

Handbuch Funktionale Sicherheit **Deltabar PMD78B**

Differenzdruckmessung und Druckmessung
Differenzdrucktransmitter mit Metallsensoren





A0023555

Inhaltsverzeichnis

1	Konformitätserklärung	4		
1.1	Sicherheitstechnische Kenngrößen	5		
2	Hinweise zum Dokument	6		
2.1	Dokumentfunktion	6		
2.2	Verwendete Symbole	6		
2.2.1	Warnhinweissymbole	6		
2.2.2	Symbole für Informationstypen und Grafiken	6		
2.3	Mitgeltende Gerätedokumentation	7		
2.3.1	Mitgeltende Dokumente	7		
2.3.2	Technische Information (TI)	7		
2.3.3	Betriebsanleitung (BA)	7		
2.3.4	Kurzanleitung (KA)	7		
2.3.5	Beschreibung Geräteparameter (GP) ..	7		
2.3.6	Sonderdokumentation Heartbeat Technology (SD)	7		
2.3.7	Handbuch Funktionale Sicherheit Druckmittler (FY)	8		
2.3.8	Zertifikat	8		
3	Design	8		
3.1	Zulässige Gerätetypen	8		
3.1.1	Bestellmerkmale	8		
3.2	Kennzeichnung	9		
3.3	Sicherheitsfunktion	10		
3.3.1	Sicherheitsbezogenes Ausgangssig- nal	11		
3.3.2	Sichere Messung	11		
3.3.3	Redundante Verschaltung mehrerer Sensoren	11		
3.4	Randbedingungen für die Anwendung im sicherheitsbezogenen Betrieb	12		
3.4.1	Zufällige Ausfälle gemäß IEC / EN 61508	12		
3.4.2	Sicherheitsmessabweichung	13		
3.4.3	Systematische Fehler	13		
3.5	Gefährliche unerkannte Fehler in dieser Betrachtung	14		
3.6	Gebrauchsdauer elektrischer Bauteile	14		
4	Inbetriebnahme (Installation und Konfiguration)	14		
4.1	Anforderungen an das Personal	14		
4.2	Installation	15		
4.3	Inbetriebnahme	15		
4.4	Bedienung	15		
4.5	Geräteparametrierung für sicherheitsbezo- gene Anwendungen	15		
4.5.1	Abgleich der Messstelle	15		
4.5.2	Geräteschutz	16		
4.5.3	Methoden der Geräteparametrierung und Verriegelung	16		
4.5.4	Voreinstellung ab Werk	16		
4.5.5	Einstellung vor Ort ohne Bedien- menü	16		
4.5.6	Parametrierung und Verriegelung mittels Assistenten	17		
4.5.7	Parametrierung und Verriegelung ohne Assistenten	17		
4.5.8	Entriegelung	18		
4.6	Parameter und Default-Einstellungen für den SIL Betrieb	18		
5	Betrieb	18		
5.1	Geräteverhalten beim Einschalten	18		
5.2	Geräteverhalten bei Anforderung der Sicher- heitsfunktion	18		
5.3	Sichere Zustände	19		
5.4	Geräteverhalten bei Alarm und Warnungen ..	19		
5.5	Alarm- und Warnmeldungen	19		
6	Wiederholungsprüfung	19		
6.1	Prüfablauf A	21		
6.2	Prüfablauf B	22		
6.3	Prüfablauf E	23		
6.4	Prüfkriterium	24		
7	Reparatur und Fehlerbehandlung ..	24		
7.1	Wartung	24		
7.2	Reparatur	24		
7.3	Modifikation	25		
7.4	Außerbetriebnahme	25		
7.5	Entsorgung	25		
8	Anhang	26		
8.1	Aufbau des Messsystems	26		
8.1.1	Systemkomponenten	26		
8.1.2	Beschreibung der Anwendung als Schutzeinrichtung	26		
8.1.3	Einbaubedingungen	27		
8.1.4	Messfunktion	27		
8.2	Protokoll Inbetriebnahme- oder Wiederho- lungsprüfung	27		
8.2.1	Prüfprotokoll - Seite 1 -	28		
8.2.2	Prüfprotokoll - Seite 2 -	29		
8.2.3	Inbetriebnahme Prüfprotokoll - Seite 1 -	30		
8.2.4	Inbetriebnahme Prüfprotokoll - Seite 2 -	31		
8.2.5	Inbetriebnahme Prüfprotokoll - Seite 3 -	32		
8.3	Versionshistorie	33		

1 Konformitätserklärung

SIL_00418_05.24

Endress+Hauser 
People for Process Automation

Declaration of Conformity

Functional Safety according to IEC 61508
Based on NE 130 Form B.1

Endress+Hauser SE+Co. KG, Hauptstraße 1, 79689 Maulburg

being the manufacturer, declares that the product

Deltabar PMD78B

is suitable for the use in safety-instrumented systems according to IEC 61508. The instructions of the corresponding functional safety manual must be followed.

This declaration of conformity is exclusively valid for the listed products and accessories in delivery status.

Maulburg, April 2, 2024
Endress+Hauser SE+Co. KG

i. V. E-SIGNED by Gerd Bechtel
on 07 April 2024 21:09:45 CEST

i. V. E-SIGNED by Manfred Hammer
on 03 April 2024 08:17:00 CEST

Gerd Bechtel
Dept. Man. R&D Devices Pressure
Research & Development

Manfred Hammer
Dept. Man. R&D Quality Management/FSM
Research & Development

A0043071

1.1 Sicherheitstechnische Kenngrößen

SIL_00418_05.24



People for Process Automation

General			
Device designation and permissible types ¹⁾	Deltabar PMD78B ** BA * * * * * + [LA]		
Safety-related output signal	4... 20 mA		
Fault signal	≤ 3.6 mA / ≥ 21.0 mA		
Process variable/function	Pressure, differential pressure, level and flow measurement		
Safety function(s)	MIN / MAX / RANGE		
Device type acc. to IEC 61508-2	<input type="checkbox"/> Type A	<input checked="" type="checkbox"/> Type B	
Operating mode	<input checked="" type="checkbox"/> Low Demand Mode	<input checked="" type="checkbox"/> High Demand Mode	
Valid hardware version	01.00.ww (ww: any double number)		
Valid software version	01.01.zz (zz: any double number)		
Safety manual	FY01031P		
Type of evaluation (check only <u>one</u> box)	<input checked="" type="checkbox"/>	Complete HW/SW evaluation parallel to development incl. FMEDA and change request acc. to IEC 61508-2, 3	
	<input type="checkbox"/>	Evaluation of "proven in use" performance for HW/SW incl. FMEDA and change request acc. to IEC 61508-2, 3	
	<input type="checkbox"/>	Evaluation of HW/SW field data to verify „prior use“ acc. to IEC 61511	
	<input type="checkbox"/>	Evaluation by FMEDA acc. to IEC 61508-2 for devices w/o software	
Evaluation through – report/certificate no.	TÜV Süd Z10 020351 0009		
Test documents	Development documents	Test reports	Data sheets
SIL – Integrity			
Systematic safety integrity		<input type="checkbox"/> SC 2	<input checked="" type="checkbox"/> SC 3
Hardware safety integrity	Single channel use (HFT = 0)	<input checked="" type="checkbox"/> SIL 2 capable	<input type="checkbox"/> SIL 3 capable
	Multi channel use (HFT ≥ 1)	<input type="checkbox"/> SIL 2 capable	<input checked="" type="checkbox"/> SIL 3 capable
FMEDA			
Safety function	MIN	MAX	RANGE
$\lambda_{DU}^{2),3)}$	25 FIT	25 FIT	25 FIT
$\lambda_{DD}^{2),3)}$	1233 FIT	1233 FIT	1233 FIT
$\lambda_S^{2),3)}$	585 FIT	585 FIT	585 FIT
SFF	99%	99%	99%
$PFD_{avg} (T_1 = 1 \text{ year})^3)$ (single channel architecture)	$1.1 \cdot 10^{-4}$	$1.1 \cdot 10^{-4}$	$1.1 \cdot 10^{-4}$
PFH	$2.5 \cdot 10^{-9} \text{ 1/h}$	$2.5 \cdot 10^{-9} \text{ 1/h}$	$2.5 \cdot 10^{-9} \text{ 1/h}$
PTC ⁴⁾ A / B	95% / 51%	95% / 51%	95% / 51%
Diagnostic test interval ⁵⁾	≤ 30 min	≤ 30 min	≤ 30 min
Fault reaction time ⁶⁾	≤ 5 s	≤ 5 s	≤ 5 s
Comments			
-			
Declaration			
<input checked="" type="checkbox"/>	Our internal company quality management system ensures information on safety-related systematic faults which become evident in the future		

¹⁾ Valid order codes and order code exclusions are maintained in the E+H ordering system
²⁾ FIT = Failure In Time, number of failures per 10⁹ h
³⁾ Valid for average ambient temperature up to +40 °C (+104 °F)
 For continuous operation at ambient temperature close to +60 °C (+140 °F), a factor of 2.1 should be applied
⁴⁾ PTC = Proof Test Coverage
⁵⁾ All diagnostic functions are performed at least once within the diagnostic test interval
⁶⁾ Maximum time between error recognition and error response

2 Hinweise zum Dokument

2.1 Dokumentfunktion

Dieses Sicherheitshandbuch gilt ergänzend zur Betriebsanleitung, technischer Information und ATEX-Sicherheitshinweise. Die mitgeltende Gerätedokumentation ist bei Installation, Inbetriebnahme und Betrieb zu beachten. Die für die Schutzfunktion abweichenden Anforderungen sind in diesem Sicherheitshandbuch beschrieben.

-  Allgemeine Informationen über Funktionale Sicherheit (SIL) sind erhältlich unter:
- www.endress.com/SIL
 -  WP01032F, Whitepaper "Functional Safety in practice"

2.2 Verwendete Symbole

2.2.1 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.

2.2.2 Symbole für Informationstypen und Grafiken

Tipp

Kennzeichnet zusätzliche Informationen



Verweis auf Dokumentation



Verweis auf Abbildung



Zu beachtender Hinweis oder einzelner Handlungsschritt

1, 2, 3

Handlungsschritte



Ergebnis eines Handlungsschritts

1, 2, 3, ...

Positionsnummern

A, B, C, ...

Ansichten

2.3 Mitgeltende Gerätedokumentation



- Eine Übersicht zum Umfang der zugehörigen Technischen Dokumentation bieten:
- *Device Viewer* (www.endress.com/deviceviewer): Seriennummer vom Typenschild eingeben
 - *Endress+Hauser Operations App*: Seriennummer vom Typenschild eingeben oder Matrixcode auf dem Typenschild einscannen

Im Download-Bereich der Endress+Hauser Internetseite (www.endress.com/downloads) sind folgende Dokumenttypen verfügbar:

2.3.1 Mitgeltende Dokumente

- TI01512P
- BA02015P
- KA01468P
- GP01165P
- SD02525P
- FY01038P

2.3.2 Technische Information (TI)

Planungshilfe

Das Dokument liefert alle technischen Daten zum Gerät und gibt einen Überblick, was rund um das Gerät bestellt werden kann.

2.3.3 Betriebsanleitung (BA)

Ihr Nachschlagewerk

Die Anleitung liefert alle Informationen, die in den verschiedenen Phasen des Lebenszyklus vom Gerät benötigt werden: Von der Produktidentifizierung, Warenannahme und Lagerung über Montage, Anschluss, Bedienungsgrundlagen und Inbetriebnahme bis hin zur Störungsbeseitigung, Wartung und Entsorgung.

2.3.4 Kurzanleitung (KA)

Schnell zum 1. Messwert

Die Anleitung liefert alle wesentlichen Informationen von der Warenannahme bis zur Erstinbetriebnahme.

2.3.5 Beschreibung Geräteparameter (GP)

Parameter Nachschlagewerk

Das Dokument ist Teil der Betriebsanleitung und liefert detaillierte Erläuterungen zu jedem einzelnen Parameter des Bedienmenüs.

2.3.6 Sonderdokumentation Heartbeat Technology (SD)

Parameterbeschreibung

- Heartbeat Diagnostics
- Heartbeat Verification
- Heartbeat Monitoring

Die Sonderdokumentation Heartbeat beinhaltet die Beschreibungen der zusätzlichen Parameter und technischen Daten, welche mit den Anwendungspaketen Heartbeat Verification und Heartbeat Monitoring zur Verfügung stehen.

2.3.7 Handbuch Funktionale Sicherheit Druckmittler (FY)

Dieses Dokument ist eine Ergänzung der Handbücher Funktionale Sicherheit für Druck- bzw. Differenzdrucktransmitter, wenn diese mit Druckmittlern ausgerüstet sind. Es gibt eine Übersicht über die sicherheitstechnischen Kenngrößen der Druckmittler und zeigt, wie sie mit denen der Grundgeräte kombiniert werden müssen. Weiterhin sind Hinweise und Bedingungen, die für die mit Druckmittler ausgerüsteten Geräte gelten, aufgeführt.

2.3.8 Zertifikat

Das zugehörige Zertifikat ist im Endress+Hauser Device Viewer (📄 Kapitel 2.3) zur Verfügung gestellt bzw. ist der Konformitätserklärung (📄 Kapitel 1) des gültigen Handbuch Funktionale Sicherheit zu entnehmen. Dieses Zertifikat muss zum Zeitpunkt der Lieferung des Gerätes gültig sein.

3 Design

3.1 Zulässige Gerätetypen

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

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

Bei Geräteänderungen wird ein zu IEC 61508:2010 konformer Modifikationsprozess angewendet.

 Eventuelle Ausschlüsse von Merkmalskombinationen sind im Endress+Hauser Bestellsystem hinterlegt.

Gültige Geräteausprägungen für sicherheitsbezogenen Einsatz:

3.1.1 Bestellmerkmale

PMD78B-

Merkmal: 010 "Zulassung"

Ausprägung: alle

Merkmal: 020 "Ausgang"

Ausprägung: BA ; 2-Leiter 4-20mA HART

Merkmal: 030 "Anzeige, Bedienung"

Ausprägung: alle

Merkmal: 040 "Gehäuse; Material"

Ausprägung: alle

Merkmal: 050 "Elektrischer Anschluss"

Ausprägung: alle

Merkmal: 060 "Anwendung"

Ausprägung: alle

Merkmal: 075 "Sensorbereich"

Ausprägung: alle

Merkmal: 090 "Kalibration; Einheit"

Ausprägung: alle

Merkmal: 095 "Design HP Seite"

Ausprägung: alle

Merkmal: 100 "Design LP Seite"

Ausprägung: alle

Merkmal: 105 "Prozessanschluss, Dichtfläche"

Ausprägung: alle

Merkmal: 110 "Prozessanschluss HP Seite"

Ausprägung: alle

Merkmal: 115 "Prozessanschluss LP Seite"

Ausprägung: alle

Merkmal: 170 "Membran Material"

Ausprägung: alle

Merkmal: 180 "Füllmedium"

Ausprägung: alle

Merkmal: 200 "Dichtung"

Ausprägung: alle

Optional:**Merkmal: 500 "Bediensprache Anzeige"**

Ausprägung: alle

Merkmal: 520 "Membran Beschichtung"

Ausprägung: alle

Merkmal: 540 "Anwendungspaket"

Ausprägung: alle

Merkmal: 550 "Kalibration"

Ausprägung: alle

Merkmal: 560 "Erweiteter Nenndruck PN"

Ausprägung: alle

Merkmal: 570 "Dienstleistung"

Ausprägung: alle

Merkmal: 580 "Test, Zeugnis, Erklärung"

Ausprägung: alle, ausser Option "JL" oder "JT"

Merkmal: 590 "Weitere Zulassung"

Ausprägung: alle

 Die Ausprägung "LA" muss zum Einsatz als Sicherheitsfunktion nach IEC 61508 gewählt werden.

Merkmal: 600 "Sensorbauform"

Ausprägung: alle

Merkmal: 610 "Zubehör montiert"

Ausprägung: alle

Merkmal: 620 "Zubehör beigelegt"

Ausprägung: alle

Merkmal: 660 "Regionale Geräteanpassung"

Ausprägung: alle

Merkmal: 850 "Firmware-Version"

Ausprägung: alle

Merkmal: 895 "Kennzeichnung"

Ausprägung: alle

3.2 Kennzeichnung

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

3.3 Sicherheitsfunktion

Die Sicherheitsfunktionen des Geräts sind:
Differenzdruckmessung

Bei der Sicherheitsfunktion sind die Grenzwerte für Maximum-Überwachung bzw. Minimum-Überwachung durch den Anwender an einer nachgeschalteten Logikeinheit (z.B. SPS, Grenzsinalgeber, ...) für das sicherheitsbezogene Ausgangssignal festzulegen.

Für Maximum-Überwachung bzw. Minimum-Überwachung gelten dieselben sicherheitstechnischen Kenngrößen wie für Bereichsüberwachung (Range).

Interne Gerätefehler führen zu einem Fehlerstrom am Analogausgang, wenn ein sicherer Messbetrieb nicht mehr möglich ist.

-  Die Bewertung der Geräte hinsichtlich Funktionaler Sicherheit schließt das Grundgerät mit Hauptelektronik, Sensorelektronik und Sensor bis zur Sensormembran und direkt angebaute Prozessanschluss ein. Prozessadapter, Druckmittler und montiertes/beigelegtes Zubehör wurden bei der Bewertung nicht berücksichtigt.
- Die Anforderungen für den Betrieb von Druckmittlern in Sicherheitsfunktionen sind im zugehörigen Handbuch Funktionale Sicherheit beschrieben (FY01038P)

Detaillierte Messabweichungen, wie zum Beispiel für andere Temperaturbereiche, können mit dem Applicator "[Sizing Pressure Performance](#)" berechnet werden.



A0038927

 1 QR-Code zum Applicator "[Sizing Pressure Performance](#)"

Für Druckmittler gilt: Der zusätzliche Einsatz von Druckmittlersystemen und Zubehör hat Einfluss auf die Gesamtgenauigkeit der Messumformung und die Einschwingzeit.

Druckmittlerfehler werden nicht berücksichtigt. Druckmittlerfehler werden separat im Applicator "[Sizing Diaphragm Seal](#)" berechnet.



A0038925

 2 QR-Code zum Applicator "[Sizing Diaphragm Seal](#)"

Die Beurteilung der Eignung des Gesamtsystems, bestehend aus Grundgerät und Druckmittler, für den sicherheitsbezogenen Einsatz, liegt in der Verantwortung des Betreibers.

- Beachten der Planungshinweise aus den gängigen Normen
- Beachten der Technischen Information ("Mitgeltende Gerätedokumentationen")

3.3.1 Sicherheitsbezogenes Ausgangssignal

Das sicherheitsbezogene Signal des Geräts ist das analoge Ausgangssignal 4 ... 20 mA. Alle Sicherheitsmaßnahmen beziehen sich ausschließlich auf dieses Signal. Zusätzlich führt das Gerät informativ die Kommunikation über HART aus und beinhaltet alle HART-Merkmale mit zusätzlichen Geräteinformationen. Die HART-Kommunikation ist nicht Teil der Sicherheitsfunktion. Das Verhalten des Ausgangsstroms im Fehlerfall ist abhängig von der Einstellung der Meldungen. 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 ($\leq 3,6 \text{ mA}$, $\geq 21,0 \text{ mA}$, Unterbrechung oder Kurzschluss der Signalleitung).

HINWEIS

Im Fehlerfall

- ▶ Sicherstellen, dass die zu überwachende Anlage in einem sicheren Zustand bleibt oder in einen sicheren Zustand gebracht werden kann.

Bei den Geräten können folgende gefährliche unerkannte (dangerous undetected) Ausfälle auftreten:

- Falsches Ausgangssignal, das vom realen Messwert um mehr als 2% abweicht, wobei das Ausgangssignal weiterhin im Bereich 4 ... 20 mA, bzw. 3,8 ... 20,5 mA liegt.
- Eine Einschwingzeit, die um mehr als die spezifizizierte Einschwingzeit plus Toleranz verzögert ist.

Zur Störungsüberwachung muss die Logikeinheit HI-Alarme ($\geq 21,0 \text{ mA}$) und LO-Alarme ($\leq 3,6 \text{ mA}$) erkennen können.

Der Transmitterausgang ist in folgenden Anwendungsfällen nicht sicherheitsgerichtet:

- Konfigurationsänderungen
- Wiederholungsprüfung
- Simulation

3.3.2 Sichere Messung

Die Sicherheitsfunktion des Transmitters besteht in der Ausgabe eines dem Druckwert proportionalen Strom am Ausgang. Alle Sicherheitsfunktionen können mit allen Sensor-Konfigurationen aus dem Kapitel "Aufbau des Messsystems" verwendet werden.

3.3.3 Redundante Verschaltung mehrerer Sensoren

Dieser Abschnitt gibt zusätzliche Hinweise bei der Verwendung von homogen redundanten Sensoren z.B. in einer Auswahlerschaltung 1oo2 oder 2oo3. Die Ausfallraten für HFT = 1 basieren auf einer Betrachtung gemäß:

DIN EN 61508-6: 2011-02, Anhang D.4, "Verwendung des β -Faktors, um die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalles eines sicherheitsbezogenen E/E/PE-Systems durch Ausfälle infolge gemeinsamer Ursachen zu berechnen."

 Das Gerät erfüllt die Anforderungen für SIL 3 in homogen redundantem Einsatz. Folgende Common Cause Faktoren β und β_D können bei der Auslegung verwendet werden.

- β bei homogen redundantem Einsatz: 5%
- β_D bei homogen redundantem Einsatz: 2%

Die anlagenspezifische Betrachtung kann abhängig von der jeweiligen Installation und der Verwendung weiterer Komponenten andere Werte ergeben.

Mögliche Maßnahmen zur Reduktion der Common Cause Faktoren sind:

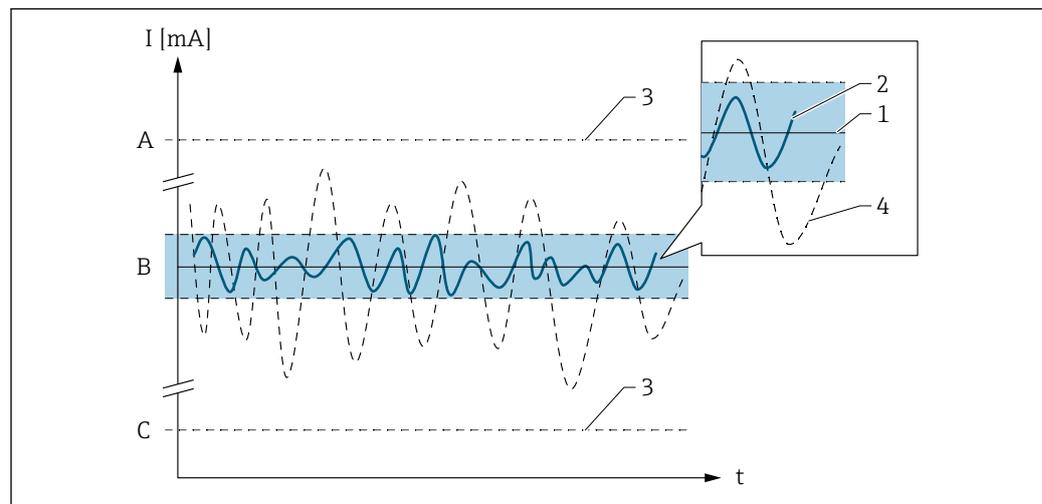
- Räumlich getrennter Einbau der Sensoren
- Räumlich getrennte Verkabelung
- Getrennter Schutz vor Umwelteinflüssen, Beispiele:
 - Schlag
 - Sonneneinstrahlung
 - EMV und/oder Überspannungen

3.4 Randbedingungen für die Anwendung im sicherheitsbezogenen Betrieb

Es ist auf einen anwendungsgemäßen Einsatz des Gerätes unter Berücksichtigung der Mediumseigenschaften und Umgebungsbedingungen zu achten. Die Hinweise auf kritische Prozesssituationen und Installationsverhältnisse aus den Betriebsanleitungen sind zu beachten. Die anwendungsspezifischen Grenzen sind einzuhalten. Die Spezifikationen aus den Betriebsanleitungen und Technischen Informationen dürfen nicht überschritten werden.

Die Beständigkeit speziell der prozessberührten Materialien muss gewährleistet sein und ist vom Anwender zu prüfen.

3.4.1 Zufällige Ausfälle gemäß IEC / EN 61508



- A HI-Alarm $\geq 21 \text{ mA}$
 B SIL-Fehlerband $\pm 2\%$
 C LO-Alarm $\leq 3,6 \text{ mA}$

Kein Gerätefehler

- Kein Ausfall vorhanden
- Keine Auswirkung auf das sicherheitsbezogene Ausgangssignal
- Auswirkungen auf das sicherheitsbezogene Ausgangssignal:
 - 1 – Liegt innerhalb der Spezifikation (TI, BA, ...)

λ_S (Safe)

- Sicherer Ausfall
- Keine Auswirkung auf das sicherheitsbezogene Ausgangssignal: Ausgangssignal geht in den sicheren Zustand
- Auswirkung auf die Messunsicherheit:
 - 2 – Bewegt sich innerhalb des festgelegten SIL-Fehlerbandes B
 - 3 – Hat keinen Einfluss

λ_{DD} (Dangerous detected)

- Gefährlicher, aber erkennbarer Ausfall
- Auswirkung auf das sicherheitsbezogene Ausgangssignal: Führt zu einem Fehlerverhalten am Ausgangssignal
- Auswirkung auf die Messunsicherheit:
 - 3 - Hat keinen Einfluss

 λ_{DU} (Dangerous undetected)

- Gefährlicher und nicht erkennbarer Ausfall
- Auswirkung auf das sicherheitsbezogene Ausgangssignal: Kann außerhalb des festgelegten Fehlerbandes B liegen
- Auswirkung auf die Messunsicherheit:
 - 4 - Kann außerhalb des festgelegten Fehlerbandes liegen

3.4.2 Sicherheitsmessabweichung

Die gesamten Abweichungen auf den sicherheitsgezogenen Stromausgang setzen sich zusammen aus:

- A) Messabweichungen unter Referenzbedingungen: gemäß TI
- B) Messabweichungen aufgrund von Prozess- / Einbau- / Umgebungsbedingungen: gemäß TI
- C) Messabweichungen aufgrund von Umgebungsbedingungen (EMV): $\pm 0,5\%$ bezogen auf die Messspanne des sicherheitsbezogenen Stromausgangs
- D) Messabweichungen aufgrund von zufälligen Bauteilausfällen (SIL-Fehlerband): $\pm 2,0\%$ bezogen auf die Messspanne des sicherheitsbezogenen Stromausgangs

Starke, impulsartige EMV-Störungen auf der Versorgungsleitung können zu kurzzeitigen ($< 1\text{ s}$) Abweichungen des Ausgangssignals ($\geq \pm 1,0\%$ bezogen auf die Messspanne des sicherheitsbezogenen Stromausgangs) führen. Deshalb sollte in der nachgeschalteten Logikeinheit eine Filterung mit einer Zeitkonstante $\geq 1\text{ s}$ durchgeführt werden.

3.4.3 Systematische Fehler

Systematische Fehler sind Fehler, bei denen eindeutig auf eine Ursache geschlossen werden kann, die nur durch eine Modifikation des Entwurfs oder des Fertigungsprozesses, der Art und Weise des Betriebes, der Bedienungsanleitung oder anderer Einflussfaktoren beseitigt werden kann.

Ausfälle, die aufgrund von systematischen Fehlern entstehen sind immer reproduzierbar und durch geeignete Maßnahmen vermeidbar.

Die flexible Prüfung von Feldgeräten mit Hilfe der Heartbeat Verification können einen Teilbetrag zur Erkennung von systematischen Fehlern im Rahmen einer Wiederholungsprüfung liefern (siehe Kapitel 6).

Beispiele:**▪ Applikationsbedingte Fehler:**

Verstopfte Impulsleitungen, Korrosion, Diffusion, mechanischer Stress
Mögliche Abhilfe: Heartbeat Monitoring Statistische Sensordiagnose

▪ Fehler bei der Installation, Inbetriebnahme und bei einer Wartung:

Mögliche Abhilfe: Schreibschutz via Hardware DIP-Schalter oder Software Assistent
Sicherheitsmodus (siehe Kapitel 4.5.2) mit Überprüfung der Checksumme CRC Gerätekonfiguration.

▪ Planungsfehler:

Für die Anwendung ungeeignete Gerätekonfiguration vermeiden.

Mögliche Abhilfe: Endress+Hauser Applicator verwenden zur Berechnung der Total Performance bzw. Druckmittlerfehler.



A0038927

3.5 Gefährliche unerkannte Fehler in dieser Betrachtung

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

3.6 Gebrauchsdauer elektrischer Bauteile

Für die in diesem Handbuch beschriebenen Geräte gilt eine Gebrauchsdauer von 20 Jahren. Die Gebrauchsdauer wurde auf Basis einer systematischen Bewertung aller sicherheitsrelevanten Bauteile ermittelt. Innerhalb dieser Zeit ist bei Beachtung der zugelassenen Einsatzbedingungen (siehe IEC 61508-2:2010 Abschnitt 7.4.9.5 Hinweis 3) weder mit einer signifikanten Änderung der in der Konformitätserklärung angegebenen sicherheitstechnischen Kenngrößen für zufällige Ausfälle noch mit Verschleiß zu rechnen.

Nach DIN EN 61508-2:2011 Abschnitt 7.4.9.5 (Nationale Fußnote N3) sind durch entsprechende Maßnahmen des Herstellers und des Betreibers längere Gebrauchsdauern zu erreichen.

Wird das Gerät bei Temperaturen außerhalb der Spezifikation betrieben, kann die Gebrauchsdauer deutlich geringer sein.

4 Inbetriebnahme (Installation und Konfiguration)

4.1 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.

4.2 Installation

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



Der sichere Betrieb des Geräts setzt eine ordnungsgemäße Installation voraus.

4.3 Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme des Geräts kann über den Inbetriebnahme-Assistenten durchgeführt werden. Der Ablauf ist in der zugehörigen Betriebsanleitung beschrieben.

Vor dem Betrieb in einer Sicherheitseinrichtung ist eine Verifizierung durch einen Prüfablauf wie im **Kapitel 6 Wiederholungsprüfung** beschrieben durchzuführen.

4.4 Bedienung

Die Bedienung des Gerätes ist in der zugehörigen Betriebsanleitung beschrieben.

4.5 Geräteparametrierung für sicherheitsbezogene Anwendungen

4.5.1 Abgleich der Messstelle

Der Abgleich der Messstelle ist in der Betriebsanleitung beschrieben.

Folgende sicherheitsrelevante Parameter sind einzustellen bzw. zu prüfen:

- Messbereichsanfang Ausgang
- Messbereichsende Ausgang
- Simulation
- Strombereich Ausgang
- Fehlerverhalten Stromausgang
- Stromschleifenmodus
- Messmodus Stromausgang
- Dämpfung
- Übertragungsfunktion Stromausgang
- Sensorverhalten Druckbereich
- HP/LP tauschen
- Zuordnung PV



Details → GP01165P

Der Parameter **CRC Gerätekonfiguration** ist eindeutig und wird aus den aktuellen sicherheitsrelevanten Parametereinstellungen gebildet.

CRC Gerätekonfiguration basierend auf den aktuell sicherheitsrelevanten Parametereinstellungen.

Kann verwendet werden, um Änderungen in den sicherheitsrelevanten Parametereinstellungen zu erkennen.

Weiter sicherheitsrelevant sind:

- Nullpunktverschiebung
- Unterer Sensortrim
- Oberer Sensortrim

4.5.2 Geräteschutz

Die Geräte können gegen äußere Einflüsse wie folgt geschützt werden:

- Software-Schreibschutz
Erfolgt im Rahmen des Assistent **Sicherheitsmodus**
- Hardware-Schreibschutz
Optional via DIP-Schalter  (HW-Lock) auf dem Elektronikeinsatz

Die Anwendung dieser Methode ist nachfolgend beschrieben.

4.5.3 Methoden der Geräteparametrierung und Verriegelung

Zur Parametrierung der Sicherheitsfunktion sind folgende Bedienmöglichkeiten zulässig:

- DTM basierte Software wie Field Care oder Device Care
- MSD basierte Software SmartBlue (App)
- Bedienung via Display
- EDD basierte Software wie PDM / FDI / AMS

Die Inbetriebnahme der Sicherheitsfunktion kann über verschiedene Wege erfolgen, die nachfolgend detailliert beschrieben werden:

- Voreinstellung ab Werk
- Einstellung vor Ort ohne Bedienmenü
- Parametrierung und Verriegelung mittels Assistenten
- Parametrierung und Verriegelung ohne Assistenten

4.5.4 Voreinstellung ab Werk

Voraussetzung

Die gewünschte Parametrierung wurde vom Kunden mit dem Auftrag mitgeteilt und im Produktionsablauf in das Gerät geschrieben.

Vor Ort ist ein Funktionstest durch den Anwender erforderlich, bevor das Gerät im SIL Betrieb eingesetzt werden darf. Dies kann z.B. durch eines der beschriebenen Verfahren für die Wiederholungsprüfung erfolgen (siehe Abschnitt „Wiederholungsprüfung“). Dafür wird das Anfahren des Messwerts empfohlen (Prüfablauf A).

 Zum Schutz vor äußeren Einflüssen kann das Gerät per Hardware Schreibschutz (DIP-Schalter  (HW-Lock) auf Elektronikeinsatz) verriegelt werden.

4.5.5 Einstellung vor Ort ohne Bedienmenü

 Empfohlen für Erst-Inbetriebnahme:
Gerät gemäß Betriebsanleitung zurücksetzen. Alle Parameter werden auf definierte Werte zurückgesetzt (Werkseinstellung oder Kundeneinstellung).

1. Stellung DIP-Schalter  (HW-Lock) auf dem Elektronikeinsatz kontrollieren, gegebenenfalls auf "OFF" stellen.
2. Einstellung des Gerätes gemäß Kap. 9.6.3 der Betriebsanleitung.
3. Gerät per DIP-Schalter  (HW-Lock) auf dem Elektronikeinsatz verriegeln.

Abschließend ist nun noch ein Funktionstest erforderlich, bevor das Gerät im SIL Betrieb eingesetzt werden darf. Dies kann z.B. durch eines der beschriebenen Verfahren für die Wiederholungsprüfung erfolgen (siehe Abschnitt „Wiederholungsprüfung“). Dafür wird das Anfahren des Messwerts empfohlen (Prüfablauf A).

4.5.6 Parametrierung und Verriegelung mittels Assistenten

Durch Einschränkung der Möglichkeiten bei der Parametrierung bietet dieser Weg der Parametrierung eine erhöhte Sicherheit gegen Fehleinstellungen.

-  Empfohlen für Erst-Inbetriebnahme:
Gerät gemäß Betriebsanleitung zurücksetzen. Alle Parameter werden auf definierte Werte zurückgesetzt (Werkseinstellung oder Kundeneinstellung).
- 1. Stellung DIP-Schalter  (HW-Lock) auf dem Elektronikeinsatz kontrollieren, gegebenenfalls auf "OFF" stellen.
- 2. Parametrierung gemäß Betriebsanleitung durchführen, dabei die Einschränkungen (siehe unten) beachten. Parameter **Simulation** muss Option **Aus** sein.
- 3. Benutzerführung → Sicherheitsmodus
- 4. Unter SIL-Vorbereitung „7452“ als Sicherheitsverriegelungscode eingeben.
 - ↳ Status Verriegelung = Option **Vorübergehend verriegelt**
-  Eine vorläufige Verriegelung wird nur dann ausgeführt, wenn alle der folgenden Einschränkungen der Einstellmöglichkeiten erfüllt sind:
 - Parameter **Stromschleifenmodus** ist Option **Aktivieren**
 - Parameter **Simulation** ist Option **Aus**
 - Parameter **Zuordnung PV** ist Option **Druck**
- 5. Assistent **Sicherheitsmodus** Schritt für Schritt durchführen. Unter Assistent **Verriegelung** erneut „7452“ als Sicherheitsverriegelungscode eingeben.
- 6. Wenn alle Seiten bearbeitet sind, auf den Button Beenden klicken, um den Assistenten zu schließen.
 - ↳ Status Verriegelung = Option Sicherheitsverriegelt
Optional kann zusätzlich über den DIP-Schalter  (HW-Lock) auf dem Elektronikeinsatz verriegelt werden.

Abschließend ist nun noch ein Funktionstest erforderlich, bevor das Gerät im SIL Betrieb eingesetzt werden darf. Dies kann z.B. durch eines der beschriebenen Verfahren für die Wiederholungsprüfung erfolgen (s. Abschnitt „Wiederholungsprüfung“). Dafür wird das Anfahren des Messwerts empfohlen (Prüfablauf A).

Am Ende der SIL-Aktivierungssequenz wird der aktuelle **Parameter "CRC Gerätekonfiguration"** gespeichert und das Gerät sicherheitsverriegelt. Wird ein Gerät entriegelt und wieder verriegelt, wird der aktuelle Parameter **CRC Gerätekonfiguration** mit dem Parameter **Gespeicherte CRC Gerätekonfiguration** verglichen. Gibt es keine Abweichung, dann wird das Gerät sofort sicherheitsverriegelt. Gibt es eine Abweichung, dann müssen die sicherheitsrelevanten Parametereinstellungen erneut bestätigt werden.

Wenn der Assistent abgebrochen wird befindet sich das Gerät wieder in einem entriegelten Zustand.

- ▶ Alle erforderlichen Assistenten-Seiten bearbeiten.

4.5.7 Parametrierung und Verriegelung ohne Assistenten

Eine größere Zahl an sicherheitsrelevanten Parametern ist frei einstellbar. Damit können auch schwierige Applikationen in Betrieb genommen werden.

-  Empfohlen für Erst-Inbetriebnahme:
Gerät gemäß Betriebsanleitung zurücksetzen. Alle Parameter werden auf definierte Werte zurückgesetzt (Werkseinstellung oder Kundeneinstellung).
- 1. Stellung DIP-Schalter  (HW-Lock) auf dem Elektronikeinsatz kontrollieren, gegebenenfalls auf "Off" stellen.
- 2. Parametrierung gemäß Betriebsanleitung durchführen. Einschränkung - Parameter **Simulation** muss Option **Aus** sein.

3. Gerät per DIP-Schalter  (HW-Lock) auf dem Elektronikeinsatz verriegeln.
4. Geräteeinstellungen überprüfen und in geeigneter Weise dokumentieren. Eine einfache Möglichkeit zur Dokumentation besteht mit der Druckfunktion von Fieldcare.

Abschließend ist nun noch ein Funktionstest erforderlich, bevor das Gerät im SIL Betrieb eingesetzt werden darf. Dies kann z.B. durch eines der beschriebenen Verfahren für die Wiederholungsprüfung erfolgen (s. Abschnitt „Wiederholungsprüfung“). Dafür wird das Anfahren des Messwerts empfohlen (Prüfablauf A).

4.5.8 Entriegelung

Ein sicherheitsverriegeltes Gerät ist gegen unberechtigte Bedienung durch einen Verriegelungscode und optional zusätzlich durch einen Schreibschutzschalter (DIP-Schalter  (HW-Lock) auf dem Elektronikeinsatz) geschützt. Zur Veränderung der Parametrierung, sowie zum Zurücksetzen selbsthaltender Diagnosemeldungen muss das Gerät entriegelt werden.

1. Stellung DIP-Schalter  (HW-Lock) auf dem Elektronikeinsatz kontrollieren, gegebenenfalls auf "Off" stellen.
2. Auf "Menü **Benutzerführung** → Assistent **Sicherheitsmodus** klicken, um den Assistenten aufzurufen.
3. Unter Assistent **Vorbereitung**, „7452“ als Sicherheitsentriegelungscode eingeben .
↳ Status Verriegelung = **Entriegelt**

4.6 Parameter und Default-Einstellungen für den SIL Betrieb

Für den SIL-Betrieb sind folgende Einstellungen nicht erlaubt:

- Parameter **Simulation**:
 - Druck
 - Stromausgang
 - Simulation Diagnoseereignis
- Parameter **Stromschleifenmodus**:
Deaktivieren

5 Betrieb

Das Verhalten im Betrieb und bei Störung wird in der Betriebsanleitung BA beschrieben.

5.1 Geräteverhalten beim Einschalten

Nach dem Einschalten durchläuft das Gerät eine Diagnosephase von ca. 5 s. Während dieser Phase ist der Strom $\leq 3,6$ mA.

Während der Diagnosephase ist keine Kommunikation über die Serviceschnittstelle (CDI) oder über HART möglich.

5.2 Geräteverhalten bei Anforderung der Sicherheitsfunktion

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

5.3 Sichere Zustände

Über- bzw. Unterdruck im Prozess werden von den Drucktransmittern erkannt der eingestellte Ausgangsstrom „Alarm“ oder „Warning“ wird am Ausgang gestellt. Dieser Zustand bleibt so lange erhalten bis der Applikationsfehler behoben wird und das Gerät wieder einen gültigen Messwert am Stromausgang liefern kann.

Fehlverhalten / Beschreibung

Bei erkanntem Fehler stellt der Drucktransmitter am Ausgang den eingestellten Alarmstrom (sicherer Zustand):

- $I \leq 3,6 \text{ mA}$ (Low Alarm)
oder
- $I \geq 21 \text{ mA}$ (High Alarm)



Die Werkseinstellung der Drucktransmitter ist $I \leq 3,6 \text{ mA}$ (Low Alarm).

5.4 Geräteverhalten bei Alarm 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. Ausfall der Versorgung, einem Leitungsbruch, sowie 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.

Die Werkseinstellung des Fehlerstroms bei HI-Alarm (Parameter **Fehlerstrom**) ist $22,5 \text{ mA}$

Zur Alarmüberwachung muss die nachgeschaltete Logikeinheit also HI-Alarmer ($\geq 21 \text{ mA}$) und LO-Alarmer ($\leq 3,6 \text{ mA}$) erkennen können.

5.5 Alarm-und Warnmeldungen

Das Geräteverhalten bei Alarm und Warnungen ist in der entsprechenden Betriebsanleitung beschrieben.

Zusammenhang zwischen Fehlercode und ausgegebenem Strom:

Fehlercode "Fxxx"

Stromausgang: $\geq 21 \text{ mA}$ oder $\leq 3,6 \text{ mA}$

Anmerkung: xxx = dreistellige Zahl

Fehlercode ""Mxxx" / "Cxxx" / "Sxxx""

Stromausgang: gemäß Messwert

Anmerkung: xxx = dreistellige Zahl

Übersicht der Ausgangssignale abhängig vom Diagnosezustand (Warnung und Alarm).

6 Wiederholungsprüfung



Die sicherheitstechnische Funktionsfähigkeit des Geräts im SIL-Mode ist bei der Inbetriebnahme, bei Änderungen an sicherheitsrelevanten Parametern, sowie in angemessenen Zeitabständen zu überprüfen. Hierdurch kann diese Funktionsfähigkeit innerhalb der kompletten Sicherheitseinrichtung nachgewiesen werden. 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 können die Protokolle im Anhang benutzt werden (siehe Kapitel 8.2).
- ▶ 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 Transmitters 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 61511-1:2016 Kapitel 16.3.3, "Dokumentation der Wiederholungsprüfungen und Inspektionen".

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

Die Heartbeat Verification basiert auf automatisch ausgeführten gerätespezifischen Prüfabläufen. Zusätzlich ermöglicht die Verifizierung auch die Aufdeckung systematischer Fehler des Prozesses, z.B.

- Verstopfte Impulsleitungen
- Änderung des Leitungswiderstands

Heartbeat Technology ist ein methodisches Designkonzept angelehnt an IEC 61508:2010 und besteht aus Heartbeat Diagnostic, Verification und Monitoring. Weitere Information zur Heartbeat Technology siehe zugehörige Dokumentation (SD02525P).

HINWEIS**Wenn sich das Gerät vor Beginn der Prüfung in Störung befindet, das heißt es wird eine Alarmmeldung ausgegeben**

- ▶ Die Ursache für die Störung muss vor Beginn der Wiederholungsprüfung zuerst behoben werden.

HINWEIS**Wenn ein HW-Schreibschutz vorliegt**

- ▶ HW-Schreibschutz zur Durchführung der Wiederholungsprüfung aufheben. Bei Bedarf HW-Schreibschutz nach der Durchführung der Wiederholungsprüfung wieder aktivieren.

HINWEIS**Wenn ein SW-Schreibschutz vorliegt**

- ▶ Bei manueller Wiederholungsprüfung muss der Software-Schreibschutz aufgehoben werden.

Übersicht der Wiederholungsprüfungen:

- Prüfablauf A
 - Min- und Max-Alarmstrom simulieren
 - Unteren und oberen Messwert anfahren
- Prüfablauf B
 - Min- und Max-Alarmstrom simulieren
- Prüfablauf E
 - Prüfablauf B + Heartbeat Verification

 Heartbeat Technology bietet zusätzlich einen Assistenten für die Wiederholungsprüfung.

Bei den Prüfabläufen folgendes beachten:

- Die jeweiligen Abdeckungsgrade (PTC = proof test coverage), die zur Berechnung verwendet werden können, sind in der Konformitätserklärung angegeben
- Die zur Verifikation empfohlenen Messgeräte (z.B. Amperemeter) sollen eine ausreichende Genauigkeit aufweisen
- Die Prüfung ist so durchzuführen, dass die einwandfreie Funktion der Schutzeinrichtung im Zusammenwirken aller Komponenten nachgewiesen wird

6.1 Prüfablauf A

Ablauf der Wiederholungsprüfung mit dem Assistenten:

1. Benutzerführung → Wiederholungsprüfung → Auswahl des Prüfablaufs
2. Bitte auswählen: Prüfablauf A
3. Wiederholungsprüfung Schritt für Schritt durchführen und Ergebnisse eintragen. Details zu den Prüfschritten sind unter „Ablauf der Wiederholungsprüfung bei manueller Prüfung“ beschrieben.
4. Wenn alle Seiten ausgefüllt sind, auf den Button Beenden klicken, um den Assistenten zu schließen.

HINWEIS

Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden wenn die Abweichung des gemessenen vom erwarteten Stromwert $> \pm 2\%$ ist (bezogen auf die Messspanne des sicherheitsbezogenen Stromausgangs).

- ▶ Störungsbehebung siehe Betriebsanleitung.
- ▶ Durch diese Prüfung werden 95 % (verbleibende Ausfallrate $\lambda_{DU} = 1 \text{ FIT}$) der gefährlichen unerkannten Ausfälle aufgedeckt (Diagnose-Deckungsgrad der Wiederholungsprüfung, PTC = 95 %).

Ablauf der Wiederholungsprüfung bei manueller Prüfung:

1. Geräteidentifikation abfragen (Messstellenkennzeichnung, Geräte-ID, Seriennummer, Firmware-Version und Hardwarerevision prüfen)
2. Einstellung des kundenspezifischen Parameter **Fehlerstrom** ($\geq 21 \text{ mA}$) auslesen und notieren. Zusätzlich bei Wiederholungsprüfung mit Assistenten: Bestätigen, dass der angezeigte Wert Fehlerstrom (high alarm) dem eingestellten MAX. Fehlerstrom entspricht.
3. Maximalen Alarmstrom simulieren (Diagnose → Simulation → Stromausgang).
4. Überprüfen, ob die dem Gerät nachgeschaltete Sicherheitseinrichtung den Alarm erwartungsgemäß erkennt. Alternativ: Ausgangsstrom messen und mit dem simulierten Alarmstrom vergleichen.
5. Minimalen Alarmstrom simulieren (Diagnose → Simulation → Stromausgang).
6. Überprüfen, ob die dem Gerät nachgeschaltete Sicherheitseinrichtung den Alarm erwartungsgemäß erkennt. Alternativ: Ausgangsstrom messen und mit dem simulierten Alarmstrom vergleichen.

7. Prozessbedingungen im Messbereichsende (ca. 16 ... 20 mA) anfahren oder mittels Druckreferenz anlegen.
8. Sicherheitsrelevanten Ausgang überprüfen und auf Richtigkeit bewerten. Dieser Schritt gilt als bestanden, wenn der Ausgangsstrom innerhalb der geforderten Genauigkeit liegt.
9. Prozessbedingungen im Messbereichsanfang (ca. 4 ... 8 mA) anfahren oder mittels Druckreferenz anlegen.
10. Sicherheitsrelevanten Ausgang überprüfen und auf Richtigkeit bewerten. Dieser Schritt gilt als bestanden, wenn der Ausgangsstrom innerhalb der geforderten Genauigkeit liegt.

HINWEIS

Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden wenn die Abweichung des gemessenen vom erwarteten Stromwert $> \pm 2\%$ ist (bezogen auf die Messspanne des sicherheitsbezogenen Stromausgangs).

- ▶ Störungsbehebung siehe Betriebsanleitung.
- ▶ Durch diese Prüfung werden 95 % (verbleibende Ausfallrate $\lambda_{DU} = 1$ FIT) der gefährlichen unerkannten Ausfälle aufgedeckt (Diagnose-Deckungsgrad der Wiederholungsprüfung, PTC = 95 %).

6.2 Prüfablauf B

Ablauf der Wiederholungsprüfung mit dem Assistenten:

1. Benutzerführung → Wiederholungsprüfung → Auswahl des Prüfablaufs
2. Bitte auswählen: Prüfablauf B
3. Wiederholungsprüfung Schritt für Schritt durchführen und Ergebnisse eintragen. Details zu den Prüfschritten sind unter „Ablauf der Wiederholungsprüfung bei manueller Prüfung“ beschrieben.
4. Wenn alle Seiten ausgefüllt sind, auf den Button Beenden klicken, um den Assistenten zu schließen.

HINWEIS

Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden, wenn die nachgeschaltete Sicherheitseinrichtung den Alarm nicht erkennt.

- ▶ Störungsbehebung siehe Betriebsanleitung.
- ▶ Durch diese Prüfung werden 51 % (verbleibende Ausfallrate $\lambda_{DU} = 12$ FIT) der gefährlichen unerkannten Ausfälle aufgedeckt (Diagnose-Deckungsgrad der Wiederholungsprüfung, PTC = 51 %).

Ablauf der Wiederholungsprüfung bei manueller Prüfung:

1. Geräteidentifikation abfragen (Messstellenkennzeichnung, Geräte-ID, Seriennummer, Firmware-Version und Hardwarerevision prüfen).
2. Einstellung des kundenspezifischen Parameter **Fehlerstrom** (≥ 21 mA) auslesen und notieren. Zusätzlich bei Wiederholungsprüfung mit Assistenten: Bestätigen, dass der angezeigte Wert Fehlerstrom (high alarm) dem eingestellten MAX. Fehlerstrom entspricht.
3. Maximalen Alarmstrom simulieren (Diagnose → Simulation → Stromausgang).
4. Überprüfen, ob die dem Gerät nachgeschaltete Sicherheitseinrichtung den Alarm erwartungsgemäß erkennt. Alternativ: Ausgangsstrom messen und mit dem simulierten Alarmstrom vergleichen.
5. Minimalen Alarmstrom simulieren (Diagnose → Simulation → Stromausgang).

6. Überprüfen, ob die dem Gerät nachgeschaltete Sicherheitseinrichtung den Alarm erwartungsgemäß erkennt. Alternativ: Ausgangsstrom messen und mit dem simulierten Alarmstrom vergleichen.

HINWEIS

Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden, wenn die nachgeschaltete Sicherheitseinrichtung den Alarm nicht erkennt.

- ▶ Störungsbehebung siehe Betriebsanleitung.
- ▶ Durch diese Prüfung werden 51 % (verbleibende Ausfallrate $\lambda_{DU} = 12$ FIT) der gefährlichen unerkannten Ausfälle aufgedeckt (Diagnose-Deckungsgrad der Wiederholungsprüfung, PTC = 51 %).

6.3 Prüfablauf E

-  Prüfablauf E ist nur mit dem Anwendungspaket "Heartbeat Verification + Monitoring" durchführbar.

Ablauf der Wiederholungsprüfung bei manueller Prüfung:

1. Prüfablauf B gemäß →  22 durchführen.
2. Heartbeat Verification starten (Menü **Benutzerführung** -> Untermenü **Heartbeat Technology** -> Untermenü **Heartbeat Verification**).
3. Heartbeat Verification Schritt für Schritt durchführen. Details zu den Prüfschritten sind in SD02525P beschrieben.

HINWEIS

Die Durchführung der Prüfung Sensorpfad-Integrität ist für die Durchführung von Prüfablauf E zwingend erforderlich.

- ▶ Prüfung Sensorpfad-Integrität durchführen.
4. Wenn alle Seiten bearbeitet sind, auf den Button "Beenden" klicken, um den Assistenten zu schließen.

HINWEIS

Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden, wenn die nachgeschaltete Sicherheitseinrichtung den Alarm nicht erkennt.

- ▶ Störungsbehebung siehe Betriebsanleitung.
- ▶ Durch diese Prüfung werden 57 % (verbleibende Ausfallrate $\lambda_{DU} = 11$ FIT) der gefährlichen unerkannten Ausfälle aufgedeckt (Diagnose-Deckungsgrad der Wiederholungsprüfung, PTC = 57 %).

HINWEIS

Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden wenn das Verifizierungsergebnis, im Rahmen der Heartbeat Verification "Nicht bestanden" ist.

- ▶ Störungsbehebung siehe SD02525P.
- ▶ Durch diese Prüfung werden 57 % (verbleibende Ausfallrate $\lambda_{DU} = 11$ FIT) der gefährlichen unerkannten Ausfälle aufgedeckt (Diagnose-Deckungsgrad der Wiederholungsprüfung, PTC = 57 %).

HINWEIS

Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden wenn das Ergebnis der Prüfung Sensorpfad-Integrität, im Rahmen der Heartbeat Verification "Nicht bestanden" oder "Nicht ausgeführt" ist.

- ▶ Störungsbehebung siehe SD02525P.
- ▶ Durch diese Prüfung werden 57 % (verbleibende Ausfallrate $\lambda_{DU} = 11$ FIT) der gefährlichen unerkannten Ausfälle aufgedeckt (Diagnose-Deckungsgrad der Wiederholungsprüfung, PTC = 57 %).

6.4 Prüfkriterium

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

- Die Wiederholungsprüfung dient zur Aufdeckung gefährlicher unentdeckter Geräteausfälle (λ_{DU}).
- Der Einfluss systematischer Fehler auf die Sicherheitsfunktion wird durch diese Prüfung nicht abgedeckt und ist gesondert zu betrachten.
- Systematische Fehler können beispielsweise durch Stoffeigenschaften, Betriebsbedingungen, Ansatzbildung oder Korrosion verursacht werden.
- Beispielsweise ist im Rahmen der Sichtprüfung sicherzustellen, dass alle Dichtungen und Kabeleinführungen ihre Dichtfunktion korrekt erfüllen und das Gerät keine sichtbaren Beschädigungen aufweist.

7 Reparatur und Fehlerbehandlung

7.1 Wartung

Wartungshinweise und Hinweise zur Nachkalibrierung sind der zugehörigen Betriebsanleitung zu entnehmen.

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

7.2 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

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

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

-  Nach einer Reparatur ist immer eine Wiederholungsprüfung durchzuführen.

-  Ersatzteile sind jeweils zu sinnvollen Kits mit einer zugehörigen Austauschanleitung zusammengefasst.

-  Einbauanleitungen liegen dem Original-Ersatzteil bei und sind auch im Downloadbereich unter www.endress.com verfügbar.

Ausgetauschte Komponente zwecks Fehleranalyse an Endress+Hauser einsenden.

Der Rücksendung der defekten Komponente die „Erklärung zur Kontamination und Reinigung“ mit dem Hinweis „Einsatz als SIL-Gerät in Schutzeinrichtung“ beilegen.

Informationen zur Rücksendung: <http://www.endress.com/support/return-material>

7.3 Modifikation

Modifikationen sind Änderungen an bereits ausgelieferten oder installierten SIL-Geräten:

- **Modifikationen von SIL-Geräten durch den Anwender sind nicht erlaubt, da sie die funktionale Sicherheit des Geräts beeinträchtigen können**
- Modifikationen an SIL-Geräten beim Anwender vor Ort sind nach Freigabe durch das Endress+Hauser Herstellerwerk möglich
- Modifikationen an SIL-Geräten müssen von Personal durchgeführt werden, das von Endress+Hauser zu solchen Arbeiten autorisiert wurde
- Für Modifikationen dürfen nur **Original-Ersatzteile** von Endress+Hauser verwendet werden
- Alle Modifikationen müssen im Endress+Hauser Device Viewer (www.endress.com/deviceviewer) dokumentiert werden
- Alle Modifikationen erfordern ein Änderungstypenschild oder einen Austausch des ursprünglichen Typenschilds.

7.4 Außerbetriebnahme

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

7.5 Entsorgung

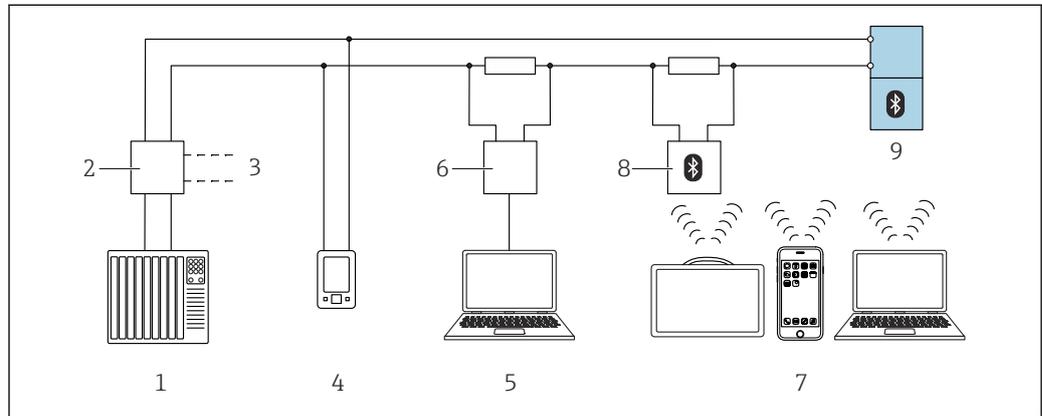


Gemäß der Richtlinie 2012/19/EU über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (WEEE) ist das Produkt mit dem abgebildeten Symbol gekennzeichnet, um die Entsorgung von WEEE als unsortierten Hausmüll zu minimieren. Gekennzeichnete Produkte nicht als unsortierten Hausmüll entsorgen, sondern zu den gültigen Bedingungen an den Hersteller zurückgeben.

8 Anhang

8.1 Aufbau des Messsystems

8.1.1 Systemkomponenten



3 Möglichkeiten der Fernbedienung via HART-Protokoll (passiv)

- 1 Automatisierungssystem (z.B. SPS)
- 2 Messumformerspeisegerät, z.B. Speisetrenner der RN-Serie (mit Kommunikationswiderstand)
- 3 Anschluss für Commubox FXA195 und Field Communicator 475
- 4 TREN Device Communicator
- 5 Computer mit Bedientool (z.B. FieldCare, DeviceCare, AMS Device Manager, SIMATIC PDM) mit COM DTM "CDI Communication TCP/IP"
- 6 Commubox FXA195 (USB), Commubox FXA291 (CDI)
- 7 Tablet mit eingebautem Bluetooth-Modem / Field Xpert
- 8 VIATOR Bluetooth-/HART-Modem mit Anschlusskabel
- 9 Messumformer / Messumformer mit eingebautem Bluetooth-Modem

Im Messumformer wird ein dem Druck proportionales, analoges Signal (4 ... 20 mA) erzeugt, das einer nachgeschalteten Logikeinheit (z.B. SPS, Grenzsinalgeber, ...) zugeführt und dort überwacht wird auf:

- Überschreiten bzw. Unterschreiten eines vorgegebenen Wertes
- Verlassen eines zu überwachenden Bereiches
- Eintreten einer Störung (z.B. Sensorfehler, Unterbrechung oder Kurzschluss der Sensorleitung, Ausfall der Versorgungsspannung)

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

8.1.2 Beschreibung der Anwendung als Schutzeinrichtung

Der Differenzdrucktransmitter wird für folgende Messaufgaben eingesetzt:

- Durchflussmessung (Volumen- oder Massenstrom) in Verbindung mit Wirkdruckgebern in Gasen, Dämpfen und Flüssigkeiten
- Füllstand-, Volumen- oder Massemessung in Flüssigkeiten
- Differenzdrucküberwachung, z.B. von Filtern und Pumpen
- Überdruckmessung in Gasen, Dämpfen oder Flüssigkeiten in allen Bereichen der Verfahrenstechnik und Prozessmesstechnik

8.1.3 Einbaubedingungen

Die Einbaubedingungen für verschiedene Messungen sind in der zugehörigen Technischen Information beschrieben.



Der sichere Betrieb des Gerätes setzt eine ordnungsgemäße Installation voraus.

8.1.4 Messfunktion

Das Messprinzip und die Messfunktionen sind in der zugehörigen Betriebsanleitung beschrieben.

8.2 Protokoll Inbetriebnahme- oder Wiederholungsprüfung

Das folgende gerätespezifische Prüfprotokoll dient als Druck-/Kopiervorlage und kann jederzeit durch ein kundeneigenes SIL-Protokollierungs- und Prüfsystem ersetzt oder ergänzt werden.

8.2.1 Prüfprotokoll - Seite 1 -

Geräteinformationen
Anlage
Messstellenkennzeichnung
Gerätename/Bestellcode
Seriennummer
Firmware-Version
Hardwarerevision

Informationen zur Prüfung
Firma/Ansprechpartner
Durchgeführt von
Datum/Zeit
Prüfer

Verifikationsergebnis	
Gesamtergebnis	
<input type="checkbox"/> Bestanden <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Nicht bestanden <input checked="" type="checkbox"/>

Bemerkungen

Datum

Unterschrift

Unterschrift Ausführender

8.2.2 Prüfprotokoll - Seite 2 -

Geräteinformationen	
Anlage	
Messstellenkennzeichnung	
Seriennummer	

Vorbereitung
Ich habe die Warnhinweise gelesen. <input type="checkbox"/> Ja

Sichtkontrolle

Protokoll Wiederholungsprüfung	
Prüfschritte	
1. Max. Fehlerstrom auslesen Istwert:	mA
2. Max. Fehlerstrom simulieren Wird Alarm von der nachgeschalteten Sicherheitseinrichtung erkannt? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	
3. Min Fehlerstrom simulieren Wird Alarm von der nachgeschalteten Sicherheitseinrichtung erkannt? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	
4. Oberen Messwert (ca. 16 ... 20 mA) anfahren oder mittels Druckreferenz anlegen Istwert:	mA
5. Ausgangsstrom messen Istwert:	mA
6. Ergebnis (Max. erlaubte Abw. < +/-2%), bezogen auf die Messspanne des sicherheitsbezogenen Stromausgangs ?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
7. Unteren Messwert (ca. 4 ... 8 mA) anfahren oder mittels Druckreferenz anlegen Istwert:	mA
8. Ausgangsstrom messen Istwert:	mA
9. Ergebnis (Max. erlaubte Abw. < +/-2%), bezogen auf die Messspanne des sicherheitsbezogenen Stromausgangs ?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein

8.2.3 Inbetriebnahme Prüfprotokoll - Seite 1 -

SIL Commissioning

Plant operator:

Device and verification information Page 1

Serial number
Device tag
Operating time

Device information

Device tag
Device name
Serial number
Firmware version
Hardware revision

SIL Locking

CRC device configuration
Stored CRC device configuration
Timestamp stored CRC device config.
Operating time
Configuration counter

Notes

.....
.....

Date	Operator's signature	Inspector's signature
------	----------------------	-----------------------

Endress+Hauser **EH**

People for Process Automation

A0045210

4 *Beispiel Inbetriebnahmeprotokoll über Assistenten - Seite 1 -*

8.2.4 Inbetriebnahme Prüfprotokoll - Seite 2 -

SIL Commissioning

Plant operator:

Device and verification information Page 2

Serial number
 Device tag
 Operating time

SIL preparation

Proof test via Bluetooth allowed?

SIL preparation

Character test string

Result

Inspector
 Location
 Date/time
 Notes
 Plant operator





A0045211

5 Beispiel Inbetriebnahmeprotokoll über Assistenten - Seite 2 -

8.2.5 Inbetriebnahme Prüfprotokoll - Seite 3 -

SIL Commissioning

Plant operator:

Device and verification information Page 3

Serial number

Device tag

Operating time

Parameter CRC

Current output simulation

Lower range value output

Upper range value output

Current range output

Failure behavior current output

Loop current mode

Measuring mode current output

Damping

Output current transfer function

Sensor pressure range behavior

Assign PV

Low flow cut off

HP/LP swap

Parameter additional

Zero adjustment offset

Lower sensor trim

Upper sensor trim





A0045212

8.3 Versionshistorie

FY01031P; Version 01.20

- Firmwareversion: 01.00.zz (zz: jede Doppelzahl)
- Hardwareversion: 01.00.ww (ww: jede Doppelzahl) bzw. ab Auslieferungsdatum Gerät
- Änderungen:
 - Erste Version

FY01031P; Version 02.22

- Firmwareversion: 01.00.zz (zz: jede Doppelzahl)
- Hardwareversion: 01.00.ww (ww: jede Doppelzahl) bzw. ab Auslieferungsdatum Gerät
- Änderungen:
 - Verbesserung der sicherheitstechnischen Kenngrößen

FY01031P; Version 03.24

- Firmwareversion: 01.00.zz (zz: jede Doppelzahl)
- Hardwareversion: 01.00.ww (ww: jede Doppelzahl) bzw. ab Auslieferungsdatum Gerät
- Änderungen:
 - Konformitätserklärung

FY01031P; Version 04.24

- Firmwareversion: 01.01.zz (zz: jede Doppelzahl)
- Hardwareversion: 01.00.ww (ww: jede Doppelzahl) bzw. ab Auslieferungsdatum Gerät
- Änderungen:
 - Software-Update
 - Neue Wiederholungsprüfung: Prüfablauf E
 - Verlängerung der Gebrauchsdauer auf 20 Jahre



www.addresses.endress.com
