

## Safety Manual

### VEGAMET 381 Ex

4 ... 20 mA-Auswertgerät



Document ID:  
39686

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Geltungsbereich</b>	
1.1 Geräteausführung . . . . .	4
1.2 Einsatzbereich . . . . .	4
1.3 SIL-Konformität. . . . .	4
<b>2 Projektierung</b>	
2.1 Sicherheitsfunktion . . . . .	5
2.2 Sicherer Zustand . . . . .	5
2.3 Voraussetzungen zum Betrieb. . . . .	5
<b>3 Sicherheitstechnische Kennzahlen</b>	
3.1 Allgemeine Kennzahlen für alle Applikationen. . . . .	7
3.2 Spezifische Kennzahlen für Applikation 1 . . . . .	7
3.3 Spezifische Kennzahlen für Applikation 2 . . . . .	8
3.4 Spezifische Kennzahlen für Applikation 3 . . . . .	8
3.5 Spezifische Kennzahlen für Applikation 4 . . . . .	9
3.6 Ergänzende Informationen. . . . .	10
<b>4 Inbetriebnahme</b>	
4.1 Geräteparametrierung . . . . .	12
4.2 Montage und Installation . . . . .	12
<b>5 Verhalten im Betrieb und bei Störungen</b>	
5.1 Allgemein. . . . .	13
5.2 Zeitliches Verhalten im Fehlerfall . . . . .	13
<b>6 Wiederkehrender Funktionstest</b>	
6.1 Allgemein. . . . .	14
6.2 Test Applikation 1 - Ein Relaisausgang . . . . .	15
6.3 Test Applikation 2 - Zwei Relaisausgänge für Bereichsüberwachung. . . . .	15
6.4 Test Applikation 3 - Zwei redundante Relaisausgänge	15
6.5 Test Applikation 4 - Stromausgang . . . . .	16
6.6 Berechnung Relaischaltpunkte und Ausgangsstrom. .	16
<b>7 Anhang A - Prüfprotokoll Funktionstest</b>	
<b>8 Anhang B - Begriffsdefinitionen</b>	
<b>9 Anhang C - SIL-Konformität</b>	

DE	Das vorliegende <i>Safety Manual</i> für Funktionale Sicherheit ist verfügbar in den Sprachen Deutsch, Englisch, Französisch und Spanisch.
EN	The current <i>Safety Manual</i> for Functional Safety is available in German, English, French and Spanish language.
FR	Le présent <i>Safety Manual</i> de sécurité fonctionnelle est disponible dans les langues suivantes: allemand, anglais, français et espagnol.
ES	El presente <i>Safety Manual</i> para seguridad funcional está disponible en los idiomas alemán, inglés, francés y español.
CZ	Pokud nastanou potíže při čtení bezpečnostních upozornění v otištěných jazycích, poskytneme. Vám na základě žádosti k dispozici kopii v jazyce Vaší země.
DA	Hvis De har svært ved at forstå sikkerhedsforskrifterne på de trykte sprog, kan De få en kopi på Deres sprog, hvis De ønsker det.
EL	Εάν δυσκολεύεστε να διαβάσετε τις υποδείξεις ασφαλείας στις γλώσσες που ήδη έχουν τυπωθεί, τότε σε περίπτωση ζήτησης μπορούμε να θέσουμε στη διάθεσή σας ένα αντίγραφο αυτών στη γλώσσα της χώρας σας.
ET	Kui teil on raskusi trükitud keeltes ohutusnõuete lugemisega, siis saadame me teie järelepärimise peale nende koopia teie riigi keeles.
FI	Laitteen mukana on erikielisiä turvallisuusohjeita. Voit tilata meiltä äidinkielistet turvallisuusohjeet, jos et selviä mukana olevilla kielillä.
HU	Ha a biztonági előírásokat a kinyomtatott nyelveken nem tudja megfelelően elolvasni, akkor lépjen velünk kapcsolatba: azonnal a rendelkezésére bocsátunk egy példányt az Ön országában használt nyelven.
IT	Se le Normative di sicurezza sono stampate in una lingua di difficile comprensione, potete richiederne una copia nella lingua del vostro paese.
LT	Jeį Jums sunku suprasti saugos nuorodų tekstą pateiktomis kalbomis, kreipkitės į mus ir mes Jums duosime kopiją Jūsų šalies kalba.
LV	Ja Jums ir problēmas drošības noteikumus lasīt nodrukātajās valodās, tad mēs Jums sniegsim pēc pieprasījuma kopiju Jūsu valsts valodā.
MT	F'kaz li jkollok xi diffikulta` biex tifhem listruzzjonijiet ta` sigurta` kif ipprovduti, infurmana u ahna nibghatulek kopja billingwa tieghek.
NL	Als u moeilijkheden mocht hebben met het lezen van de veiligheidsinstructies in de afgedrukte talen, sturen wij u op aanvraag graag een kopie toe in uw eigen taal.
PL	W przypadku trudności odczytania przepisów bezpieczeństwa pracy w wydrukowanych językach, chętnie udostępnimy Państwu kopię w języku obowiązującym w danym kraju.
PT	Caso tenha dificuldade de ler as instruções de segurança no idioma, no elas foram impressas, poderá solicitar junto a nós uma cópia em seu idioma.
SK	Pokiaľ nastanú problémy pri čítaní bezpečnostných pokynov vo vydaných jazykoch, poskytneme Vám na základe žiadosti k dispozícii kópiu v jazyku Vašej krajiny.
SL	Kadar se pojavijo težave pri branju varnostnih navodil v izdanih jeziki, vam bomo na osnovi zahtevka dali na razpolago kopijo v jeziku vaše države.
SV	Om du har problem att läsa säkerhetsanvisningarna på de här tryckta språken, ställer vi gärna på begäran en kopia på ditt språk till förfogande.

# 1 Geltungsbereich

## 1.1 Geräteausführung

Dieses Sicherheitshandbuch gilt für das Auswertgerät **VEGAMET 381 Ex** in der SIL-Ausführung.

Gültige Version:

- Geräte-Seriennummer >19992538
- Geräte-Software ab Rev. 1.20.0

## 1.2 Einsatzbereich

Das Auswertgerät kann in Kombination mit einem 4 ... 20 mA-Messumformer als Messsystem zur Messung von Füllstand, Grenzstand und anderen Prozessgrößen als Messsystem, welches den besonderen Anforderungen der Sicherheitstechnik genügt, eingesetzt werden.

Aufgrund der Betriebsbewährtheit nach IEC 61511-1, Abschnitt 11.4.4 ist dies in einer Schutzfunktion bis SIL2 möglich.

Hierzu sind folgende Schnittstellen verwendbar:

- 4 ... 20 mA-Sensoreingang mit Messumformerspeisung
- Zwei Relaisausgänge zur Grenzwertüberwachung
- 4 ... 20 mA-Stromausgang



### Hinweis:

Für den Sensoreingang ist nur die Betriebsart *Sensor Input 4 ... 20 mA active* zulässig!

Für den Stromausgang ist nur die Kennlinie *4 ... 20 mA* zulässig!

## 1.3 SIL-Konformität

Die SIL-Konformität wird durch die Nachweisdokumente im Anhang belegt.

## 2 Projektierung

### 2.1 Sicherheitsfunktion

Der vom Auswertgerät gespeiste Messumformer erzeugt ein der Prozessgröße proportionales Signal zwischen 3,8 und 20,5 mA.

#### Sicherheitsfunktion Relaisausgang

Abhängig von diesem analogen Signal und den eingestellten Schwellpunkten werden ein oder zwei Relais zur Grenzwertüberwachung geschaltet.

#### Sicherheitsfunktion Stromausgang

Weiterhin kann dieses analoge Signal einer nachgeschalteten Auswerteeinheit (z. B. SSPS) zugeführt werden. Die dort eingestellten Schwellpunkte können zur Grenzwertüberwachung benutzt werden.

#### Sicherheitsgenauigkeit

Die Sicherheitsgenauigkeit der Ausgangssignale beträgt  $\pm 2\%$  bezogen auf den vollen Wertebereich von 16,7 mA (3,8 ... 20,5 mA).

### 2.2 Sicherer Zustand

#### Sicherer Zustand Relaisausgang

Der sichere Zustand am Relaisausgang ist der geöffnete Schließkontakt. Für die Sicherheitsfunktion darf deshalb nur der Schließkontakt (NO-Kontakt) verwendet werden (Ruhestromprinzip).

#### Sicherer Zustand Stromausgang

Der sichere Zustand des Stromausganges ist abhängig von der Betriebsart und von der am Sensor eingestellten Kennlinie.

	Überwachung oberer Grenzwert	Überwachung unterer Grenzwert
Steigende Kennlinie: 4 mA = 0 %; 20 mA = 100 %	Ausgangsstrom > Schwellpunkt -334 $\mu$ A	Ausgangsstrom < Schwellpunkt +334 $\mu$ A
Fallende Kennlinie: 20 mA = 0 %; 4 mA = 100 %	Ausgangsstrom < Schwellpunkt +334 $\mu$ A	Ausgangsstrom > Schwellpunkt -334 $\mu$ A

#### Ausgangssignale im Störmode

#### Relaisausgang

- Schließkontakt ist geöffnet

#### Stromausgang

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

### 2.3 Voraussetzungen zum Betrieb

- Es ist auf einen anwendungsgemäßen Einsatz des Messsystems zu achten. Die anwendungsspezifischen Grenzen sind einzuhalten

#### Allgemeine Hinweise und Einschränkungen

- Die Spezifikationen laut Angaben der Betriebsanleitung, insbesondere die Strombelastung der Ausgangskreise, sind innerhalb der genannten Grenzen zu halten
- Vorhandene Kommunikationsschnittstellen (z. B. HART, USB) werden nicht zur Übermittlung des sicherheitsrelevanten Messwertes benützt
- Es sind die Hinweise im Kapitel "*Sicherheitstechnische Kennzahlen*", Abschnitt "*Ergänzende Informationen*" zu beachten
- Alle Bestandteile der Messkette müssen dem vorgesehenen "*Safety Integrity Level (SIL)*" entsprechen

### 3 Sicherheitstechnische Kennzahlen

#### 3.1 Allgemeine Kennzahlen für alle Applikationen

Kenngröße gemäß IEC 61508	Wert
Safety Integrity Level	SIL2
Hardwarefehlertoleranz	HFT = 0
Gerätetyp	Typ B
Betriebsart	Low demand mode/High demand mode
MTTR	8 h
MTBF = MTTF + MTTR <sup>1)</sup>	1,05 x 10 <sup>6</sup> h (120 Jahre)

#### 3.2 Spezifische Kennzahlen für Applikation 1

##### Ein Relaisausgang

Ein Relais zur Steuerung eines Aktors für die Überwachung eines Grenzwertes (z. B. Überfüllsicherung oder Trockenlaufschutz).

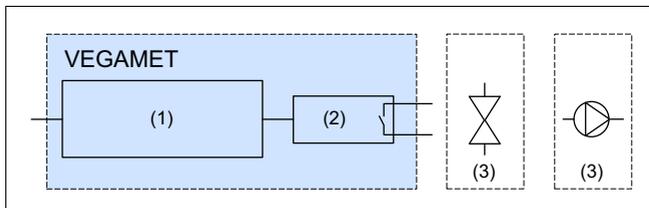


Abb. 1: Struktur der Applikation 1

- 1 Stromeingang und Auswertelektronik
- 2 Relais 1 oder Relais 2
- 3 Aktor

$\lambda_{SD}$	$\lambda_{SU}$	$\lambda_{DD}$	$\lambda_{DU}$	SFF	DC <sub>s</sub>	DC <sub>D</sub>
0 FIT	280 FIT	131 FIT	79 FIT	84 %	0 %	63 %

PFD <sub>AVG</sub> (T1 = 1 Jahr)	0,034 x 10 <sup>-2</sup>
PFD <sub>AVG</sub> (T1 = 5 Jahre)	0,172 x 10 <sup>-2</sup>
PFD <sub>AVG</sub> (T1 = 10 Jahre)	0,344 x 10 <sup>-2</sup>
PFH [h <sup>-1</sup> ]	0,079 x 10 <sup>-6</sup>
Diagnosetestdauer	< 4 s

<sup>1)</sup> MTBF: Einschließlich Fehlern, die außerhalb der Sicherheitsfunktion liegen

### 3.3 Spezifische Kennzahlen für Applikation 2

#### Zwei Relaisausgänge

Zwei Relais zur Ansteuerung von zwei Aktoren für die Überwachung von zwei Grenzwerten (z. B. Bereichsüberwachung).

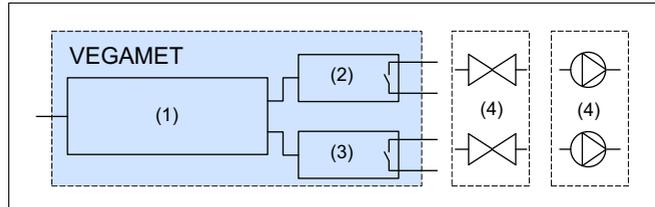


Abb. 2: Struktur der Applikation 2

- 1 Stromeingang und Auswertelektronik
- 2 Relais 1
- 3 Relais 2
- 4 Aktoren

$\lambda_{SD}$	$\lambda_{SU}$	$\lambda_{DD}$	$\lambda_{DU}$	SFF	$DC_S$	$DC_D$
0 FIT	309 FIT	131 FIT	106 FIT	81 %	0 %	55 %

PFD <sub>AVG</sub> (T1 = 1 Jahr)	$0,046 \times 10^{-2}$
PFD <sub>AVG</sub> (T1 = 5 Jahre)	$0,231 \times 10^{-2}$
PFD <sub>AVG</sub> (T1 = 10 Jahre)	$0,463 \times 10^{-2}$
PFH [h <sup>-1</sup> ]	$0,106 \times 10^{-6}$
Diagnosetestdauer	< 4 s

### 3.4 Spezifische Kennzahlen für Applikation 3

#### Zwei Relaisausgänge, redundant verschaltet

Zwei redundant verschaltete Relais zur Ansteuerung eines Aktors für die Überwachung eines Grenzwertes.

**Hinweis:** Die Schließerkontakte der beiden Relais werden in Reihe geschaltet. Beide Relaischaltpunkte sind gleich eingestellt.

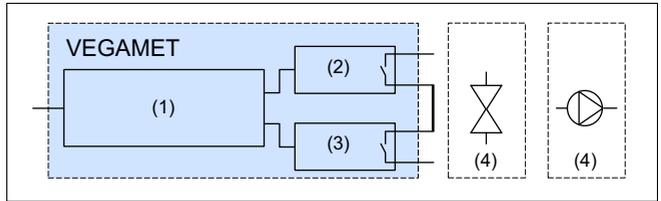


Abb. 3: Struktur der Applikation 3

- 1 Stromeingang und Auswertelektronik
- 2 Relais 1
- 3 Relais 2
- 4 Aktoren (redundant ausgeführt)

$\lambda_{SD}$	$\lambda_{SU}$	$\lambda_{DD}$	$\lambda_{DU}$	SFF	DC <sub>S</sub>	DC <sub>D</sub>
0 FIT	334 FIT	156 FIT	55 FIT	90 %	0 %	74 %

PFD <sub>AVG</sub> (T1 = 1 Jahr)	0,024 x 10 <sup>-2</sup>
PFD <sub>AVG</sub> (T1 = 5 Jahre)	0,120 x 10 <sup>-2</sup>
PFD <sub>AVG</sub> (T1 = 10 Jahre)	0,240 x 10 <sup>-2</sup>
PFH [h-1]	0,055 x 10 <sup>-6</sup>
Diagnosetestdauer	< 4 s

### 3.5 Spezifische Kennzahlen für Applikation 4

#### Stromausgang

Ein Stromausgang zur Ansteuerung einer nachgeschalteten Auswert-einheit (z. B. SSPS).

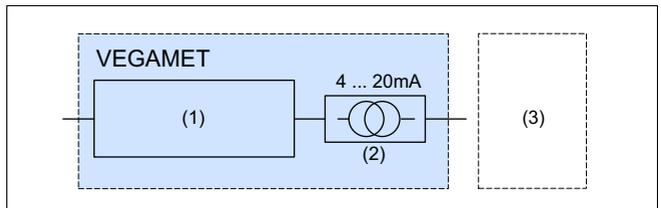


Abb. 4: Struktur der Applikation 4

- 1 Stromeingang und Auswertelektronik
- 2 Stromausgang
- 3 Nachgeschaltete Auswerteinheit

$\lambda_{SD}$	$\lambda_{SU}$	$\lambda_{DD}$	$\lambda_{DU}$	SFF	DC <sub>S</sub>	DC <sub>D</sub>
0 FIT	11 FIT	386 FIT	54 FIT	88 %	0 %	88 %

PFD <sub>AVG</sub> (T1 = 1 Jahr)	0,024 x 10 <sup>-2</sup>
PFD <sub>AVG</sub> (T1 = 5 Jahre)	0,118 x 10 <sup>-2</sup>
PFD <sub>AVG</sub> (T1 = 10 Jahre)	0,237 x 10 <sup>-2</sup>
PFH [h-1]	0,054 x 10 <sup>-6</sup>
Diagnosetestdauer	< 4 s

### 3.6 Ergänzende Informationen

#### Zeitabhängiger Verlauf von PFD<sub>AVG</sub>

Der zeitliche Verlauf von PFD<sub>AVG</sub> verhält sich im Zeitraum bis 10 Jahren annähernd linear zur Betriebszeit. Die oben genannten Werte gelten nur für das T1-Intervall, nach dem ein wiederkehrender Funktionstest durchgeführt werden muss.

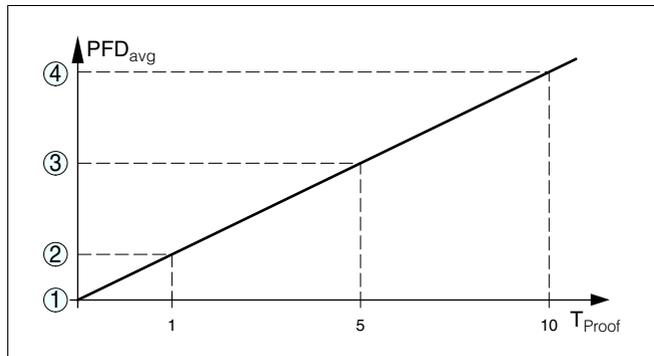


Abb. 5: Zeitabhängiger Verlauf von PFD<sub>AVG</sub>

- 1 PFD<sub>AVG</sub> = 0
  - 2 PFD<sub>AVG</sub> nach 1 Jahr
  - 3 PFD<sub>AVG</sub> nach 5 Jahren
  - 4 PFD<sub>AVG</sub> nach 10 Jahren
- (Zahlenwerte siehe oben dargestellte Tabellen)

#### Ermittlung der Ausfallraten

Die Ausfallraten des Gerätes wurden durch eine FMEDA nach IEC 61508 ermittelt. Den Berechnungen sind Bauelementeausfallraten 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 Lebensdauer der Bauelemente gemäß IEC 61508-2 zu achten.
- Mehrfachfehler 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
- Die Reparaturzeit (Austausch des Messsystems) nach einem ungefährlichen Ausfall beträgt 8 Stunden (MTTR = 8 h)
- Zur Vermeidung des Verschweißens der Kontakte sind die Ausgänge der Sicherheitsrelais durch eine Sicherung geschützt, die bei 60 % der maximalen Kontaktstrombelastung auslöst

**Randbedingungen bezüglich Messumformer**

Der gespeiste Messumformer muss einen Störstrom ausgeben, wenn er mit einer Spannung außerhalb des in der Betriebsanleitung des VEGAMET 381 spezifizierten Spannungsbereichs für den Sensoreingang versorgt wird.

**Randbedingungen bezüglich Konfiguration der Auswerteinheit**

Eine nachgeschaltete Steuer- und Auswerteinheit bietet folgende Eigenschaften:

- Der Ausgangskreis des Messsystems wird nach dem Ruhestromprinzip beurteilt
- "fail low"- und "fail high"-Signale werden als Störung interpretiert, worauf mit einer Störmeldung reagiert wird

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

**Mehrkanalige Architektur**

In mehrkanaligen Systemen für SIL3-Anwendungen darf dieses Messsystem nur mit diversitärer 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 zu berücksichtigen.

## 4 Inbetriebnahme

### 4.1 Geräteparametrierung

Da die Anlagenbedingungen Einfluss auf die Funktionssicherheit des Messsystems haben, sind die Geräteparameter entsprechend der Anwendung einzustellen.

#### Bedienung und Parametrierung

Zur Einstellung der Geräteparameter für die Sicherheitsfunktion sind folgende Bedienelemente oder Hilfsmittel zulässig:

- Die integrierte Anzeige- und Bedieneinheit zur Vor-Ort-Bedienung  
Die Vorgehensweise der Parametrierung ist in der Betriebsanleitung beschrieben.

Es empfiehlt sich, die Parametereinstellungen der Messstelle zu dokumentieren.

Zum Schutz gegen ungewollte bzw. unbefugte Bedienung müssen die eingestellten Parameter gegen unbeabsichtigten Zugriff geschützt werden (z. B. durch Plombierung der Abdeckklappe).

#### Unsicherer Gerätezustand



##### Warnung:

Während der Geräteparametrierung muss die Sicherheitsfunktion als unsicher betrachtet werden. Dies gilt solange, bis die Parametrierung ordnungsgemäß abgeschlossen wurde.

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

#### Gerätereset



##### Warnung:

Bei einem Reset gehen alle vom Benutzer eingestellten Werte verloren und werden auf die ursprünglichen Werkseinstellungen zurückgesetzt.

### 4.2 Montage und Installation

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

Im Rahmen der Inbetriebnahme wird empfohlen, z. B. anhand einer Erstbefüllung oder durch Simulation des Eingangssignales die Sicherheitsfunktion zu überprüfen. Hierzu kann auch die im Kapitel "*Wiederkehrender Funktionstest*" beschriebene Vorgehensweise verwendet werden.

## 5 Verhalten im Betrieb und bei Störungen

### 5.1 Allgemein

Das Verhalten im Betrieb und bei Störung sowie die entsprechenden Störmeldungen sind in der Betriebsanleitung beschrieben.

Das Auftreten eines gefährlichen, unentdeckten Fehlers ist dem Hersteller zu melden (inklusive einer Fehlerbeschreibung).

### 5.2 Zeitliches Verhalten im Fehlerfall

#### Interne Diagnosen

Das Gerät wird permanent durch ein internes Diagnosesystem überwacht. Wird ein Fehler erkannt, so wechseln die entsprechenden Ausgangssignale in den Störmode (siehe Abschnitt "*Sicherer Zustand*").

Die Diagnosetestdauer ist im Kapitel "*Sicherheitstechnische Kennzahlen*" angegeben.

#### Fehlerreaktionszeit sicherheitsrelevanter Störmeldungen

Je nach Fehlerart wird eine entsprechende Störmeldung mit folgender Reaktionszeit ausgegeben:

Störmeldungen im Betrieb	Reaktionszeit
E014 (Leitungskurzschluss, Sensorstrom > 21 mA)	< 5 s
E015 (Leistungsbruch, Sensorstrom < 3,6 mA)	< 5 s

Störmeldungen beim Parametrieren	Reaktionszeit
E003 (CRC-Fehler beim Speichern in das EEPROM)	< 1 s
E016 (Leer-/Vollabgleich vertauscht)	< 1 s
E017 (Abgleichspanne zu klein)	< 1 s
E021 (Skalierspanne zu klein)	< 1 s
E110 (Relaischaltpunkte zu dicht beieinander)	< 1 s

## 6 Wiederkehrender Funktionstest

### 6.1 Allgemein

Der wiederkehrende Funktionstest (*Proof Test*) dient dazu, die Sicherheitsfunktion zu überprüfen, um mögliche gefährliche, unentdeckte Fehler zu erkennen. Die Funktionsfähigkeit des Messsystems ist deshalb in angemessenen Zeitabständen zu prüfen. Es liegt in der Verantwortung des Betreibers, die Art der Überprüfung zu wählen. Die Zeitabstände richten sich nach dem in Anspruch genommenen  $PFD_{AVG}$  (siehe Kapitel "*Sicherheitstechnische Kennzahlen*").

Bei hoher Anforderungsrate ist in der IEC 61508 kein wiederkehrender Funktionstest vorgesehen. Ein Nachweis der Funktionstüchtigkeit wird hier in der häufigeren Inanspruchnahme des Messsystems gesehen. In zweikanaligen Architekturen ist es jedoch sinnvoll, die Wirkung der Redundanz durch wiederkehrende Funktionstests in angemessenen Zeitabständen nachzuweisen.

Zur Dokumentation der Funktionstests kann das Prüfprotokoll im Anhang verwendet werden.

Verläuft der Funktionstest negativ, 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.

#### Hilfsmittel

- Geeignetes kalibriertes Strommessgerät (Genauigkeit besser  $\pm 0,1$  mA)
- Geeignetes kalibriertes Widerstandsmessgerät
- Gegebenenfalls Simulator für Sensorstrom (passive Stromquelle)

#### Vorbereitung

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



#### Hinweis:

Die Relaischaltpunkte und der Ausgangsstrom sind abhängig von der *Offsetkorrektur* und vom eingestellten *Abgleich*!

Berechnung siehe Abschnitt *Berechnung Relaischaltpunkte und Ausgangsstrom*.

#### 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.

## 6.2 Test Applikation 1 - Ein Relaisausgang

### Ablauf für Betriebsart Überfüllsicherung

- 1 Simulierter Sensorstrom unmittelbar (max. 2 %) unterhalb des Relaisschaltpunktes "on" einstellen.
- 2 Simulierter Sensorstrom unmittelbar (max. 2 %) oberhalb des Relaisschaltpunktes "off" einstellen.

### Ablauf für Betriebsart Trockenlaufschutz

- 1 Simulierter Sensorstrom unmittelbar (max. 2 %) oberhalb des Relaisschaltpunktes "on" einstellen
- 2 Simulierter Sensorstrom unmittelbar (max. 2 %) unterhalb des Relaisschaltpunktes "off" einstellen

### Erwartetes Ergebnis

Verwendeter SIL-Relaiskontakt muss bei Punkt 1 geschlossen und bei Punkt 2 geöffnet sein.

### Deckungsgrad der Prüfung

PTC = 97 %

## 6.3 Test Applikation 2 - Zwei Relaisausgänge für Bereichsüberwachung

### Ablauf

- 1 Simulierter Sensorstrom unmittelbar (max. 2 %) unterhalb des Relaisschaltpunktes "on" für die obere Bereichsgrenze einstellen
- 2 Simulierter Sensorstrom unmittelbar (max. 2 %) oberhalb des Relaisschaltpunktes "on" für die obere Bereichsgrenze einstellen
- 3 Simulierter Sensorstrom unmittelbar (max. 2 %) oberhalb des Relaisschaltpunktes "off" für die obere Bereichsgrenze einstellen.
- 4 Simulierter Sensorstrom unmittelbar (max. 2 %) unterhalb des Relaisschaltpunktes "off" für die untere Bereichsgrenze einstellen.

### Erwartetes Ergebnis

Punkt 1 und 2: Beide SIL-Relaiskontakte müssen geschlossen sein.

Punkt 3: Der SIL-Relaiskontakt für die Überwachung der oberen Bereichsgrenze muss geöffnet sein.

Punkt 4: Der SIL-Relaiskontakt für die Überwachung der unteren Bereichsgrenze muss geöffnet sein.

### Deckungsgrad der Prüfung

PTC = 97 %

## 6.4 Test Applikation 3 - Zwei redundante Relaisausgänge

### Ablauf

Siehe Abschnitt "Test Applikation 1"

**Deckungsgrad der Prüfung** PTC = 95 %

## 6.5 Test Applikation 4 - Stromausgang

**Ablauf** Mindestens fünf Werte des simulierten Sensorstromes innerhalb des Messbereiches einstellen.

**Erwartetes Ergebnis** Alle gemessenen Stromausgangswerte weichen um weniger als 2 % vom erwarteten Ausgangsstrom ab.

**Deckungsgrad der Prüfung** PTC = 96 %

## 6.6 Berechnung Relaisschaltpunkte und Ausgangsstrom

**Relaisschaltpunkte** **SwitchPoint\_mA**  
Anhand folgender Formel können die Sensorstromwerte der Relaisschaltpunkte in mA berechnet werden:

$$\text{SwitchPoint\_mA} = \frac{(\text{Adj\_max\_mA} - \text{Adj\_min\_mA})}{(\text{Adj\_max\_}\% - \text{Adj\_min\_}\%)} \times \text{SwitchPoint\_}\% + \text{Adj\_min\_mA} + \text{Offset\_mA}$$

**Ausgangsstrom** **OutputValue\_mA**  
Anhand folgender Formel kann der Ausgangsstrom in mA berechnet werden:

$$\text{OutputValue\_mA} = \frac{\text{Value\_}\%}{100\%} \times 16\text{mA} + 4\text{mA}$$

$$\text{with Value\_}\% = (\text{InputValue\_mA} - \text{Adj\_min\_mA} - \text{Offset\_mA}) \times \frac{(\text{Adj\_max\_}\% - \text{Adj\_min\_}\%)}{(\text{Adj\_max\_mA} - \text{Adj\_min\_mA})}$$

### Abkürzungen

Abkürzung	Einheit	Begriff
InputValue_mA	[mA]	Sensorstrom
Adj_max_mA	[mA]	Abgleich max.
Adj_min_mA	[mA]	Abgleich min.
Adj_max_%	[%]	Abgleich max.
Adj_min_%	[%]	Abgleich min.
Offset_mA	[mA]	Offsetkorrektur

<b>Abkürzung</b>	<b>Einheit</b>	<b>Begriff</b>
SwitchPoint_mA	[mA]	Relaisschaltpunkt
SwitchPoint_%	[%]	Relaisschaltpunkt
Value_mA	[%]	Prozentwert
OutputValue_mA	[mA]	Ausgangsstrom

## 7 Anhang A - Prüfprotokoll Funktionstest

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

Eingestellte Parameter			
Verwendete sicherheitsrelevante Ausgänge	<input type="radio"/> Relais 1 <input type="radio"/> Relais 2 <input type="radio"/> Stromausgang		
Offsetkorrektur		mA	
Abgleich min.		mA entspricht	% (Prozentwert)
Abgleich max.		mA entspricht	% (Prozentwert)
Eingestellter Schalterpunkt "on" Relais 1		% entspricht	mA Sensorstrom
Eingestellter Schalterpunkt "off" Relais 1		% entspricht	mA Sensorstrom
Eingestellter Schalterpunkt "on" Relais 2		% entspricht	mA Sensorstrom
Eingestellter Schalterpunkt "off" Relais 2		% entspricht	mA Sensorstrom

### Testergebnis 1                      Relaisausgänge

Schalt- punkt	Relaisausgang 1			Relaisausgang 2		
	Gemessener Sensorstrom	Zustand Relais 1	Testergebnis	Gemessener Sensorstrom	Zustand Relais 2	Testergebnis
"on"	mA			mA		
"on"	mA			mA		
"on"	mA			mA		
"off"	mA			mA		
"off"	mA			mA		
"off"	mA			mA		

**Testergebnis 2                      Stromausgang**

Simulierter Sensorstrom		Erwarteter Ausgangsstrom	Gemessener Ausgangsstrom	Testergebnis
Sensorstrom 1	mA	mA	mA	
Sensorstrom 2	mA	mA	mA	
Sensorstrom 3	mA	mA	mA	
Sensorstrom 4	mA	mA	mA	
Sensorstrom 5	mA	mA	mA	

**Bestätigung**

Datum:

Unterschrift:

## 8 Anhang B - Begriffsdefinitionen

### Abkürzungen

SIL	Safety Integrity Level
HFT	Hardware Fault Tolerance
SFF	Safe Failure Fraction
PFD <sub>AVG</sub>	Average Probability of dangerous Failure on Demand
PFH	Probability of a dangerous Failure per Hour
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
$\lambda_{DD}$	Rate for dangerous detected failure
$\lambda_{DU}$	Rate for dangerous undetected failure
DC	Diagnostic Coverage
PTC	Proof Test Coverage
T1	Proof Test Interval
LT	Life Time
MTBF	Mean Time Between Failure
MTTF	Mean Time To Failure
MTTR	Mean Time To Repair
MTTF <sub>d</sub>	Mean Time To dangerous Failure
PL	Performance Level (ISO 13849-1)

### Ausfallgrenzwerte für eine Sicherheitsfunktion

	Low demand mode	High demand mode
SIL	PFD <sub>AVG</sub>	PFH [1/h]
4	$\geq 10^{-5} \dots < 10^{-4}$	$\geq 10^{-9} \dots < 10^{-8}$
3	$\geq 10^{-4} \dots < 10^{-3}$	$\geq 10^{-8} \dots < 10^{-7}$
2	$\geq 10^{-3} \dots < 10^{-2}$	$\geq 10^{-7} \dots < 10^{-6}$
1	$\geq 10^{-2} \dots < 10^{-1}$	$\geq 10^{-6} \dots < 10^{-5}$

**Sicherheitsintegrität für Teilsysteme vom Typ A**

Maximal erlaubter Sicherheitsintegritätslevel für eine Sicherheitsfunktion, ausgeführt von einem sicherheitsgerichteten Element oder Teilsystem vom **Typ A**:

SFF	Hardware Fault Tolerance		
	HFT = 0	HFT = 1	HFT = 2
< 60 %	SIL1	SIL2	SIL3
60 % – < 90 %	SIL2	SIL3	SIL4
90 % – < 99 %	SIL3	SIL4	SIL4
≥ 99 %	SIL3	SIL4	SIL4

**Sicherheitsintegrität für Teilsysteme vom Typ B**

Maximal erlaubter Sicherheitsintegritätslevel für eine Sicherheitsfunktion, ausgeführt von einem sicherheitsgerichteten Element oder Teilsystem vom **Typ B**:

SFF	Hardware Fault Tolerance		
	HFT = 0	HFT = 1	HFT = 2
< 60 %	Not allowed	SIL1	SIL2
60 % – < 90 %	SIL1	SIL2	SIL3
90 % – < 99 %	SIL2	SIL3	SIL4
≥ 99 %	SIL3	SIL4	SIL4

## 9 Anhang C - SIL-Konformität

VEGA



Konformitätserklärung  
Declaration of conformity  
Déclaration de conformité  
**IEC 61508 / IEC 61511**

**VEGA Grieshaber KG,  
Am Hohenstein 113,  
77761 Schiltach / Germany**

erklärt als Hersteller, dass das Auswertgerät  
declares as manufacturer, that the signal conditioning instrument  
déclare en tant que fabricant que le transmetteur et indicateur de niveau

### **VEGAMET 381 Ex**

entsprechend der IEC 61511-1, Abschnitt 11.4.4 („Betriebsbewährtheit“) für den Einsatz in sicherheitsinstrumentierten Systemen (SIS) als Untersystem bis **SIL2** geeignet ist.

Die Sicherheitstechnischen Kennzahlen sowie die Sicherheitshinweise im *Safety Manual* sind zu beachten.

Die Beurteilung des Änderungswesens war Bestandteil des Nachweises der Betriebsbewährtheit.

according to IEC 61511-1, section 11.4.4 ("proven in use")  
is suitable as a subsystem until **SIL2** in safety instrumented systems (SIS).

The safety related characteristics as well as the safety instructions in the *Safety Manual* must be considered.

The assessment of the modification management was part of the proof for "proven in use".

convient à une utilisation dans les systèmes instrumentés de sécurité (SIS)  
comme sous-système jusqu'à **SIL2** suivant la norme

IEC 61511-1, paragraphe 11.4.4 ("validé en utilisation").

Les caractéristiques techniques relatives à la sécurité ainsi que les consignes de sécurité stipulées dans le *Safety Manual* sont à respecter.

L'évaluation du service de modifications a fait partie de la preuve de la validité en utilisation.

Schiltach, 04 Februar 2011

A handwritten signature in black ink, appearing to read "J. Fehrenbach".

Josef Fehrenbach  
R&D Director





Druckdatum:

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)



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

© VEGA Grieshaber KG, Schiltach/Germany 2011