

# Sonderdokumentation Proline t-mass 500

Handbuch zur Funktionalen Sicherheit  
HART





# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Herstellereklärung</b> .....	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>Reparatur und Fehlerbehandlung</b> .....	<b>47</b>
1.1	Sicherheitstechnische Kenngrößen .....	5	8.1	Wartung .....	47
<b>2</b>	<b>Zertifikat</b> .....	<b>7</b>	8.2	Reparatur .....	47
<b>3</b>	<b>Hinweise zum Dokument</b> .....	<b>7</b>	8.3	Modifikation .....	48
3.1	Dokumentfunktion .....	7	8.4	Außerbetriebnahme .....	48
3.2	Umgang mit dem Dokument .....	7	8.5	Entsorgung .....	48
3.3	Symbole .....	7	<b>9</b>	<b>Anhang</b> .....	<b>48</b>
3.4	Mitgeltende Dokumentationen .....	9	9.1	Aufbau des Messsystems .....	48
<b>4</b>	<b>Design</b> .....	<b>10</b>	9.2	Protokoll Inbetriebnahme- oder Wiederholungsprüfung .....	51
4.1	Zulässige Gerätetypen .....	10	9.3	Verifizierung oder Kalibrierung .....	53
4.2	Kennzeichnung .....	13	9.4	Versionshistorie .....	53
4.3	Hinweise bei redundanter Verschaltung mehrerer Sensoren .....	14			
4.4	Randbedingungen für die Anwendung im sicherheitsbezogenen Betrieb .....	16			
4.5	Sicherheitsmessabweichung .....	17			
4.6	Gebrauchsdauer elektrischer Bauteile ..	18			
<b>5</b>	<b>Inbetriebnahme (Installation und Konfiguration)</b> .....	<b>19</b>			
5.1	Anforderungen an das Personal .....	19			
5.2	Installation .....	19			
5.3	Inbetriebnahme .....	19			
5.4	Bedienung .....	19			
5.5	Geräteparametrierung für sicherheitsbezogene Anwendungen .....	19			
<b>6</b>	<b>Betrieb</b> .....	<b>32</b>			
6.1	Geräteverhalten beim Einschalten .....	32			
6.2	Geräteverhalten bei Anforderung der Sicherheitsfunktion .....	32			
6.3	Sichere Zustände .....	33			
6.4	Geräteverhalten bei Alarmen und Warnungen .....	33			
6.5	Alarm- und Warnmeldungen .....	33			
<b>7</b>	<b>Wiederholungsprüfung</b> .....	<b>34</b>			
7.1	Prüfablauf A (PTC = 99 %) .....	35			
7.2	Prüfablauf C (PTC = 98 %) .....	38			
7.3	Prüfablauf D (PTC = 36 %) .....	40			
7.4	Prüfablauf E (PTC = 19 %) .....	43			
7.5	Prüfablauf F (PTC = 0 %) .....	45			
7.6	Prüfkriterium .....	46			

# 1 Herstellereklärung

Products

Solutions

Services

HE\_61508\_tmass\_300\_500\_de\_en.docx

## Herstellereklärung - Manufacturer Declaration Funktionale Sicherheit / Functional Safety (IEC 61508)

**Endress+Hauser Flowtec AG, Kägenstrasse 7, 4153 Reinach**

erklärt als Hersteller, dass die Durchflussmessgeräte aus der Serie  
declares as a manufacturer, that the flow meters of the product line

Proline t-mass 300 ( 6F3B, 6I3B )

Proline t-mass 500 ( 6F5B, 6I5B )

in sicherheitsrelevanten Anwendungen SIL 2 (HFT=0) bzw. SIL 3 (HFT=1) nach IEC 61508:2010  
eingesetzt werden können.

are suitable for use in safety relevant applications up to SIL 2 (HFT=0) resp. SIL 3 (HFT=1)  
acc. IEC 61508:2010.

Für einen Einsatz in sicherheitsrelevanten Anwendungen entsprechend IEC 61508 sind die Angaben  
des Handbuchs zur Funktionalen Sicherheit zu beachten. Die Installation muß konform zu diesem  
Handbuch ausgeführt werden und die Sicherheitshinweise sind zu beachten.

For safety relevant applications according to IEC 61508, we refer to our hand-book named functional  
safety. The installation has to be conform to our descriptions in our handbook in consideration of our  
safety instructions.

Die Kenngrößen für die Verwendung des Produktes in sicherheitsrelevanten Anwendungen können  
dem Handbuch zur Funktionalen Sicherheit entnommen werden.

The characteristics for use of these products in safety relevant applications can be found in the  
functional safety manual.

Reinach, 18. Dezember 2020

Endress+Hauser Flowtec AG



Ulrich Schinle  
Managing Director

i.V.



Michael Karólzak  
Senior Expert Functional Safety

**Endress+Hauser** 

People for Process Automation

## 1.1 Sicherheitstechnische Kenngrößen

Allgemein	
Gerätebezeichnung und zulässige Ausführungen	6F5B (t-mass F 500) 6I5B (t-mass I 500)
	Bestellmerkmal "Ausgang; Eingang 1": Option BA "4-20mA HART"
	Bestellmerkmal "Ausgang; Eingang 2": Alle Optionen
	Bestellmerkmal "Ausgang; Eingang 3": Alle Optionen
	Bestellmerkmal "Ausgang; Eingang 4": Alle Optionen
Bestellmerkmal "Weitere Zulassung": Option LA "SIL"	
Sicherheitsbezogenes Ausgangssignal	4...20 mA (Ausgang; Eingang 1)
Fehlerstrom	$\leq 3,6$ mA oder $\geq 21$ mA
Bewertete Messgröße / Funktion	Überwachung Massefluss für gasförmige Messstoffe
Sicherheitsfunktion(en)	Min., Max., Bereich
Gerätetyp gem. IEC 61508-2	<input type="checkbox"/> Typ A <input checked="" type="checkbox"/> Typ B
Betriebsart	<input checked="" type="checkbox"/> Low Demand Mode <input checked="" type="checkbox"/> High Demand Mode <input type="checkbox"/> Continuous Mode <sup>1)</sup>
Gültige Hardware-Version (Hauptelektronik)	Ab Auslieferungsdatum 31.07.2020
Gültige Firmware-Version	Ab 01.00.zz (HART; ab Auslieferungsdatum 31.07.2020)
Sicherheitshandbuch	SD02484D
Art der Bewertung (nur 1 Variante wählbar)	<input checked="" type="checkbox"/> Vollständige entwicklungsbegleitende HW/SW Bewertung inkl. FMEDA und Änderungsprozess nach IEC 61508-2, 3
	<input type="checkbox"/> Bewertung über Nachweis der Betriebsbewährung HW/SW inkl. FMEDA und Änderungsprozess nach IEC 61508-2, 3
	<input type="checkbox"/> Auswertung von Felddaten HW/SW zum Nachweis "Frühere Verwendung/ Prior Use" gemäß IEC 61511
	<input type="checkbox"/> Bewertung durch FMEDA gemäß IEC 61508-2 für Geräte ohne Software
Prüfunterlagen	Entwicklungsdokumente, Testreports, Datenblätter

1) Kein kontinuierlicher Betrieb gemäß IEC 61508: 2011 (Kapitel 3.5.16)

SIL-Integrität	
Systematische Sicherheitsintegrität	<input type="checkbox"/> SIL 2 fähig <input checked="" type="checkbox"/> SIL 3 fähig

Hardware Sicherheitsintegrität	Einkanaliger Einsatz (HFT = 0)	<input checked="" type="checkbox"/> SIL 2 fähig	<input type="checkbox"/> SIL 3 fähig
	Mehrkanaliger Einsatz (HFT ≥ 1)	<input type="checkbox"/> SIL 2 fähig	<input checked="" type="checkbox"/> SIL 3 fähig

FMEDA	
Sicherheitsfunktion(en)	Min., Max., Bereich
$\lambda_{DU}^{1)}$	195 FIT
$\lambda_{DD}^{1)}$	2112 FIT
$\lambda_{SU}^{1)}$	2021 FIT
$\lambda_{SD}^{1)}$	3085 FIT
SFF - Safe Failure Fraction	97 %
PF <sub>D</sub> <sub>avg</sub> für T <sub>1</sub> = 1 Jahr <sup>2)</sup> (einkanalige Architektur)	$8,6 \cdot 10^{-4}$
PFH	$9,8 \cdot 10^{-8}$
PTC <sup>3)</sup>	Bis 99 %
MTBF <sub>tot</sub> <sup>4)</sup>	51 Jahre
Diagnose-Testintervall <sup>5)</sup>	30 min
Fehlerreaktionszeit <sup>6)</sup>	30 s
Empfohlenes Prüfintervall T <sub>1</sub>	2 Jahre
MTTF <sub>d</sub> <sup>7)</sup>	49 Jahre

- 1) FIT = Failure In Time, Anzahl der Ausfälle pro 10<sup>9</sup> h
- 2) Gültig für gemittelte Umgebungstemperaturen bis zu 40 °C (104 °F) gemäß allgemeinem Standard für SIL-fähige Geräte.
- 3) PTC = Proof Test Coverage (Diagnoseaufdeckungsgrad von Gerätefehlern bei manueller Wiederholungsprüfung)
- 4) Dieser Wert berücksichtigt alle Ausfallarten der Elektronikkomponenten gemäß Siemens SN29500
- 5) In dieser Zeit werden alle Diagnosefunktionen mindestens 1x ausgeführt. Für die Betriebsart mit hoher Anforderungsrate entsprechend IEC 61508 ist die sichere Verwendung der Geräte auf eine Anforderungsrate der Sicherheitsfunktion von ≤ 1/50 h beschränkt.
- 6) Maximale Zeit zwischen Fehlererkennung und Fehlerreaktion.
- 7) MTTF<sub>d</sub> nach ISO 13849/IEC 62061 schließt auch Soft-Errors ein (sporadische Bitfehler in Datenspeichern).

Bemerkung
Das Messgerät wurde entwickelt für den Gebrauch im "Low Demand"- und "High Demand"-Betrieb.
Erklärung
<input checked="" type="checkbox"/> Unser firmeninternes Qualitätsmanagement stellt die Information von zukünftig bekannt werdenden sicherheitsrelevanten systematischen Fehlern sicher.

## 2 Zertifikat

Zertifikat abrufbar unter [www.endress.com](http://www.endress.com):

1. Downloads
2. Zulassungen
3. Typ: Funktionale Sicherheit (SIL)
4. Produktwurzel: z.B. 5H3B
5. Button "Suche" drücken

## 3 Hinweise zum Dokument

### 3.1 Dokumentfunktion

Dieses Dokument ist Teil der Betriebsanleitung und dient als Nachschlagewerk für anwendungsspezifische Parameter und Hinweise.



Allgemeine Informationen zur Funktionalen Sicherheit **SIL**, verfügbar im Download-Bereich der Endress+Hauser Internetseite: [www.endress.com/SIL](http://www.endress.com/SIL).

### 3.2 Umgang mit dem Dokument

#### 3.2.1 Informationen zum Dokumentaufbau



Weitere Angaben zur Anordnung der Parameter mit Kurzbeschreibung gemäß Menü **Betrieb**, Menü **Setup**, Menü **Diagnose** und Bedienphilosophie: Siehe Betriebsanleitung, Abschnitt "Mitgeltende Dokumentationen"

### 3.3 Symbole

#### 3.3.1 Warnhinweissymbole



**GEFAHR**

Dieser Hinweis macht auf eine gefährliche Situation aufmerksam, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu Tod oder schwerer Körperverletzung führen wird.



**WARNUNG**

Dieser Hinweis macht auf eine gefährliche Situation aufmerksam, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu Tod oder schwerer Körperverletzung führen kann.



**VORSICHT**

Dieser Hinweis macht auf eine gefährliche Situation aufmerksam, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu leichter oder mittelschwerer Körperverletzung führen kann.



**HINWEIS**

Dieser Hinweis enthält Informationen zu Vorgehensweisen und weiterführenden Sachverhalten, die keine Körperverletzung nach sich ziehen.

### 3.3.2 Symbole für Informationstypen

Symbol	Bedeutung
	<b>Erlaubt</b> Abläufe, Prozesse oder Handlungen, die erlaubt sind.
	<b>Zu bevorzugen</b> Abläufe, Prozesse oder Handlungen, die zu bevorzugen sind.
	<b>Verboten</b> Abläufe, Prozesse oder Handlungen, die verboten sind.
	<b>Tipp</b> Kennzeichnet zusätzliche Informationen.
	Verweis auf Dokumentation
	Verweis auf Seite
	Verweis auf Abbildung
	Zu beachtender Hinweis oder einzelner Handlungsschritt
	Handlungsschritte
	Ergebnis eines Handlungsschritts
 A0028662	Bedienung via Vor-Ort-Anzeige
 A0028663	Bedienung via Bedientool
 A0028665	Schreibgeschützter Parameter

### 3.3.3 Symbole in Grafiken

Symbol	Bedeutung
1, 2, 3 ...	Positionsnummern
A, B, C, ...	Ansichten
A-A, B-B, C-C, ...	Schnitte

## 3.4 Mitgeltende Dokumentationen



Eine Übersicht zum Umfang der zugehörigen Technischen Dokumentation bieten:

- *Device Viewer* ([www.endress.com/deviceviewer](http://www.endress.com/deviceviewer)): Seriennummer vom Typenschild eingeben
- *Endress+Hauser Operations App*: Seriennummer vom Typenschild eingeben oder Matrixcode auf dem Typenschild einscannen

### 3.4.1 Standarddokumentation

#### Betriebsanleitung

Messgerät	Dokumentationscode
t-mass F 500	BA01996D
t-mass I 500	BA01997D

#### Beschreibung Geräteparameter

Messgerät	Dokumentationscode
t-mass 500	GP01145D

#### Technische Information

Messgerät	Dokumentationscode
t-mass F 500	TI01502D
t-mass I 500	TI01503D

### 3.4.2 Geräteabhängige Zusatzdokumentation

#### Sicherheitshinweise

Sicherheitshinweise für elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche.

Inhalt	Dokumentationscode
ATEX/IECEx Ex d/Ex de	XA01970D
ATEX/IECEx Ex ec	XA01971D
cCSAus XP	XA01974D
cCSAus Ex d/ Ex de	XA01972D
cCSAus Ex nA	XA01973D

## Handbuch zur Funktionalen Sicherheit

Inhalt	Dokumentationscode
Proline t-mass 500	SD02484D

### Sonderdokumentation

#### Einbauanleitung

Inhalt	Bemerkung
Einbauanleitung für Ersatzteilsets und Zubehör	Überblick zum bestellbaren Zubehör: Betriebsanleitung zum Gerät

## 4 Design

### 4.1 Zulässige Gerätetypen

Die in diesem Handbuch enthaltenen Angaben zur Funktionalen Sicherheit sind für die unten angegebenen Geräteausprägungen und ab der genannten Software- und Hardwareversion gültig.

Sofern nicht anderweitig angegeben, sind alle nachfolgenden Versionen ebenfalls für Sicherheitsfunktionen einsetzbar.

Bei Geräteänderungen wird ein zu IEC 61508 konformer Modifikationsprozess angewendet.

Gültige Geräteausprägungen für sicherheitsbezogenen Einsatz:

#### 4.1.1 Bestellmerkmale

Merkmal	Benennung	Gewählte Option
-	Bestellcode	6F5B (t-mass F 500) 6I5B (t-mass I 500)
000	Nennweite	Alle
010	Zulassung; Messumformer; Sensor	Alle
015	Energieversorgung	Alle
020	Ausgang; Eingang 1 <sup>1)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Option BA "4-20mA HART"</li> <li>▪ Option CA "4-20mA HART Ex-i passiv"</li> <li>▪ Option CC "4-20mA HART Ex-i aktiv"</li> </ul>
021	Ausgang; Eingang 2	Alle
022	Ausgang; Eingang 3	Alle
023	Ausgang; Eingang 4	Alle

Merkmals	Benennung	Gewählte Option
030	Anzeige; Bedienung	Alle
035	Integrierte ISEM Elektronik	Alle
041	Messumformergehäuse	Alle
042	Sensor Anschlussgehäuse	Alle
045	Kabel, Sensoranschluss	Alle
050	Elektrischer Anschluss	Alle
060	Sensorausführung; Sensor; Messrohr	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ HA "Unidirektional; Alloy; rostfr. Stahl"</li> <li>▪ SA "Unidirektional; rostfr. Stahl; rostfr. Stahl"</li> </ul>
070	Prozessanschluss	Alle
080	Kalibration Durchfluss	Alle
480	Gerätemodell	Alle
500	Bediensprache Anzeige	Alle
520	Sensoroption	CS "1x Strömungsgleichrichter"
530	Kundenspezifische Parametrierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ DA "Ausgang 1"</li> <li>▪ DB "Ausgang 2"</li> <li>▪ DG "Summenzähler"</li> <li>▪ DH "Anzeige; Summenzähler"</li> </ul>
540	Anwendungspaket	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ EA "Extended HistoROM"</li> <li>▪ EB "Heartbeat Verification + Monitoring"</li> </ul>
570	Dienstleistung	Alle
580	Test, Zeugnis	Alle
590	Weitere Zulassung	LA (= SIL) <sup>2)</sup>
610	Zubehör montiert	Alle
620	Zubehör beigelegt	Alle
850	Firmware-Version	SIL-fähige Firmware, z.B. 01.01.zz (HART)
895	Kennzeichnung	Alle

- 1) Bei Geräten mit mehreren Ausgängen ist nur Stromausgang 1 (Klemmen 26 und 27) für Sicherheitsfunktionen geeignet. Die weiteren Ausgänge können bei Bedarf für nicht sicherheitsgerichtete Zwecke angeschlossen werden.
- 2) Eine zusätzliche Auswahl beliebiger weiterer Ausprägungen ist möglich.

#### 4.1.2 Eignung des Messgeräts

1. Die Nennweite des Messgeräts gemäß den in der Anwendung zu erwartenden Durchflüssen sorgfältig auswählen.
  - ↳ Der maximale Durchfluss im Betrieb darf den spezifizierten kalibrierten Maximalwert des Messaufnehmers nicht überschreiten.

2. Es wird empfohlen, in sicherheitsrelevanten Anwendungen den Grenzwert zur Überwachung eines minimalen Durchflusses so zu wählen, dass diese Grenze mindestens um einen Faktor 2 über dem kleinsten spezifizierten noch messbaren Durchfluss beim entsprechenden Messstoff und der ausgesuchten Nennweite liegt.

↳ Weitere Angaben dazu: Technische Information →  9

### 4.1.3 Einschränkungen

- Gültige Einzelgase:
  - Luft
  - Methan (CH<sub>4</sub>)
  - Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>)
  - Stickstoff (N<sub>2</sub>)
  - Sauerstoff (O<sub>2</sub>)
- Gültige 4-Komponenten-Erdgaszusammensetzung in Mol-%:
  - CH<sub>4</sub> 80 ... 99 %
  - N<sub>2</sub> 0,3 ... 12 %
  - C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> 0,3 ... 12 %
  - CO<sub>2</sub> 0,3 ... 12 %
- Erweitertes Erdgasspektrum I: die angeführte 4-Komponenten-Erdgaszusammensetzung darf um eine Auswahl der folgenden Komponenten bis zu einem maximalen Anteil gemäß der folgenden Tabelle erweitert werden:

Zusätzliche Erdgaskomponenten	Max. Mol-% Anteil
Propan (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	2 %
Butan (i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> , n-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	1 %
Pentan (i-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> , n-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )	0,2 %
Hexan (i-C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> , n-C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> )	0,2 %
Sauerstoff (O <sub>2</sub> )	0,2 %

 Beachte die spezielle Parametrierhinweise unter «Parametrierung des erweiterten Erdgasspektrums» →  19.

- Erweitertes Erdgasspektrum II: Erdgasgemische, die der 4-Komponenten-Erdgaszusammensetzung oder dem erweiterten Erdgasspektrum I entsprechen, mit CO<sub>2</sub>- und/oder N<sub>2</sub>-Anteile kleiner als je 0,3 Mol-% (wie im 4-Komponenten-Gemisch definiert) sind unter Berücksichtigung der speziellen Parametrierhinweise unter «Parametrierung des erweiterten Erdgasspektrums» möglich.
- Temperaturbereich: -30 ... +150 °C (-22 ... +302 °F)
- Druckbereich: 0,8 ... 30 bar (11,6 ... 435 psi)
- Nennweiten: Bis Innendurchmesser 320 mm (12,6 in)

- Rundes Rohr bei Insertion-Variante (nicht für rechteckige Kanäle anwendbar)
- Der maximale Durchfluss im Betrieb darf den spezifizierten kalibrierten Maximalwert des Messaufnehmers nicht überschreiten <sup>1)</sup>.
- Messunsicherheit im SIL-Modus (siehe «Richtlinien für minimale Messabweichung» →  17).

### HINWEIS

#### Den anwendungsgemäßen Einsatz des Messgeräts berücksichtigen.

- ▶ Die Messstoffeigenschaften und die Umgebungsbedingungen beachten.
- ▶ Alle Hinweise auf kritische Prozesssituationen und Installationsverhältnisse beachten.



Detaillierte Informationen zu:

- Montage
- Elektrischer Anschluss
- Messstoffeigenschaften
- Umgebung
- Prozess

Betriebsanleitung →  9

### ⚠ VORSICHT

#### Insbesondere beachten:

- ▶ Montagebedingungen beachten →  9.
- ▶ Nur für trockene Gase geeignet.
- ▶ Bei hohen Fließgeschwindigkeiten können Turbulenzen auftreten, z.B. bei halbgeschlossenen Ventilen. Dies kann schwankende Messwerte verursachen.
- ▶ Anwendungen vermeiden, die Ablagerungen, Korrosion oder Abrasion am Sensor verursachen.
- ▶ Nähe zu wärmeabstrahlenden Quellen vermeiden.



Weitere Angaben zur Eignung des Messgeräts für den sicherheitsbezogenen Betrieb: Bei Ihrer Endress+Hauser Vertriebszentrale.

## 4.2 Kennzeichnung

SIL-zertifizierte Geräte sind auf dem Typenschild mit dem SIL-Logo gekennzeichnet.

1) Siehe «Technische Information/Eingang/Messbereich» →  9



Das sicherheitsbezogene Ausgangssignal wird einer nachgeschalteten Logikeinheit wie z.B. einer speicherprogrammierbaren Steuerung oder einem Grenzsinalgeber zugeführt und dort überwacht auf:

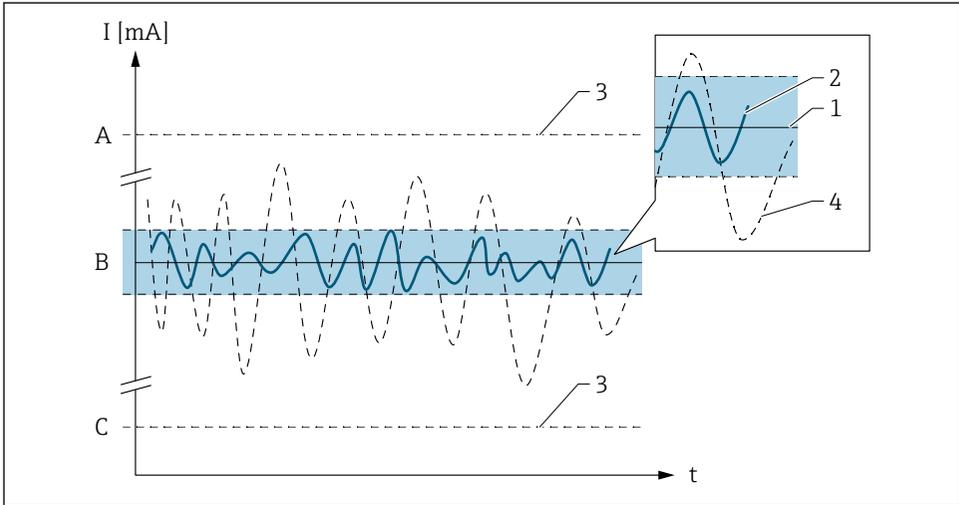
- Überschreiten und/oder Unterschreiten eines vorgegebenen Grenzwertes
- Eintreten einer Störung, z.B. Fehlerstrom ( $\leq 3,6 \text{ mA}$ ,  $\geq 21 \text{ mA}$ , Unterbrechung oder Kurzschluss der Signalleitung)



Im Fehlerfall ist sicherzustellen, dass die zu überwachende Anlage in einem sicheren Zustand bleibt oder in einen sicheren Zustand gebracht werden kann.

*Einteilung der sicherheitstechnischen Fehler gemäß IEC/EN 61508 in unterschiedliche Kategorien und Auswirkungen auf das sicherheitsbezogene Ausgangssignal*

Sicherheits-technische Fehler	Erklärung	Position Auswirkung auf die Messunsicherheit	Auswirkung aus das sicherheitsbezogene Ausgangssignal
Kein Gerätefehler	Safe: Keine Fehler vorhanden	1 Liegt innerhalb der Spezifikation	keine
$\lambda_{SD}$	Safe detected: Sicherer, erkennbarer Fehler vorhanden	3 Hat keinen Einfluss	Führt zu einem Fehlerstrom am Ausgangssignal
$\lambda_{SU}$	Safe undetected: Sicherer, nicht erkennbarer Fehler vorhanden	2 Kann außerhalb der Spezifikation liegen	Bewegt sich innerhalb des festgelegten Fehlerbandes
$\lambda_{DD}$	Dangerous detected: Gefährlicher, aber erkennbarer Fehler vorhanden (Diagnose im Gerät)	3 Hat keinen Einfluss	Führt zu einem Fehlerstrom am Ausgangssignal
$\lambda_{DU}$	Dangerous undetected: Gefährlicher, nicht erkennbarer Fehler vorhanden	4 Kann außerhalb des festgelegten Fehlerbandes liegen	Kann außerhalb des festgelegten Fehlerbandes liegen



A0034924

#### 1 Sicherheitsbezogenes Ausgangssignal

- A Fehlerstrom  $\geq 21$  mA
- B Messunsicherheit gemäß Technischer Daten zum Gerät
- C Fehlerstrom  $\leq 3,6$  mA

## 4.4 Randbedingungen für die Anwendung im sicherheitsbezogenen Betrieb

1. Anwendungsgemäßen Einsatz des Messgeräts unter Berücksichtigung der Messstoffeigenschaften und Umgebungsbedingungen einhalten.
2. Sicherheitshinweise auf kritische Prozesssituationen und Installationsverhältnisse aus der Gerätedokumentation beachten.
3. Anwendungsspezifische Grenzen einhalten.
4. Technische Spezifikationen des Messgeräts nicht überschreiten.

Angaben zum sicherheitsbezogenen Signal

Detaillierte Informationen zu den technischen Spezifikationen: Gerätedokumentation → 9.

### 4.4.1 Zusätzliche Einschränkungen für den sicherheitsbezogenen Einsatz

Als gefährlicher unerkannter Fehler wird ein falsches Ausgangssignal betrachtet, das von dem in der Betriebsanleitung spezifizierten Wert abweicht, wobei das Ausgangssignal weiterhin im Bereich von 4–20 mA liegt.

 Hinweise zur Messabweichung → 17

 Detaillierte Informationen zur maximalen Messabweichung: Technische Information → 9

## 4.5 Sicherheitsmessabweichung

Bei Übertragung des Messwerts über den 4–20 mA Stromausgang setzt sich die relative Messabweichung des Messgeräts aus dem Beitrag des digital ermittelten Messwerts und der Genauigkeit des analogen Stromausgangs zusammen. Diese in den Gerätedokumentationen gelisteten Beiträge gelten unter Referenzbedingungen und können von der bestellten Messaufnahmerausrüstung abhängen.



Detaillierte Informationen zur maximalen Messabweichung: Technische Information  
→ 9

### 4.5.1 Richtlinien für minimale Messabweichung

Grenzwertüberwachung: Je nach Prozessdynamik kann der Momentanwert des ungefilterten 4–20 mA Ausgangssignals das spezifizierte Fehlerband temporär überschreiten. Das Gerät stellt wahlweise eine Dämpfung des Stromausgangs über einen Parameter zur Verfügung, die nur auf den ausgegebenen Messwert wirkt.



Geräteinterne Diagnosen oder die Ausgabe eines Fehlerstroms ( $\leq 3,6$  mA,  $\geq 21$  mA) werden durch diese Dämpfung nicht beeinträchtigt.

Des Weiteren ergibt sich im Fehlerfall bei sicherheitstechnischen Anwendungen im eingeschalteten SIL-Modus ein zusätzlicher Anteil an der Messunsicherheit, für den auch typische Bauteilausfälle mitbetrachtet werden. Dies ergibt sich speziell aus begrenzten Diagnosemöglichkeiten. Der zusätzliche Messfehler zum spezifizierten Messfehler<sup>2)</sup> beträgt:

- $\pm 2\%$  für Luft
- $\pm 4\%$  für die Einzelgase:
  - Methan ( $\text{CH}_4$ )
  - Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ )
  - Stickstoff ( $\text{N}_2$ )
  - Sauerstoff ( $\text{O}_2$ )
- $\pm 4\%$  für das 4-Komponenten-Erdgasgemisch:
  - $\text{CH}_4$  80 ... 99 %
  - $\text{N}_2$  0,3 ... 12 %
  - $\text{C}_2\text{H}_6$  0,3 ... 12 %
  - $\text{CO}_2$  0,3 ... 12 %
- $\pm 5,5\%$  für das erweiterte Erdgasspektrum I und II (siehe «Einschränkungen» → 12).

### 4.5.2 Speisung des 4–20 mA Stromausgangs

Überspannungen am 4–20 mA Stromausgang (passiv, Ausgang; Eingang 1) - z. B. durch einen Defekt am Speisegerät - können zu einem Leckstrom in der Eingangsschutzschaltung des Messgeräts führen. Dieser kann das Ausgangssignal um mehr als die spezifizierten Abweichungen verfälschen oder der minimale Fehlerstrom (3,6 mA) kann aufgrund des Leckstroms nicht mehr gestellt werden.

- ▶ Ein 4–20 mA Speisegerät entweder mit einer Spannungsbegrenzung oder einer Spannungsüberwachung verwenden.

2) Siehe «Technische Information/Leistungsmerkmale/Maximale Messabweichung» → 9

**HINWEIS**

**Die sicherheitstechnischen Anschlusswerte sind von der Ex-Zulassung abhängig.**

- ▶ Die sicherheitstechnischen Anschlusswerte beachten.

 Detaillierte Informationen zu den Anschlusswerten: Sicherheitshinweise →  9

### 4.5.3 HART Kommunikation

Auch im SIL-Betrieb führt das Messgerät die Kommunikation über HART bzw. WirelessHART aus. Dies beinhaltet alle HART-Merkmale mit zusätzlichen Geräteinformationen.

**HINWEIS**

**Das sicherheitsbezogene Signal des Messgeräts ist das analoge Ausgangssignal 4–20 mA (Ausgang; Eingang 1).**

Alle Sicherheitsmaßnahmen beziehen sich ausschließlich auf dieses Signal.

- ▶ Folgende Angaben beachten: →  14.

**HINWEIS**

**Mit Eingabe des SIL-Verriegelungscode sind die auf das sicherheitsbezogene Ausgangssignal wirkenden Geräteparameter mit einem Schreibschutz verriegelt. Das Lesen der Parameter ist möglich.**

Dadurch werden alle Kommunikationsmöglichkeiten wie Serviceschnittstelle (CDI-RJ45), HART-Protokoll bzw. WirelessHART-Protokoll, Vor-Ort-Anzeige und WLAN eingeschränkt.

- ▶ SIL-Betrieb deaktivieren →  31.

## 4.6 Gebrauchsdauer elektrischer Bauteile

Die zugrunde gelegten Ausfallraten elektrischer Bauteile gelten für eine Gebrauchsdauer von 12 Jahren gemäß IEC 61508-2: 2010, Abschnitt 7.4.9.5, Anmerkung 3. Wenn ein Gerät seine Gebrauchsdauer überschritten hat, sollte es getauscht werden.

Das Baujahr der Geräte ist in der ersten Ziffer der Seriennummer verschlüsselt (→ nachfolgende Tabelle).

Beispiel: Seriennummer R5ABBF02000 → Baujahr 2020

ASCII-Zeichen	Bedeutung	ASCII-Zeichen	Bedeutung
R	2020	X	2025
S	2021	Z	2026
T	2022		2027
V	2023		2028
W	2024		2029

## 5 Inbetriebnahme (Installation und Konfiguration)

### 5.1 Anforderungen an das Personal

Das Personal für Installation, Inbetriebnahme, Diagnose und Wartung muss folgende Bedingungen erfüllen:

- ▶ Ausgebildetes Fachpersonal: Verfügt über Qualifikation, die dieser Funktion und Tätigkeit entspricht.
- ▶ Vom Anlagenbetreiber autorisiert.
- ▶ Mit den nationalen Vorschriften vertraut.
- ▶ Vor Arbeitsbeginn: Anweisungen in Anleitung und Zusatzdokumentation sowie Zertifikate (je nach Anwendung) lesen und verstehen.
- ▶ Anweisungen und Rahmenbedingungen befolgen.

Das Bedienpersonal muss folgende Bedingungen erfüllen:

- ▶ Entsprechend den Aufgabenanforderungen vom Anlagenbetreiber eingewiesen und autorisiert.
- ▶ Anweisungen in dieser Anleitung befolgen.

### 5.2 Installation

Die Montage und Verdrahtung des Geräts sowie die zulässigen Einbaulagen sind in der zugehörigen Betriebsanleitung beschrieben.

### 5.3 Inbetriebnahme



Detaillierte Informationen zur Inbetriebnahme: Betriebsanleitung → 9

### 5.4 Bedienung



Detaillierte Informationen zu den Bedienungsmöglichkeiten: Betriebsanleitung → 9

### 5.5 Geräteparametrierung für sicherheitsbezogene Anwendungen

#### 5.5.1 Abgleich der Messstelle

Der Abgleich der Messstelle wird über die Bedienschnittstellen vorgenommen. Eine Benutzerführung (Wizards) führt den Anwender systematisch durch alle Untermenüs und Parameter, die für die Konfiguration des Messgeräts eingestellt werden müssen.



Detaillierte Informationen zu den Bedienungsmöglichkeiten: Betriebsanleitung → 9



Detaillierte Informationen zur Konfiguration des Messgeräts: Betriebsanleitung und Beschreibung Geräteparameter → 9

#### Parametrierung des erweiterten Erdgasspektrums I und II

Erdgasgemische, die die Definition des erweiterten Erdgasspektrums I erfüllen (siehe «Einschränkungen» → 12) können mithilfe des 4-Komponenten-Erdgasgemisches im Bedie-

nungsmenü des Messgeräts konfiguriert werden. Bei der Konfiguration des Erdgasgemisches sind die Anteile in Mol-% von Propan, Butan, Pentan, Hexan und/oder Sauerstoff zum Anteil von Ethan ( $C_2H_6$ ) dazuzuaddieren. Die maximalen Anteile dieser Gaskomponenten in Mol-% sind gemäss der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Zusätzliche Erdgaskomponenten	Max. Mol-% Anteil
Propan ( $C_3H_8$ )	2 %
Butan (i- $C_4H_{10}$ , n- $C_4H_{10}$ )	1 %
Pentan (i- $C_5H_{12}$ , n- $C_5H_{12}$ )	0,2 %
Hexan (i- $C_6H_{14}$ , n- $C_6H_{14}$ )	0,2 %
Sauerstoff ( $O_2$ )	0,2 %



Gasanteile, die kleiner als 0,01 Mol-% sind, sind bei der Parametrierung zu vernachlässigen. Es muss allerdings sichergestellt werden, dass die Gaszusammensetzung insgesamt 100 Mol-% ergibt. Vernachlässigbare Gasanteile (kleiner als 0,01 Mol-%) können dem Ethan-Anteil hinzuaddiert werden, um wieder 100% zu erreichen.

### Beispiel

Das Erdgasgemisch entspricht der Definition des *erweiterten Erdgasspektrums I* und hat die folgende Gaszusammensetzung in Mol-%:

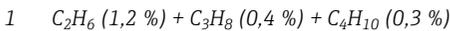
- 97 %  $CH_4$
- 0,8 %  $N_2$
- 1,2 %  $C_2H_6$
- 0,3 %  $CO_2$
- 0,4 %  $C_3H_8$
- 0,3 %  $C_4H_{10}$

Dieses Erdgasgemisch wird wie folgt im Gerät konfiguriert:



A0054621

☒ 2 Webbrowser-Ansicht der Konfiguration der Erdgaszusammensetzung im SIL-Modus



Erdgasgemische, die die Definition des erweiterten Erdgasspektrums II erfüllen (siehe «Einschränkungen» → 12), können mithilfe des 4-Komponenten-Erdgasgemisches im Bedienungsmenü des Messgeräts konfiguriert werden. Bei eingeschaltetem SIL-Modus kann ein minimaler Anteil von jeweils 0,3 Mol-% für  $CO_2$  und  $N_2$  bei der Konfiguration des Erdgasgemisches eingegeben werden. Wenn die jeweiligen Anteile dieser Komponenten im Gasgemisch kleiner als 0,3 Mol-% sind, wird beim Parametrieren der SIL-Sequenz für jede dieser Komponenten 0,3 Mol-% eingegeben, und die Gesamtdifferenz (zwischen dem eingegebenen Wert und dem tatsächlichen Wert) wird vom Anteil des Ethans in Mol-% abgezogen.

### Beispiel

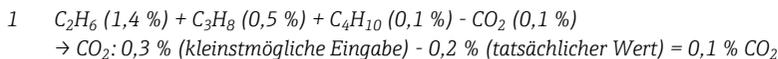
Das Erdgasgemisch entspricht der Definition des *erweiterten Erdgasspektrums II* und hat die folgende Gaszusammensetzung in Mol-%:

- 97 %  $CH_4$
- 0,8 %  $N_2$
- 1,4 %  $C_2H_6$
- 0,5 %  $C_3H_8$
- 0,1 %  $C_4H_{10}$
- 0,2 %  $CO_2$



A0054621

### 3 Webbrowser-Ansicht der Konfiguration der Erdgaszusammensetzung im SIL-Modus



## Geräteschutz

Die Geräte können gegen äußere Einflüsse wie folgt geschützt werden:

- Hardware-Schreibschutz
- Software-Schreibschutz

Die Anwendung dieser Methoden wird nachfolgend beschrieben.

### 5.5.2 Aktivierung SIL-Betrieb

Zur Aktivierung des SIL-Betriebs muss beim Messgerät eine Bestätigungssequenz durchlaufen werden. Beim Durchlaufen dieser Sequenz werden kritische Parameter entweder automatisch vom Gerät auf Standardwerte gestellt oder zur Vor-Ort-Anzeige/zum Bedientool übertragen, um die Einstellung zu kontrollieren. Nach erfolgter Parametrierung muss der SIL-Betrieb des Geräts mit einem SIL-Verriegelungscode aktiviert werden.

## Verfügbarkeit der Funktion SIL-Betrieb

### HINWEIS

**Nur bei Messgeräten mit Bestellmerkmal "Weitere Zulassung", Option LA "SIL" ist die SIL-Bestätigungssequenz auf der Vor-Ort-Anzeige und in den Bedientools sichtbar.**

- ▶ Daher kann auch nur bei solchen Messgeräten die Aktivierung des SIL-Betriebs erfolgen.
- ▶ Wenn die Bestelloption LA "SIL" für das Durchflussmessgerät ab Werk mitbestellt wurde, ist diese Option bei Auslieferung im Messgerät verfügbar. Der Zugriff erfolgt über die Bedienschnittstellen des Messgeräts.
- ▶ Wenn die Bestelloption im Messgerät nicht abrufbar ist, kann die Funktion im Lebenszyklus des Messgeräts nicht nachgerüstet werden. Bei Fragen kontaktieren Sie bitte Ihre Endress+Hauser Service- oder Verkaufsorganisation.

Möglichkeiten der Verfügbarkeitsprüfung im Messgerät:

Anhand der Seriennummer:

Device viewer<sup>3)</sup> → Bestellmerkmal "Weitere Zulassung", Option LA "SIL"

Detaillierte Angaben zur SIL-Kennzeichnung:

- Zulässige Gerätetypen →  10
- SIL-Kennzeichnung auf dem Messumformer-Typenschild →  13

## Übersicht SIL-Betrieb

Der SIL-Betrieb ermöglicht die folgenden Schritte:

1. Stellt sicher, dass die Vorbedingungen erfüllt sind.
  - ↳ Das Messgerät prüft, ob der Anwender ein vordefiniertes Set von Parametern für die Sicherheitsfunktion richtig eingestellt wurden.  
Wenn ja, wird die Aktivierung des SIL-Betriebs fortgesetzt.  
Wenn nicht, wird die Sequenz nicht zugelassen oder abgebrochen und die Aktivierung des SIL-Betriebs wird nicht fortgesetzt.
2. Schaltet selbsttätig ein vordefiniertes Set von Parametern auf die vom Hersteller festgelegten Standardwerte.
  - ↳ Dieses Parameterset stellt sicher, dass das Durchflussmessgerät im Sicherheitsmodus arbeitet.
3. Führt den Anwender zur Überprüfung durch die voreingestellten Parameter.
  - ↳ Damit wird sichergestellt, dass der Anwender alle wichtigen Voreinstellungen aktiv überprüft.
4. Aktiviert im SIL-Betrieb den Schreibschutz aller relevanten Parameter.

All dies dient der Sicherstellung der Parametereinstellungen, die für die Sicherheitsfunktion benötigt werden. (Diese Einstellungen können somit weder vorsätzlich noch aus Versehen umgangen werden.)

### 5.5.3 Verriegelung eines SIL-Geräts

Bei Verriegelung eines SIL-Geräts werden alle sicherheitsrelevanten Parametereinstellungen dem Anwender einzeln angezeigt und müssen explizit bestätigt werden. Im verriegelten SIL-Betrieb nicht zulässige Parametereinstellungen werden gegebenenfalls auf Werkseinstellung zurückgesetzt. Schließlich wird die Software des Geräts durch Eingabe eines SIL-Verriegelungscodes gegen Veränderung von Parametern verriegelt. Nicht sicherheitsrelevante Parameter bleiben unverändert erhalten.

---

3) [www.endress.com/deviceviewer](http://www.endress.com/deviceviewer)

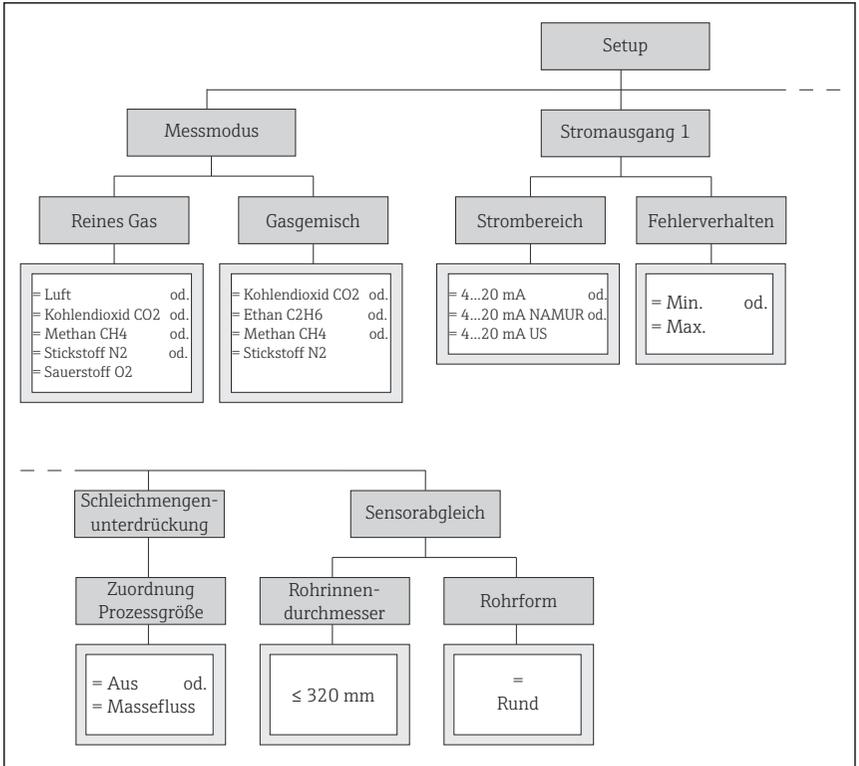
**HINWEIS**

**Nach der Verriegelung des SIL-Geräts sind die prozessrelevanten Parameter aus Sicherheitsgründen mit einem Schreibschutz verriegelt.**

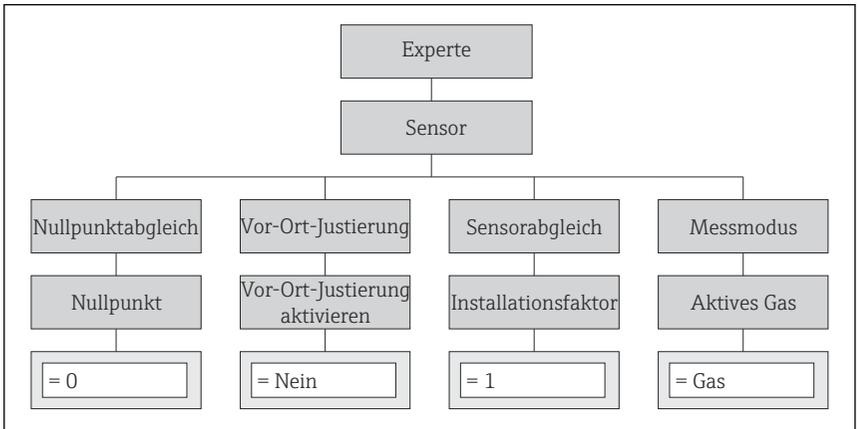
Das Lesen der Parameter ist weiterhin möglich. Dadurch werden alle Kommunikationsmöglichkeiten wie Serviceschnittstelle, HART-Protokoll bzw. WirelessHART-Protokoll, Vor-Ort-Anzeige und WLAN eingeschränkt.

► Ablauf der Verrieglungssequenz einhalten.

1. Vorbedingungen sicherstellen.



A0042068-DE



A0042069-DE

2. Im Menü **Setup** → Untermenü **Erweitertes Setup** den Assistent **SIL-Bestätigung** auswählen.
3. Parameter **Schreibschutz setzen** auswählen.
4. SIL-Verriegelungscode **7452** eingeben.
  - ↳ Das Gerät prüft zunächst die unter 1. gelisteten Vorbedingungen.

#### HINWEIS

Bei Nichterfüllung dieser Vorbedingungen: Auf dem Display erscheint die Rückmeldung "SIL-Vorbereitung = Fehlgeschlagen" und der Parameter, der die Vorbedingungen unter 1. nicht erfüllt hat.

Die SIL-Bestätigungssequenz wird nicht fortgesetzt.

- ▶ Vorbedingungen sicherstellen.

Bei Erfüllung der Vorbedingungen: Auf dem Display erscheint die Rückmeldung **SIL-Vorbereitung = Fertig**.

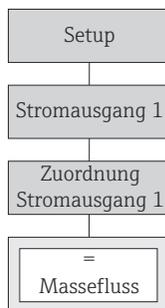
Das Gerät schaltet nach Erfüllung der Vorbedingungen selbsttätig folgende Parameter auf sicherheitsgerichtete Einstellungen:

#### HINWEIS

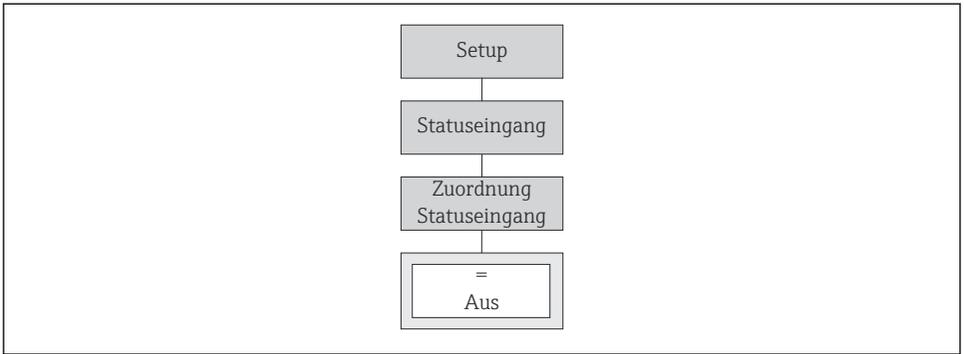
Wenn die Zuordnung Stromausgang nicht auf die Messgröße Option Massefluss eingestellt wurde, wird diese in der SIL-Bestätigungssequenz automatisch auf Option Massefluss umgestellt.

Der 4mA-Wert und 20mA-Wert werden auf die Werkseinstellung zurückgestellt.

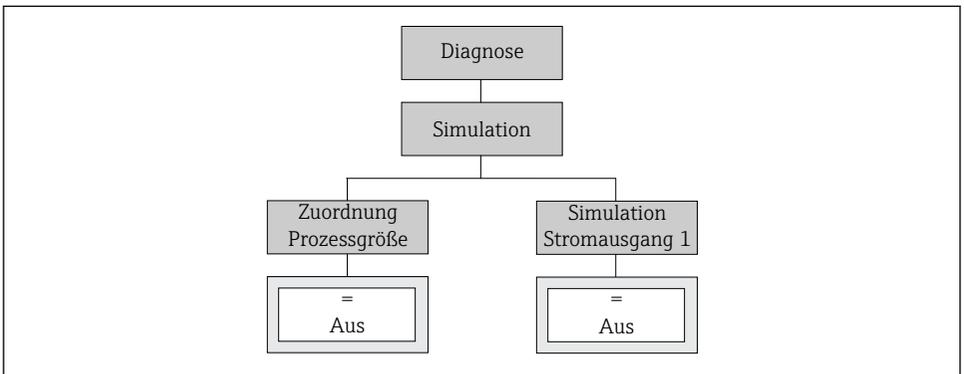
- ▶ SIL-Bestätigungssequenz abbrechen.
- ▶ Einstellungen des Stromausgangs überprüfen und bei Bedarf anpassen.



A0042070-DE

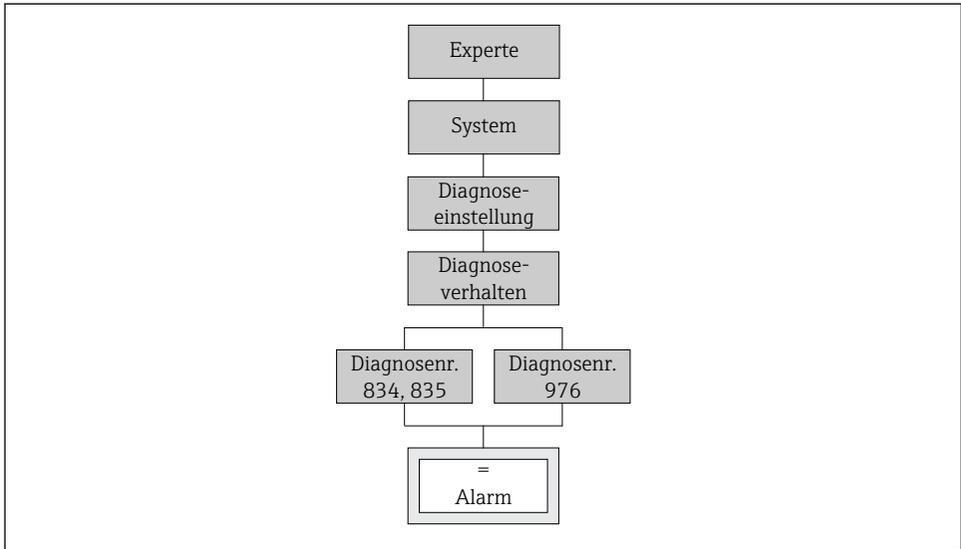


A0042071-DE



A0021506-DE

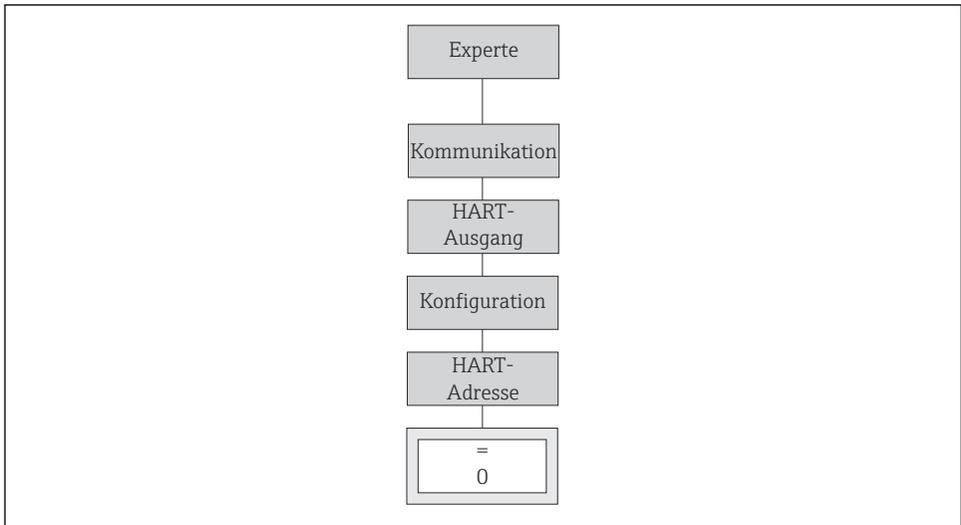
Das Diagnoseverhalten wird so eingestellt, dass das Messgerät bei einem Fehler in den sicheren Zustand geht. Das bedeutet, dass die in der Grafik gelisteten Diagnosemeldungen auf Alarm gestellt werden und der Stromausgang das konfigurierte Fehlerverhalten einnimmt .



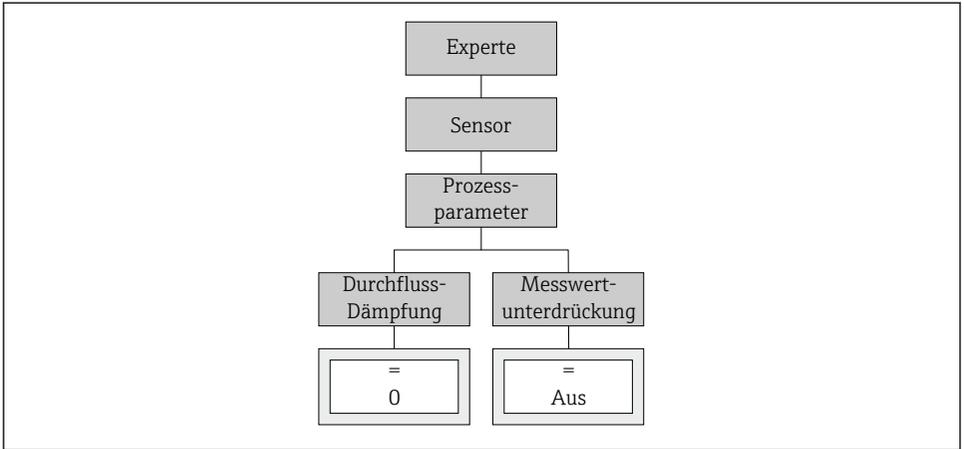
A0042073-DE

Diagnosenummer und Kurztext:

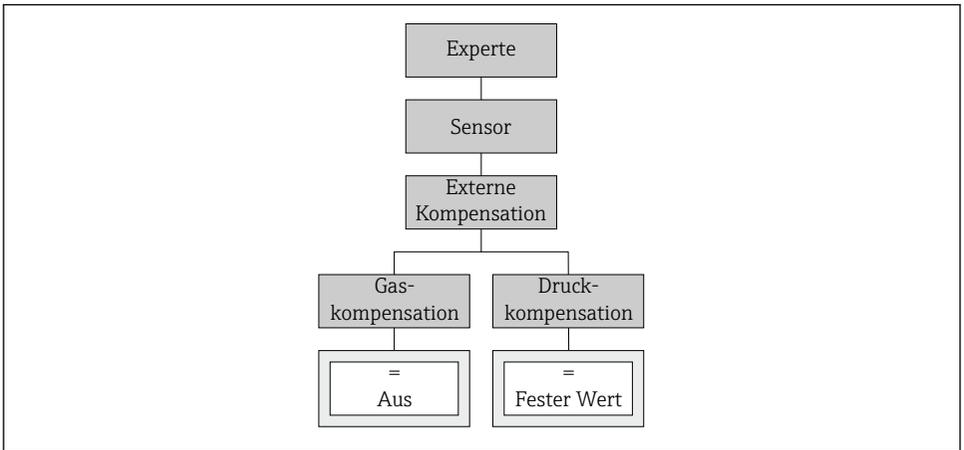
- Diagnosemeldung **834 Prozesstemperatur zu hoch**
- Diagnosemeldung **835 Prozesstemperatur zu niedrig**
- △S976 Massefluss außerhalb Kalibrierbereich



A0031495-DE



A0042074-DE

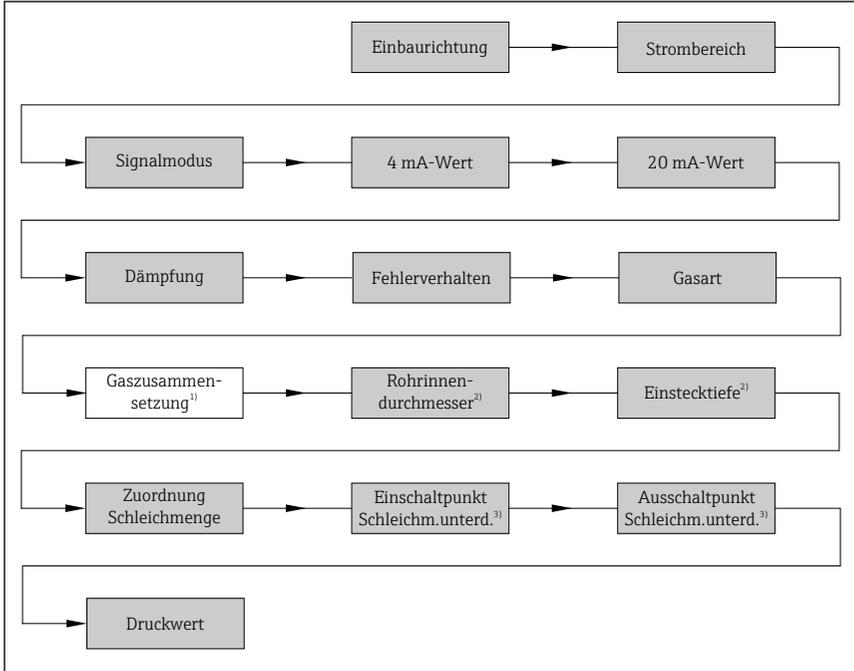


A0042075-DE

Zur Überprüfung der Anzeige zeigt das Gerät in der Vor-Ort-Anzeige oder im Bedientool folgende Zeichenfolge an: **0123456789+,-.**

5. Die Korrektheit der Anzeige muss vom Bediener bestätigt werden.

- ↳ Das Gerät zeigt nacheinander die aktuellen Einstellungen folgender Parameter an, die jeweils vom Anwender bestätigt werden müssen:



A0042076-DE

- 1) Anzeige abhängig von der gewählten Gasart.
- 2) Nur bei Einsteckvariante verfügbar (t-mass I 300/500).
- 3) Anzeige nur bei aktivierter Schleichmenge.

Weitere Angaben zu den in der Grafik vorhandenen Parametern: Betriebsanleitung  
→ 9

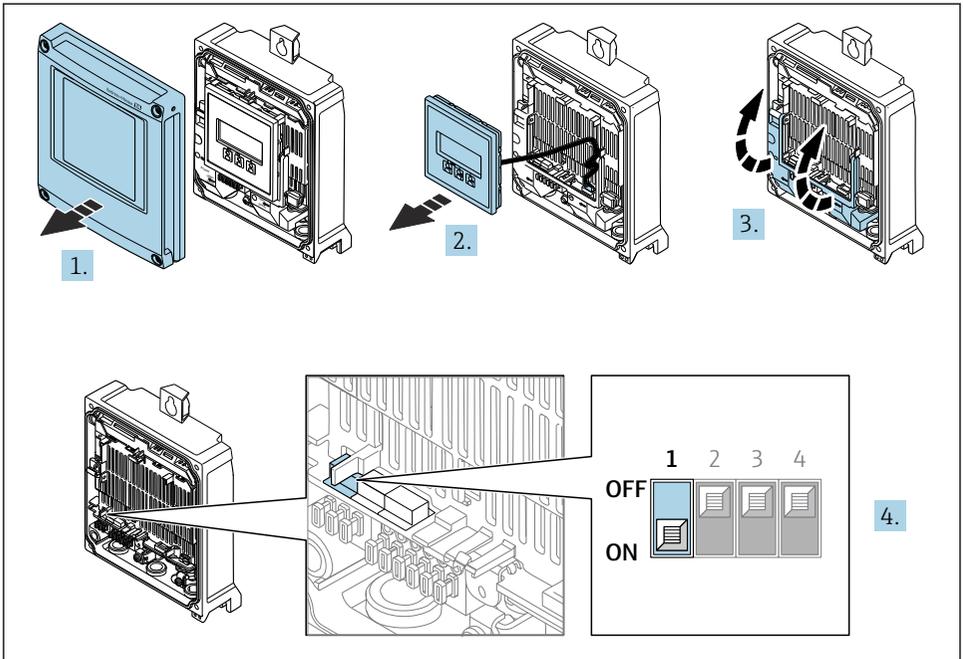
6. Am Ende der Überprüfung muss der SIL-Verriegelungscode **7452** erneut im Parameter **Schreibschutz setzen** eingegeben werden zur Bestätigung, dass alle Parameterwerte korrekt festgelegt wurden.

- ↳ Wenn der SIL-Verriegelungscode korrekt eingegeben wurde, wird auf dem Display die Rückmeldung "**Sequenzende**" angezeigt.

7. Mit -Taste bestätigen.

Jetzt ist der SIL-Betrieb aktiviert.

Empfehlung:



A0029675

4 Proline 500 - digital

1. Verriegelungsschalter (WP: Write protection) im Anschlussraum prüfen.
2. Diesen Schalter gegebenenfalls in Position **ON** bringen.  
↳ Hardwareschreibschutz aktiviert.
3. Nach Abschluss der SIL-Bestätigungssequenz einen Neustart des Geräts durchführen.

#### HINWEIS

Bei einem Abbruch der SIL-Bestätigungssequenz vor der Rückmeldung "Sequenzende" ist das SIL-Gerät nicht verriegelt. Die sicherheitsgerichteten Parametereinstellungen sind dennoch erfolgt, aber das SIL-Gerät wurde nicht verriegelt.

- ▶ Die Verriegelung des SIL-Geräts erneut durchführen.

#### 5.5.4 Entriegelung eines SIL-Geräts

Ein Gerät im verriegelten SIL-Betrieb ist gegen unberechtigte Bedienung durch einen SIL-Verriegelungscode und gegebenenfalls durch einen anwenderspezifischen Freigabecode und Hardware-Schreibschutzschalter geschützt. Zur Veränderung der Parametrierung, für Wiederholungsprüfungen sowie zum Zurücksetzen selbthaltender Diagnosemeldungen muss das Gerät entriegelt werden.

**HINWEIS**

**Durch die Entriegelung des Geräts werden Diagnosen deaktiviert und das Gerät kann unter Umständen im entriegelten SIL-Betrieb die Sicherheitsfunktion nicht ausführen.**

- ▶ Deshalb muss durch unabhängige Maßnahmen sichergestellt werden, dass während der Zeit der Entriegelung des SIL-Geräts keine Gefährdung bestehen kann.

Ablauf der Entriegelung:

1. Verriegelungsschalter (WP: Write protection) im Anschlussraum prüfen.
2. Diesen Schalter gegebenenfalls in Position **OFF** bringen.
  - ↳ Hardwareschreibschutz deaktiviert.
3. Gegebenenfalls anwenderspezifischen Freigabecode eingeben.
4. Im Menü **Setup** → Untermenü **Erweitertes Setup** den Assistent **SIL deaktivieren** auswählen.
5. Parameter **Schreibschutz rücksetzen** auswählen.
6. SIL-Verriegelungscode **7452** eingeben.
  - ↳ Wenn der SIL-Verriegelungscode korrekt eingegeben wurde, wird auf dem Display die Rückmeldung "**Sequenzende**" angezeigt.
7. Mit **↵**-Taste bestätigen.

Jetzt ist der SIL-Betrieb deaktiviert.

## 6 Betrieb

### 6.1 Geräteverhalten beim Einschalten

Nach dem Einschalten durchläuft das Gerät eine Aufstartphase. Während dieser Zeit befindet sich der Stromausgang auf Fehlerstrom. In den ersten Sekunden der Aufstartphase ist dieser Strom  $\leq 3,6 \text{ mA}$ .

Danach beträgt er je nach Einstellung des Parameters "Anlaufverhalten":

- Auf den Wert MIN:  $\leq 3,6 \text{ mA}$
- Auf den Wert MAX:  $\geq 21 \text{ mA}$

Während der Aufstartphase ist keine Kommunikation mit dem Gerät über die Schnittstellen möglich. Nach der Aufstartphase geht das Gerät in den Normalbetrieb (Messbetrieb) über.

### 6.2 Geräteverhalten bei Anforderung der Sicherheitsfunktion

Das Gerät gibt einen dem zu überwachenden Grenzwert entsprechenden Stromwert aus, der in einer angeschlossenen Logikeinheit überwacht und weiterverarbeitet werden muss.

## 6.3 Sichere Zustände

Je nach erkanntem Fehler nimmt das System einen der drei Zustände ein:

- Applikationsfehler  
Applikationsfehler werden vom Gerät erkannt und eingestellter Fehlerstrom wird ausgegeben. Das Gerät kann weiterhin über HART kommunizieren (Gerätezustand: "Temporär Sicher"). Dieser Zustand bleibt so lange erhalten bis der Applikationsfehler behoben wird und das Gerät wieder einen gültigen Messwert am Stromausgang liefern kann. Alle Parameter können gelesen werden.  
Beispiel: Ein Sensorleitungsbruch wird erkannt.
- Sicherer Zustand / Ausgangsstrom:
  - $I \leq 3,6 \text{ mA}$  (Low Alarm)
  - $I \geq 21 \text{ mA}$  (High Alarm)

## 6.4 Geräteverhalten bei Alarmen und Warnungen

Der Ausgangsstrom bei Alarm kann auf einen Wert von  $\leq 3,6 \text{ mA}$  oder  $\geq 21 \text{ mA}$  eingestellt werden.

In einigen Fällen (z.B. bei Leitungsbruch oder Störungen im Stromausgang selbst, bei denen der Fehlerstrom  $\geq 21 \text{ mA}$  nicht gestellt werden kann) liegen unabhängig vom eingestellten Fehlerstrom Ausgangsströme  $\leq 3,6 \text{ mA}$  an.

In einigen anderen Fällen (z.B. Kurzschluss der Zuleitung) liegen unabhängig vom eingestellten Fehlerstrom Ausgangsströme  $\geq 21 \text{ mA}$  an.

Zur Alarmüberwachung muss das nachgeschaltete Automatisierungssystem maximale Alarme ( $\geq 21 \text{ mA}$ ) und minimale Alarme ( $\leq 3,6 \text{ mA}$ ) erkennen können.

## 6.5 Alarm- und Warnmeldungen

Die ausgegebenen Alarm- und Warnmeldungen in Form von Diagnoseereignissen und zugehörigen Ereignistexten sind zusätzliche Informationen.

### HINWEIS

**Anzeige einer Diagnosemeldung, obwohl das Diagnoseereignis im nicht verriegelten SIL-Betrieb nicht mehr aktiv ist.**

Bei der Aktivierung des SIL-Betriebs werden zusätzliche Diagnosemaßnahmen aktiviert. Wenn ein Diagnoseereignis ansteht und der verriegelte SIL-Betrieb aufgehoben wird, bleibt die Diagnosemeldung bei weiterhin anliegendem Fehler erhalten.

- ▶ In diesem Fall muss das Gerät kurz von der Spannungsversorgung getrennt werden.
- ▶ Beim anschließenden Neustart des Geräts findet dann ein Selbsttest statt und das Diagnoseereignis wird gegebenenfalls zurückgesetzt.

Bei folgender Diagnosemeldung tritt dieses Verhalten auf:

Diagnosemeldung **803 Schleifenstrom**



Nach einer Zeit von 20 ... 30 s ändert sich die Diagnosemeldung von Diagnosemeldung **803 Schleifenstrom** auf Diagnosemeldung **☒F375 I/O 1 ... n-Kommunikation fehlgeschlagen**. Falls ein Überprüfen im Ereignislogbuch des Geräts die vorangegangene Diagnosemeldung **803 Schleifenstrom** bestätigt, ist die Installation auf Leitungsunterbruch zu prüfen.

## 7 Wiederholungsprüfung

 Die Funktionsfähigkeit des Geräts im SIL-Mode ist bei der Inbetriebnahme, bei Änderungen an sicherheitsrelevanten Parametern sowie in angemessenen Zeitabständen zu überprüfen. Die Zeitabstände sind vom Betreiber festzulegen.

### VORSICHT

**Während einer Wiederholungsprüfung ist die Sicherheitsfunktion nicht gewährleistet.**

Die Prozesssicherheit muss während der Prüfung durch geeignete Maßnahmen gewährleistet werden.

- ▶ Das sicherheitsbezogene Ausgangssignal 4 ... 20 mA darf während der Prüfung nicht für die Schutzeinrichtung genutzt werden.
- ▶ Eine durchgeführte Prüfung ist zu dokumentieren, dafür kann das Template im Anhang benutzt werden →  51.
- ▶ Der Betreiber legt das Prüfintervall fest und dieses muss bei der Ermittlung der Versagenswahrscheinlichkeit  $PFD_{avg}$  des Sensorsystems berücksichtigt werden.

Wenn keine betreiberspezifischen Vorgaben für die Wiederholungsprüfung vorhanden sind, bietet sich folgende alternative Möglichkeit zur Prüfung des Messumformers in Abhängigkeit der für die Sicherheitsfunktion genutzten Messgröße an. Für die folgend beschriebenen Prüfungsabläufe sind die jeweiligen Abdeckungsgrade (PTC = proof test coverage) angegeben, die zur Berechnung verwendet werden können.

### Flexible Prüfung von Feldgeräten

Das NAMUR-Arbeitsblatt NA106 „Flexible Prüfung von Feldgeräten in PLT-Sicherheitseinrichtungen“ zeigt Möglichkeiten auf, wie Prüfaktivitäten an vorhandenen Einrichtungen optimiert werden können. Die Geräte-Verifizierung (Heartbeat Verification) ermöglicht die Dokumentation des aktuellen Gerätediagnose bzw. Gerätestatus als Prüfnachweis. Dies unterstützt die Dokumentation von Wiederholungsprüfungen gemäß IEC 61511-1, Kapitel 16.3.3, "Dokumentation der Wiederholungsprüfungen und Inspektionen". In der Umsetzung der Prüfstrategie „Flexible Prüfung“ von Feldgeräten der NA106 kann die bei Endress+Hauser entwickelte Heartbeat Technology eingesetzt werden.

 Heartbeat Verification kann keine Wiederholprüfung ersetzen. Prüfabläufe mit Heartbeat Verification können einen Teilbeitrag zur Erkennung von Systematischen Fehlern im Rahmen einer Wiederholprüfung liefern. In diesem Fall ist Heartbeat Verification als ein Schritt im Prüfablauf der Wiederholungsprüfung aufgeführt.

Die Geräte-Verifizierung (Heartbeat Verifizierung) basiert auf automatisch ausgeführte gerätespezifische Prüfabläufe. Zusätzlich ermöglicht die Heartbeat Verifizierung auch die Aufdeckung systematischer Fehler im Sensorsystem (z.B. Belagsbildung im Messaufnehmer).

Die Heartbeat Verification basiert auf automatisch ausgeführten gerätespezifischen Prüfabläufen. Belagsbildung im Sensor Heartbeat Technology ist ein methodisches Designkonzept angelehnt an IEC 61508 und besteht aus Heartbeat Diagnostic, Verification und Monitoring

Weitere Information zur Heartbeat Technology siehe zugehörige Dokumentation in der Betriebsanleitung.

Die Wiederholungsprüfung des Geräts kann wie folgt durchgeführt werden:

- Prüfablauf A: Prüfung mit einem Sekundärnormal 1 (Massefluss) und Stromausgang 1 → PTC = 99 %
- Prüfablauf C: Prüfung mit einem Sekundärnormal 1 (Massefluss) → PTC = 98 %
- Prüfablauf D: Geräteneustart (Überprüfung RAM-Speicher), Überprüfung Stromausgang 1 mit Heartbeat Verifizierung → PTC = 36 % + Systematische Fehler (abhängig von der Gerätevariante)
- Prüfablauf E: Geräteneustart (Überprüfung RAM-Speicher), Heartbeat Verifizierung → PTC = 19 % + Systematische Fehler (abhängig von der Gerätevariante)
- Prüfablauf F: Heartbeat Verifizierung → PTC = 0 % + Systematische Fehler

Bei den Prüfabläufen folgendes beachten:

- Die jeweiligen Abdeckungsgrade (PTC = proof test coverage), die zur Berechnung verwendet werden können, sind in der Konformitätserklärung angegeben.
- Prüfablauf C ist für eine Inbetriebnahmeprüfung nicht zulässig.
- Die Überprüfung des Messumformers ohne Messaufnehmer kann mit einem entsprechenden Messaufnehmer-Simulator (Widerstandsdekade, Referenzspannungsquelle, etc.) erfolgen.
- Die Genauigkeit des eingesetzten Messgeräts muss der Spezifikation des Messumformers genügen.
- Bei Verwendung einer kundenspezifischen Linearisierung (z.B. mittels CvD-Koeffizienten) ist eine Dreipunktkalibrierung durchzuführen. Zusätzlich sind die **Obere Messaufnehmergrenze** und **Untere Messaufnehmergrenze** zu überprüfen.

## Wiederholprüfung von Teilsystemen und deren Optimierung

Das NAMUR-Arbeitsblatt NA106 "Flexible Prüfung von Feldgeräten in PLT-Sicherheitseinrichtungen" beschreibt wie die Prüfaktivitäten bei PLT-Schutzeinrichtungen optimiert werden können bezüglich Betriebsunterbrechung bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung der notwendigen Sicherheitsintegrität der installierten PLT-Sicherheitseinrichtungen.

In der Umsetzung der Prüfstrategie "Flexible Prüfung" von Feldgeräten der NA106 kann die bei Endress+Hauser entwickelte Heartbeat Technology eingesetzt werden.

Die Geräteverifizierung (Heartbeat Verifizierung) ermöglicht die Dokumentation der aktuellen Gerätediagnose oder des Gerätestatus als Prüfnachweis. Dies unterstützt die Dokumentation von Wiederholungsprüfungen gemäß IEC 61511-1, Kapitel 16.3.3, "Dokumentation der Wiederholungsprüfungen und Inspektionen". Die Geräteverifizierung (Heartbeat Verifizierung) basiert auf automatisch ausgeführte gerätespezifische Prüfabläufe. Zusätzlich ermöglicht die Heartbeat Verifizierung auch die Aufdeckung systematischer Fehler im Messaufnehmersystem (z.B. Belagsbildung im Messaufnehmer).

### 7.1 Prüfablauf A (PTC = 99 %)

- Überprüfung mit einem Sekundärnormal (Massefluss)
- Überprüfung Stromausgang 1
- Inspektion und Sichtprüfung vor Ort

## Vorbereitung

Überbrücken der Safety Funktion des Prozessleitsystems, um eine Fehlauslösung der Sicherheitsfunktion zu vermeiden.

- ▶ Verriegelten SIL-Betrieb deaktivieren →  31.

### 7.1.1 Prüfablauf: Überprüfung mit einem Sekundärnormal (Massefluss)

Überprüfung der Messwerte (3 bis 5 Messpunkte) mit einem Sekundärnormal im eingebauten Zustand (mobile Kalibrieranlage oder kalibriertes Vergleichsmessgerät) oder nach Ausbau auf einer Werkskalibrieranlage.

Der Vergleich der Messwerte des Sekundärnormals und des Prüflings wird mit einer der folgenden Methoden durchgeführt:

#### Vergleich durch Ablesen des digitalen Messwerts

- ▶ Den digitalen Messwert des Sekundärnormals mit der Messwertanzeige vom Prüfling am Logik-Teilsystem (SSPS und PLS) vergleichen.

#### Vergleich des Messwerts durch Strommessung

Anforderungen an das Messmittel:

- DC Strom Messunsicherheit  $\pm 0,2\%$
- DC Strom Auflösung  $10\ \mu\text{A}$

1. Den Strom am Prüfling mit einem externen rückführbar kalibrierten Strommessgerät messen.
2. Den Strom vom Prüfling am Logik-Teilsystem (SSPS und PLS) messen.

#### Bewertung der Ergebnisse: Überprüfung mit einem Sekundärnormal (Massefluss)

Die betragsmäßige Abweichung des gemessenen Durchflusses vom Sollwert darf die für die Sicherheitsfunktion geforderte Messabweichung nicht überschreiten.

Angaben zur geforderten Messabweichung des Geräts: Dokument "Betriebsanleitung", Kapitel "Leistungsmerkmale"

- ▶ Die Angaben im Kapitel "Zusätzliche Einschränkungen für den sicherheitsbezogenen Einsatz, Hinweise zur Messabweichung" beachten →  16.

### 7.1.2 Prüfablauf: Überprüfung Stromausgang 1

Das Untermenü **Simulation** (Diagnose → Simulation) ermöglicht es, ohne reale Durchflusssituation unterschiedliche Prozessgrößen im Prozess und das Gerätealarmverhalten zu simulieren sowie nachgeschaltete Signalketten zu überprüfen (Schalten von Ventilen oder Regelkreisen).

#### Durchführung der Prüfung

 Für die Wiederholungsprüfung ausschließlich die Parameter **Simulation Stromausgang** (→  38) und Parameter **Wert Stromausgang** (→  38) nutzen, da nur diese zur Überprüfung der sicherheitstechnischen Kenngrößen zugelassen sind.

1. Im Parameter **Wert Stromausgang** nacheinander die definierten Vorgabewerte wählen.

2. Strom am Ausgang 1 mit diesem Vorgabewert vergleichen.

### Vergleich der Stromwerte

Der Vergleich der Stromwerte kann mit einer der folgenden Methoden durchgeführt werden:

- Strom vom Prüfling am Logik-Teilsystem (SSPS und PLS) messen.
  - Strom am Prüfling mit einem externen rückführbar kalibrierten Strommessgerät messen.
- Stromwerte vergleichen.

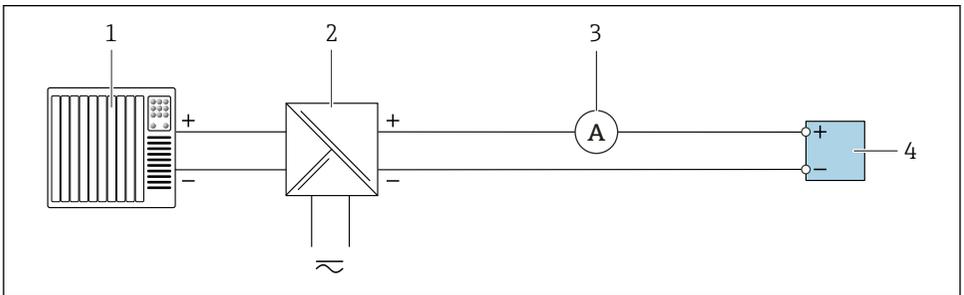
### Anschluss der Messmittel und externe Überprüfung

- Anschluss der Messmittel im Messkreis
- Externe Überprüfung des passiven oder aktiven Stromausgangs



Anforderungen an das Messmittel:

- DC Strom Messunsicherheit  $\pm 0,2 \%$
- DC Strom Auflösung  $10 \mu\text{A}$



A0034466

#### 5 Externe Verifizierung am Beispiel eines passiven Stromausgangs

- 1 Automatisierungssystem mit Stromeingang (z. B. SSPS)
- 2 Speisegerät Spannungsversorgung
- 3 Amperemeter
- 4 Messumformer

1. Amperemeter in Reihe in den Stromkreis am Messumformer anschließen.
2. Speisegerät für Spannungsversorgung anschließen.

### Bewertung der Ergebnisse: Überprüfung Stromausgang 1

Die betragsmäßige Abweichung des gemessenen Stroms vom Sollwert darf die für die Sicherheitsfunktion geforderte Messabweichung nicht überschreiten. Die Abweichung sollte  $\pm 1 \%$  /  $\pm 300 \mu\text{A}$  nicht überschreiten.

- Die Angaben im Kapitel "Zusätzliche Einschränkungen für den sicherheitsbezogenen Einsatz, Hinweise zur Messabweichung" beachten → 16.

## Parameterübersicht mit Kurzbeschreibung

Parameter	Voraussetzung	Beschreibung	Auswahl / Eingabe
Simulation Stromausgang 1 ... n	–	Simulation des Stromausgangs ein- und ausschalten.	An
Wert Stromausgang 1 ... n	In Parameter <b>Simulation Stromausgang 1 ... n</b> ist die Option <b>An</b> ausgewählt.	Stromwert für Simulation eingeben.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 1. Vorgabewert: 4,0 mA auswählen.</li> <li>■ 2. Vorgabewert: 20,0 mA auswählen.</li> </ul> 3,59 ... 22,5 mA

### 7.1.3 Prüfablauf: Inspektion und Sichtprüfung vor Ort

Überprüfung der korrekten Dichtfunktion am Messumformer aller Elektronikraumdeckel-Dichtungen und Kabeleinführungen.

### 7.1.4 Abschluss der Prüfung

1. Verriegelten SIL-Betrieb wieder aktivieren →  23.
2. Überbrückung der Safety Funktion des Prozessleitsystems aufheben.
3. Ergebnisse der Wiederholungsprüfung gemäß dem für die Anlage geltenden Sicherheitsmanagement dokumentieren.

### HINWEIS

**Mit den beschriebenen Prüfabläufen können mindestens 99 % der unerkannten gefährlichen Fehler entdeckt werden (PTC = 0.99). Der Einfluss systematischer Fehler auf die Sicherheitsfunktion wird durch die Prüfung nicht vollständig abgedeckt. Systematische Fehler können beispielsweise durch Messstoffeigenschaften, Betriebsbedingungen oder Ansatzbildung verursacht werden.**

- ▶ Wenn eines der Prüfkriterien der beschriebenen Prüfabläufe nicht erfüllt wird, darf das Messgerät nicht mehr als Teil einer Schutzeinrichtung eingesetzt werden.
- ▶ Maßnahmen zur Reduzierung systematischer Fehler ergreifen. Detaillierte Informationen zu Einbaulage, Messstoffeigenschaften und Betriebsbedingungen: Dokument "Betriebsanleitung" →  9

## 7.2 Prüfablauf C (PTC = 98 %)

- Überprüfung mit einem Sekundärnormal (Massefluss)
- Inspektion und Sichtprüfung vor Ort

### Vorbereitung

Überbrücken der Safety Funktion des Prozessleitsystems, um eine Fehlauslösung der Sicherheitsfunktion zu vermeiden.

- ▶ Verriegelten SIL-Betrieb deaktivieren →  31.

### 7.2.1 Prüfablauf: Überprüfung mit einem Sekundärnormal (Massefluss)

Prüfung mit einem Sekundärnormal (Massefluss): Überprüfung des Messwerts für flüssigen und gasförmigen Massefluss durch Vergleich mit einem Sekundärnormal.

Überprüfung der Messwerte (3 bis 5 Messpunkte) mit einem Sekundärnormal im eingebauten Zustand (mobile Kalibrieranlage oder kalibriertes Vergleichsmessgerät) oder nach Ausbau auf einer Werkskalibrieranlage.

Der Vergleich der Messwerte des Sekundärnormals und des Prüflings wird mit einer der folgenden Methoden durchgeführt:

#### Vergleich durch Ablesen des digitalen Messwerts

- ▶ Den digitalen Messwert des Sekundärnormals mit der Messwertanzeige vom Prüfling am Logik-Teilsystem (SSPS und PLS) vergleichen.

#### Vergleich des Messwerts durch Strommessung

Anforderungen an das Messmittel:

- DC Strom Messunsicherheit  $\pm 0,2\%$
- DC Strom Auflösung  $10\ \mu\text{A}$

1. Den Strom am Prüfling mit einem externen rückführbar kalibrierten Strommessgerät messen.
2. Den Strom vom Prüfling am Logik-Teilsystem (SSPS und PLS) messen.

#### Bewertung der Ergebnisse: Überprüfung mit einem Sekundärnormal (Massefluss)

Die betragsmäßige Abweichung des gemessenen Durchflusses vom Sollwert darf die für die Sicherheitsfunktion geforderte Messabweichung nicht überschreiten.

Angaben zur geforderten Messabweichung des Geräts: Dokument "Betriebsanleitung", Kapitel "Leistungsmerkmale"

- ▶ Die Angaben im Kapitel "Zusätzliche Einschränkungen für den sicherheitsbezogenen Einsatz, Hinweise zur Messabweichung" beachten → 16.

### 7.2.2 Prüfablauf: Inspektion und Sichtprüfung vor Ort

Überprüfung der korrekten Dichtfunktion am Messumformer aller Elektronikraumdeckel-Dichtungen und Kabeleinführungen.

### 7.2.3 Abschluss der Prüfung

#### HINWEIS

Mit den beschriebenen Prüfabläufen können mindestens 98 % der unerkannten gefährlichen Fehler entdeckt werden (PTC = 0.98). Der Einfluss systematischer Fehler auf die Sicherheitsfunktion wird durch die Prüfung nicht vollständig abgedeckt. Systematische Fehler können beispielsweise durch Messstoffeigenschaften, Betriebsbedingungen oder Ansatzbildung verursacht werden.

- ▶ Wenn eines der Prüfkriterien der beschriebenen Prüfabläufe nicht erfüllt wird, darf das Messgerät nicht mehr als Teil einer Schutzeinrichtung eingesetzt werden.
- ▶ Maßnahmen zur Reduzierung systematischer Fehler ergreifen. Detaillierte Informationen zu Einbaulage, Messstoffeigenschaften und Betriebsbedingungen: Dokument "Betriebsanleitung" →  9

### 7.3 Prüfablauf D (PTC = 36 %)

- Geräteneustart (Überprüfung RAM-Speicher)
- Überprüfung Stromausgang 1
- Heartbeat Verifizierung
- Inspektion und Sichtprüfung vor Ort

Erkennung zusätzlicher systematischer Fehler durch Heartbeat Verifizierung: Einfluss des Prozesses auf das Gerät (z.B. Belagsbildung im Messaufnehmer).

#### Vorbereitung

Überbrücken der Safety Funktion des Prozessleitsystems, um eine Fehlauslösung der Sicherheitsfunktion zu vermeiden.

- ▶ Verriegelten SIL-Betrieb deaktivieren →  31.

#### 7.3.1 Prüfablauf: Geräteneustart

Durch den Geräteneustart wird jeder Parameter, dessen Daten sich im flüchtigen Speicher (RAM) befinden, auf seine Werkseinstellung zurückgesetzt (z.B. Messwertdaten). Die Gerätekonfiguration bleibt unverändert.

Ein Geräteneustart kann mit einer der folgenden Methoden durchgeführt werden:

- Unterbrechen und Wiederanlegen der Klemmenspannung.
- Im Parameter **Gerät zurücksetzen** die Option **Gerät neu starten** wählen.  
Setup → Erweitertes Setup → Administration
- ▶ Geräteneustart durchführen.

#### HINWEIS

**Falsche Option im Parameter "Gerät zurücksetzen" ausgewählt.**

Bei Auswahl der Option "Auf Werkseinstellung" oder "Auf Auslieferungszustand" wird die Gerätekonfiguration zurückgesetzt und das Gerät muss neu parametrisiert werden!

- ▶ Im Parameter **Gerät zurücksetzen** ausschließlich die Option **Gerät neu starten** wählen.

## Bewertung der Ergebnisse: Geräteneustart

- ▶ Geräteneustart überprüfen.
  - ↳ Die Vor-Ort-Anzeige wechselt nach erfolgreichem Aufstarten automatisch von der Aufstartanzeige in die Betriebsanzeige. Wenn das Gerät neu startet und keine Diagnosemeldung angezeigt wird, ist dieser Prüfschritt erfolgreich abgeschlossen. Wenn auf der Vor-Ort-Anzeige nichts erscheint oder eine Diagnosemeldung angezeigt wird: Dokument "Betriebsanleitung", Kapitel "Diagnose und Störungsbehebung"

### 7.3.2 Prüfablauf: Überprüfung Stromausgang 1

Das Untermenü **Simulation** (Diagnose → Simulation) ermöglicht es, ohne reale Durchflusssituation unterschiedliche Prozessgrößen im Prozess und das Gerätealarmverhalten zu simulieren sowie nachgeschaltete Signalketten zu überprüfen (Schalten von Ventilen oder Regelkreisen).

#### Durchführung der Prüfung



Für die Wiederholungsprüfung ausschließlich die Parameter **Simulation Stromausgang** (→ 📄 38) und Parameter **Wert Stromausgang** (→ 📄 38) nutzen, da nur diese zur Überprüfung der sicherheitstechnischen Kenngrößen zugelassen sind.

1. Im Parameter **Wert Stromausgang** nacheinander die definierten Vorgabewerte wählen.
2. Strom am Ausgang 1 mit diesem Vorgabewert vergleichen.

#### Vergleich der Stromwerte

Der Vergleich der Stromwerte kann mit einer der folgenden Methoden durchgeführt werden:

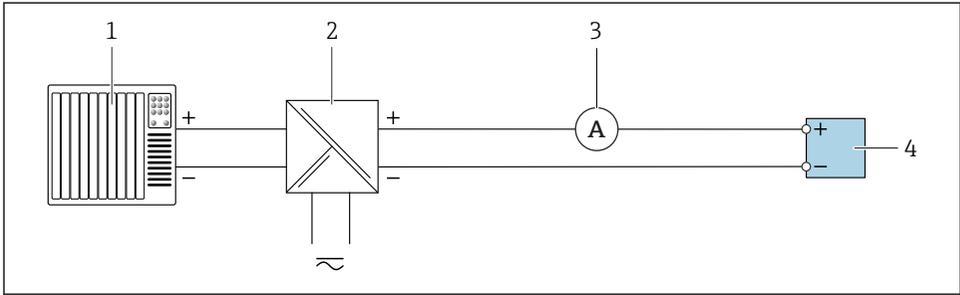
- Strom vom Prüfling am Logik-Teilsystem (SSPS und PLS) messen.
  - Strom am Prüfling mit einem externen rückführbar kalibrierten Strommessgerät messen.
- ▶ Stromwerte vergleichen.

#### Anschluss der Messmittel und externe Überprüfung

- Anschluss der Messmittel im Messkreis
- Externe Überprüfung des passiven oder aktiven Stromausgangs



- Anforderungen an das Messmittel:
- DC Strom Messunsicherheit  $\pm 0,2 \%$
  - DC Strom Auflösung  $10 \mu\text{A}$



A0034446

6 Externe Verifizierung am Beispiel eines passiven Stromausgangs

- 1 Automatisierungssystem mit Stromeingang (z. B. SPS)
- 2 Speisegerät Spannungsversorgung
- 3 Amperemeter
- 4 Messumformer

- 1. Amperemeter in Reihe in den Stromkreis am Messumformer anschließen.
- 2. Speisegerät für Spannungsversorgung anschließen.

**Bewertung der Ergebnisse: Überprüfung Stromausgang 1**

Die betragsmäßige Abweichung des gemessenen Stroms vom Sollwert darf die für die Sicherheitsfunktion geforderte Messabweichung nicht überschreiten. Die Abweichung sollte  $\pm 1\%$  /  $\pm 300 \mu A$  nicht überschreiten.

► Die Angaben im Kapitel "Zusätzliche Einschränkungen für den sicherheitsbezogenen Einsatz, Hinweise zur Messabweichung" beachten → 16.

**Parameterübersicht mit Kurzbeschreibung**

Parameter	Voraussetzung	Beschreibung	Auswahl / Eingabe
Simulation Stromausgang 1 ... n	-	Simulation des Stromausgangs ein- und ausschalten.	An
Wert Stromausgang 1 ... n	In Parameter <b>Simulation Stromausgang 1 ... n</b> ist die Option <b>An</b> ausgewählt.	Stromwert für Simulation eingeben.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 1. Vorgabewert: 4,0 mA auswählen.</li> <li>■ 2. Vorgabewert: 20,0 mA auswählen.</li> </ul> 3,59 ... 22,5 mA

**7.3.3 Prüfablauf: Heartbeat Verifizierung**

- 1. Heartbeat Verifizierung (Standard) wählen.
- 2. Auslösen der Heartbeat Verifizierung.
- 3. Die Verifizierung läuft automatisch im Gerät ab: Dokument "Sonderdokumentation Heartbeat Technology", Kapitel "Standardverifizierung".

## Akzeptanzkriterien: Heartbeat Verifizierung

1. Prüfen, ob das Ergebnis der Verifizierung **Bestanden** oder **Nicht bestanden** ist.
  - ↳ Wenn das Ergebnis der Heartbeat Verifizierung **Bestanden** ist, ist die Prüfung erfolgreich abgeschlossen.
2. Um die Prüfung zu dokumentieren, den Verifizierungsreport drucken. Gerätediagnose oder Gerätestatus als Prüfnachweis.



Folgende Systematische Fehler können aufgedeckt werden:  
Beläge in den in den Messaufnehmerrohren

### 7.3.4 Prüfablauf: Inspektion und Sichtprüfung vor Ort

Überprüfung der korrekten Dichtfunktion am Messumformer aller Elektronikraumdeckel-Dichtungen und Kabeleinführungen.

### 7.3.5 Abschluss der Prüfung

1. Verriegelten SIL-Betrieb wieder aktivieren → 23.
2. Überbrückung der Safety Funktion des Prozessleitsystems aufheben.
3. Ergebnisse der Wiederholungsprüfung gemäß dem für die Anlage geltenden Sicherheitsmanagement dokumentieren.



Mit den beschriebenen Prüfabläufen können mindestens 36 % der unerkannten gefährlichen Fehler entdeckt werden (PTC = 0.36).

## HINWEIS

**Der Einfluss systematischer Fehler auf die Sicherheitsfunktion wird durch die Prüfung nicht vollständig abgedeckt. Systematische Fehler können beispielsweise durch Messstoffeigenschaften, Betriebsbedingungen oder Ansatzbildung verursacht werden.**

- ▶ Wenn eines der Prüfkriterien der beschriebenen Prüfabläufe nicht erfüllt wird, darf das Messgerät nicht mehr als Teil einer Schutzeinrichtung eingesetzt werden.
- ▶ Maßnahmen zur Reduzierung systematischer Fehler ergreifen. Detaillierte Informationen zu Einbaulage, Messstoffeigenschaften und Betriebsbedingungen: Dokument "Betriebsanleitung" → 9

## 7.4 Prüfablauf E (PTC = 19 %)

- Geräteneustart (Überprüfung RAM-Speicher)
- Heartbeat Verifizierung
- Inspektion und Sichtprüfung vor Ort

Erkennung zusätzlicher systematischer Fehler durch Heartbeat Verifizierung: Einfluss des Prozesses auf das Gerät (z.B. Belagsbildung im Messaufnehmer).

### Vorbereitung

Überbrücken der Safety Funktion des Prozessleitsystems, um eine Fehlauflösung der Sicherheitsfunktion zu vermeiden.

- ▶ Verriegelten SIL-Betrieb deaktivieren → 31.

### 7.4.1 Prüfablauf: Geräteneustart

Durch den Geräteneustart wird jeder Parameter, dessen Daten sich im flüchtigen Speicher (RAM) befinden, auf seine Werkseinstellung zurückgesetzt (z.B. Messwertdaten). Die Gerätekonfiguration bleibt unverändert.

Ein Geräteneustart kann mit einer der folgenden Methoden durchgeführt werden:

- Unterbrechen und Wiederanlegen der Klemmenspannung.
- Im Parameter **Gerät zurücksetzen** die Option **Gerät neu starten** wählen.  
Setup → Erweitertes Setup → Administration
- ▶ Geräteneustart durchführen.

#### HINWEIS

**Falsche Option im Parameter "Gerät zurücksetzen" ausgewählt.**

Bei Auswahl der Option "Auf Werkseinstellung" oder "Auf Auslieferungszustand" wird die Gerätekonfiguration zurückgesetzt und das Gerät muss neu parametrieren werden!

- ▶ Im Parameter **Gerät zurücksetzen** ausschließlich die Option **Gerät neu starten** wählen.

### Bewertung der Ergebnisse: Geräteneustart

- ▶ Geräteneustart überprüfen.
  - ↳ Die Vor-Ort-Anzeige wechselt nach erfolgreichem Aufstarten automatisch von der Aufstartanzeige in die Betriebsanzeige. Wenn das Gerät neu startet und keine Diagnosesmeldung angezeigt wird, ist dieser Prüfschritt erfolgreich abgeschlossen. Wenn auf der Vor-Ort-Anzeige nichts erscheint oder eine Diagnosesmeldung angezeigt wird: Dokument "Betriebsanleitung", Kapitel "Diagnose und Störungsbehebung"

### 7.4.2 Prüfablauf: Heartbeat Verifizierung

1. Heartbeat Verifizierung (Standard) wählen.
2. Auslösen der Heartbeat Verifizierung.
3. Die Verifizierung läuft automatisch im Gerät ab: Dokument "Sonderdokumentation Heartbeat Technology", Kapitel "Standardverifizierung".

### Akzeptanzkriterien: Heartbeat Verifizierung

1. Prüfen, ob das Ergebnis der Verifizierung **Bestanden** oder **Nicht bestanden** ist.
  - ↳ Wenn das Ergebnis der Heartbeat Verifizierung **Bestanden** ist, ist die Prüfung erfolgreich abgeschlossen.
2. Um die Prüfung zu dokumentieren, den Verifizierungsreport drucken. Gerätediagnose oder Gerätestatus als Prüfnachweis.



Folgende Systematische Fehler können aufgedeckt werden:  
Beläge in den in den Messaufnehmerrohren

### 7.4.3 Prüfablauf: Inspektion und Sichtprüfung vor Ort

Überprüfung der korrekten Dichtfunktion am Messumformer aller Elektronikraumdeckel-Dichtungen und Kabeleinführungen.

#### 7.4.4 Abschluss der Prüfung

1. Verriegelten SIL-Betrieb wieder aktivieren → 📄 23.
2. Überbrückung der Safety Funktion des Prozessleitsystems aufheben.
3. Ergebnisse der Wiederholungsprüfung gemäß dem für die Anlage geltenden Sicherheitsmanagement dokumentieren.



Mit den beschriebenen Prüfabläufen können mindestens 19 % der unerkannten gefährlichen Fehler entdeckt werden (PTC = 0.19).

#### HINWEIS

**Der Einfluss systematischer Fehler auf die Sicherheitsfunktion wird durch die Prüfung nicht vollständig abgedeckt. Systematische Fehler können beispielsweise durch Messstoffeigenschaften, Betriebsbedingungen oder Ansatzbildung verursacht werden.**

- ▶ Wenn eines der Prüfkriterien der beschriebenen Prüfabläufe nicht erfüllt wird, darf das Messgerät nicht mehr als Teil einer Schutzeinrichtung eingesetzt werden.
- ▶ Maßnahmen zur Reduzierung systematischer Fehler ergreifen. Detaillierte Informationen zu Einbaulage, Messstoffeigenschaften und Betriebsbedingungen: Dokument "Betriebsanleitung" → 📄 9

### 7.5 Prüfablauf F (PTC = 0 %)

- Heartbeat Verifizierung
- Inspektion und Sichtprüfung vor Ort

Erkennung zusätzlicher systematischer Fehler durch Heartbeat Verifizierung: Einfluss des Prozesses auf das Gerät (z.B. Belagsbildung im Messaufnehmer).

#### Vorbereitung

Überbrücken der Safety Funktion des Prozessleitsystems, um eine Fehlauflösung der Sicherheitsfunktion zu vermeiden.

- ▶ Verriegelten SIL-Betrieb deaktivieren → 📄 31.

#### 7.5.1 Prüfablauf: Heartbeat Verifizierung

1. Heartbeat Verifizierung (Standard) wählen.
2. Auslösen der Heartbeat Verifizierung.
3. Die Verifizierung läuft automatisch im Gerät ab: Dokument "Sonderdokumentation Heartbeat Technology", Kapitel "Standardverifizierung".

#### Akzeptanzkriterien: Heartbeat Verifizierung

1. Prüfen, ob das Ergebnis der Verifizierung **Bestanden** oder **Nicht bestanden** ist.
  - ↳ Wenn das Ergebnis der Heartbeat Verifizierung **Bestanden** ist, ist die Prüfung erfolgreich abgeschlossen.

2. Um die Prüfung zu dokumentieren, den Verifizierungsreport drucken. Gerätediagnose oder Gerätestatus als Prüfnachweis.

 Folgende Systematische Fehler können aufgedeckt werden:  
Beläge in den in den Messaufnehmerrohren

### 7.5.2 Prüfablauf: Inspektion und Sichtprüfung vor Ort

Überprüfung der korrekten Dichtfunktion am Messumformer aller Elektronikraumdeckel-Dichtungen und Kabeleinführungen.

### 7.5.3 Abschluss der Prüfung

1. Verriegelten SIL-Betrieb wieder aktivieren →  23.
2. Überbrückung der Safety Funktion des Prozessleitsystems aufheben.
3. Ergebnisse der Wiederholungsprüfung gemäß dem für die Anlage geltenden Sicherheitsmanagement dokumentieren.

### HINWEIS

**Mit den beschriebenen Prüfabläufen können keine unerkannten gefährlichen Fehler entdeckt werden ( $PTC = 0$ ). Der Einfluss systematischer Fehler auf die Sicherheitsfunktion wird durch die Prüfung nicht vollständig abgedeckt. Systematische Fehler können beispielsweise durch Messstoffeigenschaften, Betriebsbedingungen oder Ansatzbildung verursacht werden.**

- ▶ Wenn eines der Prüfkriterien der beschriebenen Prüfabläufe nicht erfüllt wird, darf das Messgerät nicht mehr als Teil einer Schutzeinrichtung eingesetzt werden.
- ▶ Maßnahmen zur Reduzierung systematischer Fehler ergreifen. Detaillierte Informationen zu Einbaulage, Messstoffeigenschaften und Betriebsbedingungen: Dokument "Betriebsanleitung" →  9

## 7.6 Prüfkriterium

Ist eines der Prüfkriterien der oben beschriebenen Prüfabläufe nicht erfüllt, darf das Gerät nicht mehr als Teil einer Schutzeinrichtung eingesetzt werden.

- Die Wiederholungsprüfung dient zur Aufdeckung gefährlicher unentdeckter Geräteausfälle ( $\lambda_{du}$ ).
- Der Einfluss systematischer Fehler auf die Sicherheitsfunktion wird durch diese Prüfung teilweise abgedeckt und ist gesondert zu betrachten.
- Systematische Fehler können beispielsweise durch Stoffeigenschaften, Betriebsbedingungen oder Ansatzbildung verursacht werden.
- Beispielsweise ist im Rahmen der Sichtprüfung sicherzustellen, dass alle Dichtungen und Kabeleinführungen ihre Dichtfunktion korrekt erfüllen.

## 8 Reparatur und Fehlerbehandlung

### 8.1 Wartung



Detaillierte Informationen zur Wartung: Betriebsanleitung →  9



Während der Parametrierung, Wiederholungsprüfung und der Wartungsarbeiten am Gerät müssen zur Gewährleistung der Prozesssicherheit alternative überwachende Maßnahmen ergriffen werden.

### 8.2 Reparatur



Reparatur bedeutet Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit durch den Austausch von defekten Komponenten.

**Hierfür dürfen nur Original-Ersatzteile von Endress+Hauser verwendet werden.**

Wir empfehlen die Reparatur zu dokumentieren. Hierzu gehört die Angabe von:

- Seriennummer des Geräts
- Datum der Reparatur
- Art der Reparatur
- Ausführende Person

Eine Reparatur/Austausch von Komponenten darf durch Fachpersonal des Kunden vorgenommen werden, wenn Original Endress+Hauser Ersatzteile, die durch den Endkunden bestellbar sind, verwendet und die jeweiligen Einbauanleitungen beachtet werden.



Detaillierte Informationen zur Rücksendung: Betriebsanleitung →  9

#### 8.2.1 Austausch von Gerätekomponenten

Ein Austausch folgender Komponenten darf durch Fachpersonal des Kunden vorgenommen werden, wenn Original-Ersatzteile verwendet und die jeweiligen Einbauanleitungen beachtet werden:

- Messaufnehmer
- Messumformer ohne Messaufnehmer
- Anzeigemodul
- Netzteil
- Hauptelektronikmodul
- Sensorelektronikmodul (ISEM)
- I/O-Module
- Anschlussklemmen
- Anschlussraumdeckel
- Elektronikraumdeckel
- Dichtungssätze der Elektronikraumdeckel
- Sicherungskralen der Elektronikraumdeckel
- Kabelverschraubungen

Einbauanleitungen: siehe Downloadbereich unter [www.endress.com](http://www.endress.com).

Die ausgetauschte Komponente muss zwecks Fehleranalyse an Endress+Hauser eingeschickt werden, wenn das Gerät in einer Schutzeinrichtung betrieben wurde und ein Gerätefehler nicht ausgeschlossen werden kann. In diesem Fall ist bei der Rücksendung des defekten Gerätes die "Erklärung zur Kontamination und Reinigung" mit dem entsprechenden Hinweis "Einsatz als SIL-fähiges Gerät in Schutzeinrichtung" beizulegen. Hierfür das Kapitel "Rücksendung" in der Betriebsanleitung beachten →  9.

## 8.3 Modifikation

Modifikationen sind Änderungen an bereits ausgelieferten oder installierten SIL-fähigen Geräten.

- ▶ Üblicherweise werden Modifikationen von SIL-fähigen Geräten im Endress+Hauser Herstellerwerk durchgeführt.
- ▶ Modifikationen an SIL-fähigen Geräten beim Anwender vor Ort sind nach Freigabe durch das Endress+Hauser Herstellerwerk möglich. In diesem Fall müssen die Modifikationen durch einen Endress+Hauser Servicetechniker durchgeführt und dokumentiert werden.
- ▶ Modifikationen von SIL-fähigen Geräten durch den Anwender sind nicht erlaubt.

## 8.4 Außerbetriebnahme

Bei der Außerbetriebnahme sind die Anforderungen gemäß IEC 61508-1:2010 Abschnitt 7.17 zu beachten.

## 8.5 Entsorgung

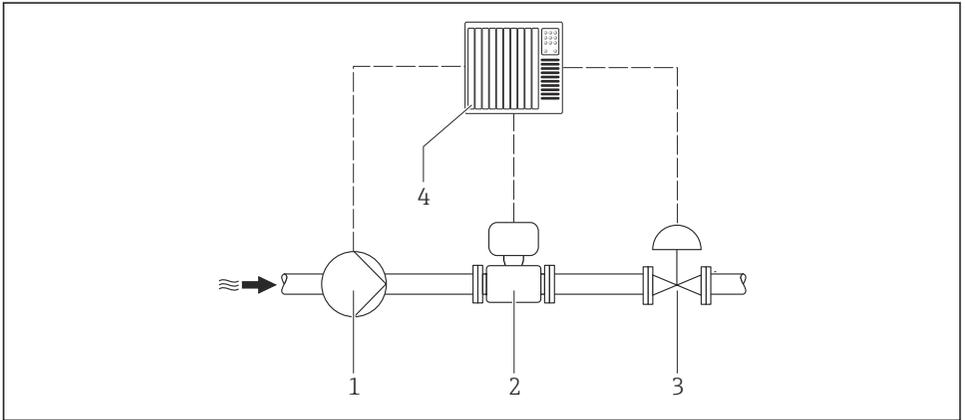
 Detaillierte Informationen zur Entsorgung: Betriebsanleitung →  9

# 9 Anhang

## 9.1 Aufbau des Messsystems

### 9.1.1 Systemkomponenten

In der folgenden Abbildung sind die Geräte des Messsystems beispielhaft dargestellt.



A0015443

#### 7 Systemkomponenten

- 1 Pumpe
- 2 Messgerät
- 3 Ventil
- 4 Automatisierungssystem

Im Messumformer wird ein dem Durchfluss proportionales, analoges Signal (4–20 mA) erzeugt, das einem nachgeschalteten Automatisierungssystem zugeführt wird und dort auf das Überschreiten oder Unterschreiten eines vordefinierten Grenzwerts überwacht wird, womit die Sicherheitsfunktion (Überwachung Massefluss) realisiert wird.

Zur Störungsüberwachung muss die Logikeinheit dabei sowohl HI-Alarme ( $\geq 21$  mA) als auch LO-Alarme ( $\leq 3,6$  mA) erkennen.

### 9.1.2 Beschreibung der Anwendung der Schutzeinrichtung

In Schutzeinrichtungen kann das Messgerät für folgende Überwachungen (Min., Max., Bereich) eingesetzt werden:

Massefluss

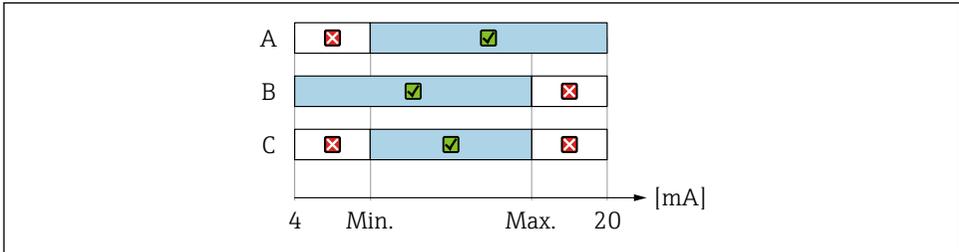
#### HINWEIS

Der sichere Betrieb des Geräts setzt eine ordnungsgemäße Montage voraus.

► Montagehinweise beachten.



Detaillierte Informationen zur Montage: Betriebsanleitung → 9



A0015277

#### 8 Überwachungsmöglichkeiten in Schutzeinrichtungen

A Min.-Alarm

B Max.-Alarm

C Bereichsüberwachung

✗ = Auslösen der Sicherheitsfunktion

✓ = Zulässiger Betriebszustand



## 9.2.2 Prüfprotokoll – Seite 2

**Prüfprotokoll – Seite 2**

Geräteinformation
Anlage
Messstellen / TAG-Nr.
Seriennummer
Informationen zur Prüfung
Datum / Uhrzeit

Sicherheitsfunktion - Grenzwertüberwachung	
<input type="checkbox"/> Min	<input type="checkbox"/> Max

Teil Prüfabläufe	Soll	Ist	Teil-Ergebnis	
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

A0049163

### 9.2.3 Parameter-Einstellungen für den SIL-Mode

#### Parameter-Einstellungen für den SIL-Mode

Parametername	Werkseinstellung	Eingestellter Wert	Geprüft
Freigabecode eingeben	0		
Anfang Messbereich (4mA)	0		
Sensortyp			
Druckkompensation	= Aus		
Zuordnung Stromausgang 1	= Massefluss		
Strombereich	= 4...20 mA		
Fehlerverhalten	= Min.		
Schleichenmengenunterdrückung	= Aus		
Überwachung teilgefülltes Rohr	= Aus		
Messmodus (4 mA-Wert)*	= Förderricht.		
Ansprechzeit teilgefülltes Rohr*	= 0		
Zuordnung Simul. Prozessgr.*	= Aus		
Simulation Stromausgang 1*	= Aus		
Diagnosenr. 046; 140; 274; 374; 830; 831; 834; 835; 913*	= Alarm		

\* Das Gerät schaltet nach Erfüllung der Vorbedingungen selbsttätig diese Parameter auf sicherheitsgerichtete Einstellungen.

A0049164

## 9.3 Verifizierung oder Kalibrierung

Um die Verifizierung der Messstelle mittels Heartbeat Technology oder die Kalibration der Messstelle durchzuführen, muss der SIL-Betrieb deaktiviert werden.

### HINWEIS

Um das Gerät nach einer Verifizierung oder Kalibrierung wieder in einer Sicherheitsfunktion einzusetzen, muss die Konfiguration der Messstelle geprüft und der SIL-Betrieb erneut aktiviert werden.

► SIL-Betrieb aktivieren →  23.

## 9.4 Versionshistorie

Version	Änderungen	Gültig ab Firmware-Version
SD02483D/06/xx/04.24	Umfangserweiterung für Erdgasgemische	01.00.zz (HART; ab Auslieferungsdatum 31.07.2020)
SD02484D/06/xx/03.22	Anpassungen aus dem TÜV-Audit	01.00.zz (HART; ab Auslieferungsdatum 31.07.2020)

---

<b>Version</b>	<b>Änderungen</b>	<b>Gültig ab Firmware-Version</b>
SD02484D/06/xx/02.21	Zweite Version	01.00.zz (HART; ab Auslieferungsdatum 31.07.2020)
SD02484D/06/xx/01.20	Erste Version	01.00.zz (HART; ab Auslieferungsdatum 31.07.2020)





71642345

[www.addresses.endress.com](http://www.addresses.endress.com)

---