

Handbuch Funktionale Sicherheit **iTEMP TMT162**





A0023555

Inhaltsverzeichnis

1	Konformitätserklärung	4	5.5	Geräteverhalten bei Alarm und Warnungen ..	26
1.1	Sicherheitstechnische Kenngrößen	5	5.6	Alarm- und Warnmeldungen	26
1.2	Anwendung als sicheres Messsystem	7	6	Wiederholungsprüfung	27
2	Hinweise zum Dokument	8	6.1	Prüfablauf A	28
2.1	Dokumentfunktion	8	6.2	Prüfablauf B	28
2.2	Umgang mit dem Dokument	9	6.3	Prüfablauf C	30
2.3	Verwendete Symbole	9	6.4	Prüfkriterium	31
2.3.1	Warnhinweissymbole	9	7	Reparatur und Fehlerbehandlung ..	31
2.3.2	Symbole für Informationstypen und Grafiken	9	7.1	Wartung	31
2.4	Mitgeltende Gerätedokumentation	9	7.2	Reparatur	31
2.4.1	Mitgeltende Dokumente	10	7.3	Modifikation	32
3	Design	10	7.4	Außerbetriebnahme	32
3.1	Zulässige Gerätetypen	10	7.5	Entsorgung	32
3.2	Kennzeichnung	11	8	Anhang	32
3.3	Sicherheitsfunktion	11	8.1	Aufbau des Messsystems	32
3.3.1	Sicherheitsbezogenes Ausgangssig- nal	11	8.1.1	Systemkomponenten	32
3.3.2	Sichere Messung	11	8.1.2	Messfunktion	33
3.4	Randbedingungen für die Anwendung im sicherheitsbezogenen Betrieb	12	8.1.3	Geräteverhalten bei Bereichsverlet- zung Kategorie (F, S, M)	34
3.4.1	Sicherheitstechnische Fehler gemäß IEC / EN 61508	13	8.2	Protokoll Inbetriebnahme- oder Wiederho- lungsprüfung	36
3.5	Sicherheitsmessabweichung	14	8.2.1	Parameter-Einstellungen für den SIL-Mode	39
3.6	Gefährliche, unerkannte Fehler in dieser Betrachtung	16	8.3	Versionshistorie	40
3.7	Gebrauchsdauer elektrischer Bauteile	16			
4	Inbetriebnahme (Installation und Konfiguration)	16			
4.1	Anforderungen an das Personal	16			
4.2	Installation	16			
4.3	Inbetriebnahme	17			
4.4	Bedienung	17			
4.5	Geräteparametrierung für sicherheitsbezo- gene Anwendungen	17			
4.5.1	Abgleich der Messstelle	17			
4.5.2	Methoden der Parametrierung	17			
4.5.3	Verriegelung im Expertenmodus, SIL-Mode Aktivierung = SiMA	18			
4.5.4	Deaktivierung des SIL-Mode	21			
4.5.5	Parameter und Default-Einstellun- gen für den SIL Betrieb	22			
5	Betrieb	25			
5.1	Geräteverhalten im Betrieb	25			
5.2	Geräteverhalten beim Einschalten	25			
5.3	Geräteverhalten bei Anforderung der Sicher- heitsfunktion	25			
5.4	Sichere Zustände	26			

1 Konformitätserklärung

SIL_00220_03.23

Endress+Hauser 
People for Process Automation

Herstellererklärung - Manufacturer Declaration
Funktionale Sicherheit - Functional Safety (IEC 61508:2010)
Beiblatt 1 / NE130 Formblatt B1 – Supplement 1 / NE130 Form B.1

Endress+Hauser Wetzler GmbH+Co. KG Obere Wank 1, 87484 Nesselwang

erklärt als Hersteller, dass der folgende Temperaturtransmitter
declares as manufacturer, that the following temperature transmitter

iTEMP TMT162

in sicherheitsrelevanten Anwendungen SIL2 (HFT=0) bzw. SIL3 (HFT=1) nach IEC61508:2010
eingesetzt werden kann.

is suitable for use in safety relevant applications up to SIL2 (HFT=0) rep. SIL3 (HFT=1) according to
IEC 61508:2010

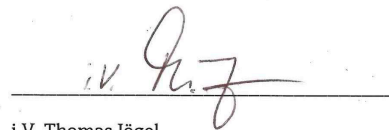
Für einen Einsatz in sicherheitsrelevanten Anwendungen entsprechend IEC 61508 sind die Angaben
des Handbuchs zur Funktionalen Sicherheit zu beachten.

In safety relevant applications according to IEC 61508, the instructions of the Safety Manual have to
be followed.

Nesselwang, 24.01.2024
Endress+Hauser Wetzler GmbH+Co. KG



ppa. Harald Müller
Director Technology



i.V. Thomas Jögel
Head of Department Tech. Transmitter

1/3

A0055069

1.1 Sicherheitstechnische Kenngrößen

SIL_00220_03.23



Allgemein	
Gerätebezeichnung und zulässige Ausführungen	TMT162 (Bestellmerkmal "Weitere Zulassungen": Option LA "SIL")
Sicherheitsbezogene Ausgangssignale	4-20mA
Fehlerstrom	≤ 3,6 mA oder ≥ 21,0 mA
Bewertete Messgröße / Funktion	Temperatur / Spannung / Widerstand
Sicherheitsfunktion(en)	sichere Messung
Gerätetyp gem. IEC 61508-2	<input type="checkbox"/> Typ A <input checked="" type="checkbox"/> Typ B
Betriebsart	<input checked="" type="checkbox"/> Low Demand Mode <input checked="" type="checkbox"/> High Demand <input type="checkbox"/> Continuous Mode
Gültige Hardware-Version	04.01.00 oder höher
Gültige Firmware-Version	04.01.00 oder höher
Sicherheitshandbuch	FY01106T/09
Art der Bewertung (nur eine Variante wählbar)	<input checked="" type="checkbox"/> Vollständige entwicklungsbegleitende HW/SW Bewertung inkl. FMEDA und Änderungsprozess nach IEC 61508-2, 3
	<input type="checkbox"/> Bewertung über Nachweis der Betriebsbewährung HW/SW inkl. FMEDA und Änderungsprozess nach IEC 61508-2, 3
	<input type="checkbox"/> Auswertung von Felddaten HW/SW zum Nachweis "Frühere Verwendung" gem. IEC 61511
	<input type="checkbox"/> Bewertung durch FMEDA gem. IEC 61508-2 für Geräte ohne Software
Bewertung durch / Zertifikatsnummer	TÜV SÜD Rail GmbH, Germany / Zertifikat Nr. Z10 012833 0004 Rev.2
Prüfungsunterlagen	Entwicklungsdokumente, Testreports, Datenblätter
SIL - Integrität	
Systematische Sicherheitsintegrität	<input type="checkbox"/> SC 2 fähig <input checked="" type="checkbox"/> SC 3 fähig
Hardware Sicherheitsintegrität	Einkanaliger Einsatz (HFT = 0) <input checked="" type="checkbox"/> SIL 2 fähig <input type="checkbox"/> SIL 3 fähig
	Mehrkanaliger Einsatz (HFT ≥ 1) <input type="checkbox"/> SIL 2 fähig <input checked="" type="checkbox"/> SIL 3 fähig
FMEDA	
Sicherheitsfunktion(en)	Transmitter
Sicherheitsfunktion(en)	sichere Messung
$\lambda_{DU}^{1),2)}$	29 FIT
$\lambda_{DU}^{1),2)}$	269 FIT
$\lambda_S^{1),2)}$	139 FIT
SFF - Safe Failure Fraction	93%
PFD _{avg} für T1 = 1 Jahr ²⁾ (einkanalige Architektur)	1.3 · 10 ⁻⁴
PFD _{avg} für T1 = 5 Jahre ²⁾ (einkanalige Architektur)	6.4 · 10 ⁻⁴
PFH	2.9 · 10 ⁻⁸ · 1/h
PTC ³⁾	96%
Fehlerreaktionszeit ⁴⁾	< 16,2 s
Diagnose-Testintervall ⁵⁾	4,3 min
Prozesssicherheitszeit ⁶⁾	7,2 h
MTTF ⁷⁾	142 Jahre
Erklärung	
<input checked="" type="checkbox"/>	Unser firmeninternes Qualitätsmanagement stellt die Information von zukünftig bekanntwerdenden sicherheitsrelevanten systematischen Fehlern sicher.

¹⁾ FIT = Failure In Time, Anzahl der Ausfälle pro 10⁹ h
²⁾ Gültig für gemittelte Umgebungstemperaturen bis zu +40 °C (+104 °F)
 Bei einer durchschnittlichen Dauereinsatztemperatur nahe +60 °C (+140 °F) sollte ein Faktor von 2,1 berücksichtigt werden
³⁾ PTC = Proof Test Coverage (Diagnoseaufdeckungsgrad von Gerätefehlern bei manueller Wiederholungsprüfung)
⁴⁾ Maximale Zeit zwischen Fehlererkennung und Fehlerreaktion
⁵⁾ In dieser Zeit werden alle online Diagnosefunktionen mindestens 1x ausgeführt (26,1 min inkl. Speichertest)
⁶⁾ Die Prozesssicherheitszeit beträgt: Diagnose-Testintervall x 100 (Berechnung nach IEC 61508)
⁷⁾ MTTF (Mean Time To Failure) Dieser Wert berücksichtigt alle Ausfallarten der Elektronikkomponenten gemäß Siemens SN29500

SIL_00220_03.23



General	
Device designation and permissible types	TMT162 (Feature "additional approval": Option LA "SIL")
Safety-related output signal	4-20 mA
Fault current	≤ 3,6 mA or ≥ 21,0 mA
Process variable/function	Temperature, Voltage, Resistance
Safety function(s)	safe measurement
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 <input type="checkbox"/> Continuous Mode
Valid Hardware-Version	04.01.00 or higher
Valid Software-Version	04.01.00 or higher
Safety manual	FY01106T/09
Type of evaluation (check only one 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 / certificate no.	TÜV SÜD Rail GmbH, Germany / certificate no. Z10 012833 0004 Rev.2
Test documents	development documents, test reports, data sheets
SIL - Integrity	
Systematic safety integrity	<input type="checkbox"/> SC 2 capable <input checked="" type="checkbox"/> SC 3 capable
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	Head transmitter
Safety function	safe measurement
λ_{00} ^{1) 2)}	29 FIT
λ_{00} ^{1) 2)}	269 FIT
λ_{00} ^{1) 2)}	139 FIT
SFF - Safe Failure Fraction	93%
PFD _{avg} T1 = 1 year ²⁾ (single channel architecture)	$1.3 \cdot 10^{-4}$
PFD _{avg} T1 = 5 years ²⁾ (single channel architecture)	$6.4 \cdot 10^{-4}$
PFH	$2.9 \cdot 10^{-8} \cdot 1/h$
PTC ³⁾	96%
Fault reaction time ⁴⁾	< 16.2 s
Diagnostic test interval ⁵⁾	4.3 min
Process safety time ⁶⁾	7.2 h
MTTF ⁷⁾	142 Jahre
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⁾ FIT = Failure In Time, Number of failures per 10⁹ h
²⁾ 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
³⁾ PTC = Proof Test Coverage
⁴⁾ Maximum time between error recognition and error response
⁵⁾ All online diagnostic functions are performed at least once within the Diagnostic test interval (26.1 min incl. memory test)
⁶⁾ The Process safety time is: Diagnostic test interval x 100 (calculated acc. to IEC 61508)
⁷⁾ MTTF (Mean Time To Failure) is the predicted elapsed time between inherent failures of a system during operation in accordance to Siemens SN29500

1.2 Anwendung als sicheres Messsystem

Um ein sicheres Messsystem zu realisieren, ist der Temperaturtransmitter mit einem geeigneten Sensor zu kombinieren. Die zur Auslegung des Systems notwendigen Kennzahlen für ein Jahr sind folgenden Tabellen zu entnehmen.

Einkanal-Betrieb

		λ_{du}	λ_{dd}	λ_{su}	λ_{sd}	SFF	PFD _{avg}	
Transmitter		29 FIT	269 FIT	139 FIT	0 FIT	93%	1.3 · 10 ⁻⁴	

	low stress		high stress		low stress		high stress		
	closed coupled				extension wire				
	Sensor	Sensor + TMT162	Sensor	Sensor + TMT162	Sensor	Sensor + TMT162	Sensor	Sensor + TMT162	
Thermo-couple	λ_{du}	6 FIT	35 FIT	119 FIT	148 FIT	109 FIT	138 FIT	2180 FIT	2209 FIT
	λ_{dd}	94 FIT	363 FIT	1881 FIT	2150 FIT	891 FIT	1160 FIT	17820 FIT	18089 FIT
	λ_{su}	0 FIT	139 FIT	0 FIT	139 FIT	0 FIT	139 FIT	0 FIT	139 FIT
	λ_{sd}	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT
	SFF	94%	94% / 93%	94%	94% / 93%	89%	89% / 93%	89%	89% / 93%
	PFD _{avg}		1.5 · 10 ⁻⁴		6.5 · 10 ⁻⁴		6.1 · 10 ⁻⁴		9.7 · 10 ⁻³
RTD 2-/3-wire	λ_{du}	9 FIT	38 FIT	181 FIT	210 FIT	99 FIT	128 FIT	1976 FIT	2005 FIT
	λ_{dd}	39 FIT	308 FIT	779 FIT	1048 FIT	376 FIT	645 FIT	7524 FIT	7793 FIT
	λ_{su}	0 FIT	139 FIT	0 FIT	139 FIT	0 FIT	139 FIT	0 FIT	139 FIT
	λ_{sd}	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT
	SFF	81%	81% / 93%	81%	81% / 93%	79%	79% / 93%	79%	79% / 93%
	PFD _{avg}		1.7 · 10 ⁻⁴		9.2 · 10 ⁻⁴		5.6 · 10 ⁻⁴		8.8 · 10 ⁻³
RTD 4-wire	λ_{du}	6 FIT	36 FIT	129 FIT	158 FIT	74 FIT	104 FIT	1486 FIT	1515 FIT
	λ_{dd}	44 FIT	313 FIT	871 FIT	1140 FIT	426 FIT	695 FIT	8514 FIT	8783 FIT
	λ_{su}	0 FIT	139 FIT	0 FIT	139 FIT	0 FIT	139 FIT	0 FIT	139 FIT
	λ_{sd}	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT
	SFF	87%	87% / 93%	87%	87% / 93%	85%	85% / 93%	85%	85% / 93%
	PFD _{avg}		1.6 · 10 ⁻⁴		6.9 · 10 ⁻⁴		4.5 · 10 ⁻⁴		6.6 · 10 ⁻³

SFF	Typ	A			B		
	HFT	0	1	2	0	1	2
< 60%		SIL1	SIL2	SIL3	---	SIL1	SIL2
60% - < 90%		SIL2	SIL3	SIL4	SIL1	SIL2	SIL3
90% - < 99%		SIL3	SIL4	SIL4	SIL2	SIL3	SIL4
> 99%		SIL3	SIL4	SIL4	SIL3	SIL4	SIL4

1 FIT = 1 · 10⁻⁹h
PFD_{avg}
 < 2.5 · 10⁻³
 > 2.5 · 10⁻³
 > 1 · 10⁻²

A0053691

Zweikanal-Betrieb

		λ_{du}	λ_{dd}	λ_{su}	λ_{sd}	SFF	$PF_{D_{avg}}$		
Transmitter		29 FIT	269 FIT	139 FIT	0 FIT	93%	$1,3 \cdot 10^{-4}$		
		low stress				high stress			
		closed coupled				extention wire			
		2 x Sensor	2 x Sensor + TMT162	2 x Sensor	2 x Sensor + TMT162	2 x Sensor	2 x Sensor + TMT162		
Thermo-couple	λ_{du}	11 FIT	40 FIT	70 FIT	99 FIT	158 FIT	187 FIT	3160 FIT	3189 FIT
	λ_{dd}	189 FIT	458 FIT	3786 FIT	4055 FIT	1842 FIT	2111 FIT	36840 FIT	37109 FIT
	λ_{su}	0 FIT	139 FIT	0 FIT	139 FIT	0 FIT	139 FIT	0 FIT	139 FIT
	λ_{sd}	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT
	SFF	95%	95% / 93%	98%	98% / 93%	92%	92% / 93%	92%	92% / 93%
$PF_{D_{avg}}$		$1,7 \cdot 10^{-4}$		$4,3 \cdot 10^{-4}$		$8,2 \cdot 10^{-4}$		$1,4 \cdot 10^{-2}$	
RTD 2-/3-wire	λ_{du}	8 FIT	37 FIT	154 FIT	183 FIT	84 FIT	113 FIT	1672 FIT	1701 FIT
	λ_{dd}	88 FIT	357 FIT	1766 FIT	2035 FIT	866 FIT	1135 FIT	17328 FIT	17597 FIT
	λ_{su}	0 FIT	139 FIT	0 FIT	139 FIT	0 FIT	139 FIT	0 FIT	139 FIT
	λ_{sd}	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT
	SFF	92%	92% / 93%	92%	92% / 93%	91%	91% / 93%	91%	91% / 93%
$PF_{D_{avg}}$		$1,6 \cdot 10^{-4}$		$1,3 \cdot 10^{-4}$		$7,4 \cdot 10^{-4}$		$7,5 \cdot 10^{-3}$	
RTD 2-/3-wire + TC	λ_{du}	9 FIT	38 FIT	184 FIT	213 FIT	121 FIT	150 FIT	2416 FIT	2445 FIT
	λ_{dd}	139 FIT	408 FIT	2776 FIT	3045 FIT	1354 FIT	1623 FIT	27084 FIT	27353 FIT
	λ_{su}	0 FIT	139 FIT	0 FIT	139 FIT	0 FIT	139 FIT	0 FIT	139 FIT
	λ_{sd}	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT	0 FIT
	SFF	94%	94% / 93%	94%	94% / 93%	92%	92% / 93%	92%	92% / 93%
$PF_{D_{avg}}$		$1,7 \cdot 10^{-4}$		$9,3 \cdot 10^{-4}$		$6,6 \cdot 10^{-4}$		$1,1 \cdot 10^{-2}$	

SFF	Typ	A			B		
	HFT	0	1	2	0	1	2
< 60%		SIL1	SIL2	SIL3	---	SIL1	SIL2
60% - < 90%		SIL2	SIL3	SIL4	SIL1	SIL2	SIL3
90% - < 99%		SIL3	SIL4	SIL4	SIL2	SIL3	SIL4
> 99%		SIL3	SIL4	SIL4	SIL3	SIL4	SIL4

1 FIT = $1 \cdot 10^{-9}$ h
 $PF_{D_{avg}}$
■ < $2,5 \cdot 10^{-3}$
■ > $2,5 \cdot 10^{-3}$
■ > $1 \cdot 10^{-2}$

A0053693

- i** Low stress: < $\frac{2}{3}$ Auslastung der max. Beschleunigung (Vibration) des Thermometers
- High stress: > $\frac{2}{3}$ Auslastung der max. Beschleunigung (Vibration) des Thermometers
- Closed coupled: < 30 cm
- Extension wire: > 30 cm
- Diagnose bei 2-Kanal-Betrieb: Sensordrift

2 Hinweise zum Dokument

2.1 Dokumentfunktion

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

- i** Allgemeine Informationen über Funktionale Sicherheit (SIL) sind erhältlich unter:
www.endress.com/SIL

2.2 Umgang mit dem Dokument

Informationen zum Dokumentaufbau



Zur Anordnung der Parameter gemäß der Menüstruktur Menü **Betrieb**, Menü **Setup**, Menü **Diagnose** mit Kurzbeschreibungen: Betriebsanleitung zum Gerät

2.3 Verwendete Symbole

2.3.1 Warnhinweissymbole



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



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

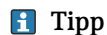


Dieser Hinweis macht auf eine gefährliche Situation aufmerksam, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu leichter oder mittelschwerer Körperverletzung führen kann.



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

2.3.2 Symbole für Informationstypen und Grafiken



Tipp
Kennzeichnet zusätzliche Informationen



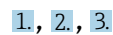
Verweis auf Dokumentation



Verweis auf Abbildung



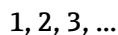
Zu beachtender Hinweis oder einzelner Handlungsschritt



Handlungsschritte



Ergebnis eines Handlungsschritts



Positionsnummern

A, B, C, ...

Ansichten

2.4 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:

2.4.1 Mitgeltende Dokumente

- BA01801T
- KA00250R
- TI01344T
- SD01632T
- XA00031R
- XA00032R
- XA00033R
- XA00065R
- XA01688T
- XA01689T

Technische Information (TI)

Planungshilfe

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

Kurzanleitung (KA)

Schnell zum 1. Messwert

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

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.

Sicherheitshinweise (XA)

Abhängig von der Zulassung liegen dem Gerät bei Auslieferung Sicherheitshinweise (XA) bei. Diese sind integraler Bestandteil der Betriebsanleitung.

 Auf dem Typenschild ist angegeben, welche Sicherheitshinweise (XA) für das jeweilige Gerät relevant sind.

Handbuch Funktionale Sicherheit (FY)

Abhängig von der Zulassung SIL ist das Handbuch Funktionale Sicherheit (FY) ein integraler Bestandteil der Betriebsanleitung und gilt ergänzend zu Betriebsanleitung, technischer Information und ATEX-Sicherheitshinweisen.

 Die für die Schutzfunktion abweichenden Anforderungen sind im Handbuch Funktionale Sicherheit (FY) beschrieben.

3 Design

3.1 Zulässige Gerätetypen

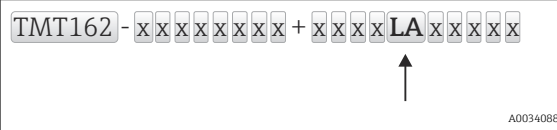
Die in diesem Handbuch enthaltenen Angaben zur Funktionalen Sicherheit sind für die unten angegebenen Geräteausprägungen und ab der genannten Firmware- und Hardware-

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

Bei Geräteänderungen wird ein zu IEC 61508 konformer Modifikationsprozess angewendet. Gültige Geräteausprägungen für einen sicherheitsbezogenen Einsatz:

Merkmal	Benennung	Ausprägung
010	Zulassung	Alle
...
590	Weitere Zulassung	LA
...

Bestellcode:


 <p>Der vollständige Bestellcode ist elektronisch im Gerät gespeichert. Er wird auf dem Typenschild aufgrund des beschränkten Platzes in verkürzter Form angegeben.</p>	Gültige Firmware-Version	ab 04.01.00
	Gültige Hardware-Version (Elektronik)	ab 04.01.00
	Gültige Gerätetreiber	DTM ab Version 1.8.120.3991 DD ab Revision 0x01

3.2 Kennzeichnung

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

3.3 Sicherheitsfunktion

Die Sicherheitsfunktion des Gerätes ist:

Sichere Messung →  11

3.3.1 Sicherheitsbezogenes Ausgangssignal

Das sicherheitsbezogene Ausgangssignal des Gerätes ist das Analogausgangssignal 4 ... 20 mA gemäß NAMUR NE43. 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 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.

3.3.2 Sichere Messung

Die Sicherheitsfunktion des Transmitters besteht in der Ausgabe eines dem Spannungs-, Widerstands- oder Temperaturwertes proportionalen Stroms am Ausgang.

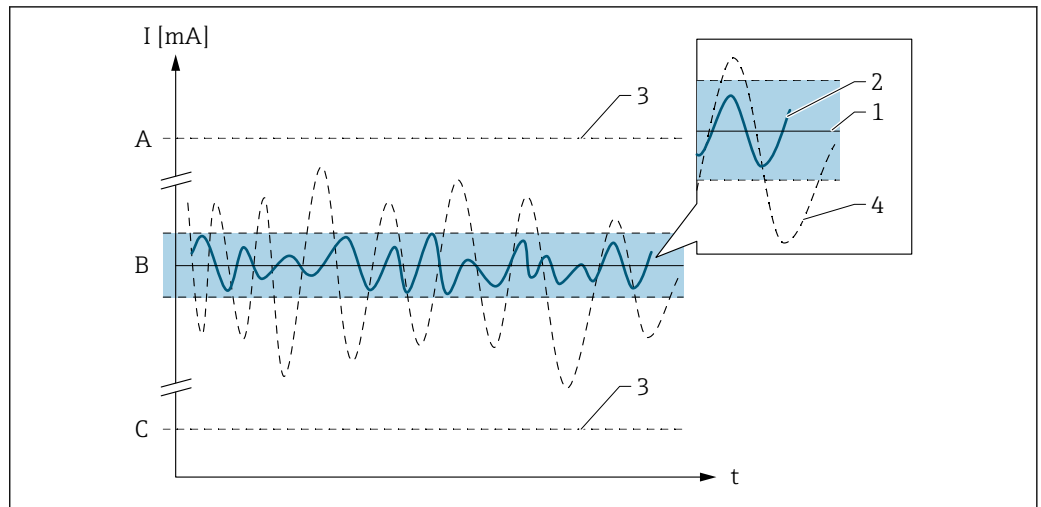
Die Sicherheitsfunktion kann mit allen Sensor-Konfigurationen aus dem Kapitel "Aufbau des Messsystems" verwendet werden → 32. Dabei ist zu beachten, dass immer nur der Messwert eines Sensors oder der Wert einer Funktion (Mittelwert/Differenz der beiden Messwerte) am Stromausgang ausgegeben werden kann.

3.4 Randbedingungen für die Anwendung im sicherheitsbezogenen Betrieb

Es ist auf einen anwendungsgemäßen Einsatz des Messsystems 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.

- Informationen zum sicherheitsbezogenen Signal. → 11
- Die Spezifikationen aus den Betriebsanleitungen müssen eingehalten werden. → 9
- Die zulässige Umgebungstemperatur für das Gerät beträgt
-40 ... +75 °C (-40 ... +167 °F)
- Die Umgebungsbedingungen gemäß IEC 61326-3-2 Anhang B sind einzuhalten.
- Die Verwendung der FXA291- und TXU10-Kommunikationsschnittstelle ist im Experten-Modus nicht möglich (nur über die HART®-Kommunikation).
- Das Gerät darf nur von einem Netzteil mit energiebegrenztem Stromkreis gemäß UL/EN/IEC 61010-1, Kapitel 9.4 und Anforderungen in Tabelle 18, gespeist werden.
- Netz-Frequenz-Filter korrekt einstellen (50 Hz/60 Hz).
- Die Fehlerreaktionszeit muss die Sicherheitsanforderung erfüllen.
- Maximal zulässiger Sensorleitungswiderstand für die Spannungsmessung: 1 000 Ω.
- Der Messwert "Gerätetemperatur" darf im sicherheitsbezogenen Betrieb nicht auf der primären Variable (PV) ausgegeben werden.
- Die Funktionen "Sensorumschaltung" und "Mittelwert mit Backup" können **nicht** im sicherheitsbezogenen Betrieb verwendet werden.
- Es ist ein geschirmtes Kabel zu verwenden, das auf beiden Seiten geerdet ist, wenn das Sensorkabel 30 m (98,4 ft) oder länger ist. Generell wird der Einsatz von geschirmten Sensorleitungen empfohlen.
- Die folgende Beschränkung gilt auch für den sicherheitsbezogenen Einsatz:
Starke, impulsartige EMV-Störungen auf der Versorgungsleitung können zu kurzzeitigen (< 1 s) Abweichungen des Ausgangssignals ($\geq \pm 1\%$) führen. Aus diesem Grund sollte in der nachgelagerten Logikeinheit eine Filterung mit einer Zeitkonstante von ≥ 1 s erfolgen.
Das Toleranzband (Sicherheitsmessabweichung) ist sensorspezifisch und wird ab Werk gemäß FMEDA (Failure Modes, Effects and Diagnostic Analysis) definiert. Es enthält bereits alle Einflussfaktoren, die in der Technischen Information TI beschrieben sind (Nichtlinearität, Nichtwiederholbarkeit, Hysterese, Nullpunktabweichung, Temperaturdrift).
Gemäß IEC/EN 61508 sind die sicherheitsbezogenen Ausfälle in unterschiedliche Kategorien unterteilt, siehe nachfolgende Tabelle. Die Tabelle zeigt die Auswirkungen auf das sicherheitsbezogene Ausgangssignal und die Messunsicherheit.

3.4.1 Sicherheitstechnische Fehler gemäß IEC / EN 61508



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

Kein Gerätefehler

- Keine Fehler vorhanden
- Auswirkung auf das sicherheitsbezogene Ausgangssignal: Keine
- Auswirkung auf die Messunsicherheit:
 - 1 – Liegt innerhalb der Spezifikation, Detaillierte Informationen siehe TI/BA

λ_S (Safe)

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

λ_{DD} (Dangerous detected)

- Gefährlicher, aber erkennbarer Fehler
- 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 Fehler
- Auswirkung auf das sicherheitsbezogene Ausgangssignal: Kann außerhalb des festgelegten Fehlerbandes liegen
- Auswirkung auf die Messunsicherheit:
 - 4 – Kann außerhalb des festgelegten Fehlerbandes liegen

3.5 Sicherheitsmessabweichung

Thermoelemente

Standard	Beschreibung (Index zur eindeutigen Identifizierung)	Min. Messspanne	Eingeschränkter Sicherheitsmessbereich	Maximale Messabweichung		Langzeitdrift in °C/Jahr ¹⁾
				Digital (+A/D), -40 ... +70 °C (-40 ... +158 °F) ²⁾	(D/A) ³⁾	
IEC 60584-1	Typ A (W5Re-W20Re) (30)	50 K (90 °F)	0 ... +2500 °C (+32 ... +4532 °F)	12 K (21,6 °F)	0,5%	1,42
	Typ B (PtRh30-PtRh6) (31)	50 K (90 °F)	+500 ... +1820 °C (+932 ... +3308 °F)	5,1 K (9,2 °F)		2,01
	Typ E (NiCr-CuNi) (34)	50 K (90 °F)	-150 ... +1000 °C (-238 ... +1832 °F)	4,9 K (8,8 °F)		0,43
	Typ J (Fe-CuNi) (35)	50 K (90 °F)	-150 ... +1200 °C (-238 ... +2192 °F)	4,9 K (8,8 °F)		0,46
	Typ K (NiCr-Ni) (36)	50 K (90 °F)	-150 ... +1200 °C (-238 ... +2192 °F)	5,1 K (9,2 °F)		0,56
	Typ N (NiCrSi-NiSi) (37)	50 K (90 °F)	-150 ... +1300 °C (-238 ... +2372 °F)	5,5 K (9,9 °F)		0,73
	Typ R (PtRh13-Pt) (38)	50 K (90 °F)	+50 ... +1768 °C (+122 ... +3214 °F)	5,6 K (10,1 °F)		1,58
	Typ S (PtRh10-Pt) (39)	50 K (90 °F)	+50 ... +1768 °C (+122 ... +3214 °F)	5,6 K (10,1 °F)		1,59
	Typ T (Cu-CuNi) (40)	50 K (90 °F)	-150 ... +400 °C (-238 ... +752 °F)	5,2 K (9,4 °F)		0,52
IEC 60584-1; ASTM E988-96	Typ C (W5Re-W26Re) (32)	50 K (90 °F)	0 ... +2000 °C (+32 ... +3632 °F)	7,6 K (13,7 °F)		0,94
ASTM E988-96	Typ D (W3Re-W25Re) (33)	50 K (90 °F)	0 ... +2000 °C (+32 ... +3632 °F)	7,1 K (12,8 °F)		1,14
DIN 43710	Typ L (Fe-CuNi) (41)	50 K (90 °F)	-150 ... +900 °C (-238 ... +1652 °F)	4,3 K (7,7 °F)		0,42
	Typ U (Cu-CuNi) (42)		-150 ... +600 °C (-238 ... +1112 °F)	5,0 K (9 °F)		0,52
GOST R8.8585-2 001	Typ L (NiCr-CuNi) (43)	50 K (90 °F)	-200 ... +800 °C (-328 ... +1472 °F)	8,4 K (15,1 °F)		0,53
Spannungsgeber (mV)		5 mV	-20 ... 100 mV	200 µV		27,39 µV/a

1) Werte gelten für 25 °C. Für andere Werte muss die Arrhenius Gleichung angewendet werden. Das bedeutet eine Verdoppelung der Drift pro 10 °C Temperaturerhöhung.

2) Messwert über HART® übertragen.

3) Prozentangaben bezogen auf die konfigurierte Messspanne des analogen Ausgangssignals.

Widerstandssensoren

Standard	Bezeichnung	Min. Messspanne	Eingeschränkter Sicherheitsmessbereich	Maximale Messabweichung		Langzeitdrift in °C/Jahr ¹⁾
				Digital (+A/D), -40 ... +70 °C (-40 ... +158 °F) ²⁾	(D/A) ³⁾	
IEC 60751:2008	Pt100 (1)	10 K (18 °F)	-200 ... +600 °C (-328 ... +1112 °F)	1,1 K (2,0 °F)	0,5%	0,23
	Pt200 (2)	10 K (18 °F)	-200 ... +600 °C (-328 ... +1112 °F)	1,6 K (2,9 °F)		0,92
	Pt500 (3)	10 K (18 °F)	-200 ... +500 °C (-328 ... +932 °F)	0,9 K (1,6 °F)		0,38

Standard	Bezeichnung	Min. Messspanne	Eingeschränkter Sicherheitsmessbereich	Maximale Messabweichung		Langzeitdrift in °C/Jahr ¹⁾
				Digital (+A/D), -40 ... +70 °C (-40 ... +158 °F) ²⁾	(D/A) ³⁾	
	Pt1000 (4)	10 K (18 °F)	-200 ... +250 °C (-328 ... +482 °F)	0,6 K (1,1 °F)		0,19
JIS C1604:1984	Pt100 (5)	10 K (18 °F)	-200 ... +510 °C (-328 ... +950 °F)	1,0 K (1,8 °F)		0,32
DIN 43760 IPTS-68	Ni100 (6)	10 K (18 °F)	-60 ... +250 °C (-76 ... +482 °F)	0,4 K (0,7 °F)		0,22
	Ni120 (7)		-60 ... +250 °C (-76 ... +482 °F)	0,3 K (0,54 °F)		0,18
GOST 6651-94	Pt50 (8)	10 K (18 °F)	-180 ... +600 °C (-292 ... +1112 °F)	1,3 K (2,34 °F)		0,61
	Pt100 (9)	10 K (18 °F)	-200 ... +600 °C (-328 ... +1112 °F)	1,2 K (2,16 °F)		0,34
OIML R84: 2003, GOST 6651-2009	Cu50 (10)	10 K (18 °F)	-180 ... +200 °C (-292 ... +392 °F)	0,7 K (1,26 °F)		0,46
	Cu100 (11)	10 K (18 °F)	-180 ... +200 °C (-292 ... +392 °F)	0,5 K (0,9 °F)		0,23
	Ni100 (12)	10 K (18 °F)	-60 ... +180 °C (-76 ... +356 °F)	0,4 K (0,72 °F)		0,21
	Ni120 (13)	10 K (18 °F)	-60 ... +180 °C (-76 ... +356 °F)	0,3 K (0,54 °F)		0,18
OIML R84: 2003, GOST 6651-94	Cu50 (14)	10 K (18 °F)	-50 ... +200 °C (-58 ... +392 °F)	0,7 K (1,26 °F)		0,45
Widerstandsgeber Ω	400 Ω	10 Ω	10 ... 400 Ω	0,5 Ω		0,096 Ω/a
	2000 Ω	100 Ω	10 ... 2000 Ω	2,1 Ω		0,51 Ω/a

- 1) Werte gelten für 25 °C. Für andere Werte muss die Arrhenius Gleichung angewendet werden. Das bedeutet eine Verdoppelung der Drift pro 10 °C Temperaturerhöhung.
- 2) Messwert über HART® übertragen.
- 3) Prozentangaben bezogen auf die konfigurierte Messspanne des analogen Ausgangssignals.

Diese Werte berücksichtigen keine Abweichungen, die durch EMV-Störungen verursacht werden. Bei nicht vernachlässigbaren EMV-Störungen muss zu den oben genannten Werten eine zusätzliche Abweichung von 1 % der Messspanne addiert werden.

⚠ VORSICHT

Bei Verwendung einer 2-Leiter-Widerstandsmessung:

- ▶ Die Werte des Leitungswiderstands entsprechend anpassen.

Beispielrechnung mit Pt100 in 4-Leiter-Anschluss, Messbereich

0 ... +100 °C (+32 ... +212 °F), Umgebungstemperatur +25 °C (+77 °F), Versorgungsspannung 24 V:


Messwertabweichung digital = 1,1 K (2,0 °F)
Messabweichung D/A = 0,5 % x 100 °C (212 °F) = 0,5 K (0,9 °F)
Messwertabweichung: 1,6 K (2,9 °F); bei Sicherheitsmessabweichungen muss mit den ungünstigsten Werten gerechnet werden.

Gültigkeit der Daten für eine Sicherheitsmessabweichung

- Gesamter zulässiger Temperaturbereich des Transmitters im SIL-Mode
- Definierter Bereich der Versorgungsspannung
- Eingeschränkter Sicherheitsmessbereich des Sensorelementes

- Genauigkeit beinhaltet alle Linearisierungs- und Rundungsfehler
- Minimale Messspanne des jeweiligen Sensors beachten.
- Werte sind 2σ Werte, d. h. 95,4 % aller Messwerte liegen innerhalb der Spezifikationen.

3.6 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. →  12

3.7 Gebrauchsdauer elektrischer Bauteile

Die zugrunde gelegten Ausfallraten elektrischer Bauteile gelten innerhalb der Gebrauchsdauer gemäß IEC 61508-2:2010 Abschnitt 7.4.9.5 Hinweis 3.

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.

Dieses Gerät enthält keine elektronischen Bauteile gemäß "EMCRH Electrical & Mechanical Component Reliability Handbook" Third Edition (exida.com), deren Gebrauchsdauer weniger als 50 Jahre beträgt.

Wird das Gerät allerdings bei höheren Temperaturen 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 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.

Die werksseitige Voreinstellung der Parameter auf Richtigkeit entsprechend dem gewünschten Messbereich prüfen und ggf. korrigieren.

Geräteschutz

Die Geräte können gegen äußere Einflüsse wie folgt geschützt werden:

- Hardware-Schreibschutz
- Software-Schreibschutz



Detaillierte Informationen zum Geräteschreibschutz: Betriebsanleitung → 9

4.5.2 Methoden der Parametrierung

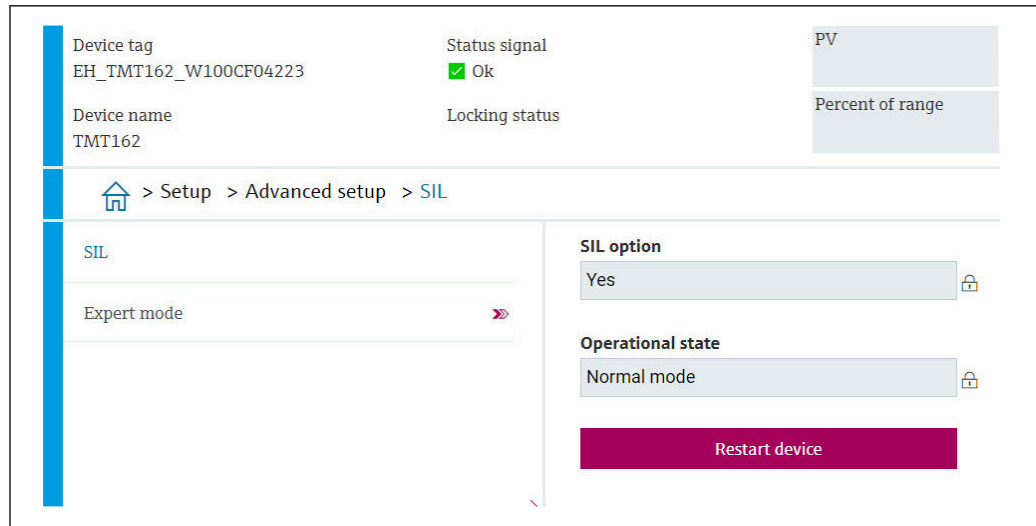
Beim Einsatz der Geräte in PLT-Schutzeinrichtungen muss die Geräteparametrierung zwei Anforderungen erfüllen:

- Bestätigungskonzept:
Nachgewiesenes unabhängiges Überprüfen eingegebener sicherheitsrelevanter Parameter.
- Verriegelungskonzept:
Verriegelung des Geräts nach erfolgter Parametrierung (gemäß IEC 61511-1 Kap. 11.6.4).

Zur Aktivierung des SIL-Betriebs muss eine Bediensequenz durchlaufen werden, wobei die Bedienung im Bedien-/Konfigurationstool erfolgen kann (z.B. FieldCare, DeviceCare, Pactware, AMS, PDM, Emerson TREX, für das Gerätetreiberdateien (DD oder DTM) zur Verfügung stehen.

"Expertenmodus" (SIL-Mode Aktivierung = SiMA)

Hier werden die aktuellen Einstellungen des Transmitters für den SIL-Mode übernommen (Einschränkungen siehe Kap. 'Parameter und Default-Einstellungen für den SIL Betrieb' → 22). So können definierte oder vorkonfigurierte Einstellungen für die passende Applikation verwendet werden.



1 Methode zur Geräteparametrierung: Expertenmodus

i Eine detaillierte Beschreibung erfolgt in den nachfolgenden Abschnitten. Nur bei SIL-Geräten (Bestellmerkmal 590: "Weitere Zulassungen", Option LA "SIL") ist der Expertenmodus ausschließlich über HART ausführbar. Daher sind auch nur solche Geräte für Schutzeinrichtungen verwendbar.

HINWEIS

Die Parametrierung eines SIL-Gerätes muss dokumentiert werden!

► Die konfigurierten Parameter in der Spalte: 'Eingestellter Wert' eintragen. Das Datum, Uhrzeit und die abschließend angezeigte SIL-Prüfsumme müssen notiert werden.

i Mit Hilfe der Schaltfläche 'Ergebnisse als PDF speichern' können alle sicherheitsrelevanten Parameter (SRP) und deren Einstellungen lokal gespeichert und ausgedruckt werden.

Dazu eignet sich das 'Protokoll Inbetriebnahme- oder Wiederholungsprüfung' → 36

Die SIL-Prüfsumme ist eindeutig und basiert auf den aktuellen sicherheitsrelevanten Parametereinstellungen. Diese kann verwendet werden, um Änderungen in den sicherheitsrelevanten Parametereinstellungen zu erkennen oder mehrere identisch eingestellte Geräte zu verifizieren.

4.5.3 Verriegelung im Expertenmodus, SIL-Mode Aktivierung = SiMA

Abhängig vom verwendeten Bedientool und der ausgewählten Sprache kann die Benutzeroberfläche von den hier dargestellten Abbildungen abweichen.

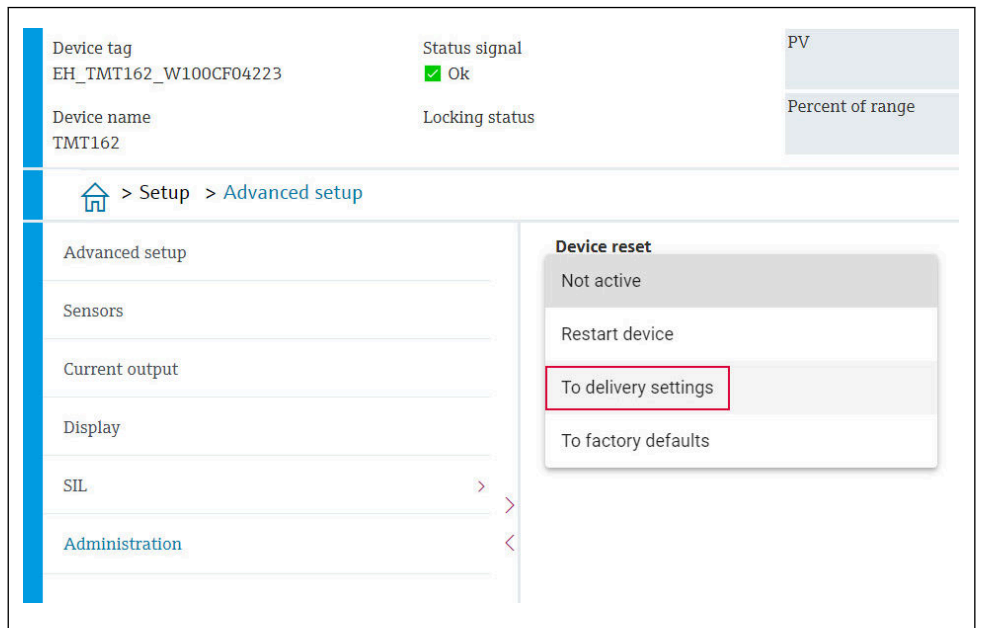
HINWEIS

Unterbrechung der SIL-Mode Aktivierung

► Während des Vorgangs der SIL-Mode Aktivierung im Expertenmodus gibt der Transmitter einen Fehlerstrom $\geq 21,5$ mA (High-Alarm) aus. Tritt während der SIL-Mode Aktivierung im Expertenmodus ein Fehler auf oder wird diese unterbrochen, ist die SIL-Mode Aktivierung nicht erfolgreich durchgeführt und muss wiederholt werden.

Ablauf der SIL-Mode Aktivierung

1.



Falls der Transmitter sich nicht im Original Auslieferungszustand befindet, ist Folgendes durchzuführen:

Im Menü Setup → Erweitertes Setup → Administration in der Auswahl **Gerät zurücksetzen** 'Auf Auslieferungszustand' durchführen.

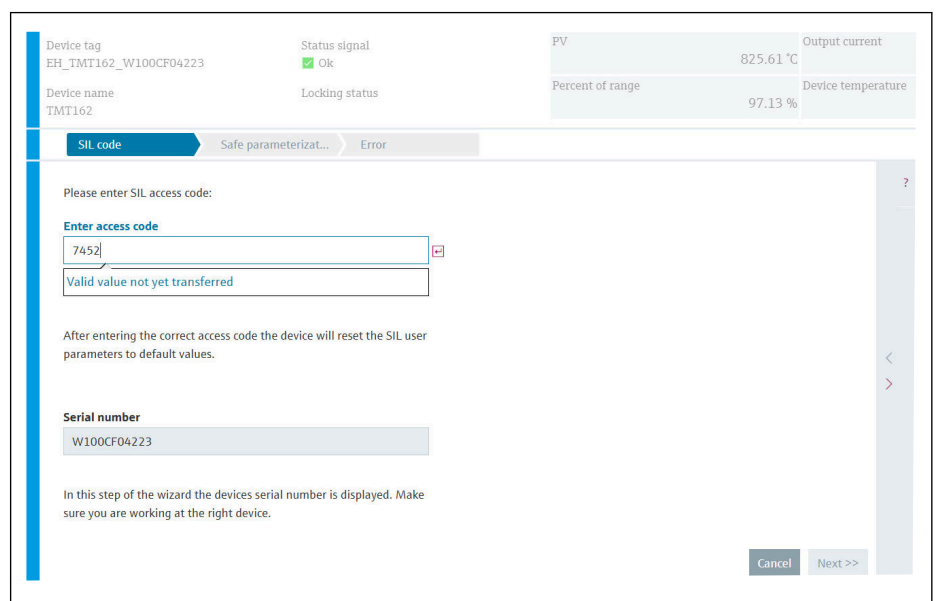
2. Bestätigung durch die Taste ENTER.

3. Die für die Anwendung in der Schutzeinrichtung nötige Einstellung aller Parameter vornehmen.

4. Die SIL-Mode Aktivierung kann nur im Online-Betrieb über die HART® Kommunikation durchgeführt werden.

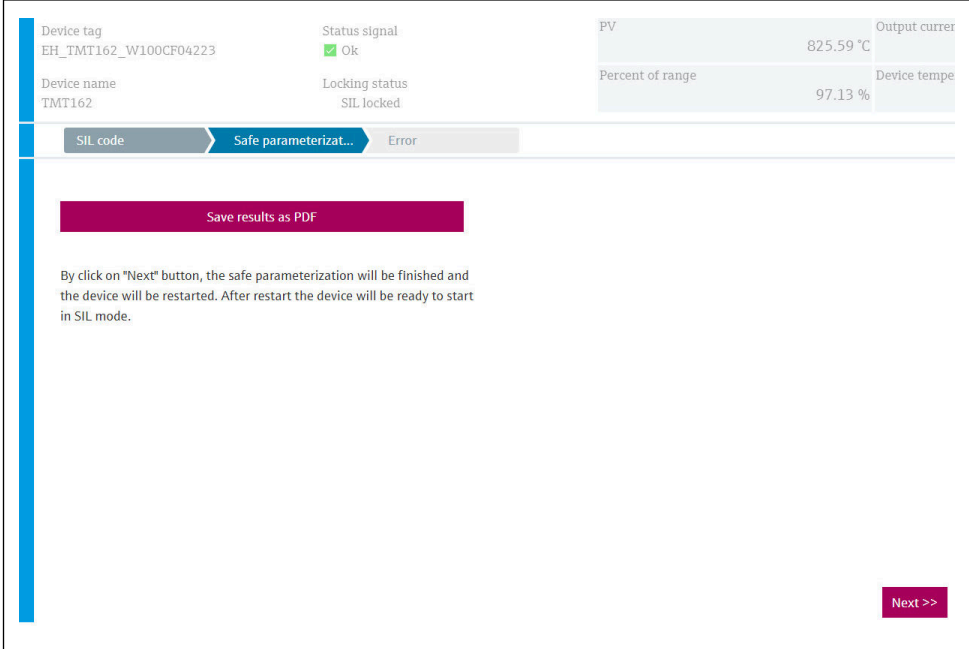
Im Untermenü Setup → Erweitertes Setup → SIL: den Assistenten **Expertenmodus** starten.

↳ Es öffnet sich der Assistent **Expertenmodus**



5. Im Eingabefenster **Freigabecode eingeben** den Zahlencode **7452** eingeben und mit der Taste ENTER bestätigen. Anschließend mit der Schaltfläche WEITER fortfahren.
- ↳ Die für die Sicherheit des Geräts relevanten Parameter (SRP), die im SIL-Betrieb nicht verändert werden dürfen, werden auf Defaulteinstellung zurückgesetzt. Siehe Tabelle 'Parameter und Default-Einstellungen für den SIL-Mode' (→ 22). Alle anderen sicherheitsrelevanten Parameter werden vom Gerät übernommen und gegen Manipulation geschützt.

6.



The screenshot shows the following information:

Device tag EH_TMT162_W100CF04223	Status signal ✔ Ok	PV 825.59 °C	Output current
Device name TMT162	Locking status SIL locked	Percent of range 97.13 %	Device temperature

Progress bar: SIL code (grey) → Safe parameterizat... (blue) → Error (grey)

Buttons: Save results as PDF (red), Next >> (red)

Text: By click on "Next" button, the safe parameterization will be finished and the device will be restarted. After restart the device will be ready to start in SIL mode.

A0054999

Das Gerät führt nach Betätigen der Schaltfläche **Weiter** selbstständig einen Neustart in den SIL-Mode aus.

- ↳ Die SIL-Mode Aktivierung im Expertenmodus ist abgeschlossen.

- i** Mit Hilfe der Schaltfläche 'Ergebnisse als PDF speichern' können alle sicherheitsrelevanten Parameter (SRP) und deren Einstellungen lokal gespeichert und ausgedruckt werden.
7. Die **SIL-Prüfsumme** im Inbetriebnahmeprotokoll notieren. Diese kann zur Erkennung von Änderungen sicherheitsrelevanter Parametereinstellungen oder der Verifikation von mehreren identisch eingestellter Geräte verwendet werden.

Prüfung des Betriebszustands

8.

The screenshot shows the 'SIL' configuration page in the iTEMP TMT162 web interface. At the top, there is a summary section with the following data:

Device tag EH_TMT162_W100CF04223	Status signal Ok	PV
Device name TMT162	Locking status SIL locked	Percent of range

Below this, a breadcrumb trail reads: **Home** > Setup > Advanced setup > SIL. The main content area is split into two columns:

- Left Column:** Contains a 'SIL' header, a 'Deactivate SIL' button with a right-pointing arrow, and a 'Save results as PDF' button.
- Right Column:** Contains several configuration fields:
 - SIL option:** A dropdown menu set to 'Yes'.
 - Operational state:** A dropdown menu set to 'SIL Mode'.
 - SIL checksum:** A text input field containing '14654'.
 - Force safe state:** A dropdown menu set to 'Off'.

At the bottom of the right column, there is a prominent red button labeled 'Restart device'. The interface is clean and professional, with a blue sidebar on the left.

2 Anzeige des Betriebszustands

Betriebszustand des Transmitters (**SIL-Mode**) vor dem Einsatz in Schutzeinrichtungen prüfen.

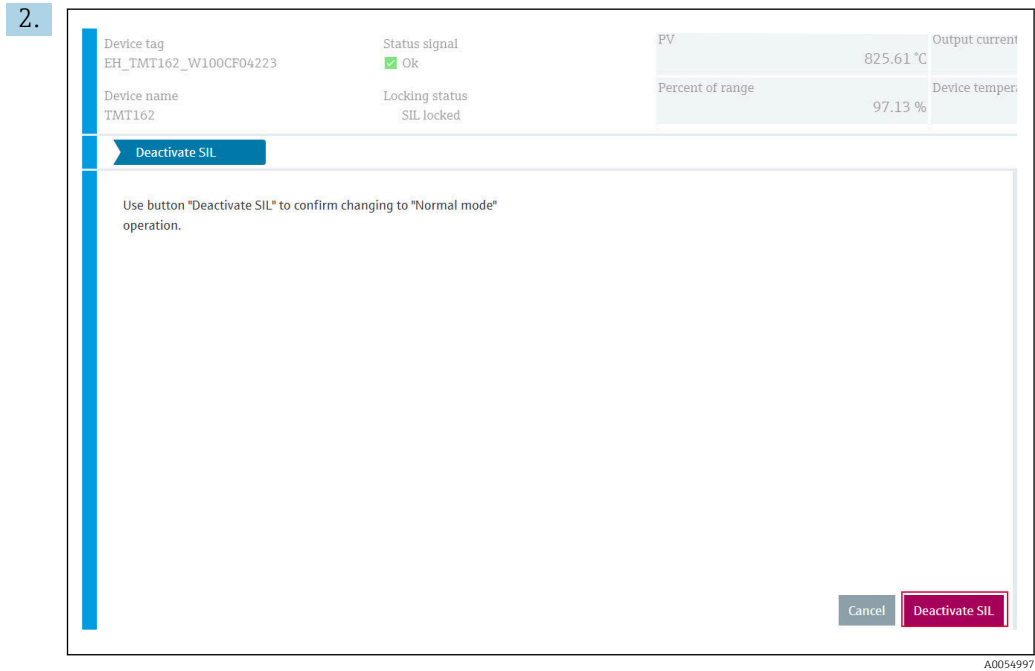
9. Vor der Inbetriebnahme des Transmitters in Schutzeinrichtungen muss eine Inbetriebnahmeprüfung durchgeführt werden.

4.5.4 Deaktivierung des SIL-Mode

Es besteht nur eine Möglichkeit, um den SIL-Mode zu deaktivieren. Eventuell vorhandener Schreibschutz des Transmitters zuvor ausschalten.

Die Vorgehensweise hierzu ist in der zugehörigen Betriebsanleitung BA01801T beschrieben.

1. Den Assistenten **SIL deaktivieren** im Untermenü starten: Setup → **Erweitertes Setup** → **SIL**.



Die Schaltfläche **SIL deaktivieren** nochmals aktivieren und somit den Wechsel in den Betriebsmodus 'Normal-Mode' bestätigen.

- ↳ Nach dem automatischen Neustart ist das Gerät im nicht sicheren Betrieb (Normal-Mode).

⚠ VORSICHT

Fehlende Sicherheitsfunktion

- ▶ Durch das Beenden des SIL-Mode werden Diagnosen deaktiviert und das Gerät kann die Sicherheitsfunktion nicht mehr ausführen. Deshalb muss durch geeignete Maßnahmen sichergestellt werden, dass während der Zeit, in der der SIL-Mode deaktiviert ist, keine Gefährdung auftreten kann.

4.5.5 Parameter und Default-Einstellungen für den SIL Betrieb

Folgende Parameter beeinflussen die Sicherheitsfunktion. **Empfehlung:** Eingestellte oder geänderte Werte notieren!

Parameter und Default-Einstellungen für den Expertenmodus	
Firmwareversion	Anzeige der installierten Gerätefirmware-Version. Anzeige max. 6-stellige Zeichenfolge im Format xx.yy.zz. Die aktuell gültige Firmware-Version dem Typenschild oder der zugehörigen Betriebsanleitung entnehmen.
Seriennummer	Anzeige der Seriennummer des Geräts. Sie befindet sich auch auf dem Typenschild. Max. 11-stellige Zeichenfolge aus Buchstaben und Zahlen.
Freigabecode eingeben	Freischalten der Service-Parameter via Bedientool. Werkseinstellung: 0
Gerät zurücksetzen	Zurücksetzen der gesamten Gerätekonfiguration oder eines Teils der Konfiguration auf einen definierten Zustand. Werkseinstellung: Nicht aktiv (Defaulteinstellung für SIL-Mode, nicht veränderbar)
Hardwarerevision	Anzeige der Hardware-Revision des Geräts.
Simulation Stromausgang	Ein- und Ausschalten der Simulation des Stromausgangs. Wenn die Simulation aktiv ist, wird im Wechsel zur Messwertanzeige eine Diagnosesmeldung der Kategorie Funktionskontrolle (C) angezeigt. Werkseinstellung: Aus (Defaulteinstellung für SIL-Mode, nicht veränderbar)

Parameter und Default-Einstellungen für den Expertenmodus	
Wert Simulation Stromausgang	Einstellen eines Stromwerts für die Simulation. Auf diese Weise lässt sich die korrekte Justierung des Stromausgangs und die korrekte Funktion nachgeschalteter Auswertegeräte prüfen. Werkseinstellung: 3,58 mA (Defaulteinstellung für SIL-Mode, nicht veränderbar)
Stromtrimmung 20 mA	Einstellen des Korrekturwerts für den Stromausgang am Messbereichsende bei 20 mA. Werkseinstellung: 20,000 mA (Defaulteinstellung für SIL-Mode, nicht veränderbar)
Stromtrimmung 4 mA	Einstellen des Korrekturwerts für den Stromausgang am Messbereichsanfang bei 4 mA. Werkseinstellung: 4,000 mA (Defaulteinstellung für SIL-Mode, nicht veränderbar)
Anfang Messbereich	Zuordnung eines Messwertes zum Stromwert 4 mA. Werkseinstellung: 0
Ende Messbereich	Zuordnung eines Messwertes zum Stromwert 20 mA. Werkseinstellung: 100
Fehlerstrom	Einstellen des Stromwerts, den der Stromausgang im Störfall, bei Auswahl Fehlverhalten High-Alarm ausgibt. Werkseinstellung: 22,5 mA
Fehlverhalten	Auswahl des Ausfallsignalpegels den der Stromausgang im Fehlerfall ausgibt. Werkseinstellung: Low-Alarm
HART [®] -Adresse	Definition der HART [®] -Adresse des Geräts. Werkseinstellung: 0 (Defaulteinstellung für SIL-Mode, nicht veränderbar)
Gerätrevision	Anzeige der Geräteversion (Device Revision), mit der das Gerät bei der HART [®] Communication Foundation registriert ist. Sie wird benötigt, um dem Gerät die passende Gerätebeschreibungsdatei (DD und DTM) zuzuordnen. Werkseinstellung: 5 (fester Wert)
Sensortyp n	Auswahl des Sensortyps für den jeweiligen Sensoreingang n: <ul style="list-style-type: none"> ■ Sensortyp 1: Einstellungen für Sensoreingang 1 ■ Sensortyp 2: Einstellungen für Sensoreingang 2 Werkseinstellung: <ul style="list-style-type: none"> ■ Sensortyp 1: Pt100 IEC751 ■ Sensortyp 2: Kein Sensor
Obere Sensorgrenze n	Anzeige des maximalen physikalischen Messbereichsendwerts. Werkseinstellung: <ul style="list-style-type: none"> ■ Für Sensortyp 1 = Pt100 IEC751: +850 °C (+1562 °F) ■ Sensortyp 2 = Kein Sensor
Untere Sensorgrenze n	Anzeige des minimalen physikalischen Messbereichsendwerts. Werkseinstellung: <ul style="list-style-type: none"> ■ Für Sensortyp 1 = Pt100 IEC751: -200 °C (-328 °F) ■ Sensortyp 2 = Kein Sensor
Sensor Offset n	Einstellen der Nullpunktkorrektur (Offset) des Sensormesswertes. Der angegebene Wert wird zum Messwert addiert. Werkseinstellung: 0,0
Anschlussart n	Auswahl der Anschlussart des Sensors. Werkseinstellung: <ul style="list-style-type: none"> ■ Sensor 1 (Anschlussart 1): 4-Leiter ■ Sensor 2 (Anschlussart 2): 2-Leiter
Vergleichsstelle n	Auswahl der Vergleichsstellenmessung bei der Temperaturkompensation von Thermoelementen (TC). Werkseinstellung: Interne Messung
Vergleichsstelle Vorgabewert n	Festlegen des fixen Vorgabewerts für die Temperaturkompensation. Bei der Auswahl Vergleichsstelle n (= fixer Wert) muss der Parameter Vorgabewert eingestellt sein. Werkseinstellung: 0,00


Parameter und Default-Einstellungen für den Expertenmodus	
Call./v. Dusen coeff. A, B und C	Einstellen der Koeffizienten für die Sensorlinearisierung nach der Callendar/Van Dusen Methode. Voraussetzung: Im Parameter Sensortyp ist die Auswahl RTD Platin (Callendar/Van Dusen) aktiviert. Werkseinstellung: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Koeffizient A: 3,910000e-003 ▪ Koeffizient B: -5,780000e-007 ▪ Koeffizient C: -4,180000e-012
Call./v. Dusen Koeff. R0	Einstellen des R0-Werts für die Linearisierung mit dem Callendar/Van Dusen Polynom. Voraussetzung: Im Parameter Sensortyp ist die Auswahl RTD Platin (Callendar/Van Dusen) aktiviert. Werkseinstellung: 100 Ω
Polynom Koeff. A, B	Einstellen der Koeffizienten für die Sensorlinearisierung von Kupfer-/Nickelwiderstandsthermometer. Voraussetzung: Im Parameter Sensortyp ist die Auswahl RTD Polynom Nickel oder RTD Polynom Kupfer aktiviert. Werkseinstellung: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Polynom Koeff. A = 5.49630e-003 ▪ Polynom Koeff. B = 6.75560e-006
Polynom Koeff. R0	Einstellen des R0-Werts für die Linearisierung von Nickel/Kupfer Sensoren. Voraussetzung: Im Parameter Sensortyp ist die Auswahl RTD Polynom Nickel oder RTD Polynom Kupfer aktiviert. Werkseinstellung: 100 Ω
2-Leiter Kompensation	Einstellen des 2-Leiter-Kompensationswertes. Voraussetzung: Im Parameter Anschlussart muss 2-Leiter ausgewählt sein. Werkseinstellung: 0 (Defaulteinstellung für SIL-Mode, nicht veränderbar)
Sensortrimmung	Auswahl welche Linearisierungsmethode für den angeschlossenen Sensor verwendet wird. Werkseinstellung: FactoryTrim (Defaulteinstellung für SIL-Mode, nicht veränderbar)
Alarmverzögerung	Einstellen der Zeitdauer bis ein Alarm am Stromausgang ausgegeben wird. Werkseinstellung: 0 s (Defaulteinstellung für SIL-Mode, nicht veränderbar)
Einheit	Auswahl der Maßeinheit für alle Messwerte. Werkseinstellung: °C
Netzfrequenzfilter	Auswahl des Netzfilters für A/D-Wandlung. Werkseinstellung: 50 Hz
Drift/Differenzüberwachung	Auswahl, ob das Gerät auf eine Über- oder Unterschreitung des Drift-/Differenzgrenzwerts reagiert. Nur bei 2-Kanal Betrieb auswählbar. Werkseinstellung: Aus
Drift/Differenzgrenzwert	Einstellung der maximal zulässigen Messwertabweichung zwischen Sensor 1 und Sensor 2, die zu einer Drift-/Differenzerkennung führt. Voraussetzung: Der Parameter Drift/Differenzüberwachung muss mit Auswahl Überschreitung (Drift) oder Unterschreitung aktiviert sein. Werkseinstellung: 999,0
Drift/Differenz Alarmverzögerung	Alarmverzögerung der Drifterkennungsüberwachung. Voraussetzung: Der Parameter Drift/Differenzüberwachung muss mit Auswahl Überschreitung (Drift) oder Unterschreitung aktiviert sein. Werkseinstellung: 5 s (Defaulteinstellung für SIL-Mode, nicht veränderbar)
Erzwingen sicheren Zustand	Während der Inbetriebnahme- oder Wiederholungsprüfung kann mit diesem Parameter die Fehlererkennung und der sichere Zustand des Geräts getestet werden. Voraussetzung: Der Parameter Betriebszustand zeigt SIL Mode an. Werkseinstellung: Aus

Parameter und Default-Einstellungen für den Expertenmodus	
Zuordnung Stromausgang (PV)	Zuordnung einer Messgröße zum ersten HART®-Wert (PV) Werkseinstellung: Sensor 1
Zuordnung SV	Zuordnung einer Messgröße zum zweiten HART®-Wert (SV) Werkseinstellung: Gerätetemperatur
Zuordnung TV	Zuordnung einer Messgröße zum dritten HART®-Wert (TV) Werkseinstellung: Sensor 1
Zuordnung QV	Zuordnung einer Messgröße zum vierten HART®-Wert (QV) Werkseinstellung: Sensor 1
Sensor-Backup zurücksetzen	Methode auswählen, wie das Gerät aus der Sensor-Backup-Funktion in den normalen Messbetrieb zurückgesetzt wird. Werkseinstellung: Automatisch
Dämpfung	Einstellen der Zeitkonstante für die Dämpfung des Stromausgangs. Werkseinstellung: 0 s (Defaulteinstellung für SIL-Mode, nicht veränderbar)
Burst-Modus	Aktivierung des HART®-Burst-Modus für die Burst-Nachricht X. Nachricht 1 hat die höchste Priorität, Nachricht 2 die zweithöchste, usw. Werkseinstellung: Aus (Defaulteinstellung für SIL-Mode, nicht veränderbar)

Nicht genannte Parameter beeinflussen die Sicherheitsfunktion nicht und können auf beliebige, sinnvolle Werte eingestellt werden. Die Sichtbarkeit der genannten Parameter im Bedienmenü hängt teilweise von der Benutzerrolle, von bestellten Firmware-Optionen und von Einstellungen anderer Parameter ab.

5 Betrieb

5.1 Geräteverhalten im Betrieb

 Nach der SIL-Verriegelung sind zusätzliche Diagnosen aktiv und kritische Parameter im Sicherheitspfad auf sichere Werte gestellt. Das Geräteverhalten kann daher im 'SIL-Mode' vom 'Normal-Mode' abweichen. Findet vor der finalen Produktivschaltung der Anlage eine Testphase statt, wird für eine maximale Aussagekraft empfohlen, diese bereits im 'SIL-Mode' durchzuführen.

5.2 Geräteverhalten beim Einschalten

Nach Einschalten durchläuft das Gerät eine Diagnosephase, während dieser Zeit befindet sich der Stromausgang auf Fehlerstrom (Low-Alarm, $\leq 3,6$ mA).

Während der Diagnosephase ist keine Kommunikation über die Serviceschnittstelle (CDI) oder über HART® möglich, auch ist die Anzeige des Display nicht aktiv.

5.3 Geräteverhalten bei Anforderung der Sicherheitsfunktion

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

5.4 Sichere Zustände

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

Fehlerverhalten / Beschreibung	Sicherer Zustand / Ausgangsstrom
Applikationsfehler werden vom Gerät erkannt und der eingestellte Fehlerstrom wird ausgegeben. Das Gerät kann weiterhin über HART® kommunizieren (Gerätezustand: „Temporär Sicher“). Dieser Zustand bleibt so lange erhalten, bis alle Applikationsfehler behoben werden und das Gerät wieder einen gültigen Messwert am Stromausgang liefern kann. Alle Parameter können gelesen werden. Beispiel: Ein Sensorleitungsbruch wird erkannt.	I ≤ 3,6 mA (Low-Alarm) oder I ≥ 21,5 mA (High-Alarm)
Das Gerät kann weiterhin über HART® kommunizieren (Gerätezustand „Aktiv Sicher“), jedoch gibt der Stromausgang dauerhaft den eingestellten Fehlerstrom aus. Dieser Zustand bleibt so lange erhalten, bis das Gerät neu gestartet wird. Alle Parameter können gelesen werden. Beispiel: Unterspannung am Gerät wird erkannt.	
Das Gerät stoppt sofort und startet nach spätestens 0,5 s neu. Das Gerät gibt keine Fehlermeldungen aus. Beispiel: Im Programmablauf wird ein Fehler erkannt.	

5.5 Geräteverhalten bei Alarm und Warnungen

Der Ausgangsstrom bei Alarm kann auf einen Wert von $\leq 3,6$ mA oder $\geq 21,5$ mA eingestellt werden. In einigen Fällen, z. B. Ausfall der Versorgung, einem Versorgungsleitungsbruch sowie Störungen im Stromausgang selbst, bei denen der Fehlerstrom $\geq 21,5$ mA nicht ausgegeben werden kann, liegen unabhängig vom eingestellten Fehlerstrom Ausgangsströme $\leq 3,6$ mA an.

In einigen anderen Fällen, z. B. Kurzschluss der Zuleitung, liegen unabhängig vom eingestellten Fehlerstrom Ausgangsströme $\geq 21,5$ mA an.

HINWEIS

Alarmüberwachung

- ▶ Zur Alarmüberwachung muss die nachgeschaltete Logikeinheit High-Alarme ($\geq 21,0$ mA) und Low-Alarme ($\leq 3,6$ mA) erkennen können.

5.6 Alarm- und Warnmeldungen

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


Die ausgegebenen Alarm- und Warnmeldungen in Form von Fehlercodes und zugehörigen Klartextmeldungen sind zusätzliche Informationen.

HINWEIS

Bei der SIL-Verriegelung des Gerätes werden zusätzliche Diagnosen aktiviert, z.B. ein Vergleich des rückgelesenen Ausgangsstroms mit dem Sollwert. Falls eine dieser Diagnosen zu einer Fehlermeldung führt (z.B. F261 Elektronikmodul), wird ein Fehlerstrom ausgegeben.

- ▶ In diesem Fall das Gerät kurz von der Spannungsversorgung trennen, z.B. durch Abklemmen der Anschlussklemmen.
- ▶ Beim anschließenden Neustart des Geräts findet ein Selbsttest statt. Die Fehlermeldung wird zurückgesetzt.
- ▶ Der für diese Diagnoseereignisse relevante Sensoreingang kann mit dem Parameter **Aktuelle Diagnose Kanal** oder am Display identifiziert werden.

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.

Die Prüfung des Geräts kann wie folgt durchgeführt werden:

- Prüfablauf A: Vollständige Prüfung mit HART-Bedienung
- Prüfablauf B: Vollständige Prüfung ohne HART-Bedienung
- Prüfablauf C: Vereinfachte Prüfung mit oder ohne HART-Bedienung

Bei den Prüfabläufen Folgendes beachten:

- Prüfablauf C ist für eine Inbetriebnahmeprüfung **nicht** zulässig.
- Die Überprüfung des Transmitters ohne Sensor kann mit einem entsprechenden Sensorsimulator (Widerstandsdekade, Referenzspannungsquelle, etc.) erfolgen.
- Die Genauigkeit des eingesetzten Messgeräts muss der Spezifikation des Transmitters genügen.
- Werden beide Eingangskanäle des Transmitters verwendet, so ist die Prüfung für den zweiten Sensor entsprechend zu wiederholen.
- Bei Verwendung einer kundenspezifischen Linearisierung (z.B. mittels CvD-Koeffizienten) ist eine Dreipunktkalibrierung durchzuführen. Zusätzlich sind die **Obere Sensorgrenze** und **Untere Sensorgrenze** zu überprüfen.

Bei einer Inbetriebnahmeprüfung zusätzlich zu den Prüfabläufen A und B Folgendes beachten:

Werden beide Eingangskanäle des Transmitter verwendet, müssen die Zwei-Kanal-Funktionen wie **Sensordrift** oder **Backup** (Kanalzuordnung am Stromausgang) ebenfalls geprüft werden.

Bei der Verwendung von Thermoelementen ist die Einstellung der Auswahl **Vergleichsstelle** und deren Vorgabewert zu überprüfen.

Die Funktion der Bereichsverletzungs-Kategorie muss an ihren Grenzen 3,8 mA oder 20,5 mA überprüft werden.

Der Betriebszustand des Transmitters muss überprüft werden (SIL-Mode).

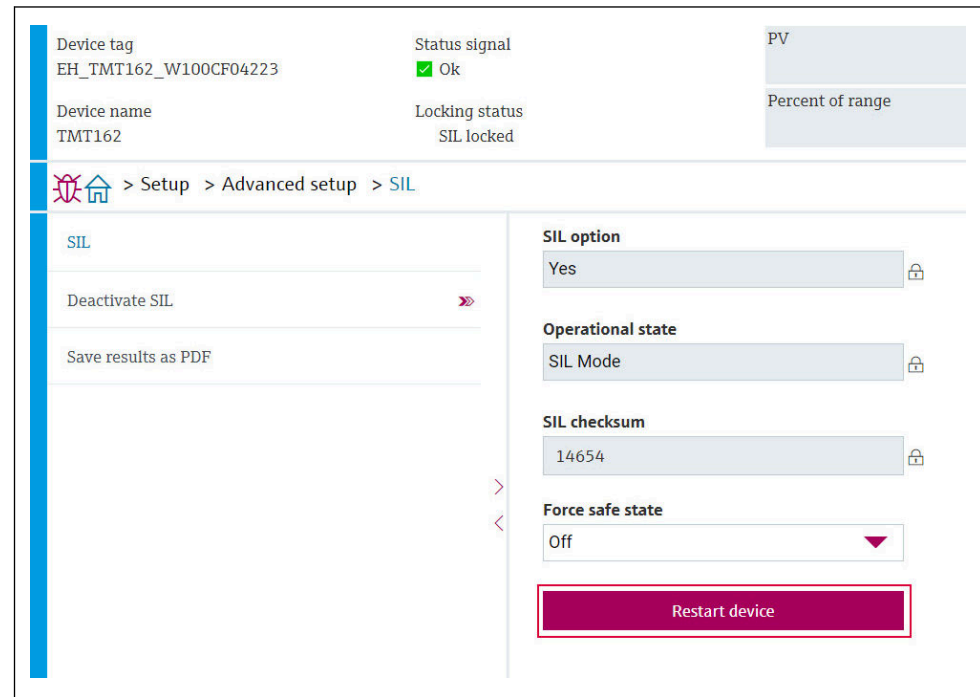
6.1 Prüfablauf A

1. Zweipunktkalibrierung

Den Stromausgang durch Anlegen der Referenztemperatur am Sensor oder eines entsprechenden Referenzsignals (Widerstand, Spannung) an 2 Punkten überprüfen. Für den Messanfang: **4 ... 6 mA** und für das Messende: **18 ... 20 mA** wählen.

↳ Die Messergebnisse müssen innerhalb der angegebenen Sicherheitsmessabweichung liegen, ansonsten ist die Prüfung nicht bestanden.

2.



3 Auslösen eines Gerätereustarts mittels der entsprechenden Funktion im verwendeten Bedientool oder mittels HART-Kommando 42.

Überprüfung des sicheren Zustands (High- und Low-Alarm). Einen eventuellen Hardware- oder Software-Schreibschutz des Transmitters zuvor ausschalten.

Die beiden Alarmzustände (High und Low) durch einen Neustart des Gerätes mittels der entsprechenden Funktion im verwendeten Bedientool oder mittels HART-Kommando 42 überprüfen.

↳ Es werden nacheinander die Alarmzustände: High-Alarm ($\geq 21,0$ mA) und Low-Alarm ($\leq 3,6$ mA) für jeweils länger als 4 s ausgegeben.

Die beiden Stromwerte sind zu überprüfen.

Durch diese Prüfung werden 96% der gefährlichen unerkannten Ausfälle aufgedeckt (Diagnose-Deckungsgrad der Wiederholungsprüfung, PTC = 0,96). Der Stromausgang des Geräts verhält sich während des Prüfablaufs typisch wie in → 28 dargestellt.

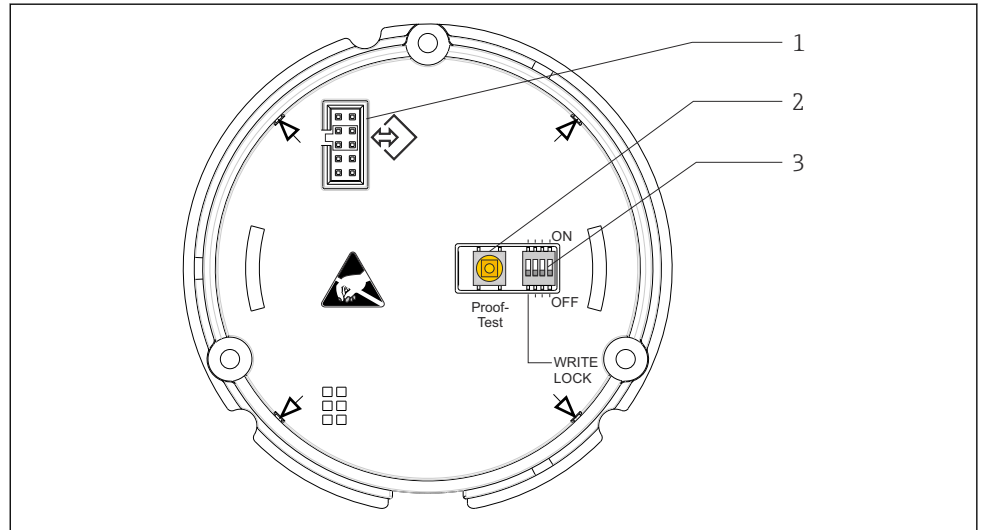
6.2 Prüfablauf B

1. Zweipunktkalibrierung

Den Stromausgang durch Anlegen der Referenztemperatur am Sensor oder eines entsprechenden Referenzsignals (Widerstand, Spannung) an 2 Punkten überprüfen. Für den Messanfang: **4 ... 6 mA** und für das Messende: **18 ... 20 mA** wählen.

↳ Die Messergebnisse müssen innerhalb der angegebenen Sicherheitsmessabweichung liegen, ansonsten ist die Prüfung nicht bestanden.

2.



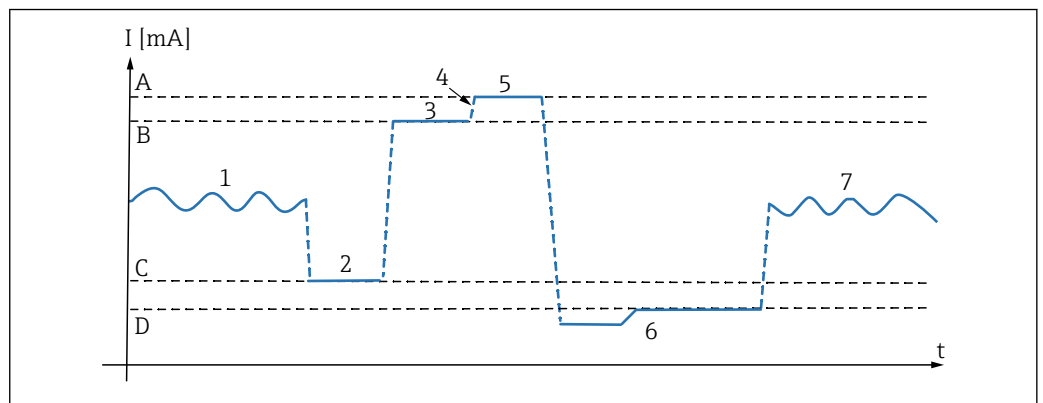
A0026573

- 1 Elektrischer Anschluss für das Display-Modul
- 2 Proof-Test-Taster zur Prüfung im SIL-Betrieb ohne HART-Bedienung
- 3 DIP-Schalter zur Aktivierung oder Deaktivierung des Geräte-Schreibschutzes

Die beiden Alarmzustände (High und Low) durch einen Neustart des Geräts mittels des Proof-Test-Tasters (siehe Abbildung oben) überprüfen. Den Proof-Test-Taster dazu min. 3 s lang drücken.

- ↳ Es werden nacheinander die Alarmzustände: High-Alarm ($\geq 21,0$ mA) und Low-Alarm ($\leq 3,6$ mA) für jeweils länger als 4 s ausgegeben. Die beiden Stromwerte sind zu überprüfen.

Durch diese Prüfung werden 94% der gefährlichen unerkannten Ausfälle aufgedeckt (Diagnose-Deckungsgrad der Wiederholungsprüfung, PTC = 0,94). Der Stromausgang des Geräts verhält sich während des Prüfablaufs typisch wie in → 28 dargestellt.



A0034407

4 Stromverlauf während der Wiederholungsprüfung A und B

- A High-Alarm ($\geq 21,0$ mA)
- B 20 mA
- C 4 mA
- D Low-Alarm ($\leq 3,6$ mA)
- 1 Messbetrieb
- 2 Abgleich Messanfang (Zweipunktkalibrierung)
- 3 Abgleich Messende (Zweipunktkalibrierung)
- 4 Neustart des Geräts (via HART oder Proof-Test-Taster)
- 5 High-Alarm ($\geq 21,0$ mA)
- 6 Low-Alarm ($\leq 3,6$ mA)
- 7 Messbetrieb

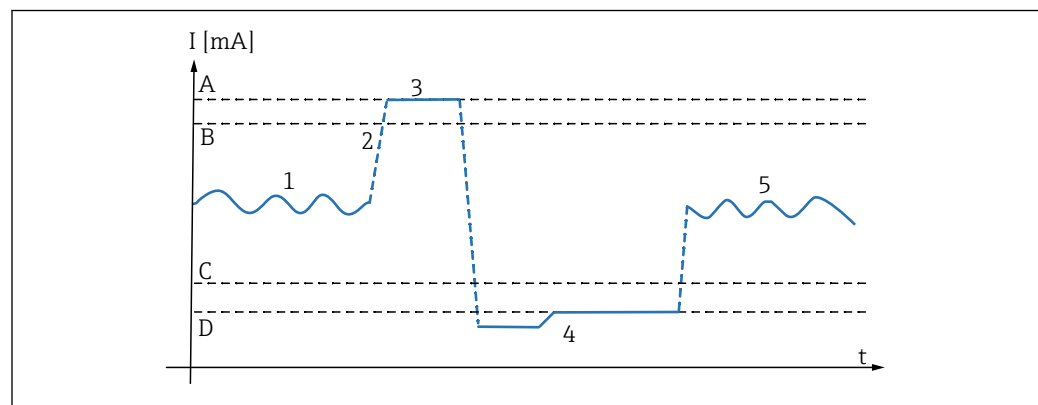
6.3 Prüfablauf C

Prüfablauf C

1. Aktuelles Messsignal auf Plausibilität prüfen. Der Messwert muss auf Basis von Erfahrungswerten aus dem Betrieb der Anlage bewertet werden, hierbei liegt die Verantwortung beim Betreiber.
2. Überprüfung des sicheren Zustands (High- und Low-Alarm)
Die beiden Alarmzustände (High und Low) durch einen Neustart des Geräts mittels Proof-Test-Taster → 28 überprüfen. Alternativ kann der Neustart auch über die entsprechende Funktion im verwendeten Bedientool oder mittels HART-Kommando 42 überprüft werden (hierfür einen evtl. Geräteschreibschutz entfernen). → 28
↳ Es werden nacheinander die Alarmzustände: High-Alarm ($\geq 21,0$ mA) und Low-Alarm ($\leq 3,6$ mA) für jeweils länger als 4 s ausgegeben. Die beiden Stromwerte sind zu überprüfen. Der Stromausgang des Gerätes verhält sich während des Prüfablaufs typisch wie in der obigen Grafik dargestellt. Die Punkte 2 und 3 entfallen. → 28

i Der Neustart darf nicht über einen Powercycle erfolgen.

Durch diese Prüfung werden 58% der gefährlichen unerkannten Ausfälle aufgedeckt (Diagnose-Deckungsgrad der Wiederholungsprüfung, PTC = 0,58). **Der Prüfablauf C ist für eine Inbetriebnahmeprüfung nicht zulässig.**



5 Stromverlauf während der Wiederholungsprüfung C

- A High-Alarm ($\geq 21,0$ mA)
- B 20 mA
- C 4 mA
- D Low-Alarm ($\leq 3,6$ mA)
- 1 Messbetrieb
- 2 Neustart des Gerätes (via HART oder Proof-Test-Taster)
- 3 High-Alarm ($\geq 21,0$ mA)
- 4 Low-Alarm ($\leq 3,6$ mA)
- 5 Messbetrieb

HINWEIS

- 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.

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.

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

7.2 Reparatur

HINWEIS


Reparatur bedeutet Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit durch den Austausch von defekten Komponenten. Hierfür müssen Komponenten gleichen Typs verwendet werden.

- ▶ Wir empfehlen die Reparatur zu dokumentieren. Hierzu gehört die Angabe der Geräteseriennummer, Reparaturdatum, Art der Reparatur und ausführende Person.

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

Komponente	Geräteprüfung nach Reparatur
Display	Sichtkontrolle, ob alle Teile vorhanden und ordnungsgemäß montiert sind und ob das Gerät im Gut-Zustand ist.
Gehäusedeckel	
Dichtungssätze zu den Gehäusedeckeln	
Sicherungskrallen Gehäuse	
Überspannungsschutz-Modul	

Einbauanleitungen der Ersatzteile siehe im Bereich: Download unter www.endress.com

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

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



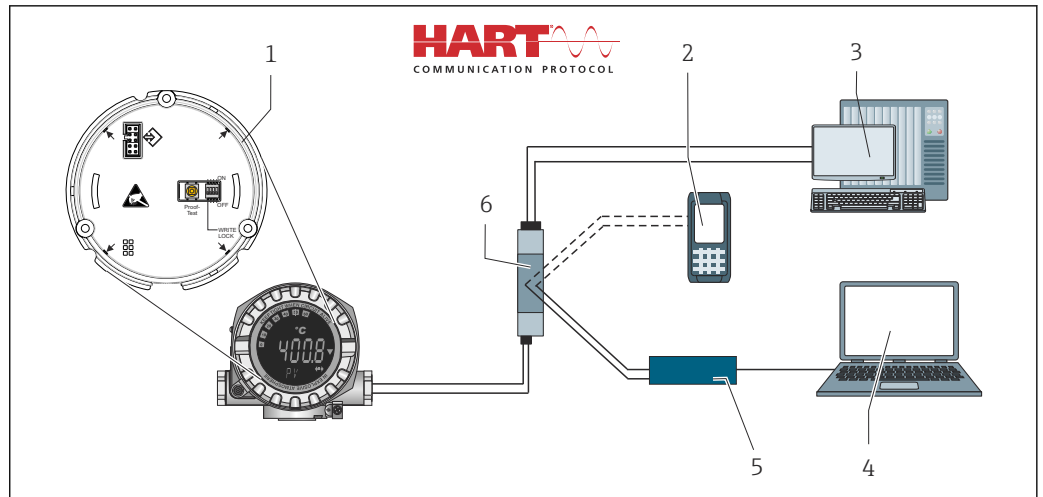
Gemäß der Richtlinie 2012/19/EU über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (WEEE) ist das Produkt mit dem abgebildeten Symbol gekennzeichnet, um die Entsorgung von WEEE als unsortierten Hausmüll zu minimieren. Gekennzeichnete Produkte nicht als unsortierter Hausmüll entsorgen, sondern zu den gültigen Bedingungen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

8 Anhang

8.1 Aufbau des Messsystems

8.1.1 Systemkomponenten

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



A0024548

6 HART®-Anschluss mit Gerät der RN Series Produktfamilie von Endress+Hauser, inklusive eingebautem Kommunikationswiderstand

- 1 Temperaturfeldtransmitter
- 2 HART® Handheld Kommunikator
- 3 SPS/PLS
- 4 Konfigurationssoftware, z. B. FieldCare
- 5 HART®-Modem
- 6 Konfiguration via Field Xpert SFX350/370
- 7 Gerät der RN Series

Im Messumformer wird ein dem jeweiligen Sensorwert proportionales, analoges Signal (4 ... 20 mA) erzeugt, das einer nachgeschalteten Logikeinheit (z.B. SPS, Grenzsignalgeber) zugeführt wird und dort auf das Überschreiten bzw. Unterschreiten eines vorgegebenen Grenzwertes überwacht wird. Zur Störungsüberwachung muss die Logikeinheit dabei sowohl High-Alarmer ($\geq 21,0$ mA) als auch Low-Alarmer ($\leq 3,6$ mA) erkennen und auswerten können.

HINWEIS

- Das optionale Display ist nicht Teil der Sicherheitsfunktion, weder Hardware noch Software des Displays haben nachweislich einen Einfluss auf die definierten Sicherheitsfunktionen des Transmitters. Die CDI-Schnittstelle ist nicht sicher und darf somit nicht in sicherheitsrelevanten Anwendungen eingesetzt werden. Die Schnittstelle kann nicht für den Expertenmodus verwendet werden.

i Der sichere Betrieb des Gerätes setzt eine ordnungsgemäße Installation voraus.

8.1.2 Messfunktion

HINWEIS

Galvanische Trennung

- Bei Anschluss von zwei Sensoren am Transmitter auf eine galvanische Trennung der Sensoren achten.

Zwei-Kanal-Funktionen

Es können zwei Sensoren am Transmitter angeschlossen und folgende, sichere Funktionen betrieben werden:

- Funktion **Mittelwert**

Die Messwerte M1, M2 der beiden Sensoren werden als arithmetisches Mittel, also $(M1+M2)/2$, ausgegeben.

- Funktion **Differenz**

Die Messwerte M1, M2 der beiden Sensoren werden als Differenz $M1-M2$ ausgegeben.

- Funktion **Backup**

Bei Ausfall eines Sensors wird automatisch auf den anderen Messkanal umgeschaltet. Hierbei müssen die Sensortypen identisch sein, z.B. zwei 3-Leiter RTD Pt100. Die Backup Funktion dient zur Erhöhung der Verfügbarkeit bzw. zur Verbesserung der Diagnosefähigkeiten.

Bei Auswahl der Funktion **Backup**, sind im SIL-Mode somit folgende Sensor-Typen erlaubt:

- 2x Thermoelement (TC)
- 2x RTD, 3-Leiter

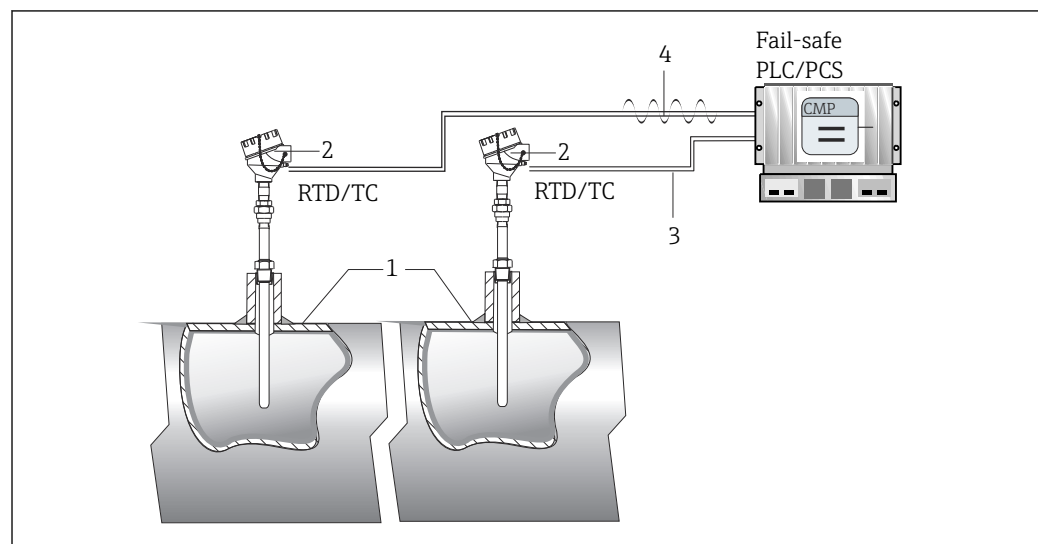
- Funktion **Sensordrift**

Beim Einsatz von redundanten Sensoren kann z.B. die Langzeitdrift eines Sensors erkannt werden. Dies ist eine Diagnosemaßnahme, da das Signal des zweiten Sensors ausschließlich für diese Diagnose verwendet wird. Werden identische Sensoren eingesetzt, kann zusätzlich die Funktion **Backup** genutzt werden.

i Der eingestellte Drift/Differenzgrenzwert sollte mindestens 2x dem Wert der Sicherheits-Genauigkeit entsprechen.

Homogen redundante SIL 3 Konfiguration

Für eine SIL 3 Messstelle sind zwei Temperaturtransmitter mit jeweils einem Sensor erforderlich. Die Messwerte der beiden Transmitter werden in einer Logik-Einheit mit Hilfe eines sicheren Voters ausgewertet.



7 Beispiel mit Stromausgang am ersten Transmitter sowie Stromausgang und HART® Kommunikation am zweiten Transmitter. SPS/PLS-Voting der beiden Sensorwerte: SIL 3

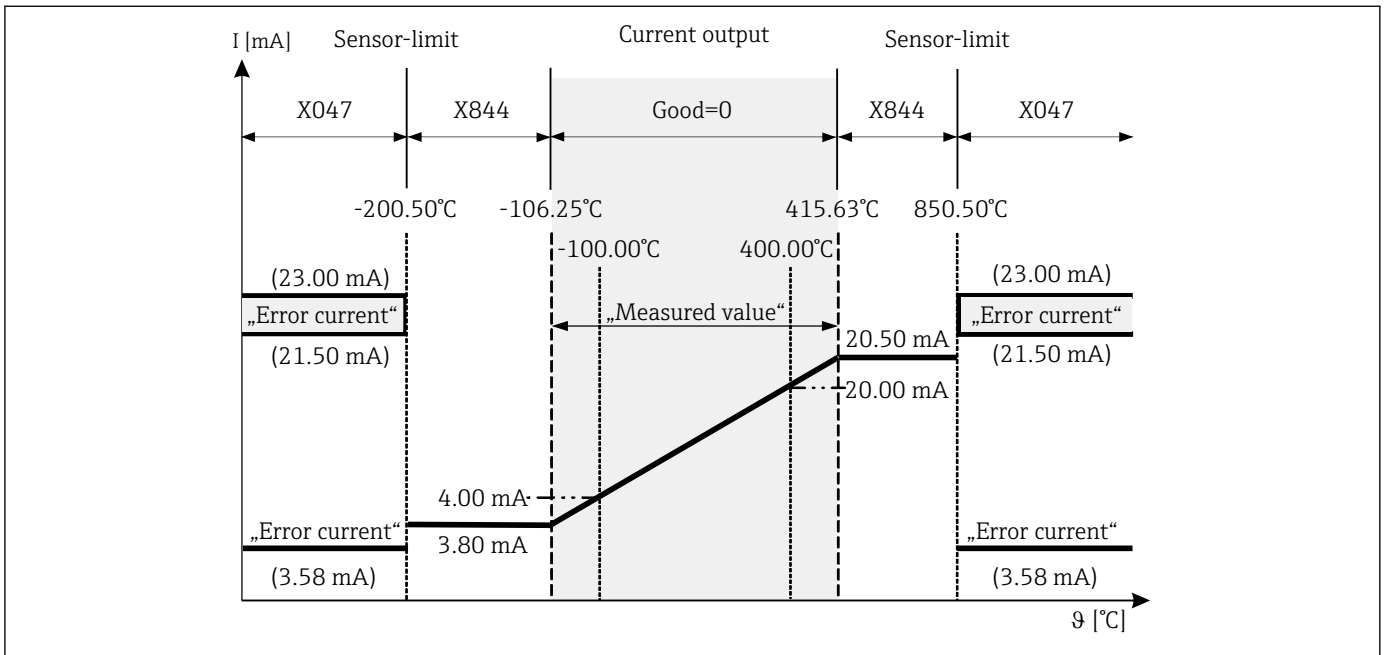
- 1 2 Temperatursensoren
- 2 2 Temperaturtransmitter
- 3 4...20 mA Stromausgang
- 4 4...20 mA Stromausgang, optional mit HART®-Kommunikation

8.1.3 Geräteverhalten bei Bereichsverletzung Kategorie (F, S, M)

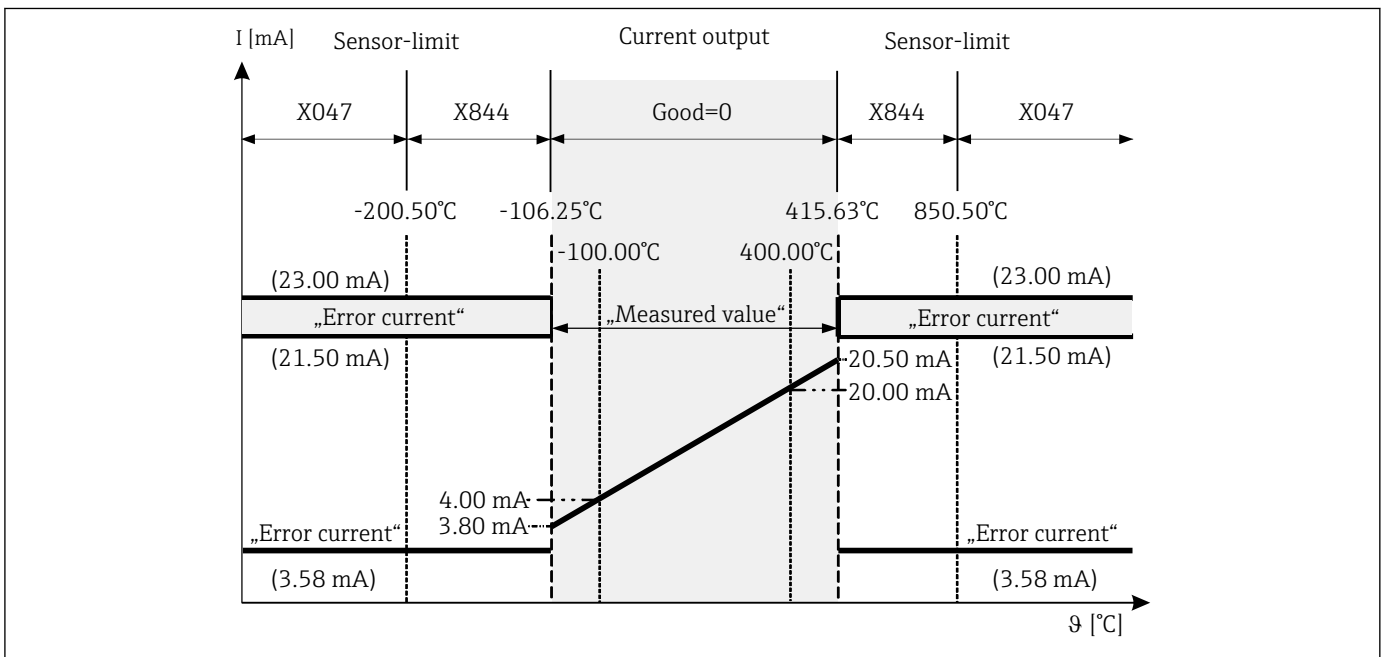
Die Sicherheitsfunktion dient zur Überwachung des Messwertes. Im SIL-Mode wird bei einer Messung außerhalb eines benutzerdefinierten Messbereichs (4 ... 20 mA) ein Fehler-

oder ein Sättigungsstrom in Abhängigkeit der Einstellung des Parameters "Bereichsverletzung Kategorie" (F, S, M) ausgegeben.

Beispiel im Diagramm: $I_{4\text{ mA}} = -100\text{ °C}$, $I_{20\text{ mA}} = +400\text{ °C}$, Sensortyp Pt100 IEC



8 Ausgangssignale im Fall einer Warnung



9 Ausgangssignale im Fall eines Alarms

8.2 Protokoll Inbetriebnahme- oder Wiederholungsprüfung

Firma / Ansprechpartner	/
Ausführender	

Geräteinformationen	
Anlage	Messstellen / TAG Nr.:
Gerätetyp / Bestellcode	
Seriennummer	Firmware-Version
Freigabecode (falls individuell pro Gerät)	SIL Prüfsumme

Informationen zur Verifikation
Datum / Uhrzeit
Durchgeführt von

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

Bemerkung:

Datum

Unterschrift Kunde

Unterschrift Ausführender

Art der Sicherheitsfunktion
<input type="checkbox"/> Sichere Messung

Inbetriebnahmeprüfung
<input type="checkbox"/> Geräteparametrierung via SIL-Mode Aktivierung (SiMA) <input type="checkbox"/> Inbetriebnahmeprüfung Prüfablauf A <input type="checkbox"/> Inbetriebnahmeprüfung Prüfablauf B

Wiederholungsprüfung
<input type="checkbox"/> Prüfablauf A <input type="checkbox"/> Prüfablauf B <input type="checkbox"/> Prüfablauf C

Protokoll Wiederholungsprüfung			
Prüfschritt	Sollwert	Istwert	Bestanden
1. Abgleich Messanfang Sensor 1			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden <input type="checkbox"/> Nicht relevant
2. Abgleich Messende Sensor 1			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden <input type="checkbox"/> Nicht relevant
3. Abgleich Messanfang Sensor 2			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden <input type="checkbox"/> Nicht relevant
4. Abgleich Messende Sensor 2			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden <input type="checkbox"/> Nicht relevant
5. Stromwert Alarm			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden
6. Neustart via HART			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden <input type="checkbox"/> Nicht relevant
7. Neustart via Proof-Test-Taster			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden <input type="checkbox"/> Nicht relevant

Protokoll Inbetriebnahmeprüfung			
Prüfschritt	Sollwert	Istwert	Bestanden
1. Abgleich Messanfang Sensor 1			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden
2. Abgleich Messende Sensor 1			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden
3. Abgleich Messanfang Sensor 2			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden <input type="checkbox"/> Nicht relevant
4. Abgleich Messende Sensor 2			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden <input type="checkbox"/> Nicht relevant
5. Zwei-Kanalfunktion Sensor-drift			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden <input type="checkbox"/> Nicht relevant
6. Zwei-Kanalfunktion Backup			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden <input type="checkbox"/> Nicht relevant
7. Kanalzuordnung Stromausgang			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden

Protokoll Inbetriebnahmeprüfung			
8. Bereichsverletzungs-Kategorie			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden
9. Vergleichsstelle / Vorgabewert			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden <input type="checkbox"/> Nicht relevant
10. Stromwert Alarm			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden
11. Neustart via HART			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden <input type="checkbox"/> Nicht relevant
12. Neustart via Proof-Test-Taster			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden <input type="checkbox"/> Nicht relevant

Bemerkung:

8.2.1 Parameter-Einstellungen für den SIL-Mode

Parametername	Werkseinstellung	Eingestellter Wert	Geprüft
Freigabecode eingeben	0		
Anfang Messbereich (4 mA)	0		
Ende Messbereich (20 mA)	100		
Fehlerstrom	22,5 mA		
Fehlerverhalten	Low-Alarm		
Sensortyp 1	Pt100 IEC60751		
Sensortyp 2	Kein Sensor		
Obere Sensorgrenze 1 ¹⁾	+850 °C		
Untere Sensorgrenze 1 ¹⁾	-200 °C		
Obere Sensorgrenze 2 ¹⁾	-		
Untere Sensorgrenze 2 ¹⁾	-		
Sensor Offset 1	0		
Sensor Offset 2	0		
Anschlussart 1	4-Leiter (RTD)		
Anschlussart 2	2-Leiter (TC)		
Vergleichsstelle 1,2	Interne Messung (TC)		
Vergleichsstelle Vorgabewert 1,2	0 (bei Einstellung Vorgabewert)		
Call./v. Dusen coeff. A, B und C Sensor 1 ¹⁾	A: 3.910000e-003 B: -5.780000e-007 C: -4.180000e-012		
Call./v. Dusen coeff. A, B und C Sensor 2 ¹⁾	A: 3.910000e-003 B: -5.780000e-007 C: -4.180000e-012		
Call./v. Dusen Koeff. R0 Sensor 1 ¹⁾	100 Ω		
Call./v. Dusen Koeff. R0 Sensor 2 ¹⁾	100 Ω		
Polynom Koeff. A, B Sensor 1 ¹⁾	A = 5.49630e-003 B = 6.75560e-006		
Polynom Koeff. A, B Sensor 2 ¹⁾	A = 5.49630e-003 B = 6.75560e-006		
Polynom Koeff. R0 Sensor 1 ¹⁾	100 Ω		
Polynom Koeff. R0 Sensor 2 ¹⁾	100 Ω		
Einheit	°C		
Netzfrequenzfilter	50 Hz		
Drift/Differenzüberwachung	Aus		
Drift/Differenz Alarmverzögerung	5 s		
Drift/Differenzgrenzwert	999		
Erzwingen sicheren Zustand	Aus		
Zuordnung Stromausgang (PV)	Sensor 1		
Sensor-Backup zurücksetzen	Automatisch		
Zuordnung SV	Gerätetemperatur		

Parametername	Werkseinstellung	Eingestellter Wert	Geprüft
Zuordnung TV	Sensor 1		
Zuordnung QV	Sensor 1		

1) Nur bei Call./v. Dusen- oder Polynom Cu/Ni-Sensoren

8.3 Versionshistorie

Version des Handbuchs	Änderungen	Gültig ab Firm-ware-Version	Gültig ab Hardware-Version	Bezug zur NE53 Kundeninforma-tion
SD01632T/09/DE/01.17	Erste Version	04.01.00	04.01.00	
SD01632T/09/DE/02.23	-	04.01.11	04.01.00	
FY01106T/09/DE/01.24	Zusätzliche Einstellmöglichkeit Backup	04.02.00	04.01.00	MI01524T/09/DE/01.24

Dieses Dokument ist zu archivieren bis 10 Jahre nach Auslieferung des letzten Gerätes.



www.addresses.endress.com
