

**Funktionale Sicherheit**

**Schaltverstärker**

**HiC2853R1, HiC2853R4,  
HiC2853R6**

**Handbuch**

**SIL**

IEC 61508/61511



**CE**

**SIL 3**



---

Es gelten die Allgemeinen Lieferbedingungen für Erzeugnisse und Leistungen der Elektroindustrie, herausgegeben vom Zentralverband Elektroindustrie (ZVEI) e. V. in ihrer neuesten Fassung sowie die Ergänzungsklausel: "Erweiterter Eigentumsvorbehalt".

**Weltweit**

Pepperl+Fuchs-Gruppe

Lilienthalstr. 200

68307 Mannheim

Deutschland

Telefon: +49 621 776 - 0

E-Mail: [info@de.pepperl-fuchs.com](mailto:info@de.pepperl-fuchs.com)

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

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>5</b>
1.1	Inhalt des Dokuments .....	5
1.2	Sicherheitsinformationen .....	6
1.3	Verwendete Symbole .....	7
<b>2</b>	<b>Produktbeschreibung</b> .....	<b>8</b>
2.1	Funktion .....	8
2.2	Schnittstellen .....	9
2.3	Kennzeichnung .....	9
2.4	Normen und Richtlinien für Funktionale Sicherheit .....	9
<b>3</b>	<b>Planung</b> .....	<b>10</b>
3.1	Systemstruktur .....	10
3.2	Annahmen .....	11
3.3	Sicherheitsfunktion und sicherer Zustand .....	12
3.4	Sicherheitskennwerte .....	13
3.5	Gebrauchsdauer .....	14
<b>4</b>	<b>Montage und Installation</b> .....	<b>15</b>
4.1	Konfiguration .....	15
<b>5</b>	<b>Betrieb</b> .....	<b>16</b>
5.1	Wiederholungsprüfung .....	16
<b>6</b>	<b>Wartung und Reparatur</b> .....	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>24</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

#### Allgemein

Diese Trennbarriere eignet sich für eigensichere Anwendungen.

Das Gerät überträgt binäre Signale von SN/S1N-Sicherheitssensoren oder zugelassenen mechanischen Kontakten aus dem explosionsgefährdeten Bereich in den nicht explosionsgefährdeten Bereich.

Der Steuerstromkreis wird kontinuierlich auf Leitungsunterbrechung (LB) und Leitungskurzschluss (LK) überwacht.

Bei der Verwendung eines mechanischen Kontakts muss ein 1,5-k $\Omega$ -Widerstand in Reihe und ein 10-k $\Omega$ -Widerstand parallel zum mechanischen Kontakt angeschlossen werden.

Während eines Fehlerzustands wechseln die beiden Ausgänge in den Fehlerzustand und der Fehler wird über LEDs nach NAMUR NE 44 angezeigt. Ein separater Fehlerbus steht zur Verfügung. Dieser Fehlerbus kann überwacht werden, wenn das Termination Board eine Überwachung des Modulfehlers unterstützt.

Das Gerät wird auf HiC-Termination Boards montiert.

#### HiC2853R1

Der Eingang steuert einen aktiven Spannungsausgang und einen passiven Transistorausgang mit resistivem Ausgangsverhalten.

Der passive Transistorausgang hat drei Signalzustände: 1-Signal = 6,5 V Spannungsabfall, 0-Signal = 39 k $\Omega$  und Fehler > 100 k $\Omega$ .

Dieses Ausgangsverhalten erlaubt Leitungsfehlertransparenz auf der Signalleitung.

#### HiC2853R4

Der Eingang steuert einen aktiven Spannungsausgang und einen passiven Transistorausgang mit resistivem Ausgangsverhalten.

Der passive Transistorausgang hat drei Signalzustände: 1-Signal = 472  $\Omega$ , 0-Signal = 1385  $\Omega$  und Fehler > 100 k $\Omega$ .

Dieses Ausgangsverhalten erlaubt Leitungsfehlertransparenz auf der Signalleitung.

#### HiC2853R6

Der Eingang steuert einen aktiven Spannungsausgang und einen passiven Transistorausgang mit resistivem Ausgangsverhalten (Spannungsteiler).

Der passive Transistorausgang hat drei Signalzustände: 1-Signal  $\approx 64 \% \times U_r$ , 0-Signal  $\approx 28 \% \times U_r$  und Fehler < 200 mV.

Dieses Ausgangsverhalten erlaubt Leitungsfehlertransparenz auf der Signalleitung.

## 2.2 Schnittstellen

Das Gerät besitzt die folgenden Schnittstellen.

- Sicherheitsrelevante Schnittstellen: Eingang, Ausgang I, Ausgang II
- Nicht sicherheitsrelevante Schnittstellen: Stromversorgung, Fehlerausgang



### 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>
--

HiC2853R1, HiC2853R4, HiC2853R6
---------------------------------

Bis SIL 3
-----------

## 2.4 Normen und Richtlinien für Funktionale Sicherheit

### Gerätespezifische Normen und Richtlinien

Funktionale Sicherheit	IEC/EN 61508, Teil 1 – 7, Ausgabe 2010: Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme (Hersteller)
------------------------	---

### Systemspezifische Normen und Richtlinien

Funktionale Sicherheit	IEC 61511-1:2016+COR1:2016+A1:2017 EN 61511-1:2017+A1:2017 Funktionale Sicherheit – Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie (Anwender)
------------------------	--

## 3 Planung

### 3.1 Systemstruktur

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

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

Prüfen Sie die folgenden relevanten Sicherheitsparameter:

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

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

Für Anwendungen, bei denen nur ein Sicherheitskreis realisiert wird, der den normalen Betrieb und den sicherheitsbezogenen Betrieb kombiniert, wird in der Regel eine Anforderungsrate für diesen Sicherheitskreis von mehr als einmal im Jahr angenommen.

Prüfen Sie die folgenden relevanten Sicherheitsparameter:

- den PFH-Wert (Probability of dangerous Failure per Hour (Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls pro Stunde))
- die Fehlerreaktionszeit des Sicherheitssystems
- den SFF-Wert (Safe Failure Fraction (Anteil sicherer Ausfälle))
- die HFT-Architektur (Hardware Fault Tolerance (Hardware-Fehlertoleranz))

#### 3.1.3 Anteil sicherer Ausfälle (SFF, Safe Failure Fraction)

Der Anteil sicherer Ausfälle beschreibt das Verhältnis von sicheren Ausfällen und erkannten gefährlichen Ausfällen zur Gesamtausfallrate.

$$SFF = (\lambda_s + \lambda_{dd}) / (\lambda_s + \lambda_{dd} + \lambda_{du})$$

Der Anteil sicherer Ausfälle ist nach IEC/EN 61508 nur für Elemente oder (Teil-)Systeme in einem vollständigen Sicherheitskreis relevant. Das betrachtete Gerät ist immer Teil eines Sicherheitskreises, gilt aber nicht als vollständiges Element oder Teilsystem.

Für die Berechnung des SIL-Levels eines Sicherheitskreises ist es erforderlich, den Anteil sicherer Ausfälle der Elemente, 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.

Für Berechnungen nach IEC 61508:2010 werden **No-Effect**-Ausfälle weder der SFF noch der Ausfallrate der Sicherheitsfunktion zugerechnet. Diese Ausfälle haben keinen direkten Einfluss auf die Sicherheitsfunktion der Geräte.

## 3.2 Annahmen

Während der FMEDA wurden folgende Annahmen getroffen:

- Der Ausgang für Sammelfehlermeldung wird in der FMEDA und in den Berechnungen nicht berücksichtigt.
- Die Ausfallrate basiert auf dem Siemens-Standard SN 29500.
- Die Ausfallraten der externen Stromversorgung sind nicht enthalten.
- Das Gerät wird unter durchschnittlichen industriellen Umgebungsbedingungen eingesetzt, die vergleichbar sind mit der Klassifizierung **Stationär montiert** nach MIL-HDBK-217F.

Alternativ dürfen im Industriebereich typische Betriebsbedingungen vergleichbar mit IEC/EN 60654-1 Klasse C mit einer Durchschnittstemperatur von 40 °C über einen langen Zeitraum angenommen werden. Für eine Durchschnittstemperatur von 60 °C müssen die Ausfallraten mit dem auf Erfahrungswerten basierenden Faktor 2,5 multipliziert werden. Ein ähnlicher Faktor muss verwendet werden, falls häufige Temperaturschwankungen zu erwarten sind.

- Die Meldung eines gefahrbringenden Ausfalls (über einen Fehlerbus) wird von der speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) innerhalb 1 Stunde erkannt.
- Da die Ausgänge des Gerätes gemeinsame Komponenten benutzen, dürfen diese Ausgänge nicht in derselben Sicherheitsfunktion verwendet werden.

### Anwendungen nach IEC/EN 61508

- 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 3-Anwendung im Low Demand Mode sollte der  $PFD_{avg}$ -Gesamtwert der SIF (**S**afety **I**nstrumented **F**unction) unter  $10^{-3}$  liegen. Der maximal zulässige  $PFD_{avg}$ -Wert wäre somit  $10^{-4}$ .
- Für eine SIL 3-Anwendung im High Demand Mode sollte der PFH-Gesamtwert der SIF unter  $10^{-7}$  pro Stunde liegen. Der maximal zulässige PFH-Wert wäre somit  $10^{-8}$  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 3-(Teil-)Systeme über 90 % liegen.

### 3.3 Sicherheitsfunktion und sicherer Zustand

#### Sicherer Zustand

Der sichere Zustand ist erreicht, wenn der Eingang in den Niedrigstromzustand ( $I < 2,1 \text{ mA}$ ) oder den Fehlerzustand ( $I > 5,9 \text{ mA}$ ) übergeht.

#### Sicherheitsfunktion

##### HiC2853R1, HiC2853R4

Der sichere Zustand für den resistiven Transistorausgang (Ausgang I) ist der hochohmige Zustand. Der sichere Zustand für den elektronischen Ausgang (Ausgang II) ist der stromlose Zustand. Der sichere Zustand wird auch erreicht, wenn das Gerät nicht versorgt wird.

##### HiC2853R6

Der sichere Zustand für den resistiven Transistorausgang (Ausgang I) ist ein Ausgangspegel  $< 7,5 \text{ V}$ . Der sichere Zustand für den elektronischen Ausgang (Ausgang II) ist der stromlose Zustand. Der sichere Zustand wird auch erreicht, wenn das Gerät nicht versorgt wird.

#### Allgemein

Der sichere Zustand von Ausgang II, der durch einen Niedrigstromzustand am Eingang ausgelöst wird, wird innerhalb von 20 ms bei einer Lastimpedanz von  $4,7 \text{ k}\Omega$  erreicht. Diese Betriebsart kann nicht geändert werden. Dies ist Teil des Sicherheitskonzepts des Geräts.

#### Fehlerreaktionszeit

Die Reaktionszeit für alle Sicherheitsfunktionen ist  $< 20 \text{ ms}$ .

---

#### Hinweis!

Weitere Informationen finden Sie in den entsprechenden Datenblättern.

---



### 3.4 Sicherheitskennwerte

Parameter	Kennwerte	
Beurteilungstyp und Dokumentation	Vollständige Beurteilung	
Gerätetyp	A	
Betriebsart	Low Demand Mode oder High Demand Mode	
HFT	0	
SIL	3	
SC	3	
Sicherheitsfunktion	Signalübertragung über elektronischen Ausgang	Signalübertragung über resistiven Transistorausgang
$\lambda_s$	135 FIT	151 FIT
$\lambda_{dd}$	0 FIT	0 FIT
$\lambda_{du}$	3,31 FIT	5,1 FIT
$\lambda_{total}$ (safety function)	138 FIT	156 FIT
$\lambda_{total}$	510 FIT	511 FIT
$\lambda_{no\ part}$	147 FIT	105 FIT
SFF	98 %	97 %
MTBF <sup>1</sup>	223,7 Jahre	223,4 Jahre
PFH	$3,31 \times 10^{-9}$ 1/h	$5,09 \times 10^{-9}$ 1/h
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 1 Jahr	$1,45 \times 10^{-5}$	$2,23 \times 10^{-5}$
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 2 Jahre	$2,90 \times 10^{-5}$	$4,46 \times 10^{-5}$
PFD <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 5 Jahre	$7,25 \times 10^{-5}$	$1,11 \times 10^{-4}$
PTC	100 %	
Fehlerreaktionszeit <sup>2</sup>	≤ 20 ms	
Reaktionszeit <sup>3</sup>	< 1 s	

Tabelle 3.1

<sup>1</sup> nach SN29500. Dieser Wert enthält Ausfälle, die nicht Teil der Sicherheitsfunktion sind/MTTR = 8 h.

<sup>2</sup> Zeit zwischen Fehlererkennung und Fehlerreaktion

<sup>3</sup> Sprungantwortzeit

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

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

## 3.5 Gebrauchsdauer

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

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

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

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

Jedoch sollte sich nach IEC/EN 61508-2 die Annahme einer Gebrauchsdauer an allgemeingültigen Erfahrungswerten orientieren. Die Erfahrung zeigt, dass die Gebrauchsdauer oft in einem Bereich zwischen 8 und 12 Jahren liegt.

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

Unserer Erfahrung nach kann die Gebrauchsdauer eines Produkts von Pepperl+Fuchs länger sein, wenn die Umgebungsbedingungen eine lange Gebrauchsdauer unterstützen, z. B. wenn die Umgebungstemperatur deutlich unter der maximalen Umgebungstemperatur liegt.

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

Die geschätzte Gebrauchsdauer liegt über der vom Gesetzgeber vorgeschriebenen Zeitdauer für Gewährleistung oder über der Zeitdauer für Garantieleistungen des Herstellers. Daraus leitet sich aber keine Verlängerung der Gewährleistung oder von Garantieleistungen ab. Das Nichterreichen der geschätzten Gebrauchsdauer ist kein Sachmangel.

## 4 Montage und Installation



### Gerät montieren und installieren

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

### 4.1 Konfiguration

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 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.

Da das Gerät keine Schalter oder Einstellungen hat, müssen keine besonderen Maßnahmen für verschiedene Konfigurationen getroffen werden. Die Betriebsart ist nur durch die Verwendung eines anderen Sensors (Typ S1N anstelle von Typ SN) austauschbar.



### Tipp

Der einfachste Weg um HiC-Geräte zu prüfen, ist die Verwendung eines einzelnen Termination Boards HiCTB\*\*-SCT-\*\*\*-\*\*-\*\*. Bei dieser Prüfung ist es nicht notwendig, die Verdrahtung der bestehenden Anwendung zu trennen. Fehler bei einer anschließenden Neuverdrahtung werden vermieden.

### 5.1.1 HiC2853R1

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 eingesetzt werden.
- Versorgung eingestellt auf Nennspannung 24 V DC
- Potenziometer 4,7 k $\Omega$
- Widerstand 220  $\Omega$ /150 k $\Omega$
- Lastwiderstand 2 k $\Omega$ , 0,5 W und 1,3 k $\Omega$ , 0,5 W



#### Ablauf der Wiederholungsprüfung

1. Bauen Sie einen Testaufbau auf, siehe Abbildungen unten.
2. Überprüfen Sie die Ausgangswerte wie in der Tabelle unten angegeben.
3. Simulieren Sie den Sensorzustand mit Hilfe eines Potenziometers mit 4,7 k $\Omega$ . Die Schwelle muss zwischen 2,1 mA und 2,8 mA liegen. Die Hysterese muss zwischen 170  $\mu$ A und 350  $\mu$ A liegen.
  - ↳ Falls der Eingangsstrom über der Schwelle liegt, muss der resistive Transistorausgang niederohmig sein und der Spannungsausgang muss aktiviert sein (Spannungsniveau höher als 20 V DC). Dieser Zustand wird durch die gelbe LED angezeigt.
4. Simulieren Sie den Sensorzustand mit Hilfe eines Widerstands  $R_{LK}$  (220  $\Omega$ , Leitungskurzschluss-Erkennung) oder eines Widerstands  $R_{LB}$  (150 k $\Omega$ , Leitungsbrucherkennung).
  - ↳ Das Gerät muss einen externen Fehler erkennen. Dieser Status wird durch eine rote LED angezeigt und die Ausgänge befinden sich im Fehlerzustand. Der resistive Transistorausgang ist hochohmig (> 100 k $\Omega$ ) und der Spannungsausgang ist aus.
5. Prüfen Sie die Ausgänge mit einer bestimmten Spannung. Prüfen Sie, dass der resistive Transistorausgang auf jeden Fall hochohmig ist (siehe Tabelle,  $I_{off}$  bzw.  $U_{off}$ ) und der Spannungsausgang aus ist, wenn die gelbe LED aus ist (Spannungsniveau 0 V).

Gerät	R	U	$I_{on}$	$I_{off}$	$I_{fault}$
HiC2853R1	2 kΩ	24 V	8,0 mA < $I_{on}$ < 9,2 mA	0,46 mA < $I_{off}$ < 0,62 mA	$I_{fault}$ < 0,05 mA

Tabelle 5.1 Ausgangswerte für HiC2853R1

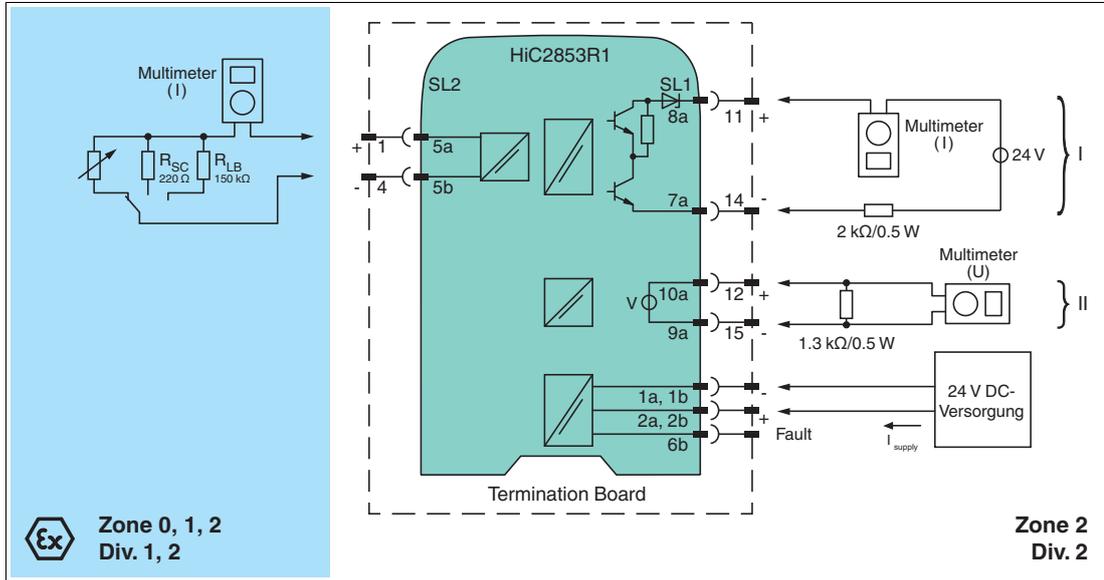


Abbildung 5.1 Aufbau Wiederholungsprüfung für HiC2853R1

## 5.1.2 HiC2853R4

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 eingesetzt werden.
- Versorgung eingestellt auf Nennspannung 24 V DC
- Stromquelle 10,0 mA  $\pm$ 1 %
- Potenziometer 4,7 k $\Omega$
- Widerstand 220  $\Omega$ /150 k $\Omega$
- Lastwiderstand 1,3 k $\Omega$ , 0,5 W



### Ablauf der Wiederholungsprüfung

1. Bauen Sie einen Testaufbau auf, siehe Abbildungen unten.
2. Überprüfen Sie die Ausgangswerte wie in der Tabelle unten angegeben.
3. Simulieren Sie den Sensorzustand mit Hilfe eines Potenziometers mit 4,7 k $\Omega$ . Die Schwelle muss zwischen 2,1 mA und 2,8 mA liegen. Die Hysterese muss zwischen 170  $\mu$ A und 350  $\mu$ A liegen.  
↳ Falls der Eingangsstrom über der Schwelle liegt, muss der resistive Transistorausgang niederohmig sein und der Spannungsausgang muss aktiviert sein (Spannungsniveau höher als 20 V DC). Dieser Zustand wird durch die gelbe LED angezeigt.
4. Simulieren Sie den Sensorzustand mit Hilfe eines Widerstands  $R_{LK}$  (220  $\Omega$ , Leitungskurzschluss-Erkennung) oder eines Widerstands  $R_{LB}$  (150 k $\Omega$ , Leitungsbruchererkennung).  
↳ Das Gerät muss einen externen Fehler erkennen. Dieser Status wird durch eine rote LED angezeigt und die Ausgänge befinden sich im Fehlerzustand. Der resistive Transistorausgang ist hochohmig ( $>$  100 k $\Omega$ ) und der Spannungsausgang ist aus.
5. Prüfen Sie die Ausgänge mit einem bestimmten Strom. Prüfen Sie, dass der resistive Transistorausgang auf jeden Fall hochohmig ist (siehe Tabelle,  $I_{off}$  bzw.  $U_{off}$ ) und der Spannungsausgang aus ist, wenn die gelbe LED aus ist (Spannungsniveau 0 V).

Gerät	I	U <sub>on</sub>	U <sub>off</sub>	I <sub>fault</sub>
HiC2853R4	10.0 mA	4,58 V < U <sub>on</sub> < 4,85 V	13,3 V < U <sub>off</sub> < 14,35 V	I <sub>fault</sub> < 0,05 mA

Tabelle 5.2 Ausgangswerte für HiC2853R4

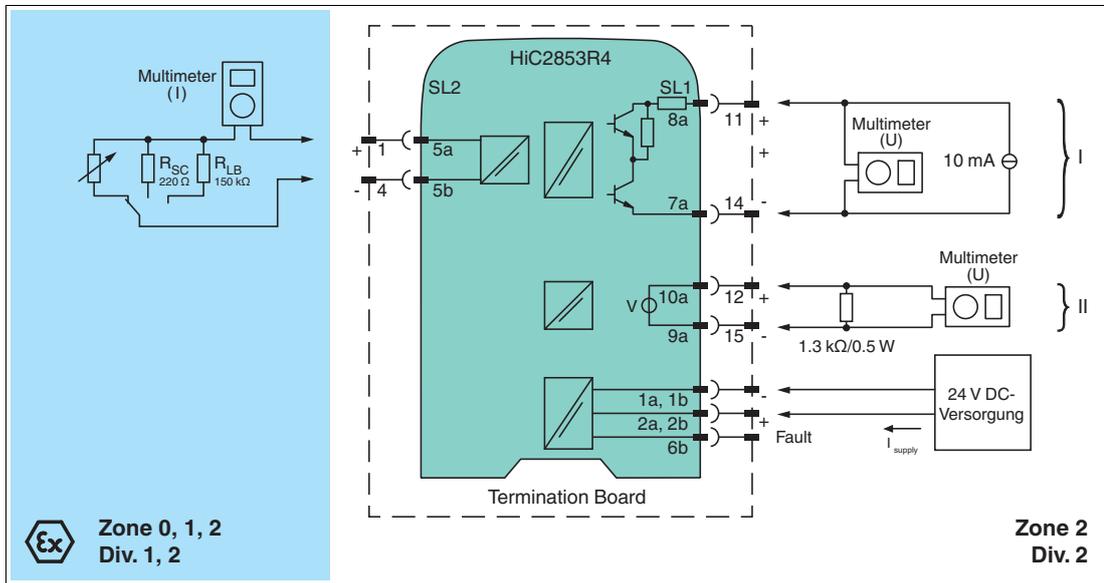


Abbildung 5.2 Aufbau Wiederholungsprüfung für HiC2853R4

### 5.1.3 HiC2853R6

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 eingesetzt werden.

- 2. Netzteil
- Versorgung eingestellt auf Nennspannung 24 V DC
- Potenziometer 4,7 k $\Omega$
- Widerstand 220  $\Omega$ /150 k $\Omega$
- Lastwiderstand 1,3 k $\Omega$ , 0,5 W



#### Ablauf der Wiederholungsprüfung

1. Bauen Sie einen Testaufbau auf, siehe Abbildungen unten.
2. Überprüfen Sie die Ausgangswerte wie in der Tabelle unten angegeben.
3. Simulieren Sie den Sensorzustand mit Hilfe eines Potenziometers mit 4,7 k $\Omega$ . Die Schwelle muss zwischen 2,1 mA und 2,8 mA liegen. Die Hysterese muss zwischen 170  $\mu$ A und 350  $\mu$ A liegen.
  - ↳ Falls der Eingangsstrom über der Schwelle liegt, muss am resistiven Transistorausgang eine Spannung von ca. 64 % der Versorgungsspannung anliegen und der Spannungsausgang muss aktiviert sein (Spannungsniveau höher als 20 V DC), Dieser Zustand wird durch die gelbe LED angezeigt.
4. Simulieren Sie den Sensorzustand mit Hilfe eines Widerstands  $R_{LK}$  (220  $\Omega$ , Leitungskurzschluss-Erkennung) oder eines Widerstands  $R_{LB}$  (150 k $\Omega$ , Leitungsbruchererkennung).
  - ↳ Das Gerät muss einen externen Fehler erkennen. Dieser Status wird durch eine rote LED angezeigt und die Ausgänge befinden sich im Fehlerzustand. Der resistive Transistorausgang ist spannungsfrei (< 0,2 V) und der Spannungsausgang ist inaktiv.
5. Prüfen Sie, ob der resistive Transistorausgang eine Spannung von ca. 28 % der Versorgungsspannung liefert (siehe Tabelle,  $U_{off}$ ) und der Spannungsausgang aus ist (Spannungsniveau 0 V), wenn die gelbe LED aus ist.

U an Klemme 11	U <sub>on</sub>	U <sub>off</sub>	U <sub>fault</sub>
23,4 V	14,7 V < U <sub>on</sub> < 15,6 V	6,2 V < U <sub>off</sub> < 6,8 V	U <sub>fault</sub> < 0,2 V

Tabelle 5.3

Messwerte für HiC2853R6



**Hinweis!**

Alternativ zu einem 2. Netzteil kann auch die Betriebsspannung des Termination Boards auf die Klemme 11 gebrückt werden. In diesem Fall muss die Versorgungsspannung des Termination Boards auf 23,4 V gesenkt werden. Dieses Vorgehen hat keine Auswirkungen auf andere Messwerte.

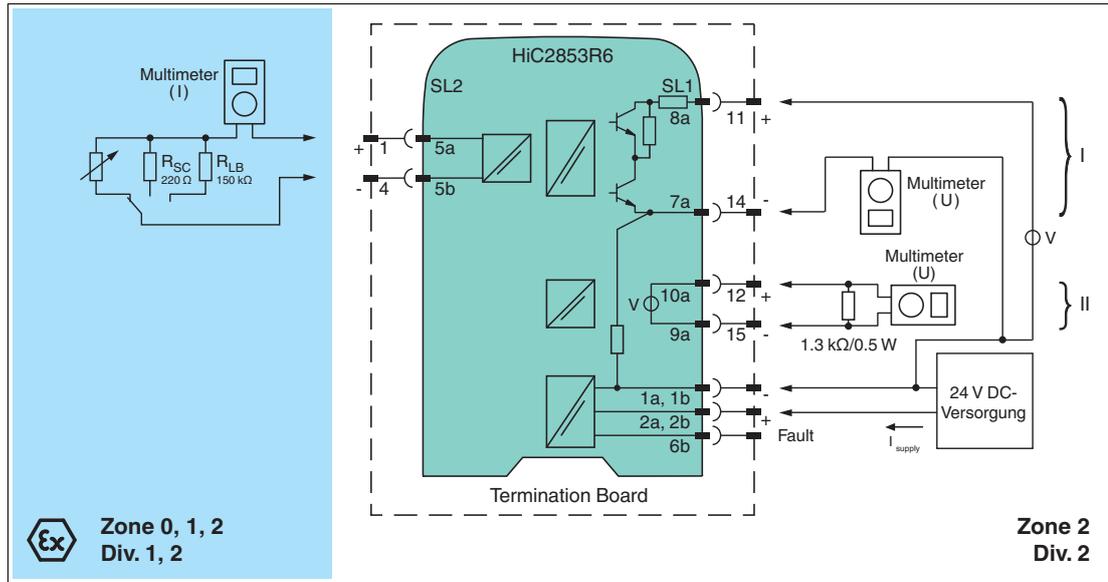


Abbildung 5.3 Aufbau Wiederholungsprüfung für HiC2853R6

## 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)
<b>FLT</b>	Fault (Fehler)
<b>LB</b>	Leitungsbruch
<b>LFD</b>	Line Fault Detection (Leitungsfehlerüberwachung)
<b>LK</b>	Leitungskurzschluss
<b>T<sub>service</sub></b>	Zeit 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)

