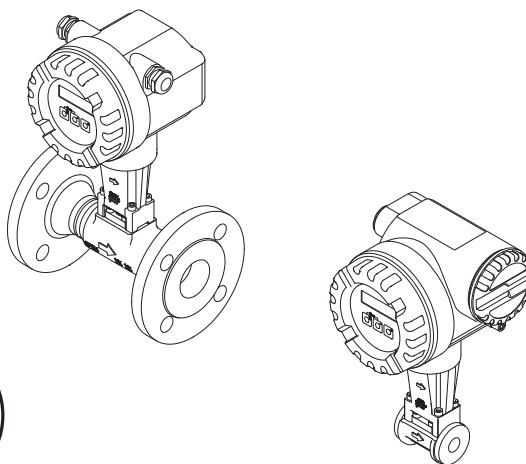




Handbuch zur Funktionalen Sicherheit

## Proline Prowirl 72, 73

Wirbeldurchfluss-Messsystem mit 4...20 mA Ausgangssignal



### Anwendungsbereich

Überwachung des maximalen und/oder minimalen Durchflusses in Anlagen, die den besonderen Anforderungen der Sicherheitstechnik nach IEC/EN 61508 und IEC/EN 61511-1 genügen sollen.

Das Messgerät erfüllt die Anforderungen an

- Funktionale Sicherheit gemäß IEC/EN 61508 und IEC/EN 61511-1
- Explosionsschutz (je nach Version)
- Elektromagnetische Verträglichkeit nach EN 61326-3-2 und NAMUR-Empfehlung NE 21

### Ihre Vorteile

- Einsatz für Durchflussüberwachung (Min., Max., Bereich) bis SIL 2 für Prowirl 72 – unabhängig beurteilt (Functional Assessment) durch exida.com nach IEC/EN 61508 und IEC/EN 61511-1
- Einsatz für Durchflussüberwachung (Min., Max., Bereich) bis SIL 1 für Prowirl 73 – unabhängig beurteilt (Functional Assessment) durch exida.com nach IEC/EN 61508 und IEC/EN 61511-1
- Kontinuierliche Messung
- Nahezu unabhängige Messung von Produkteigenschaften
- Permanente Selbstüberwachung
- Einfache Installation und Inbetriebnahme

SD00100D/06/DE/13.11  
71141457

gültig ab Version  
V 01.00.zz (Gerätesoftware)

Endress+Hauser

People for Process Automation

# Inhaltsverzeichnis

<b>SIL Konformitätserklärung</b> .....	<b>3</b>
Prowirl 72 .....	3
Prowirl 73 .....	4
<b>Allgemeines</b> .....	<b>5</b>
Darstellung eines Sicherheitssystems (Schutzfunktion) .....	5
<b>Aufbau des Messsystems mit Prowirl 72, 73</b> .....	<b>6</b>
Systemkomponenten .....	6
Angaben für die Sicherheitsfunktion .....	6
Mitgelte Geratedokumentationen .....	7
<b>Einstellungen und Installationshinweise</b> .....	<b>7</b>
Installationshinweise .....	7
Einstellhinweise .....	7
Überwachungsmöglichkeiten .....	7
Verriegelung .....	8
Einstellhinweise zur Auswerteeinheit .....	8
Verhalten bei Störungen .....	9
Informationen zur Gebrauchsdauer elektrischer Bauteile .....	9
<b>Wiederholungsprüfung</b> .....	<b>10</b>
Wiederholungsprüfung (proof test) des Messsystems .....	10
<b>Exida Management Summary</b> .....	<b>12</b>
Prowirl 72 .....	12
Prowirl 73 .....	14
<b>Anhang (Sicherheitstechnische Kennwerte)</b> .....	<b>16</b>
Einleitende Bemerkungen .....	16
Prowirl 72 .....	17
Prowirl 73 .....	18

# SIL Konformitätserklärung

Prowirl 72



Ole Koudal  
Endress+Hauser Flowtec AG  
Kägenstrasse 7, 4153 Reinach

## SIL Konformitätserklärung Prowirl 72 Funktionale Sicherheit eines Durchflussmessgerätes nach IEC 61508/IEC 61511

Endress+Hauser Flowtec AG, Kägenstrasse 7, 4153 Reinach  
erklärt als Hersteller, dass das Durchflussmessgerät

### Prowirl 72 (4...20 mA)

für den Einsatz in einer sicherheitsrelevanten Anwendung bis einschliesslich SIL-2 entsprechend IEC 61511-1 geeignet ist, wenn beiliegende Sicherheitshinweise beachtet werden.

Die FMEDA mit Analyse der sicherheitskritischen und gefährlichen Zufallsfehler liefert unter Annahme einer 4-jährlichen Funktionsprüfung in der ungünstigsten der getesteten Konfiguration folgende Parameter:

SIL (Sicherheitslevel)	:	2
HFT (Hardware Fehlertoleranz)	:	0 <sup>1)</sup>
Gerätetyp	:	Typ B (Komplexe Komponente)
SFF (Anteil sicherheitsgerichteter Fehler)	:	> 80%
PFD <sub>avg</sub> (Wahrscheinlichkeit für gefährlichen Ausfall <sup>2)</sup> )	:	≤ 3.056 x 10 <sup>-3</sup>

### Fehlerraten nach IEC 61508

$\lambda_{du}$ (Fehlerrate für gefährliche unentdeckte Fehler)	:	175 x 10 <sup>-9</sup> /h (175 FIT)
$\lambda_{dd}$ (Fehlerrate für gefährliche entdeckte Fehler)	:	446 x 10 <sup>-9</sup> /h (446 FIT)
$\lambda_{su}$ (Fehlerrate für sichere unentdeckte Fehler)	:	402 x 10 <sup>-9</sup> /h (402 FIT)
$\lambda_{sd}$ (Fehlerrate für sichere entdeckte Fehler)	:	17 x 10 <sup>-9</sup> /h (17 FIT)

1) gemäss Kapitel 11.4 der IEC 61511-1

2) Die PFD<sub>avg</sub> Werte sind auch nach ISA S84.01 innerhalb des für SIL2 definierten Bereichs gültig.

Im Rahmen des Nachweises der Betriebsbewährtheit wurde das Gerät einschliesslich der Software (ab Version 1.00.00, eingeführt im März 2003) und das Aenderungswesen beurteilt.

Reinach, 18.01.2005

Endress+Hauser Flowtec AG  
Projektleiter FEV/OK

SIL Konformitätserklärung 72 d.doc /

## Prowirl 73

**Endress+Hauser** 

People for Process Automation

Ole Koudal  
 Endress+Hauser Flowtec AG  
 Kägenstrasse 7, 4153 Reinach

**SIL Konformitätserklärung Prowirl 73**  
**Funktionale Sicherheit eines Durchflussmessgerätes nach IEC 61508**

Endress+Hauser Flowtec AG, Kägenstrasse 7, 4153 Reinach  
 erklärt als Hersteller, dass das Durchflussmessgerät

**Prowirl 73 (4...20 mA)**

für den Einsatz in einer sicherheitsrelevanten Anwendung bis einschliesslich SIL-1 geeignet ist, wenn beiliegende Sicherheitshinweise beachtet werden.

Die FMEDA mit Analyse der sicherheitskritischen und gefährlichen Zufallsfehler liefert unter Annahme einer 10-jährlichen Funktionsprüfung in der ungünstigsten der getesteten Konfiguration folgende Parameter:

SIL (Sicherheitslevel)	:	1
HFT (Hardware Fehlertoleranz)	:	0
Gerätetyp	:	Typ B (Komplexe Komponente)
SFF (Anteil sicherheitsgerichteter Fehler)	:	> 80%
PF <sub>D,avg</sub> (Wahrscheinlichkeit für gefährlichen Ausfall <sup>1)</sup> )	:	≤ 7.90 x 10 <sup>-3</sup>

Fehlerraten nach IEC 61508

λ <sub>du</sub> (Fehlerrate für gefährliche unentdeckte Fehler)	:	181 x 10 <sup>-9</sup> /h (181 FIT)
λ <sub>dd</sub> (Fehlerrate für gefährliche entdeckte Fehler)	:	462 x 10 <sup>-9</sup> /h (462 FIT)
λ <sub>su</sub> (Fehlerrate für sichere unentdeckte Fehler)	:	431 x 10 <sup>-9</sup> /h (431 FIT)
λ <sub>sd</sub> (Fehlerrate für sichere entdeckte Fehler)	:	17 x 10 <sup>-9</sup> /h (17 FIT)

1) Die PF<sub>D,avg</sub> Werte sind auch nach ISA S84.01 innerhalb des für SIL-1 definierten Bereichs gültig.

Reinach, 18.01.2005

Endress+Hauser Flowtec AG  
 Projektleiter FEV/OK



SIL Konformitätserklärung 73 d.doc /

Prowirl73-de-konformitaet.pdf

## 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 Prowirl 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	$PFD_{AVG}$
4	$\geq 10^{-5} \dots < 10^{-4}$
3	$\geq 10^{-4} \dots < 10^{-3}$
2	$\geq 10^{-3} \dots < 10^{-2}$
1	$\geq 10^{-2} \dots < 10^{-1}$

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) <sup>1)</sup>	2 (1) <sup>1)</sup>
< 60 %	nicht erlaubt	SIL 1	SIL 2
60 % ... < 90 %	SIL 1	<b>SIL 2</b>	SIL 3
90 % ... < 99 %	SIL 2	SIL 3	
$\geq 99$ %	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 Messsystem Prowirl 72 erfüllt diese Bedingungen, das Messsystem Prowirl 73 ist nicht betriebsbewährt.

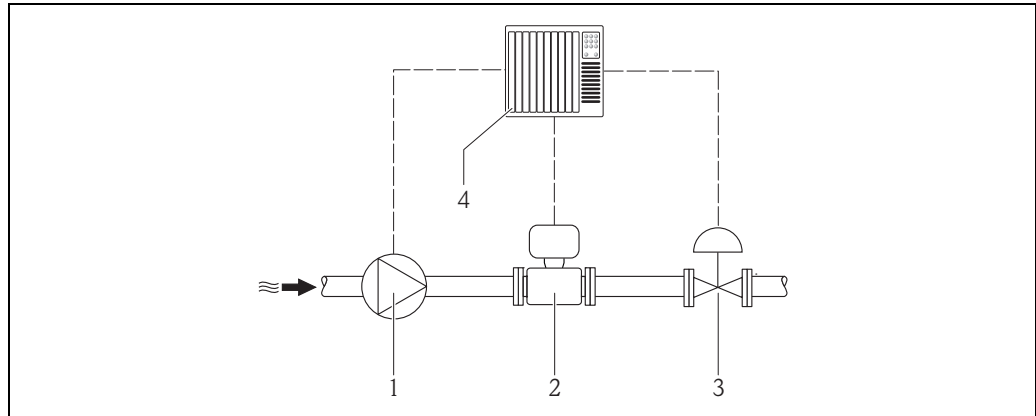


#### Hinweis!

Allgemeine Informationen über Funktionale Sicherheit (SIL) sind erhältlich unter: [www.de.endress.com/SIL](http://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](http://www.endress.com) → Download → Dokumentationscode: CP002Z).

## Aufbau des Messsystems mit Prowirl 72, 73

### Systemkomponenten



#### Systemkomponenten

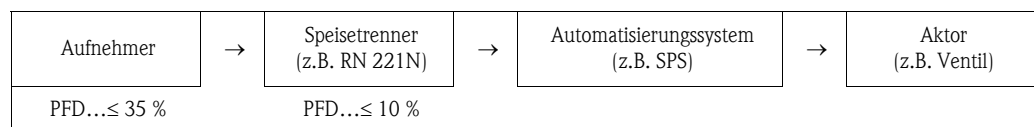
- 1 Pumpe
- 2 Messgerät
- 3 Ventil
- 4 Automatisierungssystem

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.



#### Hinweis!

- Das Automatisierungssystem kann auch zusätzliche Prozessgrößen, wie Druck oder Temperatur, einlesen, um aus diesen Informationen und dem durch Prowirl 72, 73 gemessenen Volumenfluss einen Massefluss oder Normvolumenfluss zu errechnen.
- Zur eigensicheren Speisung des Prowirl 72, 73 kann zwischen Automatisierungssystem und Prowirl 72, 73 auch ein Speisetrenner geschaltet werden (z.B. RN221N):



→ Anteil des Speisetrenners an der "mittleren Wahrscheinlichkeit gefahrbringender Ausfälle einer Sicherheitsfunktion im Anforderungsfall" (PFD<sub>avg</sub>).



#### 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 Prowirl 72/73 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:

- Prowirl 72/73\*\*\*\_\*\*\*\*\*A
- Prowirl 72/73\*\*\*\_\*\*\*\*\*W

### Angaben für die Sicherheitsfunktion

Die verbindlichen Einstellungen und Angaben für die Sicherheitsfunktion gehen aus dem Kapitel "Einstellungen und Installationshinweise" (→ 7) sowie aus dem Anhang (→ 16) 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 inkl. Beschreibung der Gerätefunktionen
Prowirl 72	BA00084D/06
Prowirl 73	BA00094D/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" (→ 7).

**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.



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 Geräts abgefragt werden. Weitere Hinweise zu den Einstellungen sind den entsprechenden Betriebsanleitungen zu entnehmen → siehe "Mitgeltende Gerätedokumentationen" (→ 7).

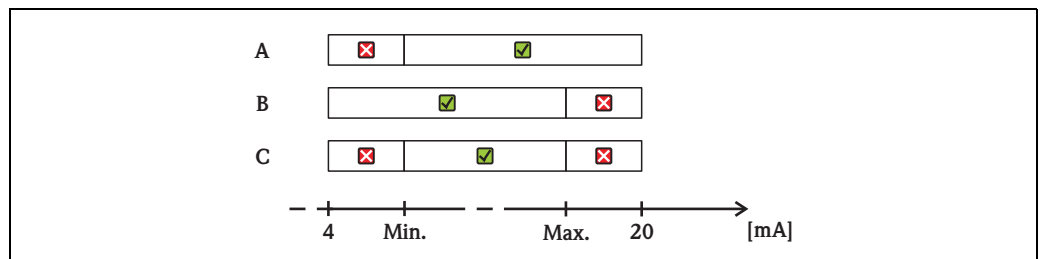
**Überwachungsmöglichkeiten**

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

- Volumenfluss



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 (nur Prowirl 73)	Volumenfluss
STROMAUSGANG	STROMBEREICH	– 4–20 mA HART NAMUR – 0...20 mA HART US  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" (→ 7).

## 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)


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" (→ 7).

## Einstellhinweise zur Auswerteeinheit

Am nachfolgenden Grenzwertgeber (Automatisierungssystem) muss der ermittelte Grenzwert (mA-Wert entsprechend dem gewünschten Maximal- und/oder Minimalwert des Durchflusses) eingegeben werden. Bei allen Abgleich- und Einstellvorgängen ist gemäß der zugehörigen Betriebsanleitung vorzugehen → siehe "Mitgeltende Gerätedokumentationen" (→ 7).



### Verhalten bei Störungen

Das Verhalten im Betrieb und bei Störungen wird in der Betriebsanleitung des Messgerätes beschrieben → siehe "Mitgeltende Gerätedokumentationen" (→  7).



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](mailto: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 ist vom Betreiber festzulegen und bei der Ermittlung der Versagenswahrscheinlichkeit  $PFD_{avg}$  des Messaufnehmersystems zu berücksichtigen.

Hinweis!

Der anzusetzende Wert von  $PFD_{avg}$  hängt bei einkanaliger Architektur nach folgender Formel vom Diagnose-Deckungsgrad der Wiederholungsprüfung (PTC = Proof Test Coverage) und der vorgesehenen Lebensdauer (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

###### *Volumenfluss*

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 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

###### *Volumenfluss*

Ein geeichtes Messgefäß wird mit dem Medium bei einem Durchfluss gefüllt, der dem zu überwachenden Grenzwert näherungsweise 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 für den oberen und unteren Grenzwert separat durchzuführen.

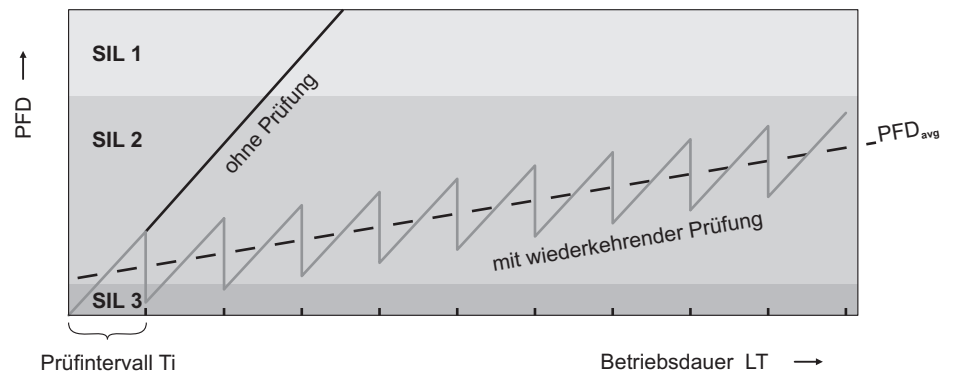
##### c. Prüfablauf C – Überprüfung des digitalen Messwerts mit Fieldcheck

###### *Volumenfluss*

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 mittlere Versagenswahrscheinlichkeit  $PFD_{AVG}$  geringer ansteigt als ungeprüft (→ nachfolgende Grafik). Die mittlere Versagenswahrscheinlichkeit  $PFD_{AVG}$  kann mit dessen Formel (→ 10) und der vorgesehenen Gebrauchsdauer  $t$  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

A0015615-DE

## 2. Überprüfung der Temperaturmessung (nur Prowirl 73)

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. Überprüfung 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 1b können mindestens 98 %, mit Prüfablauf 1c 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.

## Exida Management Summary

Prowirl 72



### Assessment Results

Type of Assessment: FMEDA and Proven-in-use assessment – Option 2  
 Device Name: Vortex Flow Measuring System PROWIRL 72  
 Software Version: V1.02.01

**Table 1: Version overview of the types belonging to the considered devices**

<b>V1</b>	PROWIRL 72 Remote Version with COMMODUL HART EEX-D
<b>V2</b>	PROWIRL 72 Remote Version with COMMODUL HART EEX-I
<b>V3</b>	PROWIRL 72 with COMMODUL HART EEX-D
<b>V4</b>	PROWIRL 72 with COMMODUL HART EEX-I

Failure rate Database: Basic failure rates from the Siemens standard SN 29500  
 Component Type: Type B<sup>1</sup>  
 Hardware Fault Tolerance (HFT): 0  
 Sensor and mechanical Analysis: Yes  
 Useful Lifetime: 10 years  
 SIL capability: SIL 2

#### Version V1: Fail-safe state = “fail high” – IEC 61508 failure rates

Failure Category		$\lambda_{sd}$	$\lambda_{su}^2$	$\lambda_{dd}$	$\lambda_{du}$	SFF	DC <sub>s</sub>	DC <sub>D</sub>
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	17 FIT	402 FIT	441 FIT	175 FIT	83,0%	4,0%	71,5%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	441 FIT	402 FIT	17 FIT	175 FIT	83,0%	52,3%	8,8%

#### Version V1: – PFD<sub>AVG</sub> values

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years
PFD <sub>AVG</sub> = 7,66E-04	PFD <sub>AVG</sub> = 3,82E-03	PFD <sub>AVG</sub> = 7,62E-03

#### Version V2: Fail-safe state = “fail high” – IEC 61508 failure rates

Failure Category		$\lambda_{sd}$	$\lambda_{su}^2$	$\lambda_{dd}$	$\lambda_{du}$	SFF	DC <sub>s</sub>	DC <sub>D</sub>
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	11 FIT	341 FIT	446 FIT	175 FIT	82,0%	3,1%	71,8%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	446 FIT	341 FIT	11 FIT	175 FIT	82,0%	56,6%	5,9%

#### Version V2: – PFD<sub>AVG</sub> values

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years
PFD <sub>AVG</sub> = 7,66E-04	PFD <sub>AVG</sub> = 3,82E-03	PFD <sub>AVG</sub> = 7,62E-03

<sup>1</sup> Type B component: “Complex” component (using micro controllers or programmable logic); for details see 7.4.3.1.3 of IEC 61508-2.

<sup>2</sup> “no effect” and “annunciation” failures are included in the “ $\lambda_{su}$ ” failure category according to IEC 61508. These failures will not affect system reliability and should not be included in spurious trip calculations.



**Version V3: Fail-safe state = “fail high” – IEC 61508 failure rates**

Failure Category		$\lambda_{sd}$	$\lambda_{su}^2$	$\lambda_{dd}$	$\lambda_{du}$	SFF	DC <sub>S</sub>	DC <sub>D</sub>
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	17 FIT	366 FIT	345 FIT	165 FIT	81,5%	4,4%	67,6%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	345 FIT	366 FIT	17 FIT	165 FIT	81,5%	48,5%	9,3%

**Version V3: – PFD<sub>AVG</sub> values**

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years
PFD <sub>AVG</sub> = 7,23E-04	PFD <sub>AVG</sub> = 3,61E-03	PFD <sub>AVG</sub> = 7,20E-03

**Version V4: Fail-safe state = “fail high” – IEC 61508 failure rates**

Failure Category		$\lambda_{sd}$	$\lambda_{su}^2$	$\lambda_{dd}$	$\lambda_{du}$	SFF	DC <sub>S</sub>	DC <sub>D</sub>
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	11 FIT	306 FIT	350 FIT	165 FIT	80,1%	3,4%	67,9%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	350 FIT	306 FIT	11 FIT	165 FIT	80,1%	53,3%	6,2%

**Version V4: – PFD<sub>AVG</sub> values**

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years
PFD <sub>AVG</sub> = 7,23E-04	PFD <sub>AVG</sub> = 3,61E-03	PFD <sub>AVG</sub> = 7,20E-03



## Assessment Results

Type of Assessment: Hardware assessment (FMEDA) – Option 1  
 Device Name: Vortex Flow Measuring System PROWIRL 73  
 Software Version: V1.01.00 (PROWIRL 73)

**Table 1: Version overview of the types belonging to the considered devices**

<b>V1</b>	PROWIRL 73 Remote Version with COMMODUL HART EEX-D
<b>V2</b>	PROWIRL 73 Remote Version with COMMODUL HART EEX-I
<b>V3</b>	PROWIRL 73 with COMMODUL HART EEX-D
<b>V4</b>	PROWIRL 73 with COMMODUL HART EEX-I

Failure rate Database: Basic failure rates from the Siemens standard SN 29500  
 Component Type: Type B<sup>1</sup>  
 Hardware Fault Tolerance (HFT): 0  
 Sensor and mechanical Analysis: Yes  
 Useful Lifetime: 10 years  
 SIL capability: SIL 1

### Version V1: Fail-safe state = “fail high” – IEC 61508 failure rates

Failure Category		$\lambda_{sd}$	$\lambda_{su}^2$	$\lambda_{dd}$	$\lambda_{du}$	SFF	DC <sub>S</sub>	DC <sub>D</sub>
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	17 FIT	431 FIT	457 FIT	181 FIT	83,3%	3,7%	71,6%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	457 FIT	431 FIT	17 FIT	181 FIT	83,3%	51,4%	8,5%

### Version V1: – PFD<sub>AVG</sub> values

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years
PFD <sub>AVG</sub> = 7,94E-04	PFD <sub>AVG</sub> = 3,96E-03	PFD <sub>AVG</sub> = 7,90E-03

### Version V2: Fail-safe state = “fail high” – IEC 61508 failure rates

Failure Category		$\lambda_{sd}$	$\lambda_{su}^2$	$\lambda_{dd}$	$\lambda_{du}$	SFF	DC <sub>S</sub>	DC <sub>D</sub>
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	11 FIT	370 FIT	462 FIT	181 FIT	82,3%	2,8%	71,8%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	462 FIT	370 FIT	11 FIT	181 FIT	82,3%	55,5%	5,7%

### Version V2: – PFD<sub>AVG</sub> values

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years
PFD <sub>AVG</sub> = 7,93E-04	PFD <sub>AVG</sub> = 3,96E-03	PFD <sub>AVG</sub> = 7,89E-03

<sup>1</sup> Type B component: “Complex” component (using micro controllers or programmable logic); for details see 7.4.3.1.3 of IEC 61508-2.



**Version V3: Fail-safe state = “fail high” – IEC 61508 failure rates**

Failure Category		$\lambda_{sd}$	$\lambda_{su}^2$	$\lambda_{dd}$	$\lambda_{du}$	SFF	DC <sub>S</sub>	DC <sub>D</sub>
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	17 FIT	395 FIT	361 FIT	171 FIT	81,8%	4,1%	67,8%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	361 FIT	395 FIT	17 FIT	171 FIT	81,8%	47,7%	9,0%

**Version V3: – PFD<sub>AVG</sub> values**

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years
PFD <sub>AVG</sub> = 7,51E-04	PFD <sub>AVG</sub> = 3,75E-03	PFD <sub>AVG</sub> = 7,48E-03

**Version V4: Fail-safe state = “fail high” – IEC 61508 failure rates**

Failure Category		$\lambda_{sd}$	$\lambda_{su}^2$	$\lambda_{dd}$	$\lambda_{du}$	SFF	DC <sub>S</sub>	DC <sub>D</sub>
$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	11 FIT	335 FIT	366 FIT	171 FIT	80,6%	3,1%	68,1%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	366 FIT	335 FIT	11 FIT	171 FIT	80,6%	52,2%	6,0%

**Version V4: – PFD<sub>AVG</sub> values**

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years
PFD <sub>AVG</sub> = 7,51E-04	PFD <sub>AVG</sub> = 3,75E-03	PFD <sub>AVG</sub> = 7,47E-03

## Anhang (Sicherheitstechnische Kennwerte)

### Einleitende Bemerkungen

Die Prowirl 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...n". 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 SN29500 bei einer Umgebungstemperatur von +40 °C (+104 °F).

### 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.



**Prowirl 72**

**Spezifische Werte**

<b>Prowirl 72</b>	
SIL	SIL 2
HFT	0
SFF	> 76,6 %
PFD <sub>avg</sub> (bezogen auf ein Service-Intervall von 4 Jahren)	< 3,06 · 10 <sup>-3</sup>
Vollständiger Funktionstest durch z.B. Anfahren der Durchflussgrenzwerte	alle 4 Jahre (weitere Werte siehe nachfolgende Abbildung)
Produktlebensdauer	10 Jahre

**Detaillierte Angaben über Fehlerraten:**

<b>Messaufnehmer Prowirl 72</b>			
$\lambda_{safe}$	$\lambda_{dd}$	$\lambda_{du}$	SFF
0 FIT	138 FIT	4 FIT	97,2 %

<b>Elektronik Prowirl 72</b>									
Version	Fehlerkategorie		$\lambda_{sd}$ [FIT]	$\lambda_{su}^2$ [FIT]	$\lambda_{dd}$ [FIT]	$\lambda_{du}$ [FIT]	SFF	DC <sub>S</sub>	DC <sub>D</sub>
Nicht-Ex + Ex-i/IS; kompakt	$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	11	168	350	161	76,6 %	6,1 %	68,4 %
	$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	350	168	11	161	76,6 %	67,5 %	6,4 %
Nicht-Ex + Ex-i/IS; getrennt	$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	11	203	446	171	79,4 %	5,1 %	72,2 %
	$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	446	203	11	171	79,4 %	68,7 %	6,0 %
Ex-d/XP kompakt	$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	17	228	345	161	78,5 %	6,9 %	68,1 %
	$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	345	228	17	161	78,5 %	60,2 %	9,5 %
Ex-d/XP getrennt	$\lambda_{low} = \lambda_{sd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	17	264	441	171	80,8 %	6,0 %	39,3 %
	$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$	$\lambda_{high} = \lambda_{sd}$	441	264	17	171	80,8 %	29,6 %	9,0 %

## Prowirl 73

## Spezifische Werte

Prowirl 73	
SIL	SIL 1
HFT	0
SFF	> 76,8 %
PF <sub>D</sub> <sub>avg</sub> (bezogen auf ein Service-Intervall von 4 Jahren)	< 7,90 · 10 <sup>-3</sup>
Vollständiger Funktionstest durch z.B. Anfahren der Durchflussgrenzwerte	alle 10 Jahre (weitere Werte siehe nachfolgende Abbildung)
Produktlebensdauer	10 Jahre

## Detaillierte Angaben über Fehlerraten

Messaufnehmer Prowirl 73			
$\lambda_{\text{safe}}$	$\lambda_{\text{dd}}$	$\lambda_{\text{du}}$	SFF
16 FIT	138 FIT	4 FIT	97,5 %

Elektronik Prowirl 73									
Version	Fehlerkategorie		$\lambda_{\text{sd}}$ [FIT]	$\lambda_{\text{su}}^2$ [FIT]	$\lambda_{\text{dd}}$ [FIT]	$\lambda_{\text{du}}$ [FIT]	SFF	DC <sub>S</sub>	DC <sub>D</sub>
Nicht-Ex + Ex-i/IS; kompakt	$\lambda_{\text{low}} = \lambda_{\text{sd}}$	$\lambda_{\text{high}} = \lambda_{\text{dd}}$	11	181	366	167	76,8 %	5,7 %	68,6 %
	$\lambda_{\text{low}} = \lambda_{\text{dd}}$	$\lambda_{\text{high}} = \lambda_{\text{sd}}$	366	181	11	167	76,8 %	66,9 %	6,1 %
Nicht-Ex + Ex-i/IS; getrennt	$\lambda_{\text{low}} = \lambda_{\text{sd}}$	$\lambda_{\text{high}} = \lambda_{\text{dd}}$	11	216	462	177	79,5 %	4,8 %	72,3 %
	$\lambda_{\text{low}} = \lambda_{\text{dd}}$	$\lambda_{\text{high}} = \lambda_{\text{sd}}$	462	216	11	177	79,5 %	68,1 %	5,8 %
Ex-d/XP kompakt	$\lambda_{\text{low}} = \lambda_{\text{sd}}$	$\lambda_{\text{high}} = \lambda_{\text{dd}}$	17	241	361	167	78,7 %	6,5 %	68,3 %
	$\lambda_{\text{low}} = \lambda_{\text{dd}}$	$\lambda_{\text{high}} = \lambda_{\text{sd}}$	361	241	17	167	78,7 %	59,9 %	9,2 %
Ex-d/XP getrennt	$\lambda_{\text{low}} = \lambda_{\text{sd}}$	$\lambda_{\text{high}} = \lambda_{\text{dd}}$	17	277	457	177	80,9 %	5,7 %	72,0 %
	$\lambda_{\text{low}} = \lambda_{\text{dd}}$	$\lambda_{\text{high}} = \lambda_{\text{sd}}$	457	277	17	177	80,9 %	62,2 %	8,7 %



**Deutschland**

Endress+Hauser  
Messtechnik  
GmbH+Co. KG  
Colmarer Straße 6  
79576 Weil am Rhein

Fax 0800 EHFAXEN  
Fax 0800 343 29 36  
www.de.endress.com

**Vertrieb**

- Beratung
- Information
- Auftrag
- Bestellung

Tel. 0800 EHVERTRIEB  
Tel. 0800 348 37 87  
info@de.endress.com

**Service**

- Help-Desk
- Feldservice
- Ersatzteile/Reparatur
- Kalibrierung

Tel. 0800 EHSERVICE  
Tel. 0800 347 37 84  
service@de.endress.com

**Technische Büros**

- Hamburg
- Berlin
- Hannover
- Ratingen
- Frankfurt
- Stuttgart
- München

**Österreich**

Endress+Hauser  
Ges.m.b.H.  
Lehnergasse 4  
1230 Wien  
Tel. +43 1 880 56 0  
Fax +43 1 880 56 335  
info@at.endress.com  
www.at.endress.com

**Schweiz**

Endress+Hauser  
Metso AG  
Kägenstrasse 2  
4153 Reinach  
Tel. +41 61 715 75 75  
Fax +41 61 715 27 75  
info@ch.endress.com  
www.ch.endress.com

# Endress+Hauser



People for Process Automation