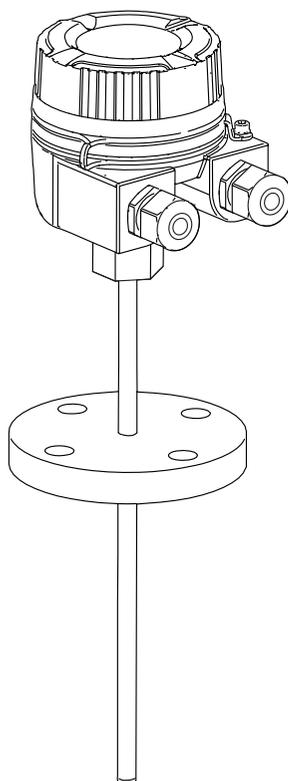


# Sonderdokumentation **iTHERM ModuLine TM131**

Handbuch zur Funktionalen Sicherheit





# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Konformitätserklärung</b> .....	<b>4</b>	7.2	Reparatur .....	24
1.1	Sicherheitstechnische Kenngrößen .....	5	7.3	Modifikation .....	25
1.2	Anwendung als sicheres Messsystem ....	5	7.4	Außerbetriebnahme .....	25
			7.5	Entsorgung .....	25
<b>2</b>	<b>Hinweise zum Dokument</b> .....	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>Anhang</b> .....	<b>26</b>
2.1	Dokumentfunktion .....	9	8.1	Aufbau des Messsystems .....	26
2.2	Verwendete Symbole .....	10	8.2	Protokoll Inbetriebnahme- oder Wie- derholungsprüfung .....	29
2.3	Mitgeltende Gerätedokumentation ....	11			
<b>3</b>	<b>Design</b> .....	<b>12</b>			
3.1	Zulässige Gerätetypen .....	12			
3.2	Kennzeichnung .....	14			
3.3	Sicherheitsfunktion .....	14			
3.4	Randbedingungen für die Anwendung im sicherheitsbezogenen Betrieb .....	15			
3.5	Gefährliche unerkannte Fehler in dieser Betrachtung .....	17			
3.6	Sicherheitsmessabweichung .....	17			
3.7	Gebrauchsdauer elektrischer Bauteile ..	18			
<b>4</b>	<b>Inbetriebnahme (Installation und Konfiguration)</b> .....	<b>19</b>			
4.1	Anforderungen an das Personal .....	19			
4.2	Installation .....	19			
4.3	Inbetriebnahme .....	19			
4.4	Bedienung .....	19			
4.5	Geräteparametrierung für sicherheits- bezogene Anwendungen .....	20			
<b>5</b>	<b>Betrieb</b> .....	<b>21</b>			
5.1	Geräteverhalten beim Einschalten ....	21			
5.2	Geräteverhalten bei Anforderung der Sicherheitsfunktion .....	21			
5.3	Sichere Zustände .....	21			
5.4	Geräteverhalten bei Alarm und Warn- ungen .....	21			
5.5	Alarm- und Warnmeldungen .....	22			
<b>6</b>	<b>Wiederholungsprüfung</b> .....	<b>22</b>			
6.1	Prüfablauf A .....	23			
6.2	Prüfablauf B .....	23			
6.3	Prüfablauf C .....	23			
6.4	Prüfkriterium .....	24			
<b>7</b>	<b>Reparatur und Fehlerbehand- lung</b> .....	<b>24</b>			
7.1	Wartung .....	24			

# 1 Konformitätserklärung

SIL\_00320\_01.19

**Endress+Hauser** 

People for Process Automation

## Konformitätserklärung

Funktionale Sicherheit nach IEC 61508:2010

Beiblatt 1 / NE130 Formblatt B1

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

erklärt als Hersteller, dass das folgende Thermometer

**iTHERM TM131**

in Verbindung mit den Transmittern

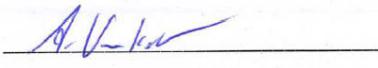
**iTEMP TMT82-SIL** oder**iTEMP TMT162-SIL**

für den Einsatz in sicherheitsrelevanten Anwendungen bis SIL2 (HFT=0) bzw. SIL3 (HFT=1) entsprechend IEC61508:2010 geeignet ist.

In sicherheitsrelevanten Anwendungen gemäß IEC 61508 und IEC 61511 sind die Angaben des Handbuchs zur Funktionalen Sicherheit zu beachten.

Nesselwang, 11.07.2019

Endress+Hauser Wetzer GmbH+Co. KG

Harald Hertweck  
Managing Directori.V. Alfred Umkehrer  
Head of Division R&D-Temperature

1/2

A0040381-DE

## 1.1 Sicherheitstechnische Kenngrößen

SIL\_00320\_01.19

**Endress+Hauser**   
People for Process Automation

<b>Allgemein</b>			
Gerätebezeichnung und zulässige Ausführungen	TM131 (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)	Min., Max., Bereich		
Gerätetyp gem. IEC 61508-2	<input type="checkbox"/> Typ A	<input checked="" type="checkbox"/> Typ B	
Betriebsart	<input checked="" type="checkbox"/> Low Demand Mode	<input checked="" type="checkbox"/> High Demand	<input type="checkbox"/> Continuous Mode
Sicherheitshandbuch	SD02427T/09, SD01172T/09, SD01632T/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	TM131: Internes Assessment TMT82: Z10 16 03 128333 003 TMT162: Z10 18 02 128333 004		
Prüfungsunterlagen	Entwicklungsdokumente, Testreports, Datenblätter		
<b>SIL - Integrität</b>			
Systematische Sicherheitsintegrität		<input type="checkbox"/> SIL 2 fähig	<input checked="" type="checkbox"/> SIL 3 fähig
Hardware Sicherheitsintegrität	Einkanaliger Einsatz (HFT = 0)	<input checked="" type="checkbox"/> SIL 2 fähig	<input type="checkbox"/> SIL 3 fähig
	Mehrkanaliger Einsatz (HFT ≥ 1)	<input type="checkbox"/> SIL 2 fähig	<input checked="" type="checkbox"/> SIL 3 fähig
<b>Kennzahlen</b>			
TM131 mit TMT82	Thermometer und Transmitter siehe Kap. 1.2.1 (SD02427T/09)		
TM131 mit TMT162	siehe Kap. 1.2.2 (SD02427T/09)		
<b>Erklärung</b>			
<input checked="" type="checkbox"/>	Unser firmeninternes Qualitätsmanagement stellt die Information von zukünftig bekannt werdenden sicherheitsrelevanten systematischen Fehlern sicher.		

2/2

A0040382-DE

## 1.2 Anwendung als sicheres Messsystem

Um ein sicheres Messsystem zu realisieren, ist der Temperaturtransmitter mit einem geeigneten Sensor (iTHERM StrongSens, Wirewound, TC Typ K, J, N) zu kombinieren. Die zur Auslegung des Systems notwendigen Kennzahlen für ein Jahr sind folgenden Tabellen zu entnehmen.

### 1.2.1 Kennzahlen TM131 mit TMT82

#### Einkanal-Betrieb

		$\lambda_{du}$	$\lambda_{dd}$	$\lambda_{su}$	$\lambda_{sd}$	SFF	PFD <sub>avg</sub>
Transmitter		40 FIT	258 FIT	129 FIT	4 FIT	91%	$1.8 \cdot 10^{-4}$

	closed coupled				extention wire				
	low stress		high stress		low stress		high stress		
	Sensor	Sensor + Transmitter	Sensor	Sensor + Transmitter	Sensor	Sensor + Transmitter	Sensor	Sensor + Transmitter	
Thermo- element	$\lambda_{du}$	6 FIT	46 FIT	119 FIT	148 FIT	109 FIT	138 FIT	2180 FIT	2209 FIT
	$\lambda_{dd}$	94 FIT	352 FIT	1881 FIT	2150 FIT	891 FIT	1160 FIT	17820 FIT	18089 FIT
	$\lambda_{su}$	0 FIT	129 FIT	0 FIT	129 FIT	0 FIT	129 FIT	0 FIT	129 FIT
	$\lambda_{sd}$	0 FIT	4 FIT	0 FIT	4 FIT	0 FIT	4 FIT	0 FIT	4 FIT
	SFF	94%	94% / 91%	94%	94% / 91%	89%	89% / 91%	89%	89% / 91%
PFD <sub>avg</sub>		$2.0 \cdot 10^{-4}$		$7.0 \cdot 10^{-4}$		$6.5 \cdot 10^{-4}$		$9.7 \cdot 10^{-3}$	
RTD 4 Leiter	$\lambda_{du}$	6 FIT	46 FIT	129 FIT	168 FIT	74 FIT	114 FIT	1486 FIT	1526 FIT
	$\lambda_{dd}$	44 FIT	302 FIT	871 FIT	1129 FIT	426 FIT	684 FIT	8514 FIT	8772 FIT
	$\lambda_{su}$	0 FIT	129 FIT	0 FIT	129 FIT	0 FIT	129 FIT	0 FIT	129 FIT
	$\lambda_{sd}$	0 FIT	4 FIT	0 FIT	4 FIT	0 FIT	4 FIT	0 FIT	4 FIT
	SFF	87%	87% / 91%	87%	87% / 91%	85%	85% / 91%	85%	85% / 91%
PFD <sub>avg</sub>		$2.0 \cdot 10^{-4}$		$7.4 \cdot 10^{-4}$		$5.0 \cdot 10^{-4}$		$6.7 \cdot 10^{-3}$	

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 =  $1 \cdot 10^{-9}$ h

PFD<sub>avg</sub>

- <  $2.5 \cdot 10^{-3}$
- >  $2.5 \cdot 10^{-3}$
- >  $1 \cdot 10^{-2}$

A0039757-DE

Zweikanal-Betrieb

		$\lambda_{du}$	$\lambda_{dd}$	$\lambda_{su}$	$\lambda_{sd}$	SFF	PFD <sub>avg</sub>	
Transmitter		40 FIT	258 FIT	129 FIT	4 FIT	91%	1.8 · 10 <sup>-4</sup>	

		low stress				high stress			
		closed coupled				extention wire			
		Sensor	Sensor + Transmitter						
2 x Thermo- element	$\lambda_{du}$	11 FIT	51 FIT	70 FIT	110 FIT	158 FIT	198 FIT	3160 FIT	3200 FIT
	$\lambda_{dd}$	189 FIT	447 FIT	3786 FIT	4044 FIT	1842 FIT	2100 FIT	36840 FIT	37098 FIT
	$\lambda_{su}$	0 FIT	129 FIT						
	$\lambda_{sd}$	0 FIT	4 FIT						
	SFF	95%	95% / 91%	98%	98% / 91%	92%	92% / 91%	92%	92% / 91%
PFD <sub>avg</sub>		2.2 · 10 <sup>-4</sup>		4.8 · 10 <sup>-4</sup>		8.7 · 10 <sup>-4</sup>		1.4 · 10 <sup>-2</sup>	
2 x RTD 2/3 Leiter	$\lambda_{du}$	8 FIT	48 FIT	154 FIT	194 FIT	84 FIT	124 FIT	1672 FIT	1712 FIT
	$\lambda_{dd}$	88 FIT	346 FIT	1662 FIT	2024 FIT	866 FIT	1124 FIT	17328 FIT	17586 FIT
	$\lambda_{su}$	0 FIT	129 FIT						
	$\lambda_{sd}$	0 FIT	4 FIT						
	SFF	92%	92% / 91%	92%	92% / 91%	91%	91% / 91%	91%	91% / 91%
PFD <sub>avg</sub>		2.1 · 10 <sup>-4</sup>		8.5 · 10 <sup>-4</sup>		5.4 · 10 <sup>-4</sup>		7.5 · 10 <sup>-3</sup>	
RTD 2/3 Leiter + TC	$\lambda_{du}$	9 FIT	49 FIT	184 FIT	224 FIT	121 FIT	161 FIT	2416 FIT	2456 FIT
	$\lambda_{dd}$	139 FIT	397 FIT	2776 FIT	3034 FIT	1354 FIT	1612 FIT	27084 FIT	27342 FIT
	$\lambda_{su}$	0 FIT	129 FIT						
	$\lambda_{sd}$	0 FIT	4 FIT						
	SFF	94%	94% / 91%	94%	94% / 91%	92%	92% / 91%	92%	92% / 91%
PFD <sub>avg</sub>		2.2 · 10 <sup>-4</sup>		9.8 · 10 <sup>-4</sup>		7.0 · 10 <sup>-4</sup>		1.1 · 10 <sup>-2</sup>	

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<sup>-9</sup> h  
PFD<sub>avg</sub>  
■ < 2.5 · 10<sup>-3</sup>  
■ > 2.5 · 10<sup>-3</sup>  
■ > 1 · 10<sup>-2</sup>

A0039758-DE

## 1.2.2 Kennzahlen TM131 mit TMT162

### Einkanal-Betrieb

Transmitter		$\lambda_{du}$	$\lambda_{dd}$	$\lambda_{su}$	$\lambda_{sd}$	SFF	PFD <sub>avg</sub>	
		29 FIT	269 FIT	139 FIT	0 FIT	93%	1,3 · 10 <sup>-4</sup>	

	low stress				high stress				
	closed coupled				extention wire				
	Sensor	Sensor + Feld Transmitter	Sensor	Sensor + Feld Transmitter	Sensor	Sensor + Feld Transmitter	Sensor	Sensor + Feld Transmitter	
	Thermo- element	$\lambda_{du}$	6 FIT	35 FIT	119 FIT	148 FIT	109 FIT	138 FIT	2180 FIT
	$\lambda_{dd}$	94 FIT	363 FIT	1881 FIT	2150 FIT	891 FIT	1160 FIT	17820 FIT	18089 FIT
	$\lambda_{su}$	0 FIT	139 FIT						
	$\lambda_{sd}$	0 FIT	0 FIT						
	SFF	94%	94% / 93%	94%	94% / 93%	89%	89% / 93%	89%	89% / 93%
	PFD <sub>avg</sub>		1,5 · 10 <sup>-4</sup>		6,5 · 10 <sup>-4</sup>		6,1 · 10 <sup>-4</sup>		9,7 · 10 <sup>-3</sup>
RTD 2/3 Leiter	$\lambda_{du}$	9 FIT	38 FIT	181 FIT	210 FIT	99 FIT	128 FIT	1976 FIT	2005 FIT
	$\lambda_{dd}$	39 FIT	308 FIT	779 FIT	1048 FIT	376 FIT	645 FIT	7524 FIT	7793 FIT
	$\lambda_{su}$	0 FIT	139 FIT						
	$\lambda_{sd}$	0 FIT	0 FIT						
	SFF	81%	81% / 93%	81%	81% / 93%	79%	79% / 93%	79%	79% / 93%
	PFD <sub>avg</sub>		1,7 · 10 <sup>-4</sup>		9,2 · 10 <sup>-4</sup>		5,6 · 10 <sup>-4</sup>		8,8 · 10 <sup>-3</sup>
RTD 4 Leiter	$\lambda_{du}$	6 FIT	36 FIT	129 FIT	158 FIT	74 FIT	104 FIT	1486 FIT	1515 FIT
	$\lambda_{dd}$	44 FIT	313 FIT	871 FIT	1140 FIT	426 FIT	695 FIT	8514 FIT	8783 FIT
	$\lambda_{su}$	0 FIT	139 FIT						
	$\lambda_{sd}$	0 FIT	0 FIT						
	SFF	87%	87% / 93%	87%	87% / 93%	85%	85% / 93%	85%	85% / 93%
	PFD <sub>avg</sub>		1,6 · 10 <sup>-4</sup>		6,9 · 10 <sup>-4</sup>		4,5 · 10 <sup>-4</sup>		6,6 · 10 <sup>-3</sup>

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<sup>-9</sup>h  
PFD<sub>avg</sub>  
 < 2,5 · 10<sup>-3</sup>  
 > 2,5 · 10<sup>-3</sup>  
 > 1 · 10<sup>-2</sup>

A0034800-DE

Zweikanal-Betrieb

		$\lambda_{du}$	$\lambda_{dd}$	$\lambda_{su}$	$\lambda_{sd}$	SFF	PFD <sub>avg</sub>
Transmitter		29 FIT	269 FIT	139 FIT	0 FIT	93%	$1.3 \cdot 10^{-4}$

		low stress		high stress		low stress		high stress	
		closed coupled				extention wire			
		Sensor	Sensor + Feld Transmitter						
2 x Thermo- element	$\lambda_{du}$	11 FIT	40 FIT	70 FIT	99 FIT	158 FIT	187 FIT	3160 FIT	3189 FIT
	$\lambda_{dd}$	189 FIT	458 FIT	3786 FIT	4055 FIT	1842 FIT	2111 FIT	36840 FIT	37109 FIT
	$\lambda_{su}$	0 FIT	139 FIT						
	$\lambda_{sd}$	0 FIT	0 FIT						
	SFF	95%	95% / 93%	98%	98% / 93%	92%	92% / 93%	92%	92% / 93%
PFD <sub>avg</sub>		$1.7 \cdot 10^{-4}$		$4.3 \cdot 10^{-4}$		$8.2 \cdot 10^{-4}$		$1.4 \cdot 10^{-2}$	
2 x RTD 2/3 Leiter	$\lambda_{du}$	8 FIT	37 FIT	154 FIT	183 FIT	84 FIT	113 FIT	1672 FIT	1701 FIT
	$\lambda_{dd}$	88 FIT	357 FIT	1766 FIT	2035 FIT	866 FIT	1135 FIT	17328 FIT	17597 FIT
	$\lambda_{su}$	0 FIT	139 FIT						
	$\lambda_{sd}$	0 FIT	0 FIT						
	SFF	92%	92% / 93%	92%	92% / 93%	91%	91% / 93%	91%	91% / 93%
PFD <sub>avg</sub>		$1.6 \cdot 10^{-4}$		$1.3 \cdot 10^{-4}$		$7.4 \cdot 10^{-4}$		$7.5 \cdot 10^{-3}$	
RTD 2/3 Leiter + TC	$\lambda_{du}$	9 FIT	38 FIT	184 FIT	213 FIT	121 FIT	150 FIT	2416 FIT	2445 FIT
	$\lambda_{dd}$	139 FIT	408 FIT	2776 FIT	3045 FIT	1354 FIT	1623 FIT	27084 FIT	27353 FIT
	$\lambda_{su}$	0 FIT	139 FIT						
	$\lambda_{sd}$	0 FIT	0 FIT						
	SFF	94%	94% / 93%	94%	94% / 93%	92%	92% / 93%	92%	92% / 93%
PFD <sub>avg</sub>		$1.7 \cdot 10^{-4}$		$9.3 \cdot 10^{-4}$		$6.6 \cdot 10^{-4}$		$1.1 \cdot 10^{-2}$	

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  
PFD<sub>avg</sub>  
■ <  $2.5 \cdot 10^{-3}$   
■ >  $2.5 \cdot 10^{-3}$   
■ >  $1 \cdot 10^{-2}$

A0034801-DE

## 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](http://www.endress.com/SIL)
- CPD1008Z, Kompetenzbroschüre "Funktionale Sicherheit – SIL, Schutzeinrichtungen in der Prozessindustrie"

## 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

Symbol	Bedeutung
	<b>Erlaubt</b> Abläufe, Prozesse oder Handlungen, die erlaubt sind.
	<b>Zu bevorzugen</b> Abläufe, Prozesse oder Handlungen, die zu bevorzugen sind.
	<b>Verboten</b> Abläufe, Prozesse oder Handlungen, die verboten sind.
	<b>Tipp</b> Kennzeichnet zusätzliche Informationen.
	Verweis auf Dokumentation
	Verweis auf Seite
	Verweis auf Abbildung
	Zu beachtender Hinweis oder einzelner Handlungsschritt
<b>1, 2, 3...</b>	Handlungsschritte
	Ergebnis eines Handlungsschritts
	Hilfe im Problemfall
	Sichtkontrolle

## 2.3 Mitgeltende Gerätedokumentation



Eine Übersicht zum Umfang der zugehörigen Technischen Dokumentation bieten:

- *W@M Device Viewer* ([www.endress.com/deviceviewer](http://www.endress.com/deviceviewer)): Seriennummer vom Typenschild eingeben
- *Endress+Hauser Operations App*: Seriennummer vom Typenschild eingeben oder 2D-Matrixcode (QR-Code) auf dem Typenschild einscannen

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

### 2.3.1 Mitgeltende Dokumente

- TI01373T, TM131
- BA01915T, Modulare Thermometer
- XA01799T, TM131
- XA01817T, TM111 + TM131
- SD01172T/09, TMT82
- SD01632T/09, TMT162

### 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 Kurzanleitung (KA)

#### Schnell zum 1. Messwert

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

### 2.3.4 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.

### 2.3.5 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.

### 2.3.6 Sonderdokumentation (SD)

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



- Allgemeine Informationen über Funktionale Sicherheit: SIL
- Die allgemeinen Informationen zu SIL sind im Download-Bereich der Endress+Hauser Internetseite verfügbar: [www.de.endress.com/SIL](http://www.de.endress.com/SIL)

## 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 konformer Modifikationsprozess angewendet.

Gültige Geräteausprägungen für sicherheitsbezogenen Einsatz:

#### 3.1.1 Bestellmerkmale

**Gerätewurzel:** TM131 -

**Merkmal: 010 "Zulassung"**

Ausprägung: alle

**Merkmal: 020 "Schutzrohr"**

Ausprägung: alle

**Merkmal: 030 "Thermometer Aufbau"**

Ausprägung: alle außer Y

**Merkmal: 050 "Prozessanschluss; Werkstoff"**

Ausprägung: alle außer YY

**Merkmal: 060 "Schutzrohrdurchmesser; Werkstoff"**

Ausprägung: alle außer YY

**Merkmal: 070 "Form der Spitze"**

Ausprägung: alle außer Y

**Merkmal: 080 "Eintauchlänge U"**

Ausprägung: alle außer YY

**Merkmal: 090 "Abnehmbares Halsrohr Länge E"**

Ausprägung: alle außer Y

**Merkmal: 100 "Schutzrohrschaft Länge T"**

Ausprägung: alle außer Y

**Merkmal: 110 "Sensortyp; Messbereich; Werkstoff"**

Ausprägung: alle außer A, E, Y

**Merkmal: 130 "Sensorstandard; Klassifizierung"**

Ausprägung: alle außer Y

**Merkmal: 140 "Elektrischer Anschluss"**

Ausprägung: nur 2E, 2G, 3D

**Merkmal: 150 "Anschlusskopf; Werkstoff; Schutzart"**

Ausprägung: alle außer B1, B2, P1, YY

**Merkmal: 170 "Kabeleingang Anschlusskopf"**

Ausprägung: alle Y

**Merkmal: 560 "Zweiter Transmitter (montiert)"**

Ausprägung: keine

**Merkmal: 570 "Dienstleistung"**

Ausprägung: alle außer I9

**Merkmal: 580 "Test, Zeugnis, Erklärung"**

Ausprägung: alle außer K9

**Merkmal: 590 "Weitere Zulassung"**

Ausprägung: muss LA, außer L9

**Merkmal: 600 "Zusatzoption"**

Ausprägung: alle außer M9

**Merkmal: 610 "Zubehör montiert"**

Ausprägung: alle außer O9

**Merkmal: 630 "Kalibrierung Thermometer"**

Ausprägung: alle außer S9

**Merkmal: 640 "Kalibrier-Punkte  $\geq 0$  °C"**

Ausprägung: alle außer T9

**Merkmal: 650 "Kalibrier-Punkte  $\leq 0$  °C"**

Ausprägung: alle außer U9

**Merkmal: 850 "Firmware-Version"**

Ausprägung: keine

**Merkmal: 895 "Kennzeichnung"**

Ausprägung: alle außer Z9

Gültige Firmware-Version:

- TMT162 ab 04.01.00 oder höher
- TMT82 ab 01.02.00 oder höher

Gültige Hardware-Version (Elektronik):

- TMT162 ab 04.01.00 oder höher
- TMT82 Kopftransmitter ab 01.00.07 oder höher
- TMT82 Hutschienentransmitter ab 01.00.04 oder höher

## 3.2 Kennzeichnung

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

## 3.3 Sicherheitsfunktion

Die Sicherheitsfunktionen des Geräts sind:

- Grenzwertüberwachung
- Sichere Messung

Die Sicherheitsfunktionen beinhalten die Messung der Temperatur eines Mediums.

### 3.3.1 Sicherheitsbezogenes Ausgangssignal

Das sicherheitsbezogene Signal des Geräts ist das analoge Ausgangssignal 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 Grenzsignalgeber zugeführt und dort überwacht auf:

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



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

### 3.3.2 Grenzwertüberwachung

Die Sicherheitsfunktion dient der Überwachung des Messwertes. Im SIL-Mode wird bei einer Messung außerhalb eines benutzerdefinierten Messbereichs ( $X_{\min}$  ...  $X_{\max}$ ) ein Fehler- oder ein Sättigungsstrom in Abhängigkeit der Einstellung des Parameters „Diagnoseverhalten“ (Alarm, Warning) ausgegeben.



Detaillierte Informationen:

- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT82: SD01172T
- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT162: SD01632T

### 3.3.3 Sichere Messung

Die Sicherheitsfunktion des Transmitters besteht in der Ausgabe eines dem Temperaturwertes proportionalen Strom am Ausgang.

Alle Sicherheitsfunktionen können mit allen Sensor-Konfigurationen aus dem Kapitel 'Aufbau des Messsystems' verwendet werden →  26. 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.

Randbedingungen und Einschränkungen für das Thermometer TM131:

#### Sensoren, Verschaltung und Temperaturbereiche

- Widerstandssensor StrongSens
  - Temperaturbereich  $-50 \dots +400 \text{ }^\circ\text{C}$ , 4-Leiteranschluss
  - Gültigkeitsbereich der Genauigkeitsklassen:
    - Klasse B:  $-50 \dots +400 \text{ }^\circ\text{C}$
    - Klasse A:  $-30 \dots +300 \text{ }^\circ\text{C}$
    - Klasse AA:  $0 \dots +150 \text{ }^\circ\text{C}$
- Widerstandssensor Drahtgewickelt (WW)
  - Temperaturbereich  $-200 \dots +400 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  
Einfach-Sensorelement 4-Leiteranschluss,  
Doppel-Sensorelement 2x3-Leiteranschluss
  - Gültigkeitsbereich der Genauigkeitsklassen:
    - Klasse B:  $-200 \dots +400 \text{ }^\circ\text{C}$
    - Klasse A:  $-100 \dots +400 \text{ }^\circ\text{C}$
    - Klasse AA:  $-50 \dots +250 \text{ }^\circ\text{C}$
- Thermoelement Typ J  
Einfach- oder Doppelemente  $0 \dots +600 \text{ }^\circ\text{C}$
- Thermoelement Typ K oder N  
Einfach- oder Doppelemente  $0 \dots +800 \text{ }^\circ\text{C}$
- Beschleunigung aus Vibrationen am Messelement maximal 2g

#### Zusätzlich gilt für den sicherheitsbezogenen Einsatz folgende Einschränkung:

- Starke, impulsartige EMV-Störungen auf der Versorgungsleitung können zu kurzzeitigen ( $<1 \text{ s}$ ) Abweichungen des Ausgangssignals ( $\geq \pm 1 \%$ ) führen. Deshalb sollte in der nachgeschalteten Logikeinheit eine Filterung mit einer Zeitkonstante  $\geq 1 \text{ s}$  durchgeführt werden.
- Das Toleranzband (Sicherheitsmessabweichung,  $\rightarrow$   17) ist sensorspezifisch und wird ab Werk gemäß FMEDA (Failure Modes, Effects and Diagnostic Analysis) definiert. Es sind alle in der technischen Information TI beschriebenen Einflussfaktoren bereits enthalten: Nichtlinearität, Nichtwiederholbarkeit, Hysterese, Nullpunktabweichung, Temperaturdrift. Die sicherheitstechnischen Fehler sind gemäß IEC / EN 61508 in unterschiedliche Kategorien eingeteilt (siehe folgende Tabelle). Die Tabelle zeigt die Auswirkungen auf das sicherheitsbezogene Ausgangssignal und die Messunsicherheit.

**Reaktionszeiten:**

- Die Angaben der typischen Reaktionszeiten basieren auf der Messung gemäß DIN EN 60751 in Wasser mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 0,4 m/s.
- Es wird die  $t_{90}$  Ansprechzeit angegeben. Es handelt sich dabei um die Zeit, die der Temperaturfühler benötigt um 90 % des Temperatursprunges anzuzeigen.
- Die gesamte Reaktionszeit setzt sich aus der Reaktionszeit des Temperaturfühlers inklusive Schutzrohr und der Reaktionszeit des Temperaturtransmitters zusammen und ist der Betriebsanleitungen (Mitgeltende Dokumente →  11) der Transmitter und Thermometer zu entnehmen (Kapitel „Technische Daten“).

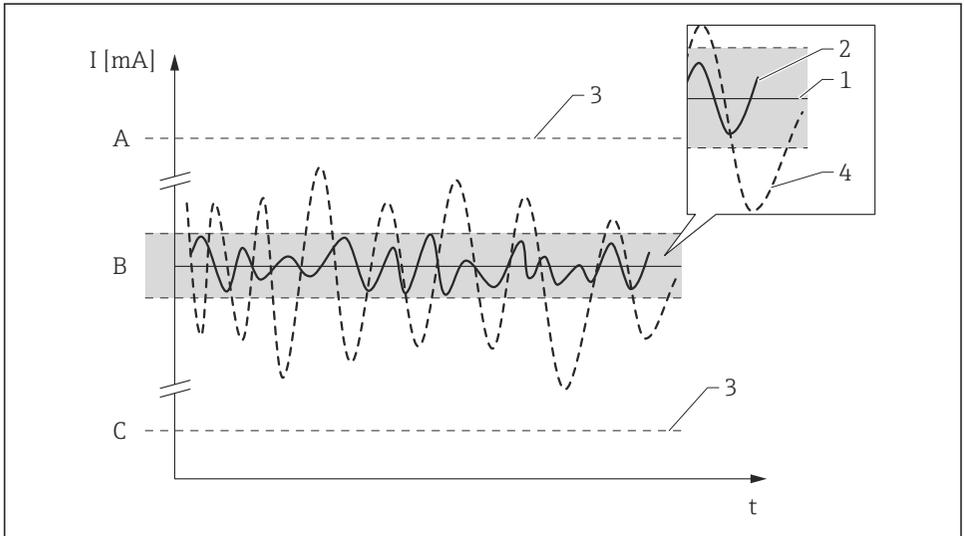
**Anmerkungen:**

Es handelt sich um typische Werte von Standardkonstruktion (wie zum Beispiel nach DIN 43772) und sollten als Richtwerte genutzt werden.

Vor Einsatz des Thermometers muss der Anwender prüfen, ob die gesamte Reaktionszeit für den jeweiligen Einsatz eine sichere Abschaltung des Gesamtsystems ermöglicht.

Die sicherheitstechnischen Fehler sind gemäß IEC / EN 61508 in unterschiedliche Kategorien eingeteilt (siehe folgende Tabelle). Die Tabelle zeigt die Auswirkungen auf das sicherheitsbezogene Ausgangssignal und die Messunsicherheit.

Sicherheitstechnische Fehler	Erklärung	Auswirkung auf die Messunsicherheit (Position, siehe Abb. →  17 )
Kein Gerätefehler	Safe: Keine Fehler vorhanden	1 Liegt innerhalb der Spezifikation (siehe TI, BA, ...)
$\lambda_{SD}$	Safe detected: Sicherer und erkennbarer Fehler	3 Hat keinen Einfluss
$\lambda_{SU}$	Safe undetected: Sicherer aber nicht erkennbarer Fehler	2 Kann außerhalb der Spezifikation liegen
$\lambda_{DD}$	Dangerous detected: Gefährlicher aber erkennbarer Fehler (Diagnose im Gerät)	3 Hat keinen Einfluss
$\lambda_{DU}$	Dangerous undetected: Gefährlicher und nicht erkennbarer Fehler	4 Kann außerhalb des festgelegten Fehlerbandes liegen



A0025264

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

### 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 Sicherheitsmessabweichung

Zulässige Temperaturbereiche für Widerstandssensoren in Verbindung mit SIL:

Temperaturbereiche

Sensortyp	Klasse B	Klasse A	Klasse AA
Pt100 (TF) iTHERM® StrongSens	-50 ... +400 °C (-58 ... +752 °F)	-30 ... +300 °C (-22 ... +572 °F)	0 ... 150 °C (-58 ... +302 °F)
Drahtgewickelter Sensor (WW)	-200 ... 400 °C (-328 ... 752 °F)	-100 ... 400 °C (-328 ... 742 °F)	-50 ... 250 °C (-58 ... 482 °F)

Zulässige Temperaturbereiche für Thermoelemente in Verbindung mit SIL:

Sensortyp nach IEC 60584 / ASTM E230 / ANSI MC96.1	Klasse 1 und 2 / Spezial und Standard
J (Fe-CuNi)	0 ... 600 °C (32 ... 1 112 °F)
K (NiCr-NiAl) N (NiCrSi-NiSi)	0 ... 800 °C (32 ... 1 472 °F)



Detaillierte Informationen: Technische Information TM131: TI01373T



Detaillierte Informationen:

- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT82: SD01172T
- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT162: SD01632T

In diesen Angaben sind keine Abweichungen durch EMV-Beeinflussung berücksichtigt. Im Falle von nicht vernachlässigbaren EMV-Störungen ist eine zusätzliche Abweichung von 1% der Messspanne auf die obigen Werte zu addieren.

Gültigkeiten der Angaben zur Sicherheitsmessabweichung:

- Gesamter zulässiger Temperaturbereich des Transmitters im SIL-Mode
- Definierter Bereich der Versorgungsspannung
- Eingeschränkter Sicherheitsmessbereich des Sensorelements
- Genauigkeit beinhaltet alle Linearisierungs- und Rundungsfehler
- Minimale Messspanne jedes Sensors beachten
- Angaben sind  $2\sigma$ -Werte, d. h. 95,4 % aller Messwerte liegen innerhalb der Angaben

### 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 Betreibers längere Gebrauchsdauern zu erreichen.

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



Detaillierte Informationen:

- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT82: SD01172T
- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT162: SD01632T

Da die maximale Einsatztemperatur Einfluss auf das Driftverhalten der Sensoren nimmt, sollte für eine zuverlässige und genaue Temperaturmessung in bestimmten Intervallen eine Rekalibrierung oder ein Austausch der Messeinsätze durchgeführt werden. Typische Intervalle sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt:

Max. Einsatztemperatur	Widerstandsthermometer	Thermoelement
200 °C (392 °F)	5 Jahre	5 Jahre
400 °C (752 °F)	2 Jahre	2 Jahre

Max. Einsatztemperatur	Widerstandsthermometer	Thermoelement
600 °C (1 112 °F)	-	2 Jahre
800 °C (1 472 °F)	-	1 Jahr

Die hier angegebenen Prüfintervalle sind Vorschläge. Spezielle Bedingungen am Einsatzort können eine deutliche Verkürzung der Anwendungsdauer durch den Anwender erfordern.

## 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.

### 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.



Detaillierte Informationen:

- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT82: SD01172T
- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT162: SD01632T

## 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.



Detaillierte Informationen:

- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT82: SD01172T
- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT162: SD01632T

### Geräteschutz

Die Geräte können gegen äußere Einflüsse wie folgt geschützt werden:

- Hardware-Schreibschutz
- Software-Schreibschutz

Die Anwendung dieser Methoden ist in den nachfolgenden Unterlagen beschrieben.



Detaillierte Informationen:

- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT82: SD01172T
- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT162: SD01632T

### 4.5.2 Verriegelung im Expertenmodus

Die SIL-Verriegelung des Gerätes ist in den nachfolgenden Unterlagen beschrieben.



Detaillierte Informationen:

- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT82: SD01172T
- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT162: SD01632T

### 4.5.3 Entriegelung eines SIL-Gerätes

Ein SIL-verriegeltes Gerät ist gegen unberechtigte Bedienung durch einen Verriegelungscode und optional zusätzlich durch einen Hardware-Schreibschutzschalter geschützt. Zur Veränderung der Parametrierung muss das Gerät entriegelt werden.

#### **⚠ VORSICHT**

- ▶ Durch die Entriegelung des Geräts werden Diagnosen deaktiviert und das Gerät kann unter Umständen im entriegelten Zustand die Sicherheitsfunktion nicht ausführen. Deshalb muss durch unabhängige Maßnahmen sichergestellt werden, dass während der Zeit der Entriegelung keine Gefährdung bestehen kann.

Die Vorgehensweise zum Entriegeln ist in den nachfolgenden Unterlagen beschrieben.



Detaillierte Informationen:

- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT82: SD01172T
- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT162: SD01632T

## 5 Betrieb

### 5.1 Geräteverhalten beim Einschalten

Das Geräteverhalten beim Einschalten ist in der entsprechenden Betriebsanleitung beschrieben.



Detaillierte Informationen:

- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT82: SD01172T
- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT162: SD01632T

### 5.2 Geräteverhalten bei Anforderung der Sicherheitsfunktion

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



Detaillierte Informationen:

- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT82: SD01172T
- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT162: SD01632T

### 5.3 Sichere Zustände

Je nach erkanntem Fehler nimmt das System den Sicheren Zustand ein. Das Geräteverhalten ist in den entsprechenden Sicherheitshandbüchern beschrieben:



Detaillierte Informationen:

- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT82: SD01172T
- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT162: SD01632T

Sicherer Zustand / Ausgangsstrom:

- $I \leq 3,6 \text{ mA}$  (Low Alarm)  
oder
- $I \geq 21,5 \text{ mA}$  (High 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.



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

## 5.5 Alarm- und Warnmeldungen

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



Detaillierte Informationen:

- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT82: SD01172T
- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT162: SD01632T

Die ausgegebenen Alarm- und Warnmeldungen in Form von Fehlercodes und zugehörigen Klartextmeldungen sind zusätzliche Informationen. Den Zusammenhang zwischen Fehlercode und ausgegebenem Strom können Sie der Tabelle entnehmen.



Detaillierte Informationen:

- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT82: SD01172T
- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT162: SD01632T

## 6 Wiederholungsprüfung



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

### **⚠ VORSICHT**

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

- ▶ Die Prozesssicherheit muss während der Prüfung durch geeignete Maßnahmen gewährleistet werden.
- Das sicherheitsbezogene Ausgangssignal 4 ... 20 mA darf während der Prüfung nicht für die Schutzeinrichtung genutzt werden.
- Eine durchgeführte Prüfung ist zu dokumentieren, dafür kann das Template im Anhang benutzt werden →  29.

Der Betreiber legt das Prüfintervall fest und dieses muss bei der Ermittlung der Versagenswahrscheinlichkeit PFDavg 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.

Informationen zu den Prüfungsabläufe für die Tranmitter entnehmen Sie bitte den zugehörigen Sicherheitsdokumenten.



Detaillierte Informationen:

- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT82: SD01172T
- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT162: SD01632T

Für das Thermometer iTHERM TM131 werden folgende Prüfschritte in regelmäßigen Zeitabschnitten empfohlen:

### **Bauteil Anschlusskopf**

Sichtprüfung des Kopfes und der Dichtungen auf Beschädigungen und Verschleiß

### **Bauteil Messeinsatz**

Alle 12 Monate ist der Isolationswiderstand des Messkreises gegen Schutzarmatur zu messen (bei Thermoelementen nur bei ungeerdeten Sensoren; bei mehreren Sensoren ist die Isolationsprüfung auch zwischen den einzelnen Kreisen durchzuführen). Der minimale Isolationswiderstand bei Raumtemperatur sollte 100 MΩ bei 100 V betragen.

### **Bauteil Thermometer-Schutzrohr**

- Sichtprüfung des Schutzrohres und Halsrohres auf Beschädigungen, Leckagen, Korrosion und Verschleiß.
- Sichtprüfung von Dichtstellen auf Leckagen.

### **Bauteil Transmitter**

Die Vorgehensweise zur Wiederholungsprüfung des Transmitters entnehmen Sie bitte den zugehörigen Sicherheitsdokumenten.



Detaillierte Informationen:

- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT82: SD01172T
- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT162: SD01632T

## **6.1 Prüfablauf A**

### **Ablauf der Wiederholungsprüfung**

Der Ablauf der Wiederholungsprüfung ist in den nachfolgenden Unterlagen beschrieben.



Detaillierte Informationen:

- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT82: SD01172T
- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT162: SD01632T

## **6.2 Prüfablauf B**

### **Ablauf der Wiederholungsprüfung**

Der Ablauf der Wiederholungsprüfung ist in den nachfolgenden Unterlagen beschrieben.



Detaillierte Informationen:

- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT82: SD01172T
- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT162: SD01632T

## **6.3 Prüfablauf C**

### **Ablauf der Wiederholungsprüfung**

Der Ablauf der Wiederholungsprüfung ist in den nachfolgenden Unterlagen beschrieben.



Detaillierte Informationen:

- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT82: SD01172T
- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit TMT162: SD01632T

## 6.4 Prüfkriterium

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

- Die Wiederholungsprüfung dient zur Aufdeckung gefährlicher unentdeckter Geräteausfälle ( $\lambda_{du}$ ).
- Der Einfluss systematischer Fehler auf die Sicherheitsfunktion wird durch diese Prüfung 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.

# 7 Reparatur und Fehlerbehandlung

## 7.1 Wartung

Wartungshinweise und Hinweise zur Kalibrierung 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.

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.

Reparatur dokumentieren mit:

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

### Sensor mit bzw. ohne Prozessanschluss

Geräteprüfung nach Reparatur: Wiederholungsprüfung, Prüfablauf A oder B

### Dichtungssätze zum Sensor

Geräteprüfung nach Reparatur: Wiederholungsprüfung, Prüfablauf A oder B

### **Display**

Geräteprüfung nach Reparatur: Sichtkontrolle, ob alle Teile vorhanden und ordnungsgemäß montiert sind und ob das Gerät im Gut-Zustand ist.

### **Elektronikeinsatz**

Geräteprüfung nach Reparatur: Wiederholungsprüfung, Prüfablauf A oder B

### **Gehäusedeckel**

Geräteprüfung nach Reparatur: Sichtkontrolle, ob alle Teile vorhanden und ordnungsgemäß montiert sind und ob das Gerät im Gut-Zustand ist.

### **Kabelverschraubung**

Geräteprüfung nach Reparatur: Wiederholungsprüfung, Prüfablauf A oder B

### **Dichtungssätze zu den Gehäusedeckeln**

Geräteprüfung nach Reparatur: Sichtkontrolle, ob alle Teile vorhanden und ordnungsgemäß montiert sind und ob das Gerät im Gut-Zustand ist.

### **Sicherungskralen Gehäuse**

Geräteprüfung nach Reparatur: Sichtkontrolle, ob alle Teile vorhanden und ordnungsgemäß montiert sind und ob das Gerät im Gut-Zustand ist.



Einbauanleitungen liegen dem Original-Ersatzteil bei und sind auch im Downloadbereich unter [www.endress.com](http://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 bzw. installierten SIL-Geräten. Modifikationen von SIL-Geräten durch den Anwender sind nicht erlaubt.

## **7.4 Außerbetriebnahme**

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

## **7.5 Entsorgung**

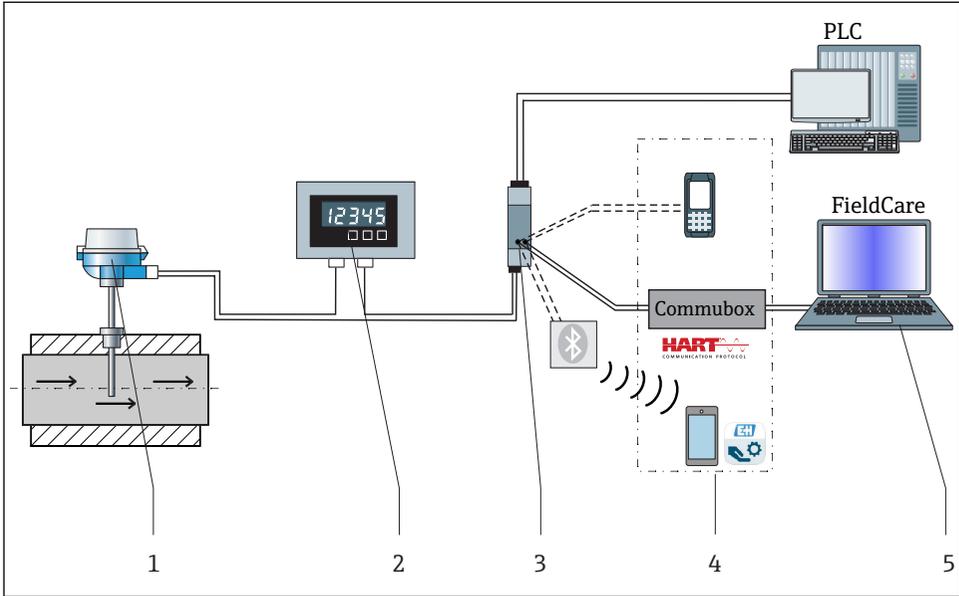
Gemäß der Richtlinie 2012/19/EG über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (WEEE) dürfen unsere Produkte nicht als unsortierter Hausmüll entsorgt werden und können an Endress+Hauser zur Entsorgung zurückgegeben werden zu den in unseren Allgemeinen Geschäftsbedingungen festgelegten oder individuell vereinbarten Bedingungen.

## 8 Anhang

### 8.1 Aufbau des Messsystems

#### 8.1.1 Systemkomponenten

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



A0035235

#### 1 Anwendungsbeispiel, Messstellenaufbau mit zusätzlichen Endress+Hauser Komponenten

- 1 *Installiertes iTHERM-Thermometer mit HART®-Kommunikationsprotokoll*
- 2 *2-Leiter-Prozessanzeiger RIA15 - Der Prozessanzeiger wird in die Stromschleife eingebunden und zeigt das Messsignal oder die HART®-Prozessvariablen in digitaler Form an. Der Prozessanzeiger erfordert keine externe Spannungsversorgung. Er wird direkt über die Stromschleife gespeist. Nähere Informationen hierzu ist in der entsprechenden Gerätedokumentation beschrieben.*
- 3 *Speisetrenner RN221N - Der Speisetrenner RN221N (24 V DC, 30 mA) verfügt über einen galvanisch getrennten Ausgang zur Spannungsversorgung von 2-Leiter-Transmittern. Das Weitbereichsnetzteil arbeitet mit einer Netzspannung am Eingang von 20 bis 250 V DC/AC, 50/60 Hz, sodass der Einsatz in allen internationalen Netzen möglich ist. Nähere Informationen hierzu ist in der entsprechenden Gerätedokumentation beschrieben.*
- 4 *Kommunikationsbeispiele: HART® Communicator (Handbediengerät), FieldXpert, Commubox FXA195 für eigensichere HART®-Kommunikation mit FieldCare über USB-Schnittstelle, Bluetooth®-Technologie mit SmartBlue App.*
- 5 *FieldCare ist ein FDT-basiertes Plant Asset Management Tool von Endress+Hauser.*

Im Thermometer mit Messumformer wird ein dem jeweiligen Sensorwert proportionales, analoges Signal (4 ... 20 mA) erzeugt, das einer nachgeschalteten Logikeinheit (z.B. SPS, Grenz-

signalgeber) zugeführt wird und dort auf das Überschreiten bzw. Unterschreiten eines vorgegebenen Grenzwertes überwacht wird.

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

#### HINWEIS

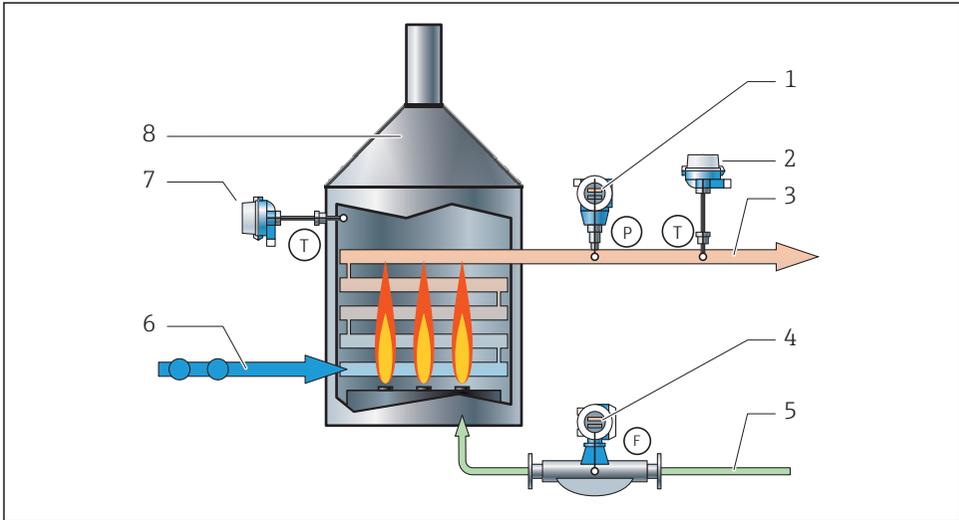
- ▶ Das optionale Display ist nicht Teil der Sicherheitsfunktion, weder Hardware noch Software des Displays haben nachweislich einen Einfluss auf die definierten Sicherheitsfunktionen des Transmitters.

### 8.1.2 Beschreibung der Anwendung als Schutzeinrichtung

Das Thermometer TM131 verwendet die Messprinzipien **Widerstandssensor RTD** und **Thermoelement TC**. Bei diesen Widerstandsthermometern kommt als Temperatursensor ein Pt100 gemäß IEC 60751 zum Einsatz. Es handelt sich dabei um einen temperaturempfindlichen Platinmesswiderstand mit einem Widerstandswert von  $100 \Omega$  bei  $0^\circ\text{C}$  ( $32^\circ\text{F}$ ) und einem Temperaturkoeffizienten  $\alpha = 0.003851^\circ\text{C}^{-1}$ .

Thermoelemente sind vergleichsweise einfache, robuste Temperatursensoren, bei denen der Seebeck-Effekt zur Temperaturmessung ausgenutzt wird: Verbindet man an einem Punkt zwei elektrische Leiter unterschiedlicher Materialien, ist bei Vorhandensein von Temperaturgradienten entlang dieser Leiter eine schwache elektrische Spannung zwischen den beiden noch offenen Leiterenden messbar. Diese Spannung wird Thermospannung oder auch elektromotorische Kraft (EMK, engl.: e.m.f.) genannt. Ihre Größe ist abhängig von der Art der Leitermaterialien sowie von der Temperaturdifferenz zwischen der "Messstelle" (der Verbindungsstelle beider Leiter) und der "Vergleichsstelle" (den offenen Leiterenden).

Thermoelemente messen somit primär nur Temperaturdifferenzen. Die absolute Temperatur an der Messstelle kann daraus ermittelt werden, insofern die zugehörige Temperatur an der Vergleichsstelle bereits bekannt ist bzw. separat gemessen und kompensiert wird. Die Materialpaarungen und zugehörigen Thermospannung/Temperatur-Kennlinien der gebräuchlichsten Thermoelement-Typen sind in den Normen IEC 60584 bzw. ASTM E230/ANSI MC96.1 standardisiert. Das sicherheitsbezogene Signal des Geräts ist das analoge Ausgangssignal  $4...20$  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.



A0040018

## 2 Beispiel Messanordnung

- 1 Drucksensor
- 2 Thermometer TM131
- 3 Fertiges Produkt
- 4 Durchflusssensor
- 5 Treibstoff
- 6 Startmaterial
- 7 Thermometer TM131
- 8 Ofen

In Schutzeinrichtungen kann das Thermometer TM131 in dieser Anordnung für, MAX-Temperatur und Bereichsüberwachung eingesetzt werden.

**i** Der sichere Betrieb des Geräts setzt eine ordnungsgemäße Installation voraus.

### 8.1.3 Messfunktion

#### **i** Galvanische Trennung

Bei Anschluss von zwei Sensoren am Transmitter auf eine galvanische Trennung der Sensoren achten, dies gilt jedoch nicht für geerdete Thermoelemente.

## Zwei-Kanal-Funktionen

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

- Funktion **Mittelwert**  
Die Messwerte  $M_1$ ,  $M_2$  der beiden Sensoren werden als arithmetisches Mittel, also  $(M_1+M_2)/2$ , ausgegeben.
- Funktion **Differenz**  
Die Messwerte  $M_1$ ,  $M_2$  der beiden Sensoren werden als Differenz  $M_1-M_2$  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. Im SIL-Mode sind 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.



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.

## 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 -**

Firma / Ansprechpartner
Ausführender

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

<b>Informationen zur Verifikation</b>
Datum / Uhrzeit
Durchgeführt von

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

<b>Bemerkung</b>

---

 Datum

---

 Unterschrift

---

 Unterschrift Ausführender

## 8.2.2 Prüfprotokoll - Seite 2 -

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

Inbetriebnahmeprüfung
<input type="checkbox"/> Geräteparametrierung via SIL-Modbus 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	Ergebnis
1 Anschlusskopf			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden <input type="checkbox"/> Nicht relevant
2 Messeinsatz			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden <input type="checkbox"/> Nicht relevant
3 Thermometer Schutzrohr			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden <input type="checkbox"/> Nicht relevant
4 Abgleich Messanfang Sensor 1			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden
5 Abgleich Messende Sensor 1			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden
6 Abgleich Messanfang Sensor 2			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden <input type="checkbox"/> Nicht relevant
7 Abgleich Messende Sensor 2			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden <input type="checkbox"/> Nicht relevant
8 Stromwert Alarm			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden

<b>Protokoll Wiederholungsprüfung</b>			
<b>Prüfschritt</b>	<b>Sollwert</b>	<b>Istwert</b>	<b>Ergebnis</b>
9 Neustart via HART			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden <input type="checkbox"/> Nicht relevant
10 Neustart via Aufsteckdisplay			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden <input type="checkbox"/> Nicht relevant

### 8.2.3 Prüfprotokoll - Seite 3 -

Protokoll Inbetriebnahmeprüfung			
Prüfschritt	Sollwert	Istwert	Ergebnis
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 Sensordrift			<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 <input type="checkbox"/> Nicht relevant
8 Bereichsverletzungs-Kategorie			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden <input type="checkbox"/> Nicht relevant
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 Aufsteckdisplay			<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden <input type="checkbox"/> Nicht relevant

## 8.2.4 Parameter-Einstellungen für den SIL-Modus

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	+850 °C		
Untere Sensorgrenze 1	-200 °C		
Obere Sensorgrenze 2	-		
Untere Sensorgrenze 2	-		
Sensor Offset 1	0		
Sensor Offset 2	0		
Anschlussart 1	4-Leiter (RTD)		
Anschlussart 2	2-Leiter (TC)		



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

---