

**Funktionale Sicherheit
Zenerbarrieren Z-System**

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

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

1	Einleitung	5
1.1	Inhalt des Dokuments	5
1.2	Sicherheitsinformationen	6
1.3	Verwendete Symbole	7
2	Produktbeschreibung	8
2.1	Funktion	8
2.2	Schnittstellen	9
2.3	Kennzeichnung	9
2.4	Normen und Richtlinien für Funktionale Sicherheit	9
3	Planung	10
3.1	Systemstruktur	10
3.2	Annahmen	11
3.3	Sicherheitsfunktion und sicherer Zustand	12
3.4	Sicherheitskennwerte	13
3.5	Gebrauchsdauer	16
4	Montage und Installation	17
4.1	Konfiguration	17
5	Betrieb	18
5.1	Wiederholungsprüfung	18
6	Instandhaltung und Reparatur	20
7	Abkürzungsverzeichnis	21

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.



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 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.

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

Die Zenerbarriere verhindert die Übertragung unzulässig hoher Energie vom nicht explosionsgefährdeten Bereich in den explosionsgefährdeten Bereich.

Die im Gerät enthaltenen Zenerdioden sind in Sperrichtung geschaltet. Die Durchbruchsspannung der Dioden wird beim Normalbetrieb nicht überschritten. Wird durch einen Fehler im nicht explosionsgefährdeten Bereich diese Spannung überschritten, beginnen die Dioden zu leiten, wodurch die Sicherung ausgelöst wird.

In Bezug auf die Funktion werden 3 Gerätevarianten unterschieden, die sich in ihren Sicherheitskennwerten unterscheiden. Weitere Informationen siehe Kapitel 3.4.

Zenerbarriere Z7**, DC-Version, positive Polarität

Das Gerät hat eine positive Polarität, d. h. die Anoden der Zenerdioden sind geerdet.

Zenerbarriere Z8**, DC-Version, negative Polarität

Das Gerät hat eine negative Polarität, d. h. die Kathoden der Zenerdioden sind geerdet.

Zenerbarriere Z9**, AC-Version

Das Gerät hat wechselnde Polarität, d. h. die Zenerdioden werden gegeneinander verschaltet und eine Seite wird geerdet. Das Gerät kann sowohl für Gleich- als auch Wechsellspannungssignale verwendet werden.

Zenerbarriere Z***.1K

Das Gerät hat einen erhöhten Nennwiderstand von 1 k Ω .

Zenerbarriere Z***.CL

Der Anschluss zum Feldstromkreis besitzt eine Strombegrenzung.

Zenerbarriere Z***.F

Dieses Gerät ist mit einer austauschbaren Vorsicherung ausgestattet.

Zenerbarriere Z***.H

Bei dieser Hochleistungsversion liegt durch den geringeren Längswiderstand mehr Spannung am Feldgerät an.

Zenerbarriere Z***.R

Asymmetrische Zenerbarrieren dienen zur Optimierung von Applikationen, die bezogen auf Erdpotenzial mit unterschiedlichen Spannungspegeln arbeiten.

Je nach Anwendungsfall ergeben sich für die Reihen- oder Parallelschaltung erhöhte oder verringerte eigensichere Kennwerte. Diese Kennwerte finden Sie im Zertifikat zur Zenerbarriere. Anwendungsbeispiele finden Sie in der Systembeschreibung der Zenerbarrieren.

2.2 Schnittstellen

Das Gerät besitzt die folgenden Schnittstellen:

- Sicherheitsrelevante Schnittstellen: Eingang und Ausgang



Hinweis!

Informationen zu den entsprechenden Anschlüssen finden Sie im Datenblatt.

2.3 Kennzeichnung

Pepperl+Fuchs-Gruppe Lilienthalstraße 200, 68307 Mannheim, Deutschland
Internet: www.pepperl-fuchs.com

Z7**(·1K)(·CL)(·F)(·H)(·R), Z8**(·1K)(·CL)(·F)(·H)(·R), Z9**(·1K)(·F)(·H)(·R)	Bis SIL 2
---	-----------

Die Sterne ersetzen je nach Produkt eine Zeichenkombination.

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 Italiendie 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))

3.2 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.
- Wenn Sie 2 Kanäle eines Geräts für eine Sicherheitsfunktion verwenden, verdoppeln Sie die in der Bewertung angegebenen Werte.
- Das Gerät wird unter durchschnittlichen industriellen Umgebungsbedingungen eingesetzt, die vergleichbar sind mit IEC/EN 60654-1 Klasse C (geschützter Einsatzort) mit Temperaturgrenzen im Bereich der Herstellerangaben und einer Durchschnittstemperatur von 40 °C über einen langen Zeitraum. Das Feuchtigkeitsniveau liegt innerhalb der Herstellerangaben.
- Die aufgeführten Ausfallraten gelten für im Industriebereich typische Betriebsbedingungen vergleichbar mit IEC/EN 60654-1 Klasse C mit einer Durchschnittstemperatur von 40 °C über einen langen Zeitraum. 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.
- Der Regelkreis hat die Hardware-Fehlertoleranz **0** und ist ein Gerät des Typs **A**. Ein SFF-Wert ist für dieses Gerät nicht angegeben, da der Wert wie im folgenden Abschnitt beschrieben im Zusammenhang mit dem angeschlossenen Feldgerät berechnet werden muss.
- Es wurde betrachtet, wie das Gerät Eingangssignale und Ausgangssignale überträgt. Da die Unterschiede zwischen den verschiedenen Übertragungsarten nicht groß sind, werden nur die Ergebnisse der ungünstigsten Übertragungsart angegeben, da sie den ungünstigsten Anwendungsfall darstellen.

Anwendungsinformation

Die Zenerbarriere und das angeschlossene Gerät (Feldgerät, Trennbaustein oder Aktor) müssen gemeinsam betrachtet werden. Das PFD_{avg} -/PFH-Budget der Gerätekategorien im gesamten Sicherheitskreis beträgt:

- Aktor (Ventil) 40 %
- Transmitter (Sensor) 25 %
- Trennbaustein 10 %

In der Übersicht bedeutet das für den SIL-2-Sicherheitskreis:

	SIL 2	
	PFH	PFD_{avg}
Gesamt	10^{-6}	10^{-2}
Aktor (40 %)	4×10^{-7}	4×10^{-3}
Transmitter (25 %)	$2,5 \times 10^{-7}$	$2,5 \times 10^{-3}$
Trennbaustein (10 %)	10^{-7}	10^{-3}

Tabelle 3.1 Übersicht PFD_{avg} -/PFH-Budget

3.3 Sicherheitsfunktion und sicherer Zustand

Die Zenerbarriere muss in Verbindung mit dem angeschlossenen Feldgerät betrachtet werden. Die Sicherheitsfunktion der Zenerbarriere wird durch die Signale und Einstellungen des angeschlossenen Gerätes (z. B. Trennbaustein, PLS-Eingang, Ausgang, Feldgerät) definiert.

Sicherheitsfunktion

Die Sicherheitsfunktion des Gerätes besteht darin, sich wie ein Stück Kupferdraht zu verhalten, welches das Prozesssignal unverfälscht durchlässt. Bei einem Signal von 0/4 mA bis 20 mA beträgt der maximale zusätzliche Sicherheitskreis-Stromfehler des Gerätes maximal 2 % des Skalenendwertes.

Sicherer Zustand

Der sichere Zustand ist dadurch definiert, dass das Gerät das Eingangssignal unterbricht.

Reaktionszeit

Die Reaktionszeit ist < 20 ms.

3.4 Sicherheitskennwerte

In Bezug auf die Funktion werden 3 Gerätevarianten unterschieden, die sich in ihren Sicherheitskennwerten unterscheiden. In den folgenden Tabellen werden für jede Geräteversion die ungünstigsten Werte für den Typ der Barrieren angegeben.

Die folgenden Tabellen enthalten keine SFF-Kenngrößen, da diese Kenngrößen unter Berücksichtigung des angeschlossenen Feldgerätes berechnet werden müssen.

Einfache Zenerbarrieren, 1oo1-Struktur

Z705, Z710, Z715(.1K)(.F), Z755, Z757, Z764, Z765(.F), Kanal 2 von Z788(.H)(.R)
Z810, Z815(.1K)(.F), Z857, Z864, Z865(.F), Kanal 2 von Z888(.H)(.R)

Tabelle 3.2

Parameter	Kenngrößen
Beurteilungstyp und Dokumentation	FMEDA-Report und betriebsbewährt
Gerätetyp	A
Betriebsart	Low Demand Mode oder High Demand Mode
Sicherheitsfunktion	Signalübertragung zum Feldgerät
HFT	0
SIL	2
SC	3
λ_s	10 FIT
λ_{dd}	0 FIT
λ_{du}	3 FIT
$\lambda_{no\ effect}$	46 FIT
$\lambda_{not\ part}$	0 FIT
$\lambda_{total\ (safety\ function)}$	13 FIT
PTC	100 %
MTBF ¹	1968 Jahre
PFH	$2,45 \times 10^{-9}$ 1/h
PFD _{avg} für T ₁ = 1 Jahr	$1,07 \times 10^{-5}$
PFD _{avg} für T ₁ = 2 Jahre	$2,14 \times 10^{-5}$
PFD _{avg} für T ₁ = 5 Jahre	$5,35 \times 10^{-5}$

Tabelle 3.3

¹ nach SN29500. Dieser Wert enthält Ausfälle, die nicht Teil der Sicherheitsfunktion sind/MTTR = 24 h. Dieser Wert ist für eine Sicherheitsfunktion des Geräts berechnet.

Komplexe Zenerbarrieren, 1oo1-Struktur

Z713, Z722, Z728(.F)(.H), Z772, Z778, Z779(.F)(.H), Z786, Z787(.F)(.H), Kanal 1 von Z788(.H)(.R), Z796
Z813, Z822, Z828(.F)(.H), Z872, Z878, Z886, Kanal 1 von Z888(.H)(.R), Z896
Z905, Z910, Z915(.1K), Z928, Z954, Z955, Z960(.F), Z961(.F)(.H), Z964, Z965, Z966(.F)(.H), Z967, Z972, Z978

Tabelle 3.4

Parameter	Kenngößen
Beurteilungstyp und Dokumentation	FMEDA-Report und betriebsbewährt
Gerätetyp	A
Betriebsart	Low Demand Mode oder High Demand Mode
Sicherheitsfunktion	Signalübertragung zum Feldgerät
HFT	0
SIL	2
SC	3
λ_s	5,62 FIT
λ_{dd}	0 FIT
λ_{du}	6,28 FIT
$\lambda_{no\ effect}$	24,3 FIT
$\lambda_{not\ part}$	0 FIT
$\lambda_{total\ (safety\ function)}$	11,9 FIT
PTC	100 %
MTBF ¹	3153 Jahre
PFH	$6,28 \times 10^{-9}$ 1/h
PFD _{avg} für T ₁ = 1 Jahr	$2,75 \times 10^{-5}$
PFD _{avg} für T ₁ = 2 Jahre	$5,50 \times 10^{-5}$
PFD _{avg} für T ₁ = 5 Jahre	$1,38 \times 10^{-4}$

¹ nach SN29500. Dieser Wert enthält Ausfälle, die nicht Teil der Sicherheitsfunktion sind/MTTR = 24 h. Dieser Wert ist für eine Sicherheitsfunktion des Geräts berechnet.

Zenerbarrieren mit Strombegrenzung, 1oo1-Struktur

Z728.CL, Z728.CL

Tabelle 3.5

Parameter	Kenngößen
Beurteilungstyp und Dokumentation	FMEDA-Report und betriebsbewährt
Gerätetyp	A
Betriebsart	Low Demand Mode oder High Demand Mode
Sicherheitsfunktion	Signalübertragung zum Feldgerät
HFT	0
SIL	2
SC	3
λ_s	6 FIT
λ_{dd}	0 FIT
λ_{du}	12 FIT
$\lambda_{no\ effect}$	24 FIT
$\lambda_{not\ part}$	0 FIT
$\lambda_{total\ (safety\ function)}$	18 FIT
PTC	100 %
MTBF ¹	2691 Jahre
PFH	$1,19 \times 10^{-8}$ 1/h
PFD _{avg} für T ₁ = 1 Jahr	$5,21 \times 10^{-5}$
PFD _{avg} für T ₁ = 2 Jahre	$1,04 \times 10^{-4}$
PFD _{avg} für T ₁ = 5 Jahre	$2,61 \times 10^{-4}$

¹ nach SN29500. Dieser Wert enthält Ausfälle, die nicht Teil der Sicherheitsfunktion sind/MTTR = 24 h. Dieser Wert ist für eine Sicherheitsfunktion des Geräts berechnet.

Die Sicherheitskennwerte wie PFD, PFH, SFF, HFT und T₁ wurden dem FMEDA-Bericht entnommen. Beachten Sie, dass PFD und T₁ voneinander abhängig sind.

Die Funktion der Geräte muss innerhalb des Wiederholungsprüfungs-Intervalls (T₁) 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 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.

4 Montage und Installation



Gerät montieren und installieren

1. Beachten Sie die Sicherheitshinweise in der Betriebsanleitung.
2. Beachten Sie die Informationen im Handbuch.
3. Beachten Sie die Anforderungen an den Sicherheitskreis.
4. Schließen Sie das Gerät ausschließlich an Geräte an, die für die Sicherheitsanwendung geeignet sind.
5. Prüfen Sie die Sicherheitsfunktion, um das erwartete Verhalten des Ausgangs sicherzustellen.

4.1 Konfiguration

Eine Konfiguration des Geräts ist weder erforderlich noch möglich.

5 Betrieb



Gefahr!

Lebensgefahr durch fehlende Sicherheitsfunktion

Wenn der Sicherheitskreis außer Betrieb genommen wird, ist die Sicherheitsfunktion nicht mehr gewährleistet.

- Deaktivieren Sie nicht das Gerät.
 - Umgehen Sie nicht die Sicherheitsfunktion.
 - Reparieren, verändern oder manipulieren Sie nicht das Gerät.
-



Gerät betreiben

1. Beachten Sie die Sicherheitshinweise in der Betriebsanleitung.
2. Beachten Sie die Informationen im Handbuch.
3. Verwenden Sie das Gerät ausschließlich mit Geräten, die für die Sicherheitsanwendung geeignet sind.
4. Beheben Sie alle auftretenden sicheren Ausfälle innerhalb von 24 Stunden. Treffen Sie Maßnahmen, um die Sicherheitsfunktion zu erhalten, während das Gerät ausgetauscht 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.

Benötigte Ausrüstung:

- 2 digitale Multimeter, die die Möglichkeit bieten, Strom, Spannung und Widerstand mit einer Genauigkeit von ± 1 % zu messen
- Versorgung mit einer gewählten AC- oder DC-Spannung bis zur Maximalspannung, siehe Datenblatt



Ablauf der Wiederholungsprüfung

1. Nehmen Sie den gesamten Sicherheitskreis außer Betrieb. Schützen Sie die Anwendung durch andere Maßnahmen.
2. Bauen Sie einen Testaufbau auf.
3. Messen Sie den im Datenblatt angegebenen Längswiderstand zwischen Eingang und Ausgang (z. B. Klemmen 1 und 8) mit einem Multimeter.
↳ Der gemessene Wert sollte ungefähr mit der Angabe im Datenblatt übereinstimmen.
4. Begrenzen Sie den Strom der Versorgung des Geräts auf den im Datenblatt angegebenen Maximalstrom.
5. Setzen Sie die Spannungsgrenze der Versorgung des Geräts auf die im Datenblatt angegebene Arbeitsspannung des Versorgungskreises.
6. Versorgen Sie das Gerät am Eingang (z. B. Klemmen 7 und 8) mit der im Datenblatt angegebenen Arbeitsspannung des Versorgungskreises.
7. Prüfen Sie den Wert am Ausgang (z. B. Klemmen 1 und 2) mit einem Multimeter.
↳ Der gemessene Wert sollte ungefähr mit der am Eingang angelegten Spannung übereinstimmen.
8. Versorgen Sie das Gerät am Eingang (z. B. Klemmen 7 und 8) mit der im Datenblatt angegebenen Arbeitsspannung des Messkreises.¹
9. Setzen Sie den Strom des Messkreises auf den Höchstwert der Anwendung.¹
10. Prüfen Sie, ob die Differenz zwischen Eingangsstrom und Ausgangsstrom weniger als 10 µA beträgt.¹
11. Setzen Sie das Gerät nach der Prüfung auf die ursprünglichen Einstellungen zurück.



Strombegrenzung überprüfen

Bei Geräten mit Strombegrenzung ($Z^{**}.CL$) kann der Strom an der Versorgung am Eingang des Geräts bis zu dem im Datenblatt angegebenen maximalen Strom eingestellt werden. Stellen Sie sicher, dass der im Datenblatt des Geräts angegebene Strom der Sicherung nicht überschritten wird.

Testen sie die Strombegrenzung, in dem Sie einen geeigneten Widerstand als Last am Ausgang anschließen.

↳ Der Widerstandswert ergibt sich aus dem im Datenblatt angegebenen Strom und der angegebenen Spannung ($R = U / I$).
Für die Nennleistung des Widerstands kann P_o aus dem Datenblatt oder $P = U \times I$ verwendet werden.

¹ Führen Sie die Schritte 8 bis 10 bei Anwendungen aus, für die eine genaue Strommessung wichtig ist.

6 Instandhaltung 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 oder austauschen

Im Fall einer Wartung 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 oder ausgetauscht wird, funktioniert die Sicherheitsfunktion nicht. Ausnahme: Die Sicherheitsfunktion ist weiterhin gewährleistet, wenn das Gerät in Redundanz betrieben wird.
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.
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

ESD	Emergency Shutdown (Notabschaltung)
FIT	Failure In Time (Ausfälle pro Zeit) in 10^{-9} 1/h
FMEDA	Failure Mode, Effects, and Diagnostics Analysis (Ausfallarten-, Ausfalleinfluss- und Ausfallaufdeckungsanalyse)
λ_s	Wahrscheinlichkeit eines sicheren Ausfalls
λ_{dd}	Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden erkannten Ausfalls
λ_{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
HFT	Hardware Fault Tolerance (Hardware-Fehlertoleranz)
MTBF	Mean Time Between Failures (mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen)
MTTR	Mean Time To Restoration (mittlere Dauer bis zur Wiederherstellung)
PF_D_{avg}	Average Probability of dangerous Failure on Demand (mittlere Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls bei Anforderung)
PFH	Average frequency of dangerous failure per hour (mittlere Häufigkeit eines gefahrbringenden Ausfalls pro Stunde)
PLS	Prozessleitsystem
PTC	Proof Test Coverage (relativer Anteil der aufgedeckten Fehler)
SC	Systematic Capability (systematische Eignung)
SFF	Safe Failure Fraction (Anteil sicherer Ausfälle)
SIF	Safety Instrumented Function (sicherheitstechnische Funktion)
SIL	Safety Integrity Level (Sicherheits-Integritätslevel)
SIS	Safety Instrumented System (sicherheitstechnisches System)
SPS	speicherprogrammierbare Steuerung
T₁	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

