

**Funktionale Sicherheit**  
**Remote I/O LB-/FB-Geräte**

**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 .....	9
2.3	Kennzeichnung .....	9
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 .....	18
<b>4</b>	<b>Montage und Installation</b> .....	<b>19</b>
4.1	Anschluss und Konfiguration der Ausgangsabschaltung im LB-System .....	19
4.2	Anschluss der Ausgangsabschaltung im FB-System .....	22
<b>5</b>	<b>Betrieb</b> .....	<b>24</b>
5.1	Wiederholungsprüfung .....	24
<b>6</b>	<b>Wartung und Reparatur</b> .....	<b>25</b>
<b>7</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>26</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 Seriennummersuche 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

Die Remote-I/O-Geräte werden in Verbindung mit einem Backplane verwendet, das Bestandteil der Sicherheitsfunktion ist. Die Geräte dienen als Schnittstelle zwischen Signalen aus dem explosionsgefährdetem Bereich und dem nicht explosionsgefährdetem Bereich. Das Backplane versorgt auch die Geräte.

Die mit den Geräten realisierbare Sicherheitsfunktion beeinflusst die Ausgänge der auf dem Backplane installierten Geräte. Auf dem Backplane befindet sich ein Steuereingang, an die eine Ausgangsabschaltung angeschlossen werden kann, z. B. ein Notausschalter. Falls die Ausgangsabschaltung betätigt wird, wird die Spannungsversorgung für den Sicherheitskreis unterbrochen und die Ausgänge aller auf dem Backplane installierten Geräte abgeschaltet.

Alle Geräteausgänge sind von den Eingängen galvanisch getrennt. Die Ausgänge sind nicht polarisiert und haben ein gemeinsames Bezugspotenzial für die Spannungsversorgung. Die Versorgung der Ausgangsabschaltung und der Ausgänge kann auf unterschiedlichen Potenzialen basieren, da die Signale galvanisch voneinander getrennt sind.

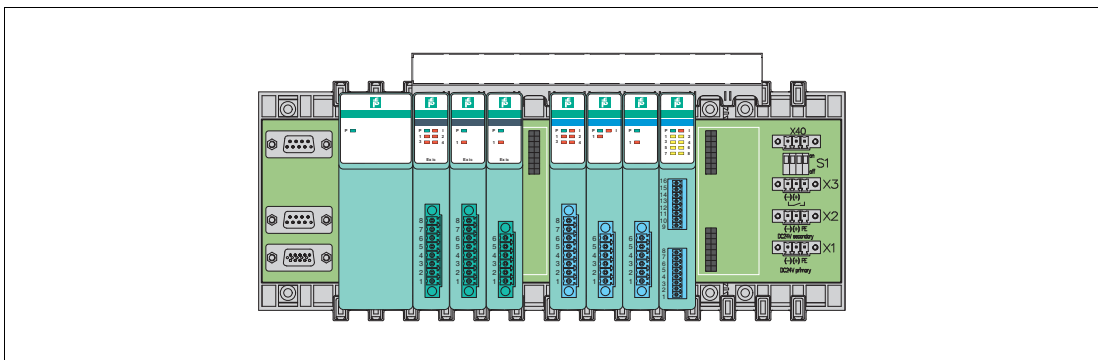


Abbildung 2.1 LB-Remote-I/O-Station mit E/A-Geräten auf dem Backplane montiert

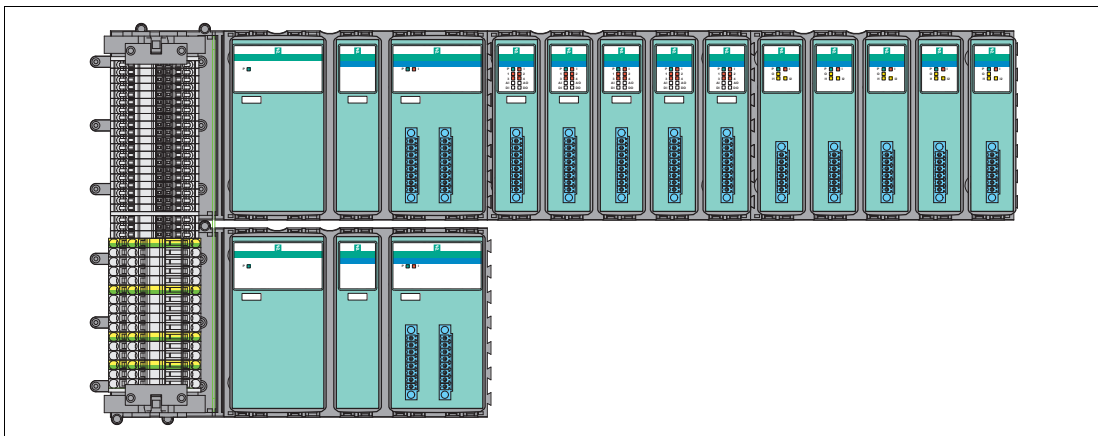


Abbildung 2.2 FB-Remote-I/O-Station mit E/A-Geräten auf dem Backplane montiert



Die Sicherheitsfunktion wird über einen separaten Abschaltengang realisiert und ist von der Buskommunikation unabhängig. Der separate Abschaltengang schaltet die Ausgänge mit einer einzigen Aktion ab. Um unnötige Diagnosemeldungen zu vermeiden, wird die Spannungsversorgung des Moduls nicht einfach abgeschaltet, sondern der Stromkreis am Ausgang wird unterbrochen. Module mit Abschaltengang können mit Modulen ohne Abschaltengang auf dem gleichen Backplane kombiniert werden. Module ohne Abschaltengang werden immer über den Bus gesteuert. Module mit Abschaltengang werden nur bei geschlossenem Abschaltengang über den Bus gesteuert. Wenn der Abschaltengang geöffnet ist, werden die Module in den sicheren Zustand versetzt.



### Hinweis!

Weitere Informationen finden Sie in den entsprechenden Datenblättern.

## 2.2

### Schnittstellen

Der Sicherheitskreis besitzt die folgenden Schnittstellen.

- Sicherheitsrelevante Schnittstellen:
  - Ausgänge der auf dem Backplane installierten Geräte
  - Steuereingang für den Anschluss einer Ausgangsabschaltung, z. B. Notausschalter
- Nicht sicherheitsrelevante Schnittstellen: Ausgang Spannungsversorgung



### 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>

Universeller Ein-/Ausgang HART LB7*04A, FB7*04A HART-Ausgangstrenner LB4*02*2, LB4*05*2, LB4*06*, FB4*02*2, FB4*05*2, FB4*06* Binärausgang LB2*01* bis LB2*17*, LB6*08*, LB6*10* bis LB6*17* FB2*01* bis FB2*17*, FB6*08*, FB6*10* bis FB6*17* Relaisausgang LB6001*, LB6006* FB6306*	Bis SIL 2
--	-----------

Die mit \* markierten Stellen sind Platzhalter für Varianten des Geräts.

## 2.4 Normen und Richtlinien für Funktionale Sicherheit

### Gerätespezifische Normen und Richtlinien

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

### Systemspezifische Normen und Richtlinien

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

## 3 Planung

### 3.1 Systemstruktur

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

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

Prüfen Sie die folgenden relevanten Sicherheitsparameter:

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

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

Für Anwendungen, bei denen nur ein Sicherheitskreis realisiert wird, der den normalen Betrieb und den 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 Ausfallrate basiert auf dem Siemens-Standard SN 29500.
- Die Ausfallraten sind konstant, Verschleiß wird nicht berücksichtigt.
- 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 (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 über 60 % liegen.
- 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.
- Mehrere Kanäle eines Gerätes können aufgrund eines gemeinsamen Fehlers ausfallen. Verwenden Sie nicht mehrere Kanäle eines Gerätes in derselben Sicherheitsfunktion.

### 3.3 Sicherheitsfunktion und sicherer Zustand

#### Sicherer Zustand

Der sichere Zustand ist erreicht, wenn alle Ausgänge der auf dem Backplane installierten Geräte spannungsfrei sind (0 V, 0 mA).

#### Sicherheitsfunktion

Die Ausgänge der auf dem Backplane installierten Geräte werden über den busunabhängigen Steuereingang auf dem Backplane spannungsfrei geschaltet. Der Steuereingang steuert alle Geräte mit einem Abschaltengang.

Die folgende Abbildung zeigt die Realisierung der Sicherheitsfunktion über eine an den Steuereingang angeschlossene Ausgangsabschaltung.

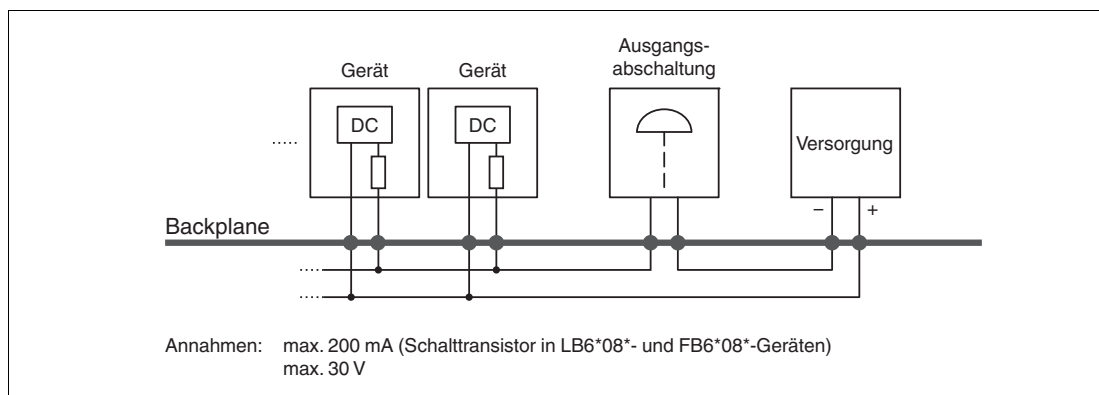


Abbildung 3.1 Prinzipieller Aufbau der Sicherheitsfunktion

### Zusätzliche Sicherheitsfunktion für die Geräte LB6\*10\* bis LB6\*15\* und FB6\*10\* bis FB6\*15\*

Die Geräte LB6\*10\* bis LB6\*15\* und FB6\*10\* bis FB6\*15\* werden über eine zusätzliche externe Stromversorgung (Booster-Anschluss) versorgt. Über diese Stromversorgungsschnittstelle kann der Ausgang auch über eine externe Sicherheitseinrichtung sicher abgeschaltet werden (z. B. Sicherheitsrelais zum Abschalten der Stromversorgung). Die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers in den Geräten, der die Versorgung der Ausgänge über die Backplane-Versorgung aktiviert, ist sehr unwahrscheinlich. Zusätzliche Ausfallraten der Geräte müssen bei einer solchen Anwendung nicht berücksichtigt werden.



---

#### Hinweis!

Weitere Informationen finden Sie in den entsprechenden Datenblättern.

---

### 3.4 Sicherheitskennwerte

Sicherheitskennwerte für folgende Geräte, verwendet in einer 1oo1-Struktur:

- LB2\*01\* bis LB2\*17\*, LB6\*16\*, LB6\*17\*
- FB2\*01\* bis FB2\*17\*, FB6\*16\*, FB6\*17\*

Parameter	Kennwerte	
Beurteilungstyp und Dokumentation	FMEDA-Report	
Gerätetyp	A	
Betriebsart	Low Demand Mode oder High Demand Mode	
HFT	0	
SIL	2	
Sicherheitsfunktion	sicherheitsgerichtetes Abschalten ( <b>De-energized To Safe</b> )	
Geräte	LB2*01* bis LB2*15* FB2*01* bis FB2*15*	LB2*16*, LB2*17*, FB2*16*, FB2*17* LB6*16*, LB6*17*, FB6*16*, FB6*17*
$\lambda_s$	14,5 FIT	15,7 FIT
$\lambda_{dd}$	0 FIT	0 FIT
$\lambda_{du}$	5,4 FIT	9,4 FIT
$\lambda_{total}$ (safety function)	19,9 FIT	25,1 FIT
SFF <sup>1</sup>	72 %	62 %
PTC	100 %	100 %
MTBF <sup>2</sup>	4295 Jahre	3437 Jahre
PFH	$5,41 \times 10^{-9}$ 1/h	$9,42 \times 10^{-9}$ 1/h
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 1 Jahr	$2,37 \times 10^{-5}$ 1/h	$4,13 \times 10^{-5}$ 1/h
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 2 Jahre	$4,74 \times 10^{-5}$ 1/h	$8,25 \times 10^{-5}$ 1/h
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 5 Jahre	$1,19 \times 10^{-4}$ 1/h	$2,06 \times 10^{-4}$ 1/h
Reaktionszeit <sup>3</sup>	60 ms	60 ms

Tabelle 3.1

<sup>1</sup> **Ausfälle ohne Auswirkung** beeinflussen nicht die Sicherheitsfunktion und sind deshalb nicht in der Berechnung von SFF 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

Sicherheitskennwerte für folgende Geräte, verwendet in einer 1oo1-Struktur:

- LB4\*02\*2, LB4\*05\*2, LB4\*06\*, LB7\*04\*
- FB4\*02\*2, FB4\*05\*2, FB4\*06\*, FB7\*04\*

Parameter	Kennwerte
Beurteilungstyp und Dokumentation	FMEDA-Report
Gerätetyp	A
Betriebsart	Low Demand Mode oder High Demand Mode
HFT	0
SIL	2
Sicherheitsfunktion	sicherheitsgerichtetes Abschalten ( <b>De-energized To Safe</b> )
$\lambda_s$	15,7 FIT
$\lambda_{dd}$	0 FIT
$\lambda_{du}$	9,4 FIT
$\lambda_{total}$ (safety function)	25,1 FIT
$\lambda_{no\ effect}$	8,1 FIT
$\lambda_{not\ part}$	0 FIT
SFF <sup>1</sup>	62 %
PTC	100 %
MTBF <sup>2</sup>	3437 Jahre
PFH	$9,42 \times 10^{-9}$ 1/h
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 1 Jahr	$4,13 \times 10^{-5}$ 1/h
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 2 Jahre	$8,25 \times 10^{-5}$ 1/h
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 5 Jahre	$2,06 \times 10^{-4}$ 1/h
Reaktionszeit <sup>3</sup>	1 s

Tabelle 3.2

<sup>1</sup> **Ausfälle ohne Auswirkung** beeinflussen nicht die Sicherheitsfunktion und sind deshalb nicht in der Berechnung von SFF 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

Sicherheitskennwerte für folgende Geräte, verwendet in einer 1oo1-Struktur:

- LB6\*08\*, LB6\*10\* bis LB6\*15\*
- FB6\*08\*, FB6\*10\* bis FB6\*15\*

Parameter	Kennwerte	
Beurteilungstyp und Dokumentation	FMEDA-Report	
Gerätetyp	A	
Betriebsart	Low Demand Mode oder High Demand Mode	
HFT	0	
SIL	2	
Sicherheitsfunktion	sicherheitsgerichtetes Abschalten ( <b>De-energized To Safe</b> )	
Geräte	LB6*08*, FB6*08*	LB6*10* bis LB6*15* FB6*10* bis FB6*15*
$\lambda_s$	13,1 FIT	18,0 FIT
$\lambda_{dd}$	0 FIT	0 FIT
$\lambda_{du}$	6,9 FIT	12,0 FIT
$\lambda_{total}$ (safety function)	20,0 FIT	30,0 FIT
SFF <sup>1</sup>	65 %	60 %
PTC	100 %	100 %
MTBF <sup>2</sup>	4295 Jahre	1468 Jahre
PFH	$6,90 \times 10^{-9}$ 1/h	$1,20 \times 10^{-9}$ 1/h
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 1 Jahr	$3,02 \times 10^{-5}$ 1/h	$5,26 \times 10^{-5}$ 1/h
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 2 Jahre	$6,04 \times 10^{-5}$ 1/h	$1,05 \times 10^{-4}$ 1/h
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 5 Jahre	$1,51 \times 10^{-4}$ 1/h	$2,62 \times 10^{-4}$ 1/h
Reaktionszeit <sup>3</sup>	12 ms	30 ms

Tabelle 3.3

<sup>1</sup> **Ausfälle ohne Auswirkung** beeinflussen nicht die Sicherheitsfunktion und sind deshalb nicht in der Berechnung von SFF 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



Sicherheitskennwerte für folgende Geräte, verwendet in einer 1oo1-Struktur:

- LB6001\*, LB6006\*
- FB6306\*

Parameter	Kennwerte
Beurteilungstyp und Dokumentation	Vollständige Beurteilung
Gerätetyp	A
Betriebsart	Low Demand Mode oder High Demand Mode
HFT	0
SIL	2
Sicherheitsfunktion	Der Ausgang wird in den sicheren (spannungsfreien) Zustand geschaltet, wenn der Eingang eines angeschlossenen Schalters im Leerlauf ist.
$\lambda_s$	40 FIT
$\lambda_{dd}$	0 FIT
$\lambda_{du}$	25,6 FIT
$\lambda_{no\ effect}$	45,1 FIT
$\lambda_{total\ (safety\ function)}$	66 FIT
SFF <sup>1</sup>	61 %
PTC	100 %
MTBF <sup>2</sup>	908 Jahre
PFH	$2,56 \times 10^{-8}$ 1/h
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 1 Jahr <sup>3</sup>	$1,12 \times 10^{-4}$
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 2 Jahre <sup>3</sup>	$2,24 \times 10^{-4}$
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 5 Jahre <sup>3</sup>	$5,61 \times 10^{-4}$
Fehlerreaktionszeit <sup>4</sup>	≤ 10 ms

Tabelle 3.4

<sup>1</sup> **Ausfälle ohne Auswirkung** beeinflussen nicht die Sicherheitsfunktion und sind deshalb nicht in der Berechnung von SFF 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> 8760 h/Jahr

<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.

Die Norm IEC/EN 61508-2 nennt eine Gebrauchsdauer von 8 bis 12 Jahren für Geräte in Industrieumgebungen. 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 Norm DIN EN 61508-2 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 der maximalen Umgebungstemperatur liegt.

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

Beachten Sie bei Geräten, die Relais enthalten, die angegebenen maximalen Schaltspiele. Reduzieren Sie für Sicherheitsanwendungen die Anzahl der Schaltspiele auf bis zu 2/3 des Maximalwertes.

## 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 Anschluss und Konfiguration der Ausgangsabschaltung im LB-System



#### Gefahr!

Lebensgefahr durch fehlende Sicherheitsfunktion

Viele Backplanes besitzen DIP-Schalter, mit denen die Ausgangsabschaltung überbrückt werden kann. Falls die Ausgangsabschaltung außer Betrieb genommen wird, ist die Sicherheitsfunktion nicht mehr gewährleistet.

Verhindern Sie den Zugriff auf die DIP-Schalter und eine Manipulation der Ausgangsabschaltung. Verwenden Sie die Schalter-Schutzabdeckung von Pepperl+Fuchs wie in der Dokumentation beschrieben.



### Ausgangsabschaltung anschließen und konfigurieren

1. Entfernen Sie die Schalter-Schutzabdeckung.
2. Konfigurieren Sie die Ausgangsabschaltung über die DIP-Schalter so, dass die Sicherheitsfunktion aktiv ist, siehe unten.
3. Schließen Sie die Ausgangsabschaltung an, siehe unten.
4. Montieren Sie die Schalter-Schutzabdeckung.

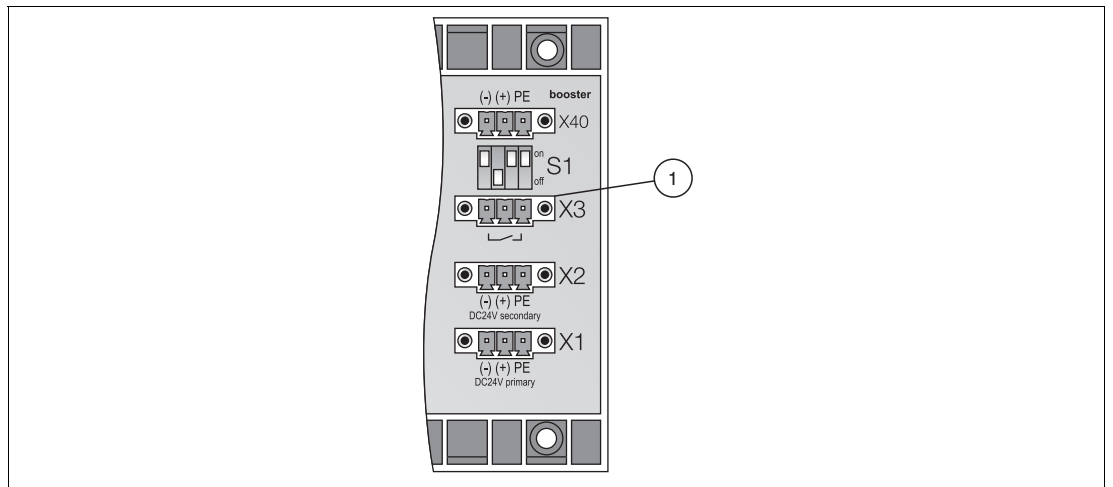


Abbildung 4.1 Position der Ausgangsabschaltung auf dem Backplane

- 1 X3: busunabhängige Ausgangsabschaltung der E/A-Module

**Backplanes LB9022\* bis LB9029\***  
**(außer LB9022S, LB9024S, LB9022BP22320.\*, LB9024BP24300.\*)**

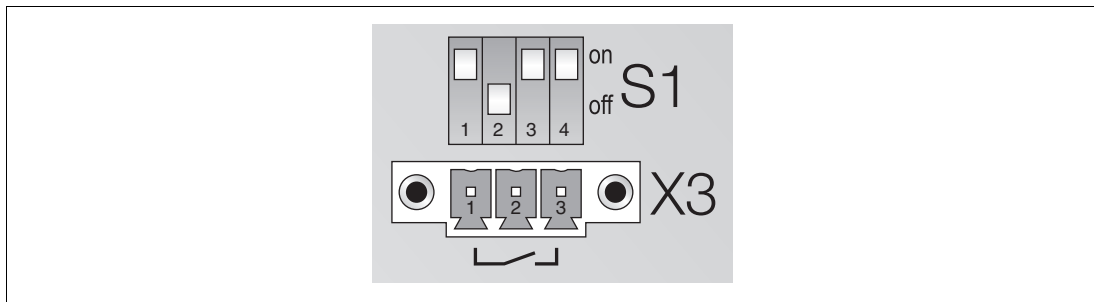


Abbildung 4.2 Steuereingang X3 und DIP-Schalter S1.1 ... S1.4



**Gefahr!**

Lebensgefahr durch fehlende Sicherheitsfunktion

Wenn Sie alle DIP-Schalter auf **on** setzen, ist die Ausgangsabschaltung nicht aktiv. Die Sicherheitsfunktion ist nicht gewährleistet.

Setzen Sie die DIP-Schalter so, dass die Ausgangsabschaltung über den externen potenzialfreien Kontakt am Steuereingang gesteuert wird.

DIP-Schalter S1.1 bis S1.4				
S1.1	S1.2	S1.3	S1.4	
on	on	on	on	Ausgangsabschaltung ist nicht aktiv, unabhängig vom Steuereingang X3.
on	off	on	on	Ausgangsabschaltung wird über einen externen potenzialfreien Kontakt am Steuereingang X3 gesteuert.

Tabelle 4.1

Anschlussbelegung des Steuereingangs X3:

- X3.1 = 0 V  
Steuerklemme für alle E/A-Module mit Abschalteneingang.
- X3.1 bis X3.3 für externen potenzialfreien Kontakt, galvanisch getrennt von anderen Kontakten auf anderen Backplanes. Siehe Abbildung 4.3, Position (1).

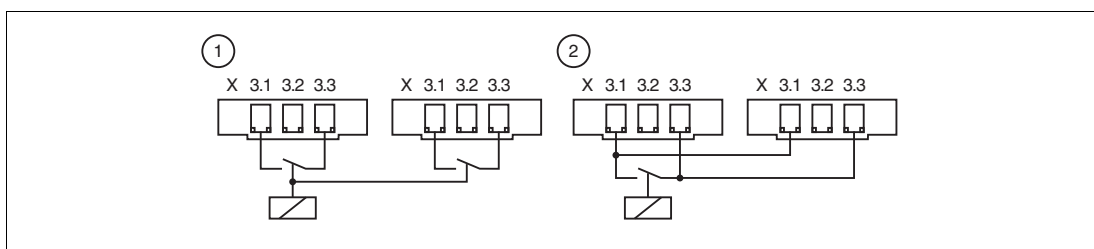


Abbildung 4.3 Steuereingang X3

- 1 Steuerung für 2 Backplanes
- 2 Steuerung für 2 Backplanes mit gemeinsamen Kontakt
  - Basis- und Erweiterungs-Backplane können entweder von 1 oder 2 gesteuert werden.
  - 2 Backplanes mit einem größeren Abstand können nur von 1 gesteuert werden.

**Backplanes LB9022S, LB9024S, LB9022BP22320.\* , LB9024BP24300.\***

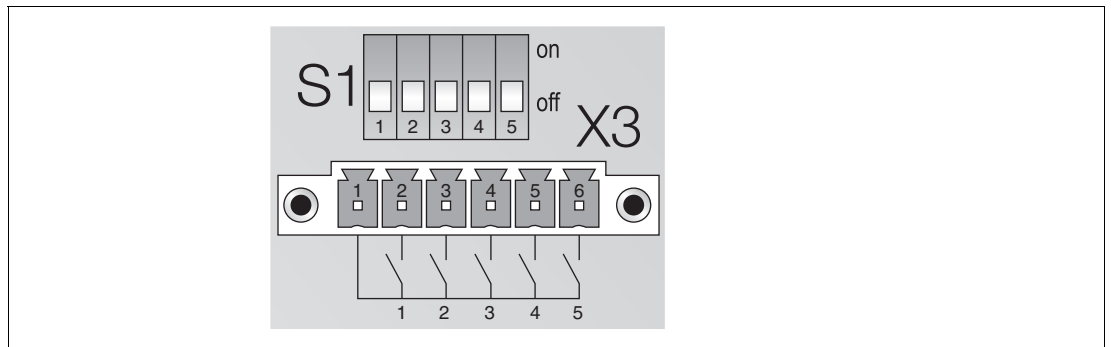


Abbildung 4.4 Steuereingang X3 und DIP-Schalter S1.1 ... S1.5

Die Ausgangsabschaltung kann separat für 5 verschiedene Segmente (Steckplatzbereiche) auf den Backplanes LB9022S, LB9024S, LB9022BP22320.\* und LB9024BP24300.\* konfiguriert werden.

Segment	1	2	3	4	5
E/A-Modul-Steckplätze LB9022S, LB9022BP22320.*	3 ... 5	6 ... 10	11 ... 15	16 ... 20	21 ... 24
E/A-Modul-Steckplätze LB9024S, LB9024BP24300.*	1 ... 5	6 ... 10	11 ... 15	16 ... 20	21 ... 24
DIP-Schalter S1	S1.1	S1.2	S1.3	S1.4	S1.5
Steuereingang X3	X3.1	X3.2	X3.3	X3.4	X3.5

Tabelle 4.2

Die Ausgangsabschaltung x wird mit dem DIP-Schalter S1.x und dem potenzialfreiem Kontakt bei Steuereingang X3.x gesteuert.



**Gefahr!**

Lebensgefahr durch fehlende Sicherheitsfunktion

Wenn Sie einen der DIP-Schalter auf **on** setzen, ist die Ausgangsabschaltung der entsprechenden Geräte nicht aktiv. Die Sicherheitsfunktion ist nicht gewährleistet.

Setzen Sie die DIP-Schalter so, dass die Ausgangsabschaltungen über die externen potenzialfreien Kontakte am Steuereingang gesteuert wird.

DIP-Schalter S1	Steuereingang X3	Auswirkung
S1.x = <b>on</b>	X3.x = <b>on/off</b>	Wenn der DIP-Schalter S1.x in der Stellung <b>on</b> ist, ist die Ausgangsabschaltung für Segment x nicht aktiv, unabhängig vom Steuereingang X3.x.
S1.x = <b>off</b>	X3.x = <b>on/off</b>	Wenn der DIP-Schalter S1.x in der Stellung <b>off</b> ist, wird die Ausgangsabschaltung für Segment x über einen potenzialfreien Kontakt am Steuereingang X3.x gesteuert. Alle Ausgänge des Segmentes x sind abgeschaltet, wenn S1.x = <b>off</b> und X3.x = <b>off</b> .

Tabelle 4.3

## 4.2 Anschluss der Ausgangsabschaltung im FB-System



### Gefahr!

Explosionsgefahr durch den Einsatz nicht geeigneter Geräte

Geräte, die den Anforderungen für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen nicht genügen, können ein explosionsfähiges Gemisch entzünden.

Verwenden Sie nur potenzialfreie Kontakte, die für den Betrieb in der jeweiligen Umgebung zugelassen sind. Bei Montage in Zone 1 verwenden Sie z. B. potenzialfreie Kontakt, die nach Zündschutzart Ex e ausgeführt sind.



### Ausgangsabschaltung anschließen

1. Um die busunabhängige Ausgangsabschaltung der E/A-Module auf den Steckplätzen 1 bis 10 zu benutzen, ersetzen Sie die Steckbrücke 18/19 durch einen externen, potenzialfreien Kontakt, siehe Abbildung 4.6.
2. Um die busunabhängige Ausgangsabschaltung der E/A-Module auf den Steckplätzen 11 bis 20 (nicht bei FB9261BP10220.\*) zu benutzen, ersetzen Sie die Steckbrücke 17/18 durch einen externen, potenzialfreien Kontakt, siehe Abbildung 4.6.

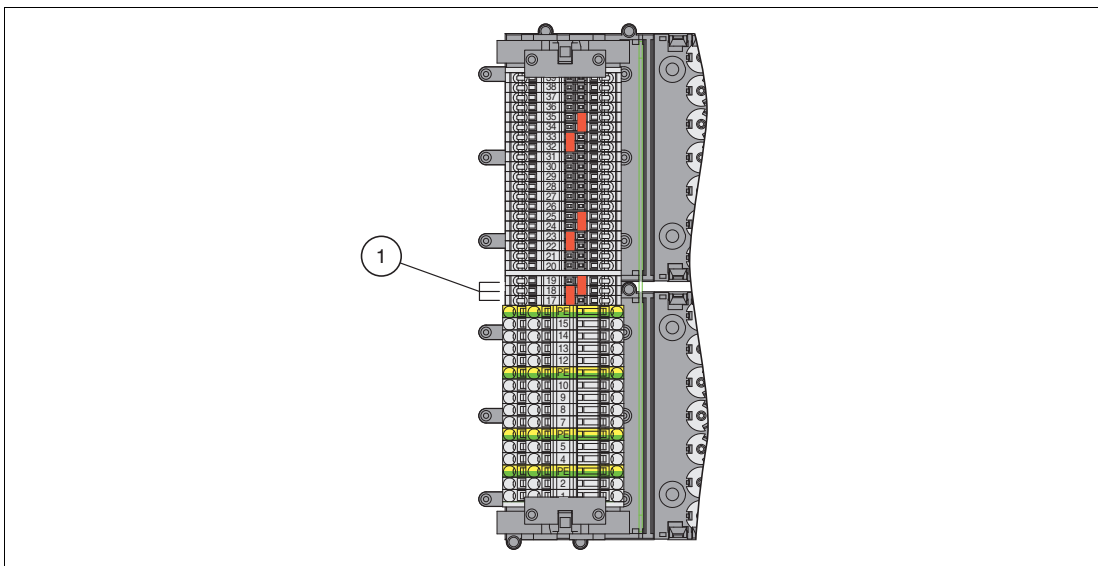


Abbildung 4.5 Position der Ausgangsabschaltung auf dem Backplane

Anschlussklemme	Steckbrücken	Funktion
19	X	Anschlussklemmen für die busunabhängige Ausgangsabschaltung der E/A-Module <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steckbrücken gesteckt: Ausgangsabschaltung nicht aktiv</li> <li>• Steckbrücken nicht gesteckt: Ausgangsabschaltung aktiv</li> </ul>
18	X	
17		
		Steckplätze 1 bis 10
		Steckplätze 11 bis 20 (nicht bei FB9261BP10220.*)

Tabelle 4.4

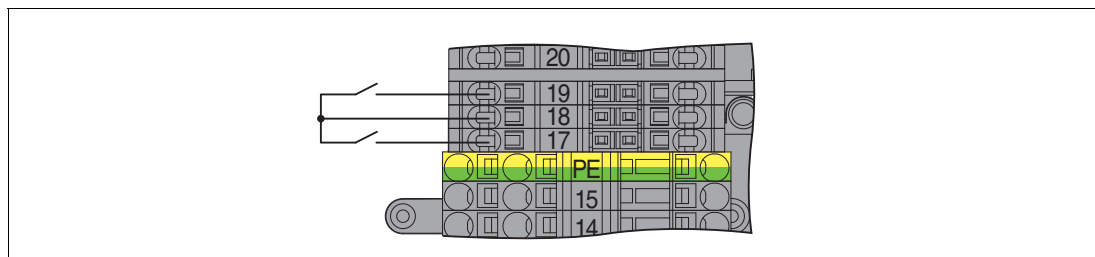


Abbildung 4.6 Anschluss der Ausgangsabschaltung

## 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.



### Gefahr!

Lebensgefahr durch fehlende Sicherheitsfunktion

Viele Backplanes besitzen DIP-Schalter, mit denen die Ausgangsabschaltung überbrückt werden kann. Falls die Ausgangsabschaltung außer Betrieb genommen wird, ist die Sicherheitsfunktion nicht mehr gewährleistet.

Verhindern Sie den Zugriff auf die DIP-Schalter und eine Manipulation der Ausgangsabschaltung. Verwenden Sie die Schalter-Schutzabdeckung von Pepperl+Fuchs wie in der Dokumentation beschrieben.



### 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

Die Wiederholungsprüfung soll die gefährlichen unentdeckten Fehler ( $\lambda_{du}$ ) erkennen, die während der FMEDA festgestellt wurden.

Gefährliche Ausfälle beschränken sich auf eine falsche oder verzögerte Reaktion des Signalkreises beim Betätigen der Ausgangsabschaltung. Es treten keine gefährlichen Ausfälle, wenn der Signalkreis innerhalb einer definierten Zeit auf das Betätigen der Ausgangsabschaltung reagiert. Um das zu testen, muss die unter maximaler Belastung laufende Anwendung abgeschaltet werden. Die vorher definierte Zeit bis der Signalkreis spannungsfrei ist, darf dabei nicht überschritten werden. Dadurch werden alle gefährlichen, unentdeckten Fehler aufgedeckt.

Unter der Annahme, dass 10 % des Fehlerbudgets des Sicherheitskreises für das Remote I/O-Gerät zur Verfügung stehen, ergibt sich ein Intervall für die Wiederholungsprüfung von mehr als 100 Jahren. Es ist möglich, dass das Gerät unter anderen Bedingungen eingesetzt wird, als in den FMEDA-Annahmen angegeben, so dass eine andere Berechnung erforderlich ist. Die Berechnungen für den Sicherheitskreis können auch ergeben, dass das Gerät einen anderen Betrag des PFD-Wertes beanspruchen kann (Standard ist 10 %). Beide Effekte haben Einfluss auf das Intervall für die Wiederholungsprüfung.

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



## 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>ESD</b>	Emergency Shutdown (Notabschaltung)
<b>FIT</b>	Failure In Time (Ausfälle pro Zeit) in $10^{-9}$ 1/h
<b>FMEDA</b>	Failure Mode, Effects, and Diagnostics Analysis (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>	Hardware Fault Tolerance (Hardware-Fehlertoleranz)
<b>MTBF</b>	Mean Time Between Failures (mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen)
<b>MTTR</b>	Mean Time To Restoration (mittlere Dauer bis zur Wiederherstellung)
<b>PF<sub>D</sub><sub>avg</sub></b>	Average Probability of dangerous Failure on Demand (mittlere Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls bei Anforderung)
<b>PFH</b>	Average frequency of dangerous failure per hour (mittlere Häufigkeit eines gefahrbringenden Ausfalls pro Stunde)
<b>PLS</b>	Prozessleitsystem
<b>PTC</b>	Proof Test Coverage (relativer Anteil der aufgedeckten Fehler)
<b>SC</b>	Systematic Capability (systematische Eignung)
<b>SFF</b>	Safe Failure Fraction (Anteil sicherer Ausfälle)
<b>SIF</b>	Safety Instrumented Function (sicherheitstechnische Funktion)
<b>SIL</b>	Safety Integrity Level (Sicherheits-Integritätslevel)
<b>SIS</b>	Safety Instrumented System (sicherheitstechnisches System)
<b>SPS</b>	speicherprogrammierbare Steuerung
<b>T<sub>1</sub></b>	Proof Test Interval (Wiederholungsprüfungs-Intervall)



# Your automation, our passion.

## Explosionsschutz

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

## Industrielle Sensoren

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

### Pepperl+Fuchs Qualität

Informieren Sie sich über unsere Qualitätspolitik:

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

