

# Safety Manual

## VEGATRENN 151, 152

Mit SIL-Qualifikation



Document ID: 51105



# VEGA

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Dokumentensprache .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Geltungsbereich.....</b>	<b>4</b>
2.1	Geräteausführung .....	4
2.2	Anwendungsbereich.....	4
2.3	SIL-Konformität .....	4
<b>3</b>	<b>Projektierung.....</b>	<b>5</b>
3.1	Sicherheitsfunktion.....	5
3.2	Sicherer Zustand.....	5
3.3	Voraussetzungen zum Betrieb.....	5
<b>4</b>	<b>Sicherheitstechnische Kennzahlen.....</b>	<b>6</b>
4.1	Kennzahlen gemäß IEC 61508.....	6
4.2	Kennzahlen gemäß ISO 13849-1 .....	6
4.3	Ergänzende Informationen .....	7
<b>5</b>	<b>In Betrieb nehmen.....</b>	<b>9</b>
5.1	Allgemein .....	9
5.2	Einstellhinweise.....	9
<b>6</b>	<b>Diagnose und Service .....</b>	<b>10</b>
6.1	Verhalten bei Ausfall.....	10
6.2	Reparatur .....	10
<b>7</b>	<b>Wiederholungsprüfung .....</b>	<b>11</b>
7.1	Allgemein .....	11
7.2	Prüfung 1 - mit Eingangsstromsimulation .....	11
<b>8</b>	<b>Anhang A - Prüfprotokoll.....</b>	<b>12</b>
<b>9</b>	<b>Anhang B - Begriffsdefinitionen .....</b>	<b>13</b>
<b>10</b>	<b>Anhang C - SIL-Konformität .....</b>	<b>14</b>

## 1 Dokumentensprache

DE	Das vorliegende <i>Safety Manual</i> für Funktionale Sicherheit ist verfügbar in den Sprachen Deutsch, Englisch, Französisch und Russisch.
EN	The current <i>Safety Manual</i> for Functional Safety is available in German, English, French and Russian language.
FR	Le présent <i>Safety Manual</i> de sécurité fonctionnelle est disponible dans les langues suivantes: allemand, anglais, français et russe.
RU	Данное руководство по функциональной безопасности <i>Safety Manual</i> имеется на немецком, английском, французском и русском языках.

## 2 Geltungsbereich

### 2.1 Geräteausführung

Dieses Sicherheitshandbuch gilt für die Trennübertrager  
**VEGATRENN 151, 152**

Gültige Versionen:

- ab HW Ver 1.0.0

### 2.2 Anwendungsbereich

Die Geräte dienen zur galvanischen Trennung von 4 ... 20 mA-Stromkreisen und können mit geeigneten Messumformern zur Grenzstandfassung oder Bereichsüberwachung in einem sicherheitsbezogenen System gemäß IEC 61508 in den Betriebsarten *low demand mode* oder *high demand mode* eingesetzt werden.

Aufgrund der systematischen Eignung SC3 ist dies möglich bis:

- SIL2 in einkanaliger Architektur
- SIL3 in mehrkanaliger Architektur



Zur Ausgabe des Messwertes darf die HART-Schnittstelle nicht verwendet werden.

### 2.3 SIL-Konformität

Die SIL-Konformität wurde durch TÜV Rheinland nach IEC 61508:2010 (Ed.2) unabhängig beurteilt und zertifiziert.<sup>1)</sup>



Das Zertifikat ist für alle Geräte, die vor Ablauf der Gültigkeit des Zertifikates in Verkehr gebracht werden, über die gesamte Produktlebensdauer gültig!

<sup>1)</sup> Nachweisdokumente siehe Anhang

## 3 Projektierung

### 3.1 Sicherheitsfunktion

#### Sicherheitsfunktion

Der eigensichere Strom der Messumformer im Ex-Bereich wird erfasst und am nichteigensicheren Ausgang zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung gestellt.

#### Sicherheitstoleranz

Bei der Auslegung der Sicherheitsfunktion muss bezüglich Toleranzen folgender Aspekt betrachtet werden:

Aufgrund von unerkannten Ausfällen kann im Bereich von 3,8 mA und 20,5 mA ein falsches Ausgangssignal entstehen, das vom realen Messwert um bis zu 2 % abweicht

### 3.2 Sicherer Zustand

#### Sicherer Zustand

Der sichere Zustand des Stromausganges ist abhängig von der Sicherheitsfunktion, die vom angeschlossenen Messumformer wahrgenommen wird.

#### Ausfallsignal bei Funktionsstörung

Mögliche Fehlerströme:

- $\leq 3,6$  mA ("fail low")
- $> 21$  mA ("fail high")

### 3.3 Voraussetzungen zum Betrieb

#### Hinweise und Einschränkungen

- Es ist auf einen anwendungsgemäßen Einsatz des Messsystems zu achten. Die anwendungsspezifischen Grenzen sind einzuhalten
- Die Spezifikationen laut Angaben der Betriebsanleitung, insbesondere die Strombelastung der Ausgangskreise, sind innerhalb der genannten Grenzen zu halten
- Es sind die Hinweise in Kapitel "*Sicherheitstechnische Kennzahlen*", Abschnitt "*Ergänzende Informationen*" zu beachten
- Alle Bestandteile der Messkette müssen dem vorgesehenen "*Safety Integrity Level (SIL)*" entsprechen

## 4 Sicherheitstechnische Kennzahlen

### 4.1 Kennzahlen gemäß IEC 61508

VEGATRENN 151 oder ein Kanal des VEGATRENN 152

Kenngröße	Wert
Safety Integrity Level	SIL2 in einkanaliger Architektur SIL3 in mehrkanaliger Architektur <sup>2)</sup>
Hardwarefehler toleranz	HFT = 0
Gerätetyp	Typ A
Betriebsart	Low demand mode, High demand mode
SFF	> 60 %
MTBF <sup>3)</sup>	5,59 x 10 <sup>5</sup> h (638 Jahre)

#### Ausfallraten

$\lambda_s$	$\lambda_{DD}$	$\lambda_{DU}$	$\lambda_H$	$\lambda_L$	$\lambda_{AD}$
9 FIT	0 FIT	9 FIT	31 FIT	29 FIT	0 FIT

PFD <sub>AVG</sub>	0,004 x 10 <sup>-2</sup>	(T1 = 1 Jahr)
PFD <sub>AVG</sub>	0,008 x 10 <sup>-2</sup>	(T1 = 2 Jahre)
PFD <sub>AVG</sub>	0,020 x 10 <sup>-2</sup>	(T1 = 5 Jahre)
PFH	0,009 x 10 <sup>-6</sup> 1/h	

#### Deckungsgrad bei der Wiederholungsprüfung (PTC)

Prüfungsart <sup>4)</sup>	Verbleibende Ausfallrate gefährdender, unerkannter Ausfälle	PTC
Prüfung 1	0 FIT	99 %

### 4.2 Kennzahlen gemäß ISO 13849-1

Der Messumformer wurde unter Anwendung von Prinzipien hergestellt und verifiziert, die seine Eignung und Zuverlässigkeit für sicherheitsbezogene Anwendungen zeigen. Somit ist er als "*bewährtes Bauteil*" nach DIN EN ISO 13849-1 zu betrachten.

VEGATRENN 151 oder ein Kanal des VEGATRENN 152

Abgeleitet von den sicherheitstechnischen Kennzahlen ergeben sich gemäß ISO 13849-1 (Maschinensicherheit) folgende Kennzahlen:<sup>5)</sup>

Kenngröße	Wert
MTTFd	1668 Jahre
DC	87 %

<sup>2)</sup> Homogene Redundanz möglich, da systematische Eignung SC3.

<sup>3)</sup> Einschließlich Fehlern, die außerhalb der Sicherheitsfunktion liegen.

<sup>4)</sup> Siehe Abschnitt "Wiederholungsprüfung".

<sup>5)</sup> Die ISO 13849-1 war nicht Gegenstand der Zertifizierung des Gerätes.

Kenngröße	Wert
Performance Level	8,85 x 10 <sup>-9</sup> 1/h

### 4.3 Ergänzende Informationen

#### Ermittlung der Ausfallraten

Die Ausfallraten des Gerätes wurden durch eine FMEDA nach IEC 61508 ermittelt. Den Berechnungen sind Ausfallraten der Bauelemente nach **SN 29500** zugrunde gelegt.

Alle Zahlenwerte beziehen sich auf eine mittlere Umgebungstemperatur während der Betriebszeit von 40 °C (104 °F). Für höhere Temperaturen sollten die Werte korrigiert werden:

- Dauereinsatztemperatur > 50 °C (122 °F) um Faktor 1,3
- Dauereinsatztemperatur > 60 °C (140 °F) um Faktor 2,5

Ähnliche Faktoren gelten, wenn häufige Temperaturschwankungen zu erwarten sind.

#### Annahmen der FMEDA

- Die Ausfallraten sind konstant. Hierbei ist auf die nutzbare Gebrauchsdauer der Bauelemente gemäß IEC 61508-2 zu achten.
- Mehrfachausfälle sind nicht betrachtet
- Abnutzung von mechanischen Teilen sind nicht betrachtet
- Ausfallraten von externen Stromversorgungen sind nicht mit einberechnet
- Die Umweltbedingungen entsprechen einer durchschnittlichen industriellen Umgebung

#### Berechnung von PFD<sub>AVG</sub>

Die oben angegebenen Werte für PFD<sub>AVG</sub> wurden für eine 1oo1-Architektur folgendermaßen berechnet:

$$PFD_{AVG} = \frac{PTC \times \lambda_{DU} \times T1}{2} + \lambda_{DD} \times MTTR + \frac{(1 - PTC) \times \lambda_{DU} \times LT}{2}$$

Verwendete Parameter:

- T1 = Proof Test Interval
- PTC = 99 %
- LT = 10 Jahre
- MTTR = 8 h

#### Randbedingungen bezüglich Messumformer

Der verwendete Messumformer muss einen Störstrom ausgeben, wenn er mit einer Spannung außerhalb seines spezifizierten Spannungsbereichs versorgt wird.

#### Randbedingungen bezüglich Konfiguration der Auswerteinheit

Eine nachgeschaltete Steuer- und Auswerteinheit muss folgende Eigenschaften bieten:

- Die Ausfallsignale des Messsystems werden nach dem Ruhestromprinzip beurteilt
- "fail low"- und "fail high"-Signale werden als Störung interpretiert, worauf der sichere Zustand eingestimmt werden muss!

Ist dies nicht der Fall, so müssen die entsprechenden Anteile der Ausfallraten den gefährlichen Ausfällen zugeordnet und die in Kapitel "Sicherheitstechnische Kennzahlen" genannten Werte neu ermittelt werden!

**Mehrkanalige Architektur** Aufgrund der systematischen Eignung SC3 darf dieses Gerät in mehrkanaligen Systemen bis SIL3 auch mit homogener Redundanz eingesetzt werden.

Die sicherheitstechnischen Kennzahlen sind speziell für die gewählte Struktur der Messkette anhand der angegebenen Ausfallraten zu berechnen. Dabei ist ein geeigneter Common Cause Faktor (CCF) zu berücksichtigen (siehe IEC 61508-6, Anhang D).



## **5 In Betrieb nehmen**

### **5.1 Allgemein**

#### **Montage und Installation**

Es sind die Montage- und Installationshinweise der Betriebsanleitung zu beachten.

Die Inbetriebnahme muss unter Prozessbedingungen erfolgen.

### **5.2 Einstellhinweise**

#### **Bedienelemente**

Es sind keinerlei Bedienelemente vorhanden.

## 6 Diagnose und Service

### 6.1 Verhalten bei Ausfall

Bei erkannten Funktionsstörungen wird am Stromausgang ein Ausfallsignal ausgegeben (siehe Abschnitt "Sicherer Zustand").



Bei festgestellten Ausfällen muss das gesamte Messsystem außer Betrieb genommen und der Prozess durch andere Maßnahmen im sicheren Zustand gehalten werden.

Das Auftreten eines gefährbringenden, unerkannten Ausfalls ist dem Hersteller zu melden (inklusive einer Fehlerbeschreibung).

### 6.2 Reparatur

Defekte Geräte können nur durch den Hersteller repariert werden.

## 7 Wiederholungsprüfung

### 7.1 Allgemein

#### Zielsetzung

Um mögliche gefahrbringende, unerkannte Ausfälle zu erkennen, muss in angemessenen Zeitabständen die Sicherheitsfunktion durch eine Wiederholungsprüfung überprüft werden. Es liegt in der Verantwortung des Betreibers, die Art der Überprüfung zu wählen. Die Zeitabstände richten sich nach dem in Anspruch genommenen PFD<sub>AVG</sub> (siehe Kapitel "Sicherheitstechnische Kennzahlen").

Zur Dokumentation dieser Tests kann das Prüfprotokoll im Anhang verwendet werden.

Verläuft einer der Tests negativ, so muss das gesamte Messsystem außer Betrieb genommen werden und der Prozess durch andere Maßnahmen im sicheren Zustand gehalten werden.

In einer mehrkanaligen Architektur gilt dies getrennt für jeden Kanal.

#### Vorbereitung

- Sicherheitsfunktion feststellen (Betriebsart, Schaltpunkte)
- Bei Bedarf Gerät aus der Sicherheitskette entfernen und Sicherheitsfunktion anderweitig aufrechterhalten

#### Unsicherer Gerätezustand



#### Warnung:

Während des Funktionstests muss die Sicherheitsfunktion als unsicher betrachtet werden. Es ist zu berücksichtigen, dass der Funktionstest Auswirkungen auf nachgeschaltete Geräte hat.

Gegebenenfalls müssen andere Maßnahmen ergriffen werden, um die Sicherheitsfunktion aufrecht zu erhalten.

Nach Abschluss des Funktionstests muss der für die Sicherheitsfunktion spezifizierte Zustand wieder hergestellt werden.

### 7.2 Prüfung 1 - mit Eingangsstromsimulation

#### Bedingungen

- Möglichkeit zur Simulation des Sensorstromes vorhanden
- Ausgangssignale entsprechen der aktuellen Prozessgröße

#### Ablauf

1. Am Sensor-Eingang die Ströme  $\leq 3,6 \text{ mA}$ ,  $4 \text{ mA}$ ,  $12 \text{ mA}$ ,  $20 \text{ mA}$ ,  $> 21 \text{ mA}$  simulieren
2. Ausgangsstrom überprüfen

#### Erwartetes Ergebnis

Der Ausgangsstrom stimmt mit den simulierten Eingangsströmen überein (Toleranzen siehe Betriebsanleitung).

#### Deckungsgrad der Prüfung

Siehe *Sicherheitstechnische Kennzahlen*

## 8 Anhang A - Prüfprotokoll

Identifikation	
Firma/Prüfer	
Anlage/Geräte-TAG	
Messstellen-TAG	
Gerätetyp/Bestellcode	
Geräte-Seriennummer	
Datum Inbetriebnahme	
Datum letzter Funktionstest	

Testgrund	
(...)	Inbetriebnahme
(...)	Wiederholungsprüfung

Betriebsart Kanal 1		Betriebsart Kanal 2	
(...)	Max.	(...)	Max.
(...)	Min.	(...)	Min.
(...)	Bereichsüberwachung	(...)	Bereichsüberwachung

Testergebnis				
Testpunkt	Istwert Kanal 1	Testergebnis	Istwert Kanal 2	Testergebnis
≤ 3,6 mA				
4 mA				
12 mA				
20 mA				
> 21 mA				

Bestätigung	
Datum:	Unterschrift:

## 9 Anhang B - Begriffsdefinitionen

### Abkürzungen

SIL	Safety Integrity Level (SIL1, SIL2, SIL3, SIL4)
SC	Systematic Capability (SC1, SC2, SC3, SC4)
HFT	Hardware Fault Tolerance
SFF	Safe Failure Fraction
$PFD_{AVG}$	Average Probability of dangerous Failure on Demand
PFH	Average frequency of a dangerous failure per hour (Ed.2)
FMEDA	Failure Mode, Effects and Diagnostics Analysis
FIT	Failure In Time (1 FIT = 1 failure/10 <sup>9</sup> h)
$\lambda_{SD}$	Rate for safe detected failure
$\lambda_{SU}$	Rate for safe undetected failure
$\lambda_S$	$\lambda_S = \lambda_{SD} + \lambda_{SU}$
$\lambda_{DD}$	Rate for dangerous detected failure
$\lambda_{DU}$	Rate for dangerous undetected failure
$\lambda_H$	Rate for failure, who causes a high output current (> 21 mA)
$\lambda_L$	Rate for failure, who causes a low output current ( $\leq 3.6$ mA)
$\lambda_{AD}$	Rate for diagnostic failure (detected)
$\lambda_{AU}$	Rate for diagnostic failure (undetected)
DC	Diagnostic Coverage
PTC	Proof Test Coverage (Diagnostic coverage for manual proof tests)
T1	Proof Test Interval
LT	Useful Life Time
MTBF	Mean Time Between Failure = MTTF + MTTR
MTTF	Mean Time To Failure
MTTR	IEC 61508, Ed1: Mean Time To Repair IEC 61508, Ed2: Mean Time To Restoration
$MTTF_d$	Mean Time To dangerous Failure (ISO 13849-1)
PL	Performance Level (ISO 13849-1)

## 10 Anhang C - SIL-Konformität

## Certificate



Nr./No.: 968/FSP 1088.01/20

<b>Prüfgegenstand</b> Product tested	Trennübertrager Separator	<b>Zertifikats- inhaber</b> <b>Certificate holder</b>	VEGA Grieshaber KG Am Hohenstein 113 77761 Schiltach Germany
<b>Typbezeichnung</b> Type designation	VEGATRENN 151, VEGATRENN 152		
<b>Prüfgrundlagen</b> Codes and standards	IEC 61508 Parts 1-7:2010	IEC 61326-3-2:2017	
<b>Bestimmungsgemäße Verwendung</b> Intended application	<p>Trennübertrager für 4...20mA Sensoren. Die Trennübertrager VEGATRENN 151/152 erfüllen die Anforderungen der genannten Prüfgrundlagen und können in einem sicherheitsbezogenen System gemäß IEC 61508 eingesetzt werden, in HFT=0 Struktur bis SIL 2 und redundant (HFT=1) bis SIL 3 (systematische Eignung SC 3). Ausgangsströme &lt;3,6mA und &gt;21mA müssen von dem nachgeschalteten Sicherheitsgerät als Fehler behandelt werden. Die Produkte wurden auch in Bezug auf die anzuwendenden Anforderungen der IEC 61511-1:2017 überprüft und können im Anwendungsbereich der IEC 61511-1:2017 verwendet werden. Separator for 4...20mA sensors. The Separators VEGATRENN 151/152 comply with the requirements of the stated standards and can be used in a safety-related system acc. IEC 61508, in HFT=0 configuration up to SIL 2 and redundant (HFT=1) up to SIL 3 (systematic capability SC 3). Output currents &lt;3.6mA and &gt;21mA have to be considered by the downstream safety device as failure condition. The products were also reviewed in reference to the requirements of IEC 61511-1:2017 applicable during a type examination and can be used in application as such.</p>		
<b>Besondere Bedingungen</b> Specific requirements	Die zugehörigen Betriebsanleitungen und das Safety Manual sind zu beachten. The operating instructions and the safety manual shall be considered.		
Gültig bis / Valid until 2025-07-01			

Der Ausstellung dieses Zertifikates liegt eine Prüfung zugrunde, deren Ergebnisse im Bericht Nr. 968/FSP 1088.01/20 vom 01.07.2020 dokumentiert sind.

Dieses Zertifikat ist nur gültig für Erzeugnisse, die mit dem Prüfgegenstand übereinstimmen.

The issue of this certificate is based upon an examination, whose results are documented in Report No. 968/FSP 1088.01/20 dated 2020-07-01.

This certificate is valid only for products which are identical with the product tested.

TÜV Rheinland Industrie Service GmbH

Bereich Automation

Funktionale Sicherheit

Am Grauen Stein, 51105 Köln

Certification Body Safety &amp; Security for Automation &amp; Grid

Köln, 2020-07-01

Dr.-Ing. Thorsten Gantevoort

TÜV Rheinland Industrie Service GmbH, Am Grauen Stein, 51105 Köln / Germany  
Tel.: +49 221 895-1700, Fax: +49 221 895-1530, E-Mail: industrie-svcs@tuev-r.com

10222 12 12 E-A 8 TÜV, TÜEV and TLV are registered trademarks. Utilization and application requires prior approval.

www.fs-products.com  
www.tuv.com



**TÜVRheinland®**  
Precisely Right.

51105-DE-200730

A large grid of graph paper for taking notes, consisting of approximately 24 columns and 34 rows of small squares.

Druckdatum:

# VEGA

Die Angaben über Lieferumfang, Anwendung, Einsatz und Betriebsbedingungen der Sensoren und Auswertsysteme entsprechen den zum Zeitpunkt der Drucklegung vorhandenen Kenntnissen.  
Änderungen vorbehalten

© VEGA Grieshaber KG, Schiltach/Germany 2020



51105-DE-200730

VEGA Grieshaber KG  
Am Hohenstein 113  
77761 Schiltach  
Deutschland

Telefon +49 7836 50-0  
Fax +49 7836 50-201  
E-Mail: [info.de@vega.com](mailto:info.de@vega.com)  
[www.vega.com](http://www.vega.com)