

**Funktionale Sicherheit**

**Schaltverstärker  
KFU8-SR-1.3L.V**

**Handbuch**

**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 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 .....	8
2.3	Kennzeichnung .....	8
2.4	Normen und Richtlinien für Funktionale Sicherheit .....	8
<b>3</b>	<b>Planung</b> .....	<b>9</b>
3.1	Systemstruktur .....	9
3.2	Annahmen .....	10
3.3	Sicherheitsfunktion und sicherer Zustand .....	11
3.4	Sicherheitskennwerte .....	12
3.5	Gebrauchsdauer .....	13
<b>4</b>	<b>Montage und Installation</b> .....	<b>14</b>
4.1	Konfiguration .....	14
<b>5</b>	<b>Betrieb</b> .....	<b>15</b>
5.1	Wiederholungsprüfung .....	15
<b>6</b>	<b>Wartung und Reparatur</b> .....	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>19</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

Dieser Signaltrenner ermöglicht die galvanische Trennung von Feldstromkreisen und Steuerstromkreisen.

Dieser Signaltrenner überträgt den Status von 3-Draht-Sensoren (PNP oder NPN) oder von Sensoren mit Gegentaktendstufen zu zwei Relaisausgängen.

Das Gerät hat einen Eingang und zwei Wechsler-Relaisausgänge.

Der Schaltverstärker verfügt wahlweise über eine einstellbare Anzugs- und Abfallverzögerung für die Relaisausgänge.

Die Initialisierungsphase des Geräts ist so lang wie die Anzugs- oder Abschaltverzögerung + 500 ms.

Während eines Fehlerzustandes werden die Ausgänge stromlos.

Ein Fehler wird über LEDs angezeigt.

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

### 2.2 Schnittstellen

Das Gerät besitzt die folgenden Schnittstellen:

- Sicherheitsrelevante Schnittstellen: Eingang, Ausgang I, Ausgang II
- Nicht sicherheitsrelevante Schnittstellen: Fehlermeldeausgang

#### 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>

KFU8-SR-1.3L.V	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)
------------------------	---

2024-04  
DOCT-9020



## 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, 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 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.
- Zur Sicherheitsfunktion zählen nur ein Eingang und ein Ausgang (nur bei 2-kanaliger Variante).
- Leitungskurzschlussüberwachung (LK) und Leitungsbruchüberwachung (LB) sind aktiviert.
- 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.

### 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

Im sicheren Zustand der Sicherheitsfunktion ist der Ausgang spannungsfrei.

#### Sicherheitsfunktion

Konfiguration für die SIL-Anwendungen

Schalter	Funktion		Position
S1	Sensortyp	Eingang: Gegentaktendstufe, Schließer, NPN	I
		Eingang: PNP, Schließer	II
S2	Zeitbasis	beliebige Position <sup>1</sup>	I oder II
S3	Betriebsart	Einschaltverzögerung, Mindesteingangsimpulslänge	I
S4	Wirkungsrichtung	Ausgang I aktiviert, wenn Sensor geschlossen	I
		Ausgang I aktiviert, wenn Sensor geöffnet	II
S5	Wirkungsrichtung	Ausgang II aktiviert, wenn Sensor geschlossen	I
		Ausgang II aktiviert, wenn Sensor geöffnet	II
S6	Zeiteinstellung	beliebige Position <sup>2</sup>	0 ... 7
S7	Zeiteinstellung	beliebige Position <sup>2</sup>	0 ... 9

Tabelle 3.1

<sup>1</sup> Position I: Zeitbasis = 0,1 s x (Wert der Zeiteinstellung von Schalter S6 und S7)  
 Position II: Zeitbasis = 1 s x (Wert der Zeiteinstellung von Schalter S6 und S7)

<sup>2</sup> Das Gerät wechselt sofort vom gefährlichen in den sicheren Zustand.  
 Nur der entgegengesetzte Zustandswechsel wird von der Verzögerungsfunktionalität beeinflusst.

#### Reaktionszeit

Die Fehlerreaktionszeit ist ≤ 50 ms.



#### Hinweis!

Weitere Informationen finden Sie in den entsprechenden Datenblättern.

### 3.4 Sicherheitskennwerte

#### 1oo1-Struktur

Parameter	Kennwerte	
Beurteilungstyp und Dokumentation	Vollständige Beurteilung	
Gerätetyp	A	
Betriebsart	Low Demand Mode oder High Demand Mode	
HFT	0	
SIL	2	
SC	3	
Sicherheitsfunktion	1 Ausgangsrelais ist abgefallen, wenn sich der Eingang im AUS-Zustand befindet <sup>1</sup> .	2 Ausgangsrelais sind abgefallen, wenn sich der Eingang im AUS-Zustand befindet <sup>1</sup> .
$\lambda_s$	227 FIT	249 FIT
$\lambda_{dd}$	0 FIT	73 FIT
$\lambda_{du}$	72 FIT	37,1 FIT
$\lambda_{no\ effect}$	198 FIT	202 FIT
$\lambda_{total}$ (safety function)	299 FIT	359 FIT
SFF <sup>2</sup>	76 %	90 %
MTBF <sup>3</sup>	190 Jahre	171 Jahre
PFH	$7,16 \times 10^{-8}$ 1/h	$3,71 \times 10^{-8}$ 1/h
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 1 Jahr <sup>4</sup>	$3,14 \times 10^{-4}$	$1,63 \times 10^{-4}$
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 2 Jahre <sup>4</sup>	$6,27 \times 10^{-4}$	$3,25 \times 10^{-4}$
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 5 Jahre <sup>4</sup>	$9,41 \times 10^{-4}$	$8,13 \times 10^{-4}$
Fehlerreaktionszeit <sup>5</sup>	≤ 50 ms	

Tabelle 3.2

- <sup>1</sup> Sensortyp: 3-Draht-Sensor für SIL 2-Sicherheitskreis, PNP/NPN oder Gegentaktendstufe
- <sup>2</sup> **Ausfälle ohne Auswirkung** beeinflussen nicht die Sicherheitsfunktion und sind deshalb nicht in SFF und in der Ausfallrate der Sicherheitsfunktion enthalten.
- <sup>3</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>4</sup> 8760 h/Jahr
- <sup>5</sup> Zeit zwischen Fehlererkennung und Fehlerreaktion

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

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

### 3.5 Gebrauchsdauer

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

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

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

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

Die Norm EN/ISO 13849-1:2015 nimmt eine Gebrauchsdauer  $T_M$  von 20 Jahren für Geräte in Industrieumgebungen an. Beachten Sie, dass sich die Gebrauchsdauer verringern kann, wenn das Gerät folgenden Bedingungen ausgesetzt ist:

- hohem Umgebungsstress wie konstant hohen Temperaturen
- Temperaturzyklen mit hohen Temperaturdifferenzen
- dauernd wiederholtem mechanischem Stress (Vibrationen)

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

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

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.

#### Reduktion

Reduzieren Sie für die Sicherheitsanwendung die Anzahl der Schaltspiele oder den Maximalstrom. Eine Reduktion auf bis zu 2/3 des Maximalwertes ist ausreichend.

#### Maximale Schaltleistung der Ausgangskontakte

Die Gebrauchsdauer ist durch die Anzahl der maximalen Schaltspiele der Relais unter Last begrenzt.

Für Anforderungen bezüglich einer angeschlossenen Ausgangslast beachten Sie die Dokumentation der angeschlossenen Peripheriegeräte.

Geräte mit Relaiskontaktausgängen sind nicht für Anwendungen mit kontinuierlicher Anforderung bestimmt, da die Relaiskontakte mechanischem Verschleiß unterliegen. Um höhere Ausfallraten auszuschließen, wird eine maximale Anzahl von 10 Schaltspielen pro Stunde als adäquat angesehen. Eine höhere Anzahl von Schaltspielen kann zu höheren Ausfallraten als in der Tabelle angegeben führen.

---

#### 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



#### Gerät konfigurieren

Das Gerät wird über DIP-Schalter konfiguriert. Die DIP-Schalter 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.

### 5.1.1 Ablauf der manuellen Wiederholungsprüfung

Benötigte Ausrüstung:

- Digitales Multimeter mit einer Genauigkeit von 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
- Simulieren Sie den Sensorstatus durch ein Potenziometer mit 4,7 k $\Omega$  (Schwelle bei Normalbetrieb) bei einem Widerstand von 220  $\Omega$  (Leitungskurzschlussüberwachung) und bei einem Widerstand von 150 k $\Omega$  (Leitungsbruchüberwachung).



## 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 Potenziometer, einen Widerstand zur Kurzschlusserkennung oder einen Widerstand zur Leitungsbruchererkennung anschließen. Testen Sie jeden Eingangskanal einzeln.
4. Schließen Sie ein Potenziometer mit  $4.7\text{ k}\Omega$  (Schwelle für den Normalbetrieb) an den Eingang an.
  - ↳ Der Schwellenwert muss zwischen  $1,4\text{ mA}$  und  $1,9\text{ mA}$  liegen, die Hysterese muss zwischen  $170\text{ }\mu\text{A}$  und  $250\text{ }\mu\text{A}$  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.
5. Schließen Sie einen Widerstand  $R_{LK}$  mit  $220\text{ }\Omega$  oder einen Widerstand  $R_{LB}$  mit  $150\text{ k}\Omega$  an den Eingang an.
  - ↳ Das Gerät erkennt einen externen Fehler. Das Relais des entsprechenden Kanals muss deaktiviert sein. Die rote LED blinkt.
6. Testen Sie alle Relaisausgänge mit einem bestimmten Strom, z. B.  $100\text{ mA}$ . Um Stromschlag zu vermeiden, verwenden Sie eine Testspannung von  $24\text{ V DC}$ . 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 zurück.
8. Prüfen Sie das korrekte Verhalten des Sicherheitskreises. Ist die Konfiguration korrekt?
9. Sichern Sie die DIP-Schalter gegen unbeabsichtigtes Verstellen.

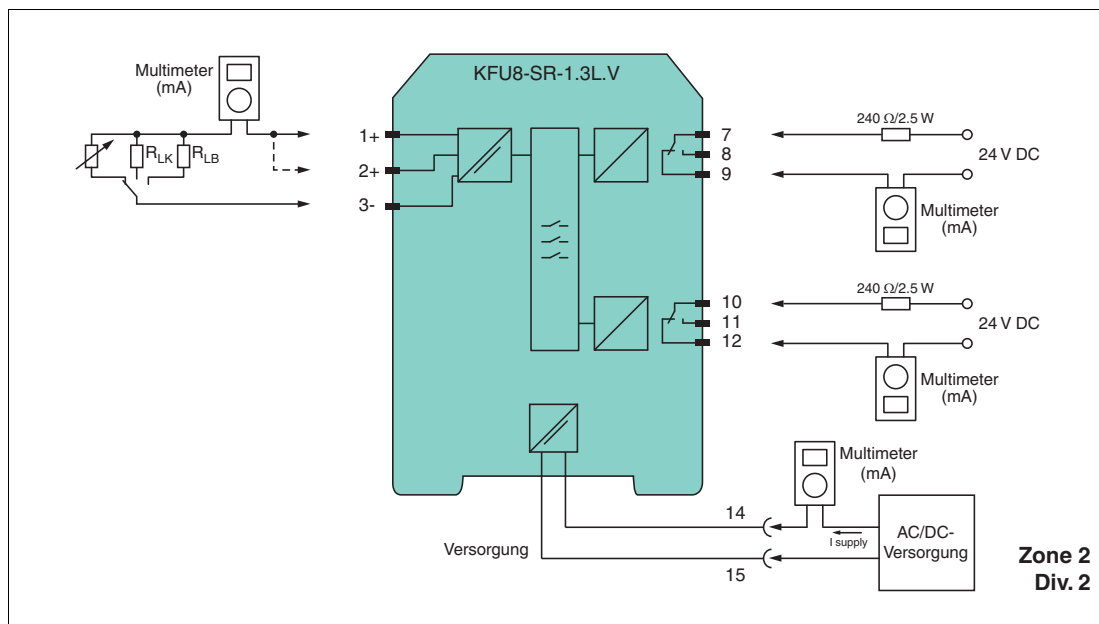


Abbildung 5.1 Aufbau Wiederholungsprüfung

2024-04

DOCT-9020



### 5.1.2 Ablauf der In-Loop-Wiederholungsprüfung

Falls Sie die Sicherheitsfunktion innerhalb einer Applikation prüfen, werden 90 % der gefährlich unerkannten Ausfälle aufgedeckt.

Sie dürfen protokollierte Schaltvorgänge auch für einen Nachweis im Rahmen regelmäßiger Wiederholungsprüfungen benutzen. Rechnerisch entsprechen die Werte den Werten der Tabelle **Sicherheitskennwerte**, siehe Kapitel 3.4.

## 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 diesem Fall 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>DC</b>	<b>D</b> iagnostic <b>C</b> overage of dangerous faults (Diagnosedeckungsgrad)
<b>FIT</b>	<b>F</b> ailure <b>I</b> n <b>T</b> ime (Ausfälle pro Zeit) in $10^{-9}$ 1/h
<b>FMEDA</b>	<b>F</b> ailure <b>M</b> ode, <b>E</b> ffects, and <b>D</b> iagnostics <b>A</b> nalysis (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>H</b> ardware <b>F</b> ault <b>T</b> olerance (Hardware-Fehlertoleranz)
<b>MTBF</b>	<b>M</b> ean <b>T</b> ime <b>B</b> etween <b>F</b> ailures (mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen)
<b>MTTF<sub>D</sub></b>	<b>M</b> ean <b>T</b> ime <b>T</b> o dangerous <b>F</b> ailure (mittlere Zeit bis zum Auftreten eines gefahrbringenden Ausfalls)
<b>MTTR</b>	<b>M</b> ean <b>T</b> ime <b>T</b> o <b>R</b> estoration (mittlere Dauer bis zur Wiederherstellung)
<b>PF<sub>D</sub>avg</b>	<b>A</b> verage <b>P</b> robability of dangerous <b>F</b> ailure on <b>D</b> emand (mittlere Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls bei Anforderung)
<b>PFH</b>	<b>A</b> verage frequency of dangerous failure per hour (mittlere Häufigkeit eines gefahrbringenden Ausfalls je Stunde)
<b>PL</b>	<b>P</b> erformance <b>L</b> evel
<b>PLS</b>	<b>P</b> rozessleitsystem
<b>PTC</b>	<b>P</b> roof <b>T</b> est <b>C</b> overage (Anteil der aufdeckbaren Ausfälle)
<b>SC</b>	<b>S</b> ystematic <b>C</b> apability (systematische Eignung)
<b>SFF</b>	<b>S</b> afe <b>F</b> ailure <b>F</b> raction (Anteil sicherer Ausfälle)
<b>SIF</b>	<b>S</b> afety <b>I</b> nstrumented <b>F</b> unction (sicherheitstechnische Funktion)
<b>SIL</b>	<b>S</b> afety <b>I</b> ntegrity <b>L</b> evel (Sicherheits-Integritätslevel)
<b>SIS</b>	<b>S</b> afety <b>I</b> nstrumented <b>S</b> ystem (sicherheitstechnisches System)
<b>SPS</b>	<b>s</b> peicher <b>p</b> rogrammierbare <b>S</b> teuerung
<b>T<sub>1</sub></b>	<b>P</b> roof <b>T</b> est <b>I</b> nterval (Wiederholungsprüfungs-Intervall)
<b>FLT</b>	<b>F</b> ault (Fehler)
<b>LB</b>	<b>L</b> eitungs <b>b</b> ruch
<b>LFD</b>	<b>L</b> ine <b>F</b> ault <b>D</b> etection (Leitungsfehlerüberwachung)
<b>LK</b>	<b>L</b> eitungskurzschluss
<b>T<sub>service</sub></b>	<b>Z</b> eit von der Inbetriebnahme bis zur Außerbetriebnahme des Gerätes

# 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)

