

Your Global Automation Partner

**TURCK**

# Ventilsteuerbausteine IMX12-DO

Sicherheitshandbuch



# Inhalt

<b>1</b>	<b>Über dieses Dokument</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Geltungsbereich</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Safety Integrity Level (SIL)</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Produktbeschreibung</b>	<b>6</b>
4.1	Sicherheitsfunktion	6
4.2	Sicherer Zustand	6
<b>5</b>	<b>Sicherheitsplanung</b>	<b>6</b>
5.1	Architektonische Anforderungen	7
5.2	Annahmen	7
5.3	Ergebnisse der FMEDA	7
5.4	Beispiele für die Verwendung der Ergebnisse	7
5.4.1	Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Fehlers pro Stunde (High Demand Mode)	7
5.4.2	Mittlere Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls bei Anforderung (Low Demand Mode)	8
<b>6</b>	<b>Hinweise zum Betrieb</b>	<b>8</b>
6.1	Allgemein	8
6.2	Vor dem Betrieb	10
6.3	Betrieb	11
6.4	Außerbetriebnahme	12
<b>7</b>	<b>Anhang: Anschlussbilder</b>	<b>12</b>
7.1	IMX12-DO01-1U-1U	12
7.2	IMX12-DO01-2U-2U	13
<b>8</b>	<b>Anhang: Begriffe und Abkürzungen</b>	<b>13</b>
<b>9</b>	<b>Anhang: Funktionstests</b>	<b>14</b>
<b>10</b>	<b>Anhang: Dokumentenhistorie</b>	<b>14</b>
<b>11</b>	<b>Anhang: Zertifikat</b>	<b>15</b>



# 1 Über dieses Dokument

Dieses Sicherheitshandbuch enthält alle Informationen, die der Benutzer benötigt, um das Gerät in Anwendungen Funktionaler Sicherheit zu betreiben. Lesen Sie dieses Handbuch sorgfältig durch, bevor Sie das Gerät in Betrieb nehmen.

Dieses Dokument befasst sich nur mit der Funktionalen Sicherheit nach IEC 61508. Andere Themen, wie z. B. Eigensicherheit, werden hier nicht berücksichtigt.

Um die Funktionale Sicherheit zu gewährleisten, müssen sämtliche Anweisungen erfüllt werden.

Achten Sie darauf, dass Sie ausschließlich die aktuelle Version des Sicherheitshandbuchs verwenden (erhältlich auf [www.turck.com](http://www.turck.com)). Die englische Version ist das maßgebliche Dokument. Die Übersetzung dieses Dokuments wurde mit aller Sorgfalt erstellt. Sollte es irgendeine Unsicherheit bei der Auslegung geben, beziehen Sie sich immer auf die englische Version des Sicherheitshandbuches oder kontaktieren Sie Turck.

# 2 Geltungsbereich

Dieses Sicherheitshandbuch gilt für die folgenden Geräte.

Ident-No.	Produktbezeichnung	Anzahl Kanäle	Anschlussklemmen	Power-Bridge-Anschluss
7580100	IMX12-DO01-1U-1U-PR/24VDC	1	Schraubklemmen	ja
7580101	IMX12-DO01-1U-1U-0/24VDC	1	Schraubklemmen	nein
7580102	IMX12-DO01-1U-1U-PR/24VDC/CC	1	Federzugklemmen	ja
7580103	IMX12-DO01-1U-1U-0/24VDC/CC	1	Federzugklemmen	nein
7580104	IMX12-DO01-2U-2U-PR/24VDC	2	Schraubklemmen	ja
7580105	IMX12-DO01-2U-2U-0/24VDC	2	Schraubklemmen	nein
7580106	IMX12-DO01-2U-2U-PR/24VDC/CC	2	Federzugklemmen	ja
7580107	IMX12-DO01-2U-2U-0/24VDC/CC	2	Federzugklemmen	nein

Die Power-Bridge-Verbindung ist nicht sicherheitsgerichtet.

# 3 Safety Integrity Level (SIL)

Die Geräte sind klassifiziert für Anwendungen bis zu:

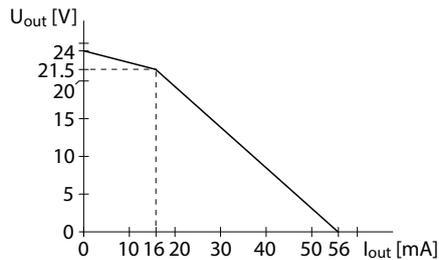
**SIL2**

## 4 Produktbeschreibung

Die 1- oder 2-kanaligen Ventilsteuerbausteine der Baureihe IMX-DO stellen ein in Strom und Spannung begrenztes, eigensicheres Ausgangssignal bereit. Somit können Verbraucher im explosionsgefährdeten Bereich direkt angesprochen werden. Ausgang A1 ist dem Eingang E1 zugeordnet, Ausgang A2 ist dem Eingang E2 zugeordnet.

Typische Anwendungen sind das Ansteuern von Ex i-Pilotventilen, das Versorgen von Anzeigen und die Versorgung von Transmittern.

Die folgende Abbildung zeigt die Ausgangskennlinie:



### 4.1 Sicherheitsfunktion

Liegt am Eingang [E1, E2] ein LOW-Signal an, wird innerhalb von 40 ms eine Spannung von kleiner als 2 VDC am entsprechenden Ausgang [A1, A2] ausgegeben.

Bei Einsatz von 2-kanaligen Geräten in Sicherheitsgerichteten Kreisen darf der 2. Kanal nicht genutzt werden, um die Hardwarefehler toleranz zu erhöhen und damit einen höheren SIL-Level zu erreichen.

Die Power-Bridge ist nicht Teil der Sicherheitsfunktion.

### 4.2 Sicherer Zustand

Im sicheren Zustand liegt eine Spannung von  $< 2$  V am Ausgang [A1, A2] an.

## 5 Sicherheitsplanung

Dieses Kapitel enthält Informationen zur Planung eines sicherheitsgerichteten Kreises.

Das Gerät ist nicht für eine bestimmte Anwendung ausgelegt. Stellen Sie sicher, dass die Angaben in diesem Kapitel für Ihre Zielanwendung gelten.

Spezielle anwendungsspezifische Faktoren können den vorzeitigen Verschleiß des Geräts verursachen und müssen bei der Planung von Systemen berücksichtigt werden. Treffen Sie besondere Maßnahmen, um einen Mangel an Erfahrungswerten zu kompensieren, beispielsweise durch Einführung kürzerer Prüfintervalle. Die Eignung für bestimmte Anwendungen muss, unter Betrachtung des jeweiligen sicherheitsgerichteten Gesamtsystems, im Hinblick auf die Anforderungen der IEC 61508 bewertet werden.

Die Sicherheitsplanung darf nur von geschultem und qualifiziertem Personal durchgeführt werden. Im Zweifelsfall wenden Sie sich direkt an Turck.

## 5.1 Architektonische Anforderungen

Aufgrund architektonischer Betrachtungen werden die folgenden Merkmale angegeben:

<b>Typ</b>	A
<b>HFT</b>	0

Die Nutzungsdauer liegt erfahrungsgemäß in einem Bereich von 8 bis 12 Jahren. Sie kann beträchtlich geringer sein, falls die Elemente mit Werten betrieben werden, die nahe des vorgegebenen Grenzbereichs liegen. Die Nutzungsdauer kann jedoch durch geeignete Maßnahmen verlängert werden. Beispielsweise kann sich die Nutzungsdauer durch starke Temperaturschwankungen verringern. Konstante Temperaturen unter 40 °C tragen dazu bei, die Nutzungsdauer zu erhöhen.

## 5.2 Annahmen

- Die Fehlerraten bleiben 10 Jahre konstant, der mechanische Verschleiß wird nicht berücksichtigt.
- Die Ausbreitung von Ausfällen ist nicht relevant.
- Die Ausfallraten der externen Spannungsversorgung sind nicht berücksichtigt.
- Alle Komponenten, die nicht Teil der Sicherheitsfunktion sind und die Sicherheitsfunktion (Feedback-immun) nicht beeinflussen können, sind ausgeschlossen.
- Lediglich ein Eingang und ein Ausgang sind Teil der Sicherheitsfunktion.

## 5.3 Ergebnisse der FMEDA

Auf Basis der FMEDA wurden folgende Kennwerte ermittelt.

<b>λSD</b>	<b>λSU</b>	<b>λDD</b>	<b>λDU</b>	<b>Kein Effekt</b>	<b>SFF</b>	<b>DC</b>
0 FIT	200 FIT	0 FIT	8 FIT	412 FIT	96 %	0 %

Der angegebene SFF (Anteil sicherer Ausfälle) dient nur als Referenz. Um den SFF-Gesamtwert bestimmen zu können, muss das vollständige Subsystem ausgewertet werden.

Die in dieser Analyse verwendeten Ausfallraten sind die grundlegenden Ausfallraten der Siemens-Norm SN 29500 basierend auf der mittleren Umgebungstemperatur der Bauelemente von 40 °C.

„No effect“ bezeichnet die Ausfallart einer Komponente, die zwar an der Umsetzung der Sicherheitsfunktion beteiligt ist, aber weder einen sicheren noch einen gefährlichen Ausfall darstellt. Nach IEC 62061 ist es möglich, No-effect-Ausfälle als „sicher nicht erkannte“ Ausfälle zu klassifizieren. Wird diese Klassifizierung nicht vorgenommen, stellt dies den „Worst Case“ dar.

## 5.4 Beispiele für die Verwendung der Ergebnisse

Die folgenden Abschnitte enthalten Informationen über die Wahrscheinlichkeit von Ausfällen im High- und Low-Demand-Modus nach IEC 61508.

### 5.4.1 Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Fehlers pro Stunde (High Demand Mode)

Die PFH-Werte basieren auf einer „Worst Case“-Diagnose-Testrate und einer Reaktionszeit von 20 ms. Das Verhältnis der Diagnose-Testrate zur Anforderungsrate muss größer oder gleich 100 sein.

<b>PFH</b>
8,20 E-09 1/h

## 5.4.2 Mittlere Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls bei Anforderung (Low Demand Mode)

Mit den Ergebnissen der FMEDA und den in den folgenden Tabelle angegebenen Werten kann die durchschnittliche Häufigkeit der gefährlichen Ausfälle exemplarisch berechnet werden:

<b>T1</b>	8760 h
MTTR	24 h
<b>PFD<sub>avg</sub></b>	
	3,91 E-05

## 6 Hinweise zum Betrieb

### 6.1 Allgemein

- ▶ Das Gerät muss online unter [www.turck.com/SIL](http://www.turck.com/SIL) oder über die mitgelieferte SIL-Registrierungskarte angemeldet werden. Die SIL-Karte muss vollständig ausgefüllt an Turck gesendet werden.
- ▶ Das Gerät darf nur von geschultem und qualifiziertem Personal montiert, installiert, in Betrieb genommen, bedient und gewartet werden.
- ▶ Das Gerät ist nicht für eine bestimmte Anwendung ausgelegt. Stellen Sie sicher, dass anwendungsspezifische Aspekte berücksichtigt werden.
- ▶ Daten aus anderen Dokumenten (wie z. B. Datenblätter) gelten nicht für Anwendungen der Funktionalen Sicherheit. Die Geräte müssen in einer typischen industriellen Umgebung in Schaltschränken eingesetzt werden. Folgende Einschränkungen gelten für die Bedienung und Lagerung:

- ▶ Stellen Sie sicher, dass die Umgebung die folgenden Bedingungen erfüllt

Min. Umgebungstemperatur	-25 °C
Max. Umgebungstemperatur	70 °C
Min. Lagertemperatur	-40 °C
Max. Lagertemperatur	80 °C
Max. Luftfeuchtigkeit	95 %
Min. Luftdruck	80 kPa
Max. Luftdruck	110 kPa

- ▶ Die Durchschnittstemperatur auf der unmittelbaren Gehäuseaußenwand über einen langen Zeitraum darf maximal 40°C betragen.
  - Die Temperatur auf der Außenseite des Gehäuses kann erheblich von der Schaltschrank-Temperatur abweichen.
  - Die Temperatur auf der Außenseite des Gehäuses muss im eingeschwungenen Zustand betrachtet werden.
  - Für den Fall, dass die die Temperatur auf der Außenseite des Gehäuses höher ist, müssen die Ausfallwahrscheinlichkeiten aus „5.3 Ergebnisse der FMEDA“ auf Seite 7 angepasst werden:  
Für eine Durchschnittstemperatur von 60°C auf der unmittelbaren Gehäuseaußenwand multiplizieren sich die Ausfallwahrscheinlichkeiten mit einem Erfahrungsfaktor von 2,5.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass eine ausreichende Wärmeabfuhr gewährleistet ist.
- ▶ Schützen Sie das Gerät vor Wärmestrahlung und starken Temperaturschwankungen.
- ▶ Schützen Sie das Gerät vor Staub, Schmutz, Feuchtigkeit, Stößen, Vibration, chemischer Belastung, erhöhter Strahlung und anderen Umwelteinflüssen.
- ▶ Achten Sie auf einen Schutz von mindestens IP20 nach IEC 60529 an der Montagestelle.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass die elektromagnetische Belastung über den Anforderungen der IEC 61326-3.1 liegt.

- ▶ Falls ein sichtbarer Fehler vorliegt, z. B. ein beschädigtes Gehäuse, darf das Gerät nicht verwendet werden.
- ▶ Beim Betrieb der Geräte können Oberflächentemperaturen auftreten, die bei Berührung zu Verbrennungen führen könnten.
- ▶ Das Gerät darf nicht repariert werden. Bei Problemen im Hinblick auf die Funktionale Sicherheit muss Turck sofort benachrichtigt und das Gerät zurückgegeben werden an:

Hans Turck GmbH & Co. KG  
Witzlebenstraße 7  
45472 Mülheim an der Ruhr  
Deutschland

## 6.2 Vor dem Betrieb

- Befestigen Sie das Gerät wie folgt an einer DIN-Schiene nach EN 60715 (TH35):

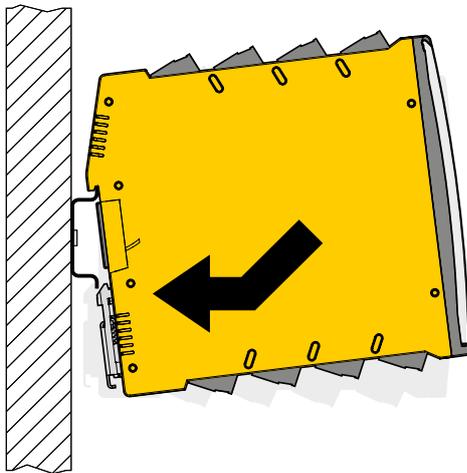


Abb. 1: Gerät befestigen

- Schließen Sie die Kabel gemäß den Anschlussbildern in „7 Anhang: Anschlussbilder“ auf Seite 12 an.
- Verwenden Sie ausschließlich Kabel mit einem Klemmenquerschnitt von
  - starr: 0,2 mm<sup>2</sup> bis 2,5 mm<sup>2</sup> oder
  - flexibel: 0,2 mm<sup>2</sup> bis 2,5 mm<sup>2</sup>
- Bei der Verdrahtung mit Litzen: Befestigen Sie die Drahtenden mit Ader-Endhülsen.

### Anschluss über Schraubklemmen

- Führen Sie die abisolierten Leitungsenden (7 mm) in die Führungen der Kabelverschraubungen ein.
- Befestigen Sie die Schrauben. Das max. Anzugsdrehmoment beträgt 0,5 Nm.

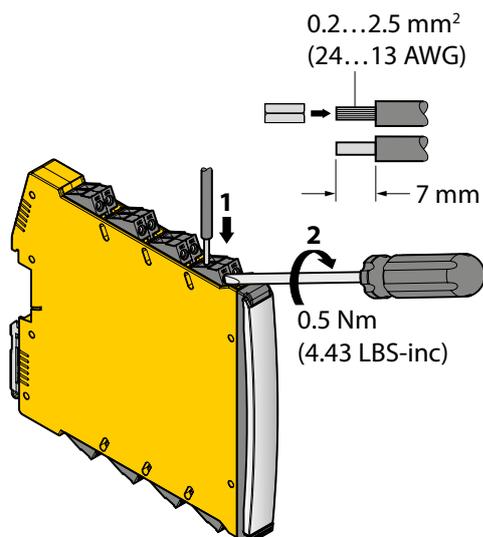


Abb. 2: Anschluss über Schraubklemmen

## Anschluss über Federzugklemmen

- Drücken Sie die Federzugklemme mit einem geeigneten Schraubendreher nach unten
- Führen Sie die abisolierten Leitungsenden (7 mm) in die Führungen der Federzugklemmen ein.
- Ziehen Sie den Schraubendreher heraus, um die Leitungsenden zu befestigen.

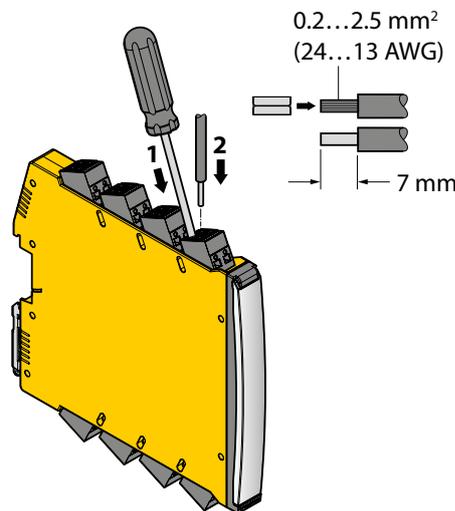


Abb. 3: Anschluss über Federzugklemmen

- Stellen Sie sicher, dass nur geeignete Geräte, z. B. Sensoren, an das Gerät angeschlossen sind (siehe „7 Anhang: Anschlussbilder“ auf Seite 12).
- Stellen Sie sicher, dass eine geeignete Spannungsversorgung mit den folgenden Merkmalen verwendet wird:

Min. Spannung	10 VDC
Max. Spannung	30 VDC
Min. Leistung	4 W

- Nach der Installation muss ein Funktionstest ausgeführt werden, um die gewünschte Funktion zu prüfen (siehe „9 Anhang: Funktionstests“ auf Seite 14).
- Das Gerät muss gegen unbeabsichtigte Bedienung/Änderung gesperrt werden.

## 6.3 Betrieb

- Falls das Gerät im Low-Demand-Modus verwendet wird, müssen Funktionstests gemäß T1 durchgeführt werden (siehe „9 Anhang: Funktionstests“ auf Seite 14).
- Stellen Sie sicher, dass die Steckverbindungen und Kabel immer in einem ordnungsgemäßen Zustand sind.
- Das Gerät muss sofort ausgetauscht werden, wenn die Klemmen fehlerhaft sind oder das Gerät sichtbare Mängel hat.
- Wenn eine Reinigung erforderlich ist, verwenden Sie keine flüssigen oder statisch aufladenden Reinigungsmittel. Führen Sie nach jeder Reinigung Funktionstests durch (siehe „9 Anhang: Funktionstests“ auf Seite 14).

## 6.4 Außerbetriebnahme

- ▶ Lösen Sie den Klemmenanschluss am Gerät.
- ▶ Entfernen Sie das Gerät gemäß Abbildung aus seiner Befestigung:

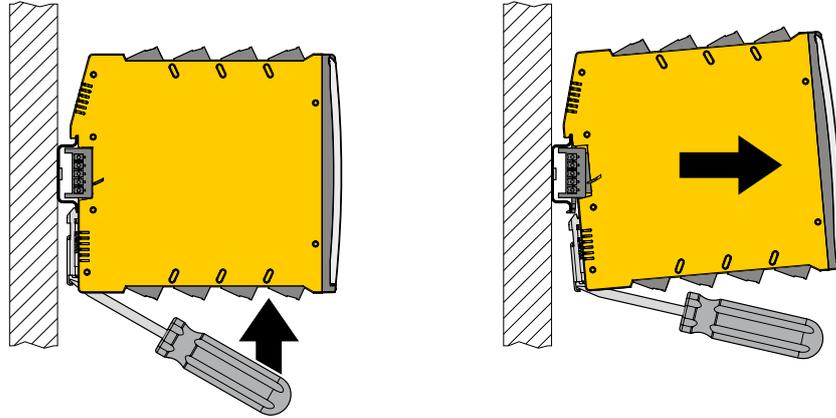


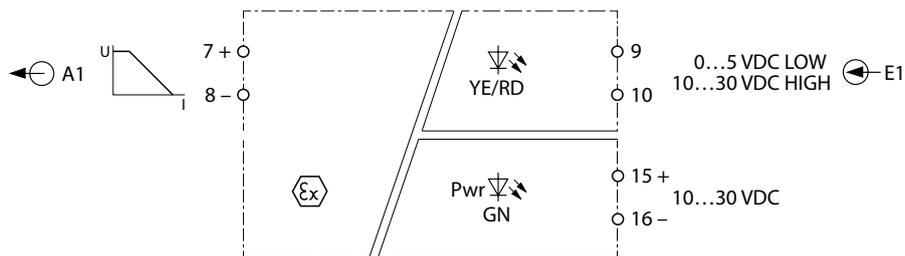
Abb. 4: Gerät entfernen

- ▶ Entsorgen Sie das Gerät fachgerecht.

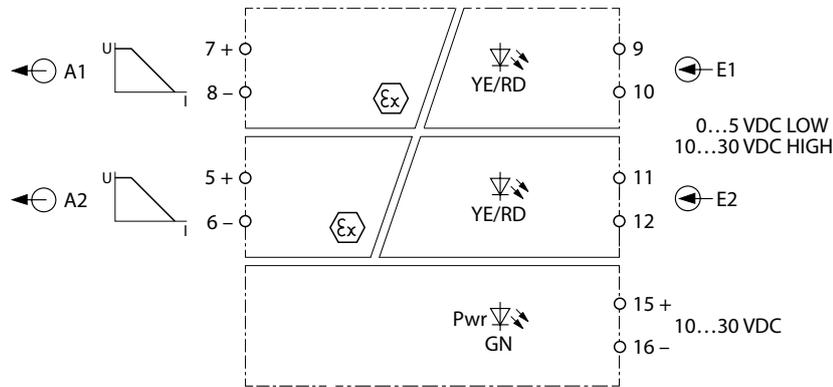
## 7 Anhang: Anschlussbilder

Die Anschlussbelegung finden Sie auf der Seite des Gerätes.

### 7.1 IMX12-DO01-1U-1U



7.2 IMX12-DO01-2U-2U



8 Anhang: Begriffe und Abkürzungen

<b>DC</b>	Diagnostic Coverage/Diagnosedeckungsgrad
<b>FIT</b>	Failure in time/Ausfälle pro Zeit: 1 FIT ist 1 Fehler pro E09 Stunden
<b>FMEDA</b>	Failure Modes, Effects and Diagnostic Analysis.
<b>HFT</b>	Hardware failure tolerance/Hardwarefehlertoleranz
$\lambda_{AU}$	Rate der unerkannten Anzeigefehler (pro Stunde) Anzeigefehler haben keine direkten Auswirkungen auf die Sicherheit. Sie haben jedoch eine Auswirkung auf die Fähigkeit, einen künftigen Fehler zu erkennen (wie beispielsweise einen Fehler im Diagnoseschaltkreis).
$\lambda_{DD}$	Detected dangerous failure rate (per hour)/Rate gefährlicher erkannter Ausfälle (pro Stunde)
$\lambda_{DU}$	Undetected dangerous failure rate (per hour)/Rate gefährlicher nicht erkannter Ausfälle (pro Stunde)
$\lambda_{SD}$	Detected safe failure rate (per hour)/Rate sicher erkannter Ausfälle (pro Stunde)
$\lambda_{SU}$	Undetected safe failure rate (per hour)/Rate sicher nicht erkannter Ausfälle (pro Stunde)
<b>MTTR</b>	Mean time to restoration/Mittlere Dauer zur Wiederherstellung (Stunden)
$PFD_{avg}$	Average probability of failure on demand/Mittlere Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls bei Anforderung
<b>PFH</b>	Probability of dangerous failure per hour/mittlere Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls pro Stunde
<b>SFF</b>	Safe Failure Fraction/Anteil sicherer Ausfälle
<b>SIL</b>	Safety Integrity Level/Sicherheits-Integritätslevel
<b>T1</b>	Proof test interval (hour)/Wiederholungsprüfung (Stunden)
<b>Typ A</b>	„Nicht-komplexes“ Element (alle Ausfallarten sind gut definiert); Einzelheiten finden Sie unter 7.4.4.1.2 der IEC 61508-2
<b>Typ B</b>	„Komplexes“ Element (mit Mikrocontrollern und programmierbarer Logik); Einzelheiten finden Sie unter 7.4.4.1.3 der IEC 61508-2

## 9 Anhang: Funktionstests

Funktionstests müssen durchgeführt werden, um gefährliche Fehler aufzudecken, die durch Diagnosefunktionen nicht entdeckt werden. Das bedeutet, es muss festgelegt werden, wie die nicht erkannten gefährlichen Fehler, die im Rahmen der FMEDA ermittelt wurden, durch Funktionstests aufgedeckt werden können.

Stellen Sie sicher, dass der Funktionstest nur durch Fachpersonal durchgeführt wird.

Ein Funktionstest besteht aus den folgenden Schritten (Vorschlag):

Schritt	Maßnahme
1.	Überbrücken Sie die Sicherheitsfunktionen und verhindern Sie durch geeignete Maßnahmen eine Fehlauflösung.
2.	Geben Sie geeignete Eingabe-/Steuersignale an das Gerät, um zu überprüfen, ob das Gerät die erwarteten Signal-Eingabe-/Ausgabebedingungen an den Schnittstellen zur Verfügung stellt.
3.	Überprüfen Sie, ob die interne Fehlererkennung funktioniert, falls diese aktiviert ist.
4.	Geben Sie geeignete Eingabe-/Steuersignale an das Gerät, um zu überprüfen, ob die Sicherheitsfunktion korrekt durchgeführt wird.
5.	Entfernen Sie die Überbrückung und stellen Sie den normalen Betrieb wieder her.

Dieser Test erkennt 99 % aller möglichen, gefährlichen unentdeckten Fehler.

Sobald die Prüfung abgeschlossen ist, dokumentieren und archivieren Sie die Ergebnisse.

## 10 Anhang: Dokumentenhistorie

Version	Datum	Modifikationen
1.0	15.10.2015	Erste Version
2.0	15.08.2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Online-Registrierung</li> <li>- Nutzungsdauer aktualisiert</li> <li>- Leitungsenden 7 mm</li> <li>- Begriffe aktualisiert</li> </ul>
3.0	16.07.2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Überschriften High-/Low-Demand aktualisiert</li> <li>- Anmerkung zu 61326-3-1 geändert</li> <li>- Anmerkung zur Sicherheitsfunktion ergänzt: Power-Bridge nicht Teil der Sicherheitsfunktion</li> </ul>
4.0	01.04.2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Konkretisierung der Temperaturbedingungen</li> <li>- Faktor 2,5 für die Umgebungstemperatur ergänzt</li> <li>- Anwendung SN 29500 spezifiziert</li> </ul>

## 11 Anhang: Zertifikat

Das Zertifikat finden Sie unter [www.turck.com](http://www.turck.com).

# TURCK

Over 30 subsidiaries and over  
60 representations worldwide!

D201478 | 2020/04



[www.turck.com](http://www.turck.com)