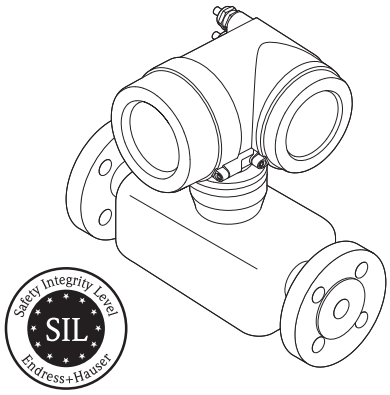
Sonderdokumentation
Proline Promass 80, 83
Handbuch zur Funktionalen Sicherheit



Coriolis-Massedurchfluss-Messsystem mit Ausgangssignal 4–20 mA

Anwendungsbereich
Überwachung des maximalen und/oder minimalen Durchflusses oder der Dichte in Anlagen, die den besonderen Anforderungen funktionaler Sicherheit nach IEC/EN 61508 genügen sollen.

Das Messgerät erfüllt die Anforderungen an
- Funktionale Sicherheit gemäß IEC/EN 61508
- Explosionsschutz (je nach Version)
- Elektromagnetische Verträglichkeit nach EN 61326-3-2 und NAMUR-Empfehlung NE 21
- Elektrische Sicherheit nach IEC/EN 61010-1

Ihre Vorteile
- Einsatz für Durchflussüberwachung (Min., Max., Bereich) bis SIL 2 (einkanalige Architektur) oder SIL 3 (mehrkanalige Architektur mit homogener Redundanz) – unabhängig beurteilt und zertifiziert durch TÜV nach IEC/EN 61508
- Alternativ auch für Dichteüberwachung (Min., Max., Bereich) geeignet
- Kontinuierliche Messung
- Nahezu unabhängige Messung von Produkteigenschaften
- Permanente Selbstüberwachung
- Einfache Installation und Inbetriebnahme
- Wiederholungsprüfung ohne Ausbau des Messgeräts möglich

Endress+Hauser
People for Process Automation

Inhaltsverzeichnis

SIL Zertifikat 3

Allgemeines 4
Darstellung eines Sicherheitssystems (Schutzfunktion) 4

Aufbau des Messystems mit Promass 80/83 5
Systemkomponenten 5
Angaben für die Sicherheitsfunktion 5
Mitgeltende Gerätedokumentationen 5

Einstellungen und Installationshinweise 6
Installationshinweise 6
Einstellhinweise 6
Überwachungsmöglichkeiten 7
Verriegelung 8
Einstellhinweise zur Auswerteeinheit 8
Verhalten bei Störungen 8
Informationen zur Gebrauchsdauer elektrischer Bauteile 8

Wiederholungsprüfung 9
Wiederholungsprüfung (proof test) des Messsystems 9

Anhang (Sicherheitstechnische Kennwerte) 12
Einleitende Bemerkungen 12
Kategorien 14

SIL Zertifikat

Certificate

Product Safety
Functional
Safety

TÜVRheinland®
CERTIFIED

www.tuv.com
ID 0600000000

Nr./No.: 968/EZ 295.03/17

Prüfgegenstand **Product tested**	Durchflussmessgerät für die sichere Messung von Massedurchfluss, Dichte und Volumendurchfluss Flow rate meter for the safe measurement of massflow rate, density and volumeflow rate	**Zertifikats-inhaber** **Certificate holder**	Endress + Hauser Flowtec AG Kägenstr. 7 4153 Reinach BL 1 Switzerland
Typbezeichnung **Type designation**	PROMASS 80, PROMASS 83		
Prüfgrundlagen **Codes and standards**	IEC 61508 Parts 1-7:2010	IEC 61010-1:2017	
Bestimmungsgemäße Verwendung **Intended application**	Die Messgeräte sind in Anwendungen bis SIL 2 gemäß IEC 61508 (einkanalig) sowie bis SIL 3 (redundante Verwendung) einsetzbar. The meters can be used in applications up to SIL 2 acc. to IEC 61508 (single channel) and up to SIL 3 (redundant use).		
Besondere Bedingungen **Specific requirements**	Bei der Verwendung des Gerätes müssen das Anwenderhandbuch und das Sicherheitshandbuch berücksichtigt werden. For the use of the product the Safety Manual and the User Manual have to be considered.		

Gültig bis / Valid until 2022-12-14

Der Ausstellung dieses Zertifikates liegt eine Prüfung zugrunde, deren Ergebnisse im Bericht Nr. 968/EZ 295.03/17 vom 14.12.2017 dokumentiert sind.
Dieses Zertifikat ist nur gültig für Erzeugnisse, die mit dem Prüfgegenstand übereinstimmen.
The issue of this certificate is based upon an examination, whose results are documented in Report No. 968/EZ 295.03/17 dated 2017-12-14.
This certificate is valid only for products which are identical with the product tested.

TÜV Rheinland Industrie Service GmbH
Bereich Automation
Funktionale Sicherheit
Am Grauen Stein, 51105 Köln

Köln, 2017-12-14

Certification Body Safety & Security for Automation & Grid

Dr.-Ing. Thorsten Gantevoort

www.fs-products.com
www.tuvasi.com

TÜVRheinland®
Precisely Right.

10/222 12.12 E A4 ® TÜV, TUEV and TUV are registered trademarks. Utilisation and application requires prior approval.

TÜV Rheinland Industrie Service GmbH, Am Grauen Stein, 51105 Köln / Germany
Tel.: +49 221 806-1790, Fax: +49 221 806-1539, E-Mail: industrie-service@de.tuv.com

A0009782

Allgemeines

Darstellung eines Sicherheitssystems (Schutzfunktion)

Mit den nachfolgenden Tabellen wird der erreichbare Safety Integrity Level (SIL) oder die Anforderungen bezüglich der "mittleren Versagenswahrscheinlichkeit bei Anforderung" (PFD_{AVG}), der "Hardware Fehlertoleranz" (HFT) und dem "Anteil sicherheitsgerichteter Ausfälle" (SFF) an das Sicherheitssystem bestimmt. Die spezifischen Werte für das Messsystem Promass finden Sie in den Tabellen im Anhang.

Allgemein gelten folgende zulässige Versagenswahrscheinlichkeiten der gesamten Sicherheitsfunktion in Abhängigkeit zum SIL für Systeme, die auf Anforderungen – z.B. Überschreiten eines definierten max. Durchflusses – reagieren müssen (Quelle: IEC 61508, Teil 1):

SIL	**PFDAVG**
4	$\geq 10^{-5} \ldots < 10^{-4}$
3	$\geq 10^{-4} \ldots < 10^{-3}$
2	$\geq 10^{-3} \ldots < 10^{-2}$
1	$\geq 10^{-2} \ldots < 10^{-1}$

Die nachfolgende Tabelle zeigt den erreichbaren SIL abhängig vom Wahrscheinlichkeitsanteil sicherheitsgerichteter Ausfälle und der Hardware Fehlertoleranz des gesamten Sicherheitssystems für Systeme vom Typ B (komplexe Bauelemente, Definition siehe IEC 61508, Teil 2):

SFF	HFT		
	0	1 (0)[1)]	2 (1)[1)]
< 60 %	nicht erlaubt	SIL 1	SIL 2
60 % ... < 90 %	SIL 1	SIL 2	SIL 3
90 % ... < 99 %	SIL 2	SIL 3	
≥ 99 %	SIL 3		

1) Nach IEC 61511-1 (Kapitel 11.4.4) kann die HFT um 1 reduziert werden (Werte in Klammern), wenn die eingesetzten Geräte folgende Bedingungen erfüllen:
- das Gerät ist betriebsbewährt
- es können am Gerät nur prozessrelevante Parameter geändert werden (z.B. Messbereich, ...)
- die Veränderung der prozessrelevanten Parameter ist geschützt (z.B. Passwort, Jumper, ...)
- die Funktion erfordert weniger als SIL 4

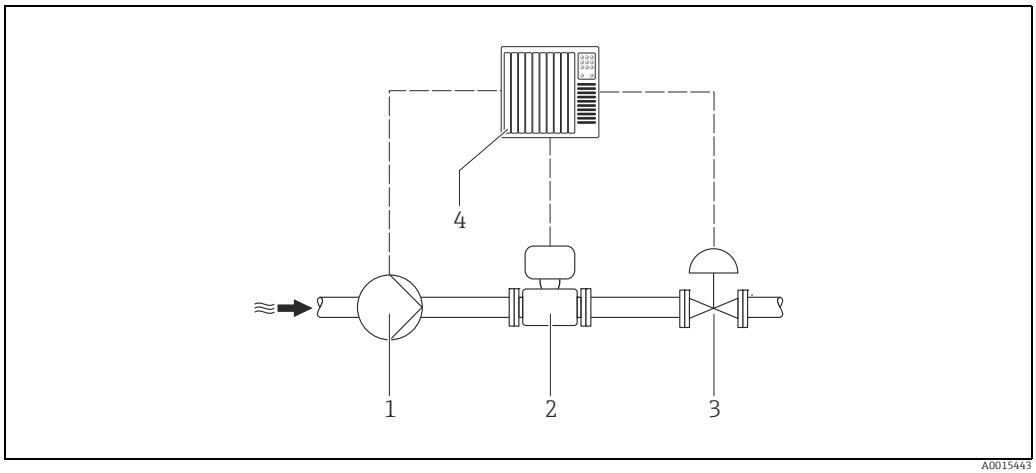
Das Promass Messsystem erfüllt diese Bedingungen.

Das Messgerät darf in PLT-Schutzfunktionen mit einkanaliger Architektur für SIL 2 eingesetzt werden. Zusätzlich kann das Messgerät bis zu SIL 3 eingesetzt werden, wenn es redundant verwendet wird (z.B. 1002 oder 2003).

Hinweis!
Allgemeine Informationen über Funktionale Sicherheit (SIL) sind erhältlich unter: www.de.endress.com/SIL und in der Kompetenzbroschüre CP002Z "Funktionale Sicherheit in der Prozess-Instrumentierung zur Risikoreduzierung" (Verfügbar im Download-Bereich der Endress+Hauser Internetseite: www.endress.com → Download → Dokumentationscode: CP002Z).

Aufbau des Messsystems mit Promass 80/83

Systemkomponenten



Systemkomponenten

1 Pumpe
2 Messgerät
3 Ventil
4 Automatisierungssystem

Im Messumformer wird ein dem Durchfluss oder der Dichte 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.

Hinweis!
- Das sicherheitsbezogene Signal ist das analoge Ausgangssignal 4–20 mA des Messgeräts. Alle Sicherheitsfunktionen beziehen sich ausschließlich auf den Stromausgang 1.
- Das Gerät muss vor unbefugtem Zugriff geschützt sein → siehe Abschnitt "Verriegelung" (→ 🖹 8).
- Das Anwendungsprogramm im Sicherheits-Automatisierungssystem ist so gestaltet, dass "Fail High"- und "Fail Low"-Ausfälle unabhängig vom Effekt (sicher oder gefährlich) von der Sicherheitsfunktion detektiert werden.
- Wird beim Messgerät Promass 83 die Kommunikation zusätzlich über das HART-Protokoll ausgeführt, muss der HART-Schreibschutz aktiviert sein → siehe Abschnitt "Verriegelung" (→ 🖹 8).

Die ermittelten Kennwerte (siehe Anhang) gelten ausschließlich für den 4–20 mA Stromausgang der folgenden Varianten:
- Promass 80***–**********(*)
  (*) = Bestelloption für Ein- /Ausgänge: A / D / S / T / 8
- Promass 83***–**********(*)
  (*) = Bestelloption für Ein- /Ausgänge: A / B / C / D / E / L / M / R / S / T / U / W / 0 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6

Angaben für die Sicherheitsfunktion

Die verbindlichen Einstellungen und Angaben für die Sicherheitsfunktion gehen aus dem Kapitel "Einstellungen und Installationshinweise" (→ 🖹 6) sowie aus dem Anhang (→ 🖹 12) hervor. Die Reaktionszeit des Messsystems beträgt ≤ 2 s. Erst danach beginnt die Alarmverzögerung der Überwachungsfunktion.

Hinweis!
Die Zeit vom Auftreten eines Ausfalls bis zu dessen Beseitigung (MTTR) wird mit 8 Stunden angesetzt.

Mitgeltende Gerätedokumentationen

Für das Messsystem müssen folgende Dokumentationen vorhanden sein:

Gerätetyp	Betriebsanleitung	Beschreibung der Gerätefunktionen
Promass 80	BA00057D/06	BA00058D/06
Promass 83	BA00059D/06	BA00060D/06

In diesen Dokumentationen befinden sich auch Angaben über Anwendungsgrenzen und Umgebungsbedingungen sowie die funktionalen Spezifikationen des Stromausgangs.
Für Messgeräte mit Explosionsschutz-Zulassungen sind außerdem die entsprechenden Sicherheitshinweise der zugehörigen Ex-Dokumentation (XA) zu beachten.

Einstellungen und Installationshinweise

Installationshinweise

Hinweise zur korrekten Installation des Messgeräts entnehmen Sie der mitgelieferten Betriebsanleitung (BA) → siehe "Mitgeltende Gerätedokumentationen" (→ 🖹 5).

Eignung des Messgeräts

Die Nennweite des Messgeräts gemäß den in der Applikation zu erwartenden Durchflüssen sorgfältig auswählen. Der maximale Durchfluss im Betrieb darf den spezifizierten Maximalwert des Aufnehmers nicht überschreiten. Weiterhin wird empfohlen, in sicherheitsrelevanten Anwendungen den Grenzwert zur Überwachung eines minimalen Durchflusses nicht kleiner als 5 % des spezifizierten Maximalwerts des Aufnehmers zu wählen.

Den anwendungsgemäßen Einsatz des Messgeräts und dabei die Eigenschaften des Messstoffs und der Umgebungsbedingungen berücksichtigen. Alle Hinweise auf kritische Prozesssituationen und Installationsverhältnisse aus den Gerätedokumentationen beachten.

Insbesondere beachten:
- Das Auftreten von Luftansammlungen, Gasblasenbildung oder Zwei-Phasen-Gemische im Messrohr, die zu erhöhten Messfehlern führen können, zwingend vermeiden.
- Bei leicht siedenden Flüssigkeiten oder bei Saugförderung: Darauf achten, dass der Dampfdruck nicht unterschritten wird und die Flüssigkeit nicht zu sieden beginnt.
- Stets gewährleisten, dass die in vielen Flüssigkeiten natürlich enthaltenen Gase nicht ausgasen. Ein genügend hoher Systemdruck verhindert solche Effekte.
- Sicherstellen, dass keine Kavitation auftritt, weil diese die Schwingung und Lebensdauer der Messrohre beeinträchtigen kann.
- Das Messgerät unterstützt grundsätzlich den Massefluss gasförmiger und unter Druck stehender Messstoffe. Für sicherheitsrelevante Durchflussüberwachungen ist dieser Einsatzfall nicht empfohlen.
- Anwendungen vermeiden, die Ablagerungen oder Korrosion im Messrohr verursachen.

Für einphasige, flüssige Messstoffe mit wasserähnlichen Eigenschaften müssen im Allgemeinen keine besonderen Anforderungen berücksichtigt werden.

Hinweis!
Weitere Informationen sind bei Ihrer Endress+Hauser Vertriebsstelle erhältlich.

Einstellhinweise

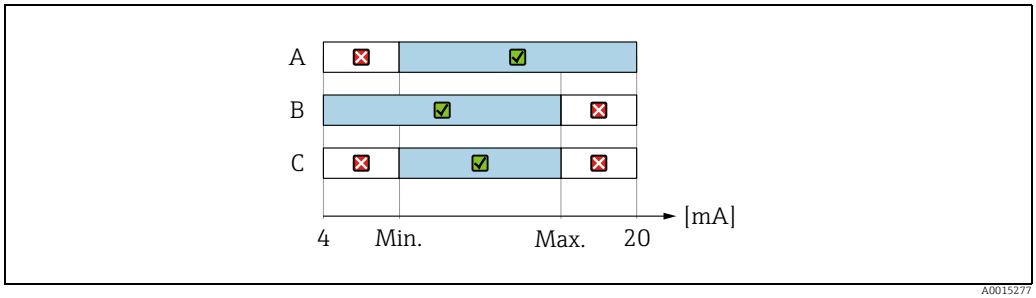
Das Messgerät kann in PLT Schutzeinrichtungen auf verschiedene Arten konfiguriert werden:
- Via Vor-Ort-Bedienung (LCD-Anzeige)
- Via HART-Handbediengerät DXR 375
- Via PC (Fernbedienung) über eine Service- und Konfigurationssoftware (z.B. "FieldCare")

Über die genannten Tools können auch Angaben zur Software- und Hardware-Revision des Gerätes abgefragt werden. Weitere Hinweise zu den Einstellungen sind den entsprechenden Betriebsanleitungen zu entnehmen → siehe "Mitgeltende Gerätedokumentationen" (→ 🖹 5).

Überwachungsmöglichkeiten

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

Hinweis!
Der sichere Betrieb des Geräts setzt eine ordnungsgemäße Installation voraus.



Überwachungsmöglichkeiten in Schutzeinrichtungen

A Min.-Alarm
B Max.-Alarm
C Bereichsüberwachung

= Auslösen der Schutzfunktion
= Zulässiger Betriebszustand

In der folgenden Tabelle sind die Einstellungen angegeben, die zum Einsatz des Messgeräts in einer sicherheitsrelevanten Applikation notwendig sind. Diese Einstellungen beziehen sich grundsätzlich auf den 4–20 mA Ausgangswert des Stromausgangs, der dem Durchflusswert entspricht.

Gruppe	Funktionsname in der Gruppe	Einstellmöglichkeiten bei Verwendung des Promass für eine Sicherheitsfunktion
STROMAUSGANG	ZUORDNUNG STROMAUSGANG	– Massefluss – Volumenfluss – Dichte
STROMAUSGANG	STROMBEREICH	– 4–20 mA (.....): Alle Einstellmöglichkeiten, in denen der Stromausgang auf 4–20 mA konfiguriert wird. – 0...20 mA: Einstellung ist nicht zulässig. Promass 80 Alle Einstellmöglichkeiten 4–20 mA mit HART-Kommunikation sind nicht zulässig. Promass 83 Alle Einstellmöglichkeiten 4–20 mA mit HART-Kommunikation sind nur dann zulässig, wenn der HART-Schreibschutz aktiviert ist (→ 8, Abschnitt "Verriegelung")
STROMAUSGANG	FEHLERVERHALTEN	– Min. Stromwert – Max. Stromwert
STROMAUSGANG	SIMULATION STROM	Aus
SYSTEMPARAMETER	MESSWERTUNTERDRÜCKUNG	Aus
ÜBERWACHUNG	ZUORDNUNG SYSTEMFEHLER	Aus (die Zuordnung von Hinweis- und Fehlermeldungen darf nicht verändert werden)
ÜBERWACHUNG	ALARM VERZÖGERUNG	0...20 s
SIMULATION SYSTEM	SIMULATION FEHLERVERHALTEN	Aus
SIMULATION SYSTEM	SIMULATION MESSGRÖSSE	Aus

Eine ausführliche Beschreibung der Messgerätefunktionen entnehmen Sie der zugehörigen Dokumentation "Beschreibung der Gerätefunktionen" → siehe "Mitgeltende Gerätedokumentationen" (→ 5).

Verriegelung

Zum Schutz der prozessrelevanten Parameter vor Änderung muss die Software verriegelt werden. Dies geschieht mit Hilfe eines durch den Anwender wählbaren Codes.

Softwareverriegelung für lokale Bedienung	
Funktion KUNDENCODE	Frei wählbare Codenummer (außer 0)

Promass 83:
Bei Verwendung der HART-Kommunikation muss der HART-Schreibschutz aktiviert werden. Dies geschieht mit Hilfe einer Steckbrücke auf der I/O-Platine. Das korrekte Vorgehen zur Aktivierung des HART-Schreibschutzes entnehmen Sie der entsprechenden Betriebsanleitung → siehe "Mitgeltende Gerätedokumentationen" (→ 🖹 5).

Einstellhinweise zur Auswerteeinheit

Am nachfolgenden Grenzwertgeber (Automatisierungssystem) muss der ermittelte Grenzwert (mA-Wert entsprechend dem gewünschten Maximal- und/oder Minimalwert) eingegeben werden. Bei allen Abgleich- und Einstellvorgängen ist gemäß der zugehörigen Betriebsanleitung vorzugehen → siehe "Mitgeltende Gerätedokumentationen" (→ 🖹 5).

Verhalten bei Störungen

Das Verhalten im Betrieb und bei Störungen wird in der Betriebsanleitung des Messgerätes beschrieben
→ siehe "Mitgeltende Gerätedokumentationen" (→ 🖹 5).

Hinweis!
- Reparatur: Die Reparatur der Geräte darf grundsätzlich nur durch Endress+Hauser durchgeführt werden.
  Erfolgt die Reparatur von anderer Seite, können die sicherheitstechnischen Funktionen nicht mehr gewährleistet werden.
  Ausnahme: Der Austausch von modularen Komponenten durch Originalersatzteile darf durch qualifiziertes Personal des Kunden vorgenommen werden, wenn dieses Personal durch Endress+Hauser hierfür geschult wurde.
- Bei Ausfall eines SIL gekennzeichneten Endress+Hauser Geräts, das in einer Schutzeinrichtung betrieben wurde, ist Endress+Hauser unter sil@endress.com mit Angabe des Gerätetyps, der Seriennummer und Art des Ausfalls zu informieren.
  Der Anwender beschreibt dem Hersteller den Ausfall und mögliche Auswirkungen in Form einer detaillierten Mitteilung. Zusätzlich erfolgt ein Informationsfluss, ob es sich um einen gefährlichen oder nicht direkt ermittelbaren Ausfall handelt.
- Bei Ausfall eines SIL-gekennzeichneten Endress+Hauser-Geräts, das in einer Schutzfunktion betrieben wurde, ist bei der Rücksendung des defekten Geräts die "Erklärung zur Kontamination und Reinigung" mit dem entsprechenden Hinweis "Einsatz als SIL-Gerät in Schutzeinrichtung" beizulegen.

Informationen zur Gebrauchsdauer elektrischer Bauteile

Die zugrunde gelegten Ausfallraten elektrischer Bauteile gelten innerhalb der Gebrauchsdauer gemäß IEC/EN 61508-2, Abschnitt 7.4.7.4, Anmerkung, Hinweis 3.

Hinweis!
Nach DIN EN 61508-2, Hinweis NA4 sind durch entsprechende Maßnahmen des Herstellers und Betreibers längere Gebrauchsdauern zu erreichen.

Wiederholungsprüfung

Wiederholungsprüfung (proof test) des Messsystems

Sicherheitsfunktionen sind in angemessenen Zeitabständen auf ihre Funktionsfähigkeit zu überprüfen. Das Prüfintervall T_i ist vom Betreiber festzulegen und bei der Ermittlung der Versagenswahrscheinlichkeit PFD_{avg} des Messaufnehmersystems zu berücksichtigen.

Hinweis!
Der maximale Wert von PFD_{avg} hängt bei einkanaliger Architektur nach folgender Formel vom Diagnose-Deckungsgrad der Wiederholungsprüfung (PTC = Proof Test Coverage) und der vorgesehenen Gebrauchsdauer (LT = Lifetime) ab:

$$PFD_{avg} \approx \lambda_{du} \cdot [PTC/2 \cdot T_i + (1 - PTC)/2 \cdot LT]$$

A0015275

Die Funktionsprüfung ist so durchzuführen, dass die einwandfreie Funktion der Sicherheitseinrichtung im Zusammenwirken aller Komponenten nachgewiesen wird. Jede Prüfung ist vollständig zu dokumentieren.

Zur Überprüfung der Schutzfunktion (Min., Max., Bereich) muss zunächst die Genauigkeit des Messwerts überprüft werden. Hierzu müssen die eingestellten Grenzwerte angefahren werden, worauf die Schutzfunktion einschließlich des Aktors ansprechen muss. Zur Überprüfung der Schutzfunktion "Bereich" genügt die Überprüfung der Genauigkeit der Messwerte.

Während der Wiederholungsprüfung müssen zur Gewährleistung der Prozesssicherheit alternative überwachende Maßnahmen ergriffen werden.

Eine Wiederholungsprüfung des Geräts kann in folgenden Schritten durchgeführt werden:

1. Überprüfung des digitalen Messwerts
   Je nach zu überwachender Messgröße und verfügbarem Equipment ist eine der folgenden Überprüfungen durchzuführen:
   a. Prüfablauf A – Überprüfung des digitalen Messwerts mit einer Kalibrieranlage
      Masse-, Volumenfluss oder Dichte
      Eine Rekalibrierung des Messgeräts wird mit einer nach ISO 17025 zertifizierten Kalibrieranlage durchgeführt. Dies kann im eingebauten Zustand mit einer mobilen Kalibrieranlage oder nach Ausbau auf einer Werkskalibrieranlage erfolgen. Die betragsmäßige Abweichung des gemessenen Durchflusses oder der Dichte vom Sollwert darf die in der Betriebsanleitung aufgeführte maximale Messabweichung nicht überschreiten.

      Hinweis!
      Weitere Informationen zu Standardverfahren für die Vor-Ort-Kalibrierung von Durchflussmessgeräten sind bei Ihrer Endress+Hauser Vertriebsstelle erhältlich.

   b. Prüfablauf B – Überprüfung des digitalen Messwerts mit Hilfe des eingebauten Summenzählers
      Massefluss
      Ein Messgefäß wird mit dem Medium bei einem Durchfluss gefüllt, der dem zu überwachenden Grenzwert entspricht. Mit Hilfe einer geeichten Waage wird die Veränderung der Gesamtmasse im Messgefäß vor und nach der Füllung bestimmt und mit dem im Messgerät eingebauten Summenzähler verglichen. Die betragsmäßige Abweichung darf die in der Betriebsanleitung aufgeführte maximale Messabweichung nicht überschreiten. Im Falle einer Bereichsüberwachung ist diese Überprüfung für den oberen und unteren Grenzwert separat durchzuführen.

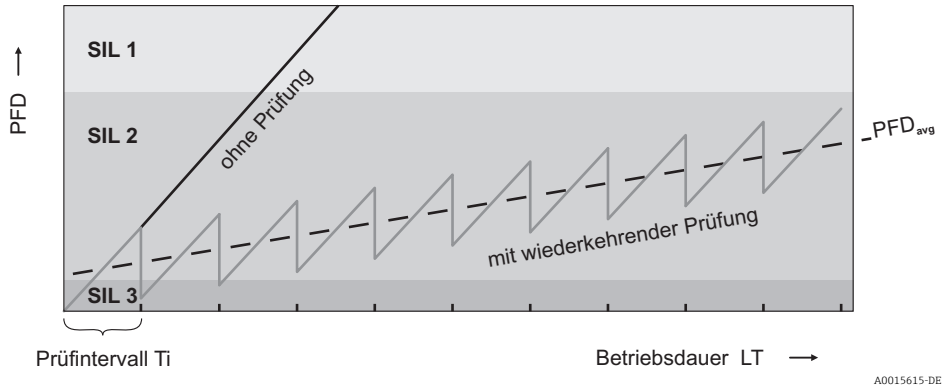
      Volumenfluss
      Ein geeichtes Messgefäß wird mit dem Medium bei einem Durchfluss gefüllt, der dem zu überwachenden Grenzwert entspricht. Die Veränderung des Volumens im Messgefäß wird vor und nach der Füllung abgelesen und mit dem im Messgerät eingebauten Summenzähler verglichen. Die betragsmäßige Abweichung darf die in der Betriebsanleitung aufgeführte maximale Messabweichung nicht überschreiten. Im Falle einer Bereichsüberwachung ist diese Überprüfung zwischen dem oberen und unteren Grenzwert in 5 Stufen durchzuführen.

   c. Prüfablauf C – Überprüfung des digitalen Messwerts mit Hilfe von Flüssigkeiten bekannter Dichte
      Dichte

Die Messrohre des Messgeräts werden nacheinander mit mindestens zwei verschiedenen Flüssigkeiten bekannter Dichte gefüllt. Die jeweilig ermittelten digitalen Dichtemesswerte werden jeweils mit der realen Dichte der Messflüssigkeit verglichen. Die betragsmäßige Abweichung darf die in der Betriebsanleitung aufgeführte maximale Messabweichung nicht überschreiten.

d. Prüfablauf D – Überprüfung des digitalen Messwerts mit Fieldcheck
Masse-, Volumenfluss oder Dichte
Verifikation des Messgeräts im eingebauten Zustand mit Fieldcheck gemäß Betriebsanleitung BA00067D/06. Fieldcheck zeigt das Prüfungsergebnis (Bestanden/Nicht Bestanden) automatisch an.
Dieser Prüfablauf kann ohne Ausbau des Durchflussmessgeräts erfolgen und vereinfacht die wiederkehrende Prüfung. Durch den hohen Diagnosedeckungsgrad werden > 90 % der verdeckten Fehler erkannt, wodurch die Versagenswahrscheinlichkeit geringer ansteigt als ungeprüft (→ nachfolgende Grafik). Die mittlere Versagenswahrscheinlichkeit PFD_{AVG} kann mit dessen Formel (→ 📄 9) bei der vorgesehenen Gebrauchsdauer LT abgeschätzt werden.

Zusammen mit dem Softwarepaket FieldCare können die Testergebnisse in eine Datenbank übernommen, ausgedruckt und als Nachweis für Behörden weiter verwendet werden.



Einkanalige Systemarchitektur 1oo1

2. Überprüfung der Temperaturmessung
Die Messstofftemperatur wird vom Messgerät zur Kompensation von Messwerten und zu Diagnosezwecken benötigt. Die digital vom Messgerät ermittelte Messstofftemperatur wird mit dem Messwert eines geeichten Thermometers verglichen. Die betragsmäßige Abweichung soll nicht mehr als 2 °C
(4 °F) betragen.

3. Überprüfung des 4–20 mA Stromausgangs
Der Stromausgang des Messgeräts ist mit Hilfe der im Bedienmenü verfügbaren Stromsimulation (fester Stromwert) nacheinander auf die Werte 3,6 mA, 4,0 mA, 20,0 mA und 22,0 mA einzustellen und mit den Messwerten eines externen geeichten Strommessgeräts zu vergleichen.

4. Ansprechen der Schutzfunktion
Durch Ausgabe geeigneter Stromwerte auf der 4–20 mA Schnittstelle per Stromsimulation (knapp unterhalb und oberhalb des Schaltpunkts) ist das korrekte Ansprechen der Schutzfunktion inklusive Aktor zu überprüfen. Im Falle einer Bereichsüberwachung ist diese Überprüfung für den oberen und unteren Grenzwert separat durchzuführen.

5. Abschluss der Wiederholungsprüfung
Den 4–20 mA Stromausgang auf Messwertausgabe schalten (wenn notwendig).

Hinweis!
Die Wiederholungsprüfung ist nur abgeschlossen, wenn die Schritte 1…5 durchgeführt wurden.

Mit den beschriebenen Prüfabläufen 1a bis 1c können mindestens 98 %, mit Prüfablauf 1d mindestens 90 %, der unerkannten gefährlichen Fehler entdeckt werden. Ist eines der Prüfkriterien

der beschriebenen Prüfabläufe nicht erfüllt, darf das Messgerät nicht mehr als Teil einer Schutzeinrichtung eingesetzt werden.

Der Einfluss systematischer Fehler auf die Sicherheitsfunktion wird durch die Prüfung nicht abgedeckt und ist gesondert zu betrachten. Systematische Fehler können beispielsweise durch Messstoffeigenschaften, Betriebsbedingungen, Ansatzbildung oder Korrosion verursacht werden.

Anhang (Sicherheitstechnische Kennwerte)

Einleitende Bemerkungen

Die Promass Durchfluss-Messsysteme werden, je nach Bestellstruktur, mit unterschiedlichen Signaleingängen und -ausgängen ausgeliefert. Gleichartige Elektronikmodule sind aus Gründen der Übersicht in "Kategorien" zusammengefasst.

Hinweis!

- Für jede dieser "Kategorien" werden die sicherheitstechnischen Kennwerte separat beschrieben → siehe Abschnitte "Kategorie 1...10". Die dort aufgeführten Tabellen beinhalten alle wichtigen Kennwerte. Dabei gelten die Werte für alle Einsatzmöglichkeiten.
- Die angegebenen Ausfallraten beziehen sich auf die Ausfallraten der Siemens Norm SN 29500 bei einer Umgebungstemperatur von +40 °C (+104 °F).

Messsystem / Elektronik Bestellstruktur	Ex	Aus- und Eingänge	Kategorie → 14
Promass 80			
80 *** – **********A	–	Stromausg. / Freq.ausg.	1
80 *** – **********D	–	Stromausg. / Freq.ausg. / Statusausg. / Statuseing.	1
80 *** – **********8	–	Stromausg. / Stromausg. 2 / Freq.ausg. / Statuseing.	5
80 *** – **********A	Ex	Stromausg. / Freq.ausg.	2
80 *** – **********D	Ex	Stromausg. / Freq.ausg. / Statusausg. / Statuseing.	2
80 *** – **********S	Ex	Stromausg. (Ex i) / Freq.ausg. (Ex i)	7
80 *** – **********T	Ex	Stromausg. (Ex i) / Freq.ausg. (Ex i)	8
80 *** – **********8	Ex	Stromausg. / Stromausg. 2 / Freq.ausg. / Statuseing.	6
Promass 83			
83 *** – **********A	–	Stromausg. / Freq.ausg.	3
83 *** – **********B	–	Stromausg. / Freq.ausg. / Relais / Relais 2	3
83 *** – **********C	–	Stromausg. / Freq.ausg. / Relais / Relais 2	5
83 *** – **********D	–	Stromausg. / Freq.ausg. / Relais / Statuseing.	5
83 *** – **********E	–	Stromausg. / Stromausg. 2 / Relais / Statuseing.	5
83 *** – **********L	–	Stromausg. / Relais / Relais 2 / Statuseing.	5
83 *** – **********M	–	Stromausg. / Freq.ausg. / Freq.ausg. 2 / Statuseing.	5
83 *** – **********W	–	Stromausg. / Stromausg. 2 / Stromausg. 3 / Relais	5
83 *** – **********0	–	Stromausg. / Stromausg. 2 / Stromausg. 3 / Statuseing.	5
83 *** – **********2	–	Stromausg. / Stromausg. 2 / Freq.ausg. / Relais	5
83 *** – **********3	–	Stromausg. / Stromausg. 2 / Relais / Stromeing.	5
83 *** – **********4	–	Stromausg. / Freq.ausg. / Relais / Stromeing.	5
83 *** – **********5	–	Stromausg. / Freq.ausg. / Stromeing. / Statuseing.	5
83 *** – **********6	–	Stromausg. / Stromausg. 2 / Stromeing. / Statuseing.	5
83 *** – **********A	Ex	Stromausg. / Freq.ausg.	4
83 *** – **********B	Ex	Stromausg. / Freq.ausg. / Relais / Relais 2	4
83 *** – **********C	Ex	Stromausg. / Freq.ausg. / Relais / Relais 2	6
83 *** – **********D	Ex	Stromausg. / Freq.ausg. / Relais / Statuseing.	6
83 *** – **********E	Ex	Stromausg. / Stromausg. 2 / Relais / Statuseing.	6
83 *** – **********L	Ex	Stromausg. / Relais / Relais 2 / Statuseing.	6

Messsystem / Elektronik Bestellstruktur	Ex	Aus- und Eingänge	Kategorie → 🗎 14
83 *** – **********M	Ex	Stromausg. / Freq.ausg. / Freq.ausg. 2 / Statuseing.	6
83 *** – **********R	Ex	Stromausg. (Ex i) / Stromausg. 2 (Ex i)	9
83 *** – **********S	Ex	Stromausg. (Ex i) / Freq.ausg. (Ex i)	7
83 *** – **********T	Ex	Stromausg. (Ex i) / Freq.ausg. (Ex i)	8
83 *** – **********U	Ex	Stromausg. (Ex i) / Stromausg. 2 (Ex i)	10
83 *** – **********W	Ex	Stromausg. / Stromausg. 2 / Stromausg. 3 / Relais	6
83 *** – **********0	Ex	Stromausg. / Stromausg. 2 / Stromausg. 3 / Statuseing.	6
83 *** – **********2	Ex	Stromausg. / Stromausg. 2 / Freq.ausg. / Relais	6
83 *** – **********3	Ex	Stromausg. / Stromausg. 2 / Relais / Stromeing.	6
83 *** – **********4	Ex	Stromausg. / Freq.ausg. / Relais / Stromeing.	6
83 *** – **********5	Ex	Stromausg. / Freq.ausg. / Stromeing. / Statuseing.	6
83 *** – **********6	Ex	Stromausg. / Stromausg. 2 / Stromeing. / Statuseing.	6

Anmerkungen zum Begriff "Gefährliche unerkannte Ausfälle"

Als "gefährliche unerkannte Ausfälle" gelten solche Zustände, bei denen der Prozess auf eine Anfrage nicht antwortet (d.h. das Messgerät zeigt nicht das vordefinierte Fehlerverhalten) oder bei denen das Ausgangssignal mehr als die spezifizierte Gesamtmessunsicherheit vom wahren Messwert abweicht. Detaillierte Angaben zur Gesamtmessunsicherheit finden Sie in der Betriebsanleitung, Kapitel "Messgenauigkeit".

Dabei wird von folgenden Annahmen ausgegangen:
- Die Ausfallraten sind konstant, Abnutzungsmechanismen werden nicht betrachtet.
- Ausfallfortpflanzung ist nicht relevant.
- Das HART-Protokoll wird während des normalen Messbetriebes nur zum Auslesen von Daten verwendet.
- Die Wiederherstellungszeit nach einem sicheren Ausfall beträgt 8 Stunden.
- Die Testzeit des Automatisierungssystems, um auf einen detektierten Ausfall zu reagieren, beträgt eine Stunde.
- Alle Module werden im "Low Demand Mode" betrieben.
- Nur der Stromausgang 1 wird für sicherheitsrelevante Anwendungen verwendet.
- Ausfallraten der externen Spannungsversorgung werden nicht betrachtet.
- Die "Stress Levels" sind Durchschnittswerte für eine industrielle Umgebung und sind vergleichbar mit der "Ground Fixed"-Klassifizierung des MIL-HDBK-217F. Alternativ ist die angenommene Umgebung ähnlich IEC 60654-1, Class C (geschützter Einbauort) mit Temperaturgrenzen innerhalb der Herstellerangaben und einer Durchschnittstemperatur über eine längere Zeitperiode von 40 °C (104 °F) für den Messumformer (Transmitter). Die Feuchtigkeit wird innerhalb der Herstellerspezifikation angenommen.
- Nur die beschriebenen Versionen werden für Sicherheitsanwendungen verwendet.
- Da die optionale Anzeige nicht Teil der Sicherheitsfunktion ist, wird die Ausfallrate des Displays nicht in den Berechnungen berücksichtigt.
- Das Anwendungsprogramm im Sicherheits-Automatisierungssystem ist so gestaltet, dass "Fail High"- und "Fail Low"-Ausfälle unabhängig vom Effekt (sicher oder gefährlich) von der Sicherheitsfunktion detektiert werden.

Kategorien

- SIL (Sicherheitslevel) = 2
- HFT (Hardware-Fehlertoleranz gemäss IEC 61511-1 Kapitel 11.4) = 0
- Gerätetyp = Type B (Komplexe Komponente)

Kategorie	SFF[1)]	PFD_{AVG}			λ_{du}	λ_{dd}	λ_{su}	λ_{sd}	MTBF
		1 Jahr	2 Jahre	5 Jahre					
1	89,5 %	$7{,}83 \cdot 10^{-4}$	$1{,}56 \cdot 10^{-3}$	$3{,}90 \cdot 10^{-3}$	178 FIT	1214 FIT	316 FIT	0 FIT	65 Jahre
2	91,1 %	$6{,}92 \cdot 10^{-4}$	$1{,}38 \cdot 10^{-3}$	$3{,}45 \cdot 10^{-3}$	158 FIT	1292 FIT	329 FIT	0 FIT	62 Jahre
3	89,6 %	$7{,}83 \cdot 10^{-4}$	$1{,}56 \cdot 10^{-3}$	$3{,}90 \cdot 10^{-3}$	178 FIT	1221 FIT	323 FIT	0 FIT	63 Jahre
4	91,2 %	$6{,}92 \cdot 10^{-4}$	$1{,}38 \cdot 10^{-3}$	$3{,}45 \cdot 10^{-3}$	158 FIT	1300 FIT	336 FIT	0 FIT	60 Jahre
5	90,0 %	$7{,}87 \cdot 10^{-4}$	$1{,}57 \cdot 10^{-3}$	$3{,}93 \cdot 10^{-3}$	179 FIT	1278 FIT	333 FIT	0 FIT	59 Jahre
6	91,5 %	$6{,}96 \cdot 10^{-4}$	$1{,}39 \cdot 10^{-3}$	$3{,}47 \cdot 10^{-3}$	159 FIT	1356 FIT	346 FIT	0 FIT	57 Jahre
7	91,6 %	$7{,}31 \cdot 10^{-4}$	$1{,}46 \cdot 10^{-3}$	$3{,}65 \cdot 10^{-3}$	167 FIT	1382 FIT	435 FIT	0 FIT	53 Jahre
8	91,6 %	$6{,}99 \cdot 10^{-4}$	$1{,}40 \cdot 10^{-3}$	$3{,}49 \cdot 10^{-3}$	160 FIT	1376 FIT	351 FIT	0 FIT	56 Jahre
9	91,9 %	$6{,}94 \cdot 10^{-4}$	$1{,}39 \cdot 10^{-3}$	$3{,}46 \cdot 10^{-3}$	159 FIT	1384 FIT	412 FIT	0 FIT	48 Jahre
10	91,6 %	$6{,}94 \cdot 10^{-4}$	$1{,}39 \cdot 10^{-3}$	$3{,}46 \cdot 10^{-3}$	159 FIT	1374 FIT	350 FIT	0 FIT	51 Jahre

[1)] Safe Failure Fraction

www.addresses.endress.com

Endress+Hauser

People for Process Automation