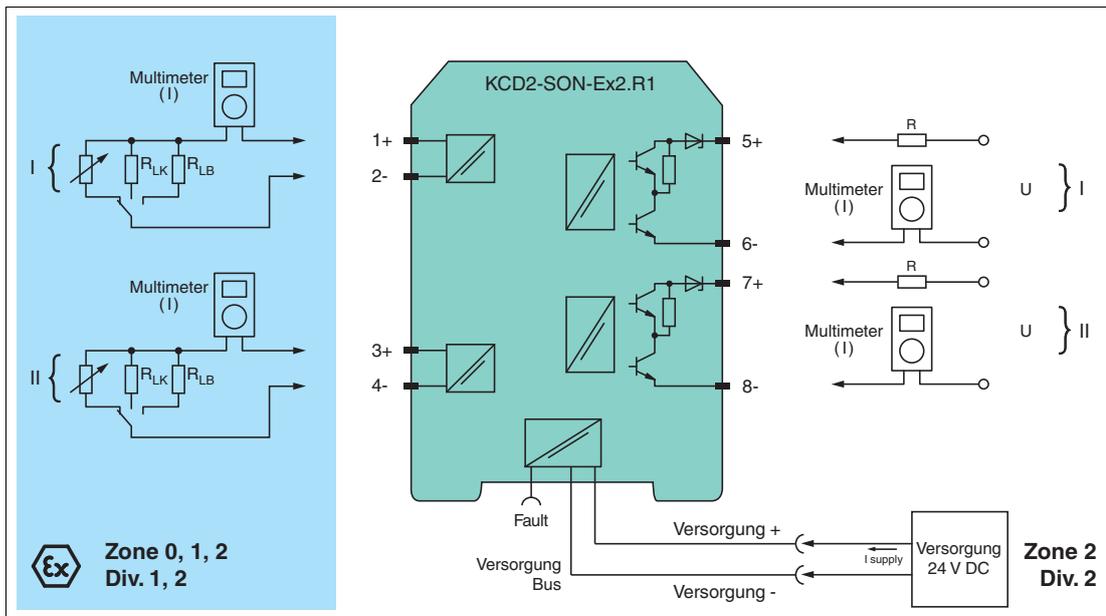


Abbildung 5.4 Aufbau Wiederholungsprüfung für KCD2-SON-Ex2.R1

## 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)
<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>
<b>T<sub>service</sub></b>	<b>Zeit von der Inbetriebnahme bis zur Außerbetriebnahme des Gerätes</b>



# 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)

