

Handbuch Funktionale Sicherheit **iTHERM ModuLine TM1x1,** **iTHERM SurfaceLine TM611**





A0023555

Inhaltsverzeichnis

1	Konformitätserklärung	4	5.2	Geräteverhalten bei Anforderung der Sicherheitsfunktion	20
1.1	Sicherheitstechnische Kenngrößen	5	5.3	Sichere Zustände	20
1.2	Anwendung als sicheres Messsystem	7	5.4	Geräteverhalten bei Alarm und Warnungen ..	21
1.2.1	Kennzahlen iTHERM TM1x1 und iTHERM TM611 mit iTEMP TMT82 ...	7	5.5	Alarm- und Warnmeldungen	21
1.2.2	Kennzahlen iTHERM TM1x1 und iTHERM TM611 mit iTEMP TMT162	9	6	Wiederholungsprüfung	21
2	Hinweise zum Dokument	10	6.1	Prüfablauf A, B, C	22
2.1	Dokumentfunktion	10	6.2	Prüfkriterium	22
2.2	Symbole	10	7	Reparatur und Fehlerbehandlung ..	22
2.2.1	Warnhinweissymbole	10	7.1	Wartung	22
2.2.2	Symbole für Informationstypen und Grafiken	11	7.2	Reparatur	23
2.3	Mitgeltende Gerätedokumentation	11	7.3	Modifikation	23
2.3.1	Mitgeltende Dokumente	11	7.4	Außerbetriebnahme	24
3	Design	12	7.5	Entsorgung	24
3.1	Zulässige Gerätetypen	12	8	Anhang	24
3.1.1	Bestellmerkmale	13	8.1	Aufbau des Messsystems	24
3.2	Kennzeichnung	15	8.1.1	Systemkomponenten	24
3.3	Sicherheitsfunktion	15	8.1.2	Beschreibung der Anwendung als Schutzeinrichtung	25
3.3.1	Sicherheitsbezogenes Ausgangssignal	15	8.1.3	Messfunktion	26
3.3.2	Sichere Messung	15	8.2	Protokoll Inbetriebnahme- oder Wiederholungsprüfung	27
3.4	Randbedingungen für die Anwendung im sicherheitsbezogenen Betrieb	15	8.2.1	Prüfprotokoll - Seite 1 -	28
3.4.1	Zufällige Ausfälle gemäß IEC / EN 61508	16	8.2.2	Prüfprotokoll - Seite 2 -	29
3.4.2	Einschränkungen für den sicherheitsbezogenen Einsatz	16	8.2.3	Prüfprotokoll - Seite 3 -	30
3.5	Gefährliche unerkannte Fehler in dieser Betrachtung	18	8.2.4	Parameter-Einstellungen für den SIL-Modus	31
3.6	Gebrauchsdauer elektrischer Bauteile	18			
4	Inbetriebnahme (Installation und Konfiguration)	19			
4.1	Anforderungen an das Personal	19			
4.2	Installation	19			
4.3	Inbetriebnahme	19			
4.4	Bedienung	19			
4.5	Geräteparametrierung für sicherheitsbezogene Anwendungen	19			
4.5.1	Abgleich der Messstelle	19			
4.5.2	Geräteschutz	19			
4.5.3	Verriegelung im Expertenmodus	20			
4.5.4	Entriegelung eines SIL-Geräts	20			
5	Betrieb	20			
5.1	Geräteverhalten beim Einschalten	20			

1 Konformitätserklärung

SIL_00327_04.25

Endress+Hauser 
People for Process Automation

Herstellererklärung - Manufacturer Declaration

Funktionale Sicherheit - Functional Safety according to IEC 61508:2010
Beiblatt 1/ NE130 Formblatt B1 - Supplement 1 / NE130 Form B.1

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

erklärt als Hersteller, dass die folgenden Thermometer
declares as manufacturer, that the following thermometers

**iTHERM ModuLine TM111, iTHERM ModuLine TM131, iTHERM
ModuLine TM151, iTHERM SurfaceLine TM611**

in Verbindung mit den Transmittern - in combination with the transmitters

**iTEMP TMT82 oder - or
iTEMP TMT162**

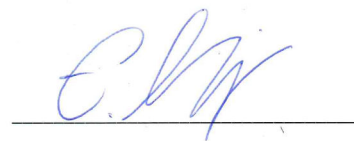
für den Einsatz in sicherheitsrelevanten Anwendungen bis SIL2 (HFT=0) bzw. SIL3 (HFT=1)
entsprechend IEC61508:2010 geeignet sind.
are suitable for use in safety-instrumented systems up to SIL2 (HFT=0) or SIL3 (HFT=1) according to
IEC61508:2010.

In sicherheitsrelevanten Anwendungen gemäß IEC 61508 und IEC 61511 sind die Angaben des
Handbuchs zur Funktionalen Sicherheit zu beachten.
In safety instrumented systems according to IEC 61508 and IEC 61511, the instructions of the Safety
Manual have to be followed.

Nesselwang, 11.02.2025
Endress+Hauser Wetzlar GmbH+Co. KG



ppa. Harald Müller
Director Technology



i.V. Eva Rizzo
Head of Department Technology Safety

1/3

A0057825

1.1 Sicherheitstechnische Kenngrößen

SIL_00327_04.25

Endress+Hauser 
People for Process Automation

Allgemein			
Gerätebezeichnung und zulässige Ausführungen	TM111, TM131, TM151, TM611 (Bestellmerkmal "Weitere Zulassungen": Option LA "SIL")		
Sicherheitsbezogenes Ausgangssignal	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	☒ Typ A	☐ Typ B	
Betriebsart	☒ Low Demand Mode	☒ High Demand	☐ Continuous Mode
Sicherheitshandbuch	SD02427T, FY01102T, SD01172T, FY01105T, SD01632T, FY01106T		
Art der Bewertung (nur eine Variante wählbar)	☒	Vollständige entwicklungsbegleitende HW/SW Bewertung inkl. FMEDA und Änderungsprozess nach IEC 61508-2, 3	
	☐	Bewertung über Nachweis der Betriebsbewährung HW/SW inkl. FMEDA und Änderungsprozess nach IEC 61508-2, 3	
	☐	Auswertung von Felddaten HW/SW zum Nachweis "Frühere Verwendung" gem. IEC 61511	
	☐	Bewertung durch FMEDA gem. IEC 61508-2 für Geräte ohne Software	
Bewertung durch / Zertifikatsnummer	TM1x1/TM611: Z10 012833 0008 TMT82: Z10 012833 0005 TMT162: Z10 012833 0004		
Prüfungsunterlagen	Entwicklungsdokumente, Testreports, Datenblätter		
SIL - Integrität			
Systematische Sicherheitsintegrität		☐ SIL 2 fähig	☒ SIL 3 fähig
Hardware Sicherheitsintegrität	Einkanaliger Einsatz (HFT = 0)	☒ SIL 2 fähig	☐ SIL 3 fähig
	Mehrkanaliger Einsatz (HFT ≥ 1)	☐ SIL 2 fähig	☒ SIL 3 fähig
Kennzahlen			
	Thermometer und Transmitter		
TM1x1, TM611 mit TMT82	siehe Kap. 1.2.1 (FY01102T)		
TM1x1, TM611 mit TMT162	siehe Kap. 1.2.2 (FY01102T)		
Erklärung			
☒	Unser firmeninternes Qualitätsmanagement stellt die Information von zukünftig bekanntwerdenden sicherheitsrelevanten systematischen Fehlern sicher.		

2/3

A0057826

SIL_00327_04.25

Endress+Hauser 
People for Process Automation

General			
Device designation and permissible types	TM111, TM131, TM151, TM611 (Order code for "Additional approval": Option LA "SIL")		
Safety-related output signal	4...20mA		
Fault current	≤ 3,6 mA oder ≥ 21,0 mA		
Process variable/function	Temperature, Voltage, Resistance		
Safety function(s)	safe measuring		
Device type acc. to IEC 61508-2	☒ Type A	☐ Type B	
Operating mode	☒ Low Demand Mode	☒ High Demand	☐ Continuous Mode
Safety manual	SD02427T, FY01102T, SD01172T, FY01105T, SD01632T, FY01106T		
Type of evaluation (check only one box)	☒ Complete HW/SW evaluation parallel to development incl. FMEDA and change request acc. to IEC 61508-2, 3 ☐ Evaluation of "Proven-in-use" performance for HW/SW incl. FMEDA and change request acc. to IEC 61508-2, 3 ☐ Evaluation of HW/SW field data to verify „prior use“ acc. to IEC 61511 ☐ Evaluation by FMEDA acc. to IEC61508-2 for devices w/o software		
Evaluation through / certificate no.	TM1x1/TM611: Z10 012833 0008 TMT82: Z10 012833 0005 TMT162: Z10 012833 0004		
Test documents	development documents, test reports, data sheets		
SIL - Integrity			
Systematic safety integrity		☐ SIL 2 capable	☒ SIL 3 capable
Hardware safety integrity	Single channel use (HFT = 0)	☒ SIL 2 capable	☐ SIL 3 capable
	Multi-channel use (HFT ≥ 1)	☐ SIL 2 capable	☒ SIL 3 capable
key figures		Thermometer and Transmitter	
TM1x1, TM611 with TMT82		see Chapter 1.2.1 (FY01102T)	
TM1x1, TM611 with TMT162		see Chapter 1.2.2 (FY01102T)	
Declaration			
☒	Our internal company quality management system ensures information on safety-related systematic faults which become evident in the future		

3/3

A0057827

1.2 Anwendung als sicheres Messsystem

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

1.2.1 Kennzahlen iTHERM TM1x1 und iTHERM TM611 mit iTEMP TMT82

Einkanal-Betrieb

Headtransmitter

λ_{du}	λ_{dd}	λ_{su}	λ_{sd}	SFF	PFD _{avg}
40 FIT	258 FIT	127 FIT	3 FIT	91%	1.75 · 10 ⁻⁴

Thermo-couple

	low stress		high stress		low stress		high stress	
	closed coupled				extension wire			
	Sensor	Sensor + TMT82	Sensor	Sensor + TMT82	Sensor	Sensor + TMT82	Sensor	Sensor + TMT82
λ_{du}	6 FIT	46 FIT	119 FIT	159 FIT	109 FIT	149 FIT	2180 FIT	2220 FIT
λ_{dd}	94,1 FIT	352,1 FIT	1881,0 FIT	2139 FIT	891 FIT	1149 FIT	17820 FIT	18078 FIT
λ_{su}	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT
λ_{sd}	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT
SFF	94%	94% / 91%	94%	94% / 91%	89%	89% / 91%	89%	89% / 91%
PFD _{avg}		2.0 · 10 ⁻⁴		7.0 · 10 ⁻⁴		6.5 · 10 ⁻⁴		9.7 · 10 ⁻³
λ_{du}	9 FIT	49 FIT	180,7 FIT	220,7 FIT	98,8 FIT	138,8 FIT	1976 FIT	2016 FIT
λ_{dd}	38,9 FIT	296,9 FIT	779,3 FIT	1037,3 FIT	376,2 FIT	634,2 FIT	7524 FIT	7782 FIT
λ_{su}	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT
λ_{sd}	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT
SFF	81%	81% / 91%	81%	81% / 91%	79%	79% / 91%	79%	79% / 91%
PFD _{avg}		2.1 · 10 ⁻⁴		9.7 · 10 ⁻⁴		6.1 · 10 ⁻⁴		8.8 · 10 ⁻³
λ_{du}	6,4 FIT	46,4 FIT	128,8 FIT	168,8 FIT	74,3 FIT	114,3 FIT	1486 FIT	1526 FIT
λ_{dd}	43,6 FIT	301,6 FIT	871,2 FIT	1129,2 FIT	425,7 FIT	683,7 FIT	8514 FIT	8772 FIT
λ_{su}	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT
λ_{sd}	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT
SFF	87%	87% / 91%	87%	87% / 91%	85%	85% / 91%	85%	85% / 91%
PFD _{avg}		2.0 · 10 ⁻⁴		7.4 · 10 ⁻⁴		5.0 · 10 ⁻⁴		6.7 · 10 ⁻³

RTD 2-/3-wire

	low stress		high stress		low stress		high stress	
	closed coupled				extension wire			
	Sensor	Sensor + TMT82	Sensor	Sensor + TMT82	Sensor	Sensor + TMT82	Sensor	Sensor + TMT82
λ_{du}	6 FIT	46 FIT	119 FIT	159 FIT	109 FIT	149 FIT	2180 FIT	2220 FIT
λ_{dd}	94,1 FIT	352,1 FIT	1881,0 FIT	2139 FIT	891 FIT	1149 FIT	17820 FIT	18078 FIT
λ_{su}	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT
λ_{sd}	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT
SFF	94%	94% / 91%	94%	94% / 91%	89%	89% / 91%	89%	89% / 91%
PFD _{avg}		2.0 · 10 ⁻⁴		7.0 · 10 ⁻⁴		6.5 · 10 ⁻⁴		9.7 · 10 ⁻³
λ_{du}	9 FIT	49 FIT	180,7 FIT	220,7 FIT	98,8 FIT	138,8 FIT	1976 FIT	2016 FIT
λ_{dd}	38,9 FIT	296,9 FIT	779,3 FIT	1037,3 FIT	376,2 FIT	634,2 FIT	7524 FIT	7782 FIT
λ_{su}	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT
λ_{sd}	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT
SFF	81%	81% / 91%	81%	81% / 91%	79%	79% / 91%	79%	79% / 91%
PFD _{avg}		2.1 · 10 ⁻⁴		9.7 · 10 ⁻⁴		6.1 · 10 ⁻⁴		8.8 · 10 ⁻³
λ_{du}	6,4 FIT	46,4 FIT	128,8 FIT	168,8 FIT	74,3 FIT	114,3 FIT	1486 FIT	1526 FIT
λ_{dd}	43,6 FIT	301,6 FIT	871,2 FIT	1129,2 FIT	425,7 FIT	683,7 FIT	8514 FIT	8772 FIT
λ_{su}	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT
λ_{sd}	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT
SFF	87%	87% / 91%	87%	87% / 91%	85%	85% / 91%	85%	85% / 91%
PFD _{avg}		2.0 · 10 ⁻⁴		7.4 · 10 ⁻⁴		5.0 · 10 ⁻⁴		6.7 · 10 ⁻³

RTD 4-wire

	low stress		high stress		low stress		high stress	
	closed coupled				extension wire			
	Sensor	Sensor + TMT82	Sensor	Sensor + TMT82	Sensor	Sensor + TMT82	Sensor	Sensor + TMT82
λ_{du}	6 FIT	46 FIT	119 FIT	159 FIT	109 FIT	149 FIT	2180 FIT	2220 FIT
λ_{dd}	94,1 FIT	352,1 FIT	1881,0 FIT	2139 FIT	891 FIT	1149 FIT	17820 FIT	18078 FIT
λ_{su}	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT
λ_{sd}	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT
SFF	94%	94% / 91%	94%	94% / 91%	89%	89% / 91%	89%	89% / 91%
PFD _{avg}		2.0 · 10 ⁻⁴		7.0 · 10 ⁻⁴		6.5 · 10 ⁻⁴		9.7 · 10 ⁻³
λ_{du}	9 FIT	49 FIT	180,7 FIT	220,7 FIT	98,8 FIT	138,8 FIT	1976 FIT	2016 FIT
λ_{dd}	38,9 FIT	296,9 FIT	779,3 FIT	1037,3 FIT	376,2 FIT	634,2 FIT	7524 FIT	7782 FIT
λ_{su}	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT
λ_{sd}	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT
SFF	81%	81% / 91%	81%	81% / 91%	79%	79% / 91%	79%	79% / 91%
PFD _{avg}		2.1 · 10 ⁻⁴		9.7 · 10 ⁻⁴		6.1 · 10 ⁻⁴		8.8 · 10 ⁻³
λ_{du}	6,4 FIT	46,4 FIT	128,8 FIT	168,8 FIT	74,3 FIT	114,3 FIT	1486 FIT	1526 FIT
λ_{dd}	43,6 FIT	301,6 FIT	871,2 FIT	1129,2 FIT	425,7 FIT	683,7 FIT	8514 FIT	8772 FIT
λ_{su}	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT
λ_{sd}	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT
SFF	87%	87% / 91%	87%	87% / 91%	85%	85% / 91%	85%	85% / 91%
PFD _{avg}		2.0 · 10 ⁻⁴		7.4 · 10 ⁻⁴		5.0 · 10 ⁻⁴		6.7 · 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

A0054243

A0054243



Der Einsatz im Einkanal-Betrieb ist bis 2 000 m begrenzt.

Zweikanal-Betrieb

Headtransmitter		λ_{du}	λ_{dd}	λ_{su}	λ_{sd}	SFF	PFD _{avg}
		40 FIT	258 FIT	127 FIT	3 FIT	91%	1.75 · 10 ⁻⁴

Thermo-couple	low stress		high stress		low stress		high stress		
	closed coupled				extension wire				
	2x Sensor	2x Sensor + TMT82	2x Sensor	2x Sensor + TMT82	2x Sensor	2x Sensor + TMT82	2x Sensor	2x Sensor + TMT82	
	λ_{du}	10,7 FIT	50,7 FIT	70 FIT	110 FIT	158 FIT	198 FIT	3160 FIT	3200 FIT
	λ_{dd}	189,3 FIT	447,3 FIT	3786 FIT	4044 FIT	1842 FIT	2100 FIT	36840 FIT	37098 FIT
	λ_{su}	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT
	λ_{sd}	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT
	SFF	95%	95% / 91%	98%	98% / 91%	92%	92% / 91%	92%	92% / 91%
	PFD _{avg}		2.2 · 10 ⁻⁴		4.8 · 10 ⁻⁴		8.7 · 10 ⁻⁴		1.4 · 10 ⁻²
	RTD 2-/3-wire	λ_{du}	7,7 FIT	47,7 FIT	154 FIT	194 FIT	83,6 FIT	123,6 FIT	1672 FIT
λ_{dd}		88,1 FIT	346,1 FIT	1766 FIT	2024 FIT	866,4 FIT	1124,4 FIT	17328 FIT	17586 FIT
λ_{su}		0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT
λ_{sd}		0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT
SFF		92%	92% / 91%	92%	92% / 91%	91%	91% / 91%	91%	91% / 91%
PFD _{avg}			2.1 · 10 ⁻⁴		8.5 · 10 ⁻⁴		5.4 · 10 ⁻⁴		7.5 · 10 ⁻³
λ_{du}		9,2 FIT	49,2 FIT	184 FIT	224 FIT	120,8 FIT	160,8 FIT	2416 FIT	2456 FIT
λ_{dd}		138,7 FIT	396,7 FIT	2776 FIT	3034 FIT	1354,2 FIT	1612,2 FIT	27084 FIT	27342 FIT
λ_{su}		0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT	0 FIT	127 FIT
λ_{sd}		0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT	0 FIT	3 FIT
RTD 2-/3-wire + TC	SFF	94%	94% / 91%	94%	94% / 91%	92%	92% / 91%	92%	92% / 91%
	PFD _{avg}		2.2 · 10 ⁻⁴		9.8 · 10 ⁻⁴		7.0 · 10 ⁻⁴		1.1 · 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 · 10⁻⁹h
PFD_{avg}

< 2.5 · 10⁻³
> 2.5 · 10⁻³
> 1 · 10⁻²

A0053692

A0053692

1.2.2 Kennzahlen iTHERM TM1x1 und iTHERM TM611 mit iTEMP TMT162

Einkanal-Betrieb

Transmitter

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

Thermo-couple

	low stress		high stress		low stress		high stress	
	closed coupled				extension wire			
	Sensor	Sensor + TMT162	Sensor	Sensor + TMT162	Sensor	Sensor + TMT162	Sensor	Sensor + TMT162
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

	low stress		high stress		low stress		high stress	
	closed coupled				extension wire			
	Sensor	Sensor + TMT162	Sensor	Sensor + TMT162	Sensor	Sensor + TMT162	Sensor	Sensor + TMT162
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

	low stress		high stress		low stress		high stress	
	closed coupled				extension wire			
	Sensor	Sensor + TMT162	Sensor	Sensor + TMT162	Sensor	Sensor + TMT162	Sensor	Sensor + TMT162
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

1 FIT = 1 · 10⁻⁹ h

PFD_{avg}

< 2.5 · 10⁻³

> 2.5 · 10⁻³

> 1 · 10⁻²

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

A0053691



Der Einsatz im Einkanal-Betrieb ist bis 2 000 m begrenzt.

Zweikanal-Betrieb

		λ_{du}	λ_{dd}	λ_{su}	λ_{sd}	SFF	PFD _{avg}
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				extension wire				
	2 x Sensor		2 x Sensor + TMT162		2 x Sensor		2 x Sensor + TMT162		
	2 x Sensor		2 x Sensor + TMT162		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%
	PFD _{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%
	PFD _{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%
	PFD _{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

PFD_{avg}

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

A0053693

⚠ VORSICHT

Bezeichnet eine möglicherweise drohende Gefahr. Wenn sie nicht gemieden wird, können leichte oder geringfügige Verletzungen die Folge sein.

HINWEIS

Bezeichnet eine möglicherweise schädliche Situation. Wenn sie nicht gemieden wird, kann das Produkt oder etwas in seiner Umgebung beschädigt werden.

2.2.2 Symbole für Informationstypen und Grafiken

i Tipp

Kennzeichnet zusätzliche Informationen



Verweis auf Dokumentation



Verweis auf Abbildung



Zu beachtender Hinweis oder einzelner Handlungsschritt

1., 2., 3.

Handlungsschritte



Ergebnis eines Handlungsschritts

1, 2, 3, ...

Positionsnummern

A, B, C, ...

Ansichten

2.3 Mitgeltende Gerätedokumentation



Eine Übersicht zum Umfang der zugehörigen Technischen Dokumentation bieten:

- *Device Viewer* (www.endress.com/deviceviewer): Seriennummer vom Typenschild eingeben
- *Endress+Hauser Operations App*: Seriennummer vom Typenschild eingeben oder Matrixcode auf dem Typenschild einscannen

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

2.3.1 Mitgeltende Dokumente

- Betriebsanleitung iTHERM ModuLine: BA01915T
- Betriebsanleitung iTHERM SurfaceLine: BA02366T
- Betriebsanleitung iTEMP TMT82: BA01028T
- Betriebsanleitung iTEMP TMT162: BA01801T
- Technische Information iTHERM ModuLine TM111: TI01445T
- Technische Information iTHERM ModuLine TM131: TI01373T
- Technische Information iTHERM ModuLine TM151: TI01707T
- Technische Information iTHERM SurfaceLine TM611: TI01801T
- Sicherheitshinweise iTHERM ModuLine TM1x1: XA00044R
- Sicherheitshinweise iTHERM ModuLine TM1x1: XA01799T
- Sicherheitshinweise iTHERM ModuLine TM1x1: XA01817T
- Sicherheitshinweise iTHERM SurfaceLine TM1611: XA03256T
- Sicherheitshinweise iTHERM SurfaceLine TM1611: XA03258T
- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit iTEMP TMT82: SD01172T/FY01105T
- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit iTEMP TMT162: SD01632T/FY01106T

Technische Information (TI)**Planungshilfe**

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

Betriebsanleitung (BA)**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.

Kurzanleitung (KA)**Schnell zum 1. Messwert**

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

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.

Zertifikat

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

3 Design

3.1 Zulässige Gerätetypen

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

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

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



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

Gültige Geräteausprägungen für sicherheitsbezogenen Einsatz:

3.1.1 Bestellmerkmale

Gerätewurzel: TM131-	Gerätewurzel: TM151-
Merkmal: 010 "Zulassung" Ausprägung: alle	Merkmal: 010 "Zulassung" Ausprägung: alle
Merkmal: 020 "Schutzrohr" Ausprägung: alle	Merkmal: 020 "Schutzrohr" Ausprägung: alle
Merkmal: 030 "Thermometer Aufbau" Ausprägung: alle	Merkmal: 030 "Thermometer Aufbau" Ausprägung: alle
Merkmal: 050 "Prozessanschluss; Werkstoff" Ausprägung: alle	Merkmal: 040 "Schutzrohrwerkstoff" Ausprägung: alle
Merkmal: 060 "Schutzrohrdurchmesser; Werkstoff" Ausprägung: alle	Merkmal: 050 "Prozess-/Schutzrohranschluss" Ausprägung: alle
Merkmal: 070 "Form der Spitze" Ausprägung: alle	Merkmal: 060 "Eintauchlänge U" Ausprägung: alle
Merkmal: 080 "Eintauchlänge U" Ausprägung: alle	Merkmal: 070 "Geometrie Mediumsberührende Teile" Ausprägung: alle
Merkmal: 090 "Abnehmbares Halsrohr Länge E" Ausprägung: alle	Merkmal: 080 "Schutzrohrschaft Länge T" Ausprägung: alle
Merkmal: 100 "Schutzrohrschaft Länge T" Ausprägung: alle	Merkmal: 090 "Abnehmbares Halsrohr Länge E" Ausprägung: alle
Merkmal: 110 "Sensortyp; Messbereich; Werkstoff" Ausprägung: alle außer Y	Merkmal: 100 "Sensortyp; Messbereich; Werkstoff" Ausprägung: alle außer Y
Merkmal: 130 "Sensorstandard; Klassifizierung" Ausprägung: alle	Merkmal: 110 "Sensorstandard; Klassifizierung" Ausprägung: alle
Merkmal: 140 "Elektrischer Anschluss" Ausprägung: nur 2E, 2G, 3D, 3F, 3I	Merkmal: 120 "Elektrischer Anschluss" Ausprägung: nur 2E, 2G, 3D, 3F, 3I
Merkmal: 150 "Anschlusskopf; Werkstoff; Schutzart" Ausprägung: alle	Merkmal: 130 "Anschlusskopf; Werkstoff; Schutzart" Ausprägung: alle
Merkmal: 170 "Kabeleingang Anschlusskopf" Ausprägung: alle	Merkmal: 140 "Kabeleingang Anschlusskopf" Ausprägung: alle
Merkmal: 480 "Gerätemodell" Ausprägung: alle	Merkmal: 480 "Gerätemodell" Ausprägung: alle
Merkmal: 560 "Zweiter Transmitter (montiert)" Ausprägung: nur GF	Merkmal: 500 "Zusätzliche Designoptionen" Ausprägung: alle
Merkmal: 570 "Dienstleistung" Ausprägung: alle	Merkmal: 520 "Spezieller Durchmesser Wurzel D1" Ausprägung: alle
Merkmal: 580 "Test, Zeugnis, Erklärung" Ausprägung: alle	Merkmal: 530 "Spezieller Durchmesser Spitze D2" Ausprägung: alle
Merkmal: 590 "Weitere Zulassung" Ausprägung: Option LA muss gewählt sein	Merkmal: 540 "Spezieller Bohrdurchmesser Di" Ausprägung: alle
Merkmal: 600 "Zusatzoption" Ausprägung: alle	Merkmal: 545 "Spezielle Bodendicke B" Ausprägung: alle
Merkmal: 610 "Zubehör montiert" Ausprägung: alle	Merkmal: 550 "Thermometeranschluss Ge1" Ausprägung: alle
Merkmal: 630 "Kalibrierung Thermometer" Ausprägung: alle	Merkmal: 560 "Zweiter Transmitter (montiert)" Ausprägung: nur GF
Merkmal: 640 "Kalibrierpunkte ≥ 0 °C" Ausprägung: alle	Merkmal: 570 "Dienstleistung" Ausprägung: alle
Merkmal: 650 "Kalibrierpunkte ≤ 0 °C" Ausprägung: alle	Merkmal: 580 "Test, Zeugnis, Erklärung" Ausprägung: alle
Merkmal: 850 "Firmware-Version" Ausprägung: keine	Merkmal: 590 "Weitere Zulassung" Ausprägung: Option LA muss gewählt sein
Merkmal: 895 "Kennzeichnung" Ausprägung: alle	Merkmal: 600 "Zusatzoption" Ausprägung: alle
	Merkmal: 610 "Zubehör montiert" Ausprägung: alle

Gerätewurzel: TM131-	Gerätewurzel: TM151-
	Merkmal: 630 "Kalibrierung Thermometer" Ausprägung: alle Merkmal: 640 "Kalibrierpunkte >= 0 oC" Ausprägung: alle Merkmal: 650 "Kalibrierpunkte <= 0 oC" Ausprägung: alle Merkmal: 850 "Firmware-Version" Ausprägung: keine Merkmal: 895 "Kennzeichnung" Ausprägung: alle

Gerätewurzel: TM111-	Gerätewurzel: TM611-
Merkmal: 010 "Zulassung" Ausprägung: alle Merkmal: 040 "Messeinsatz Durchmesser" Ausprägung: alle Merkmal: 050 "Prozessanschluss; Werkstoff" Ausprägung: alle Merkmal: 080 "Eintauchlänge U" Ausprägung: alle Merkmal: 100 "Schutzrohrschaft Länge T" Ausprägung: alle Merkmal: 110 "Sensortyp; Messbereich; Werkstoff" Ausprägung: alle außer Y Merkmal: 130 "Sensorstandard; Klassifizierung" Ausprägung: alle Merkmal: 140 "Elektrischer Anschluss" Ausprägung: nur 3D, 3F, 3I Merkmal: 150 "Anschlusskopf; Werkstoff; Schutzart" Ausprägung: alle Merkmal: 170 "Kabeleingang Anschlusskopf" Ausprägung: alle Merkmal: 480 "Gerätemodell" Ausprägung: alle Merkmal: 560 "Zweiter Transmitter (montiert)" Ausprägung: nur GF Merkmal: 570 "Dienstleistung" Ausprägung: alle Merkmal: 580 "Test, Zeugnis, Erklärung" Ausprägung: alle Merkmal: 590 "Weitere Zulassung" Ausprägung: Option LA muss gewählt sein Merkmal: 600 "Zusatzoption" Ausprägung: alle Merkmal: 610 "Zubehör montiert" Ausprägung: alle Merkmal: 630 "Kalibrierung Thermometer" Ausprägung: alle Merkmal: 640 "Kalibrierpunkte >= 0 oC" Ausprägung: alle Merkmal: 650 "Kalibrierpunkte <= 0 oC" Ausprägung: alle Merkmal: 850 "Firmware-Version" Ausprägung: keine Merkmal: 895 "Kennzeichnung" Ausprägung: alle	Merkmal: 010 "Zulassung" Ausprägung: alle Merkmal: 020 "Thermometer Aufbau" Ausprägung: nur A und Y Merkmal: 030 "Rohraußendurchmesser; Werkstoff; Form" Ausprägung: alle Merkmal: 040 "Halsrohlänge E" Ausprägung: alle Merkmal: 050 "Sensortyp; Messbereich; Werkstoff" Ausprägung: alle außer Y Merkmal: 060 "Sensorstandard; Klassifizierung" Ausprägung: alle Merkmal: 070 "Elektrischer Anschluss" Ausprägung: nur 3D, 3F, 3I Merkmal: 080 "Anschlusskopf; Werkstoff; Schutzart" Ausprägung: alle Merkmal: 090 "Kabeleingang Anschlusskopf" Ausprägung: alle Merkmal: 100 "Anschlusskabel; Mantelisolierung" Ausprägung: alle Merkmal: 110 "Länge Anschlussleitung Kabelfühler" Ausprägung: alle Merkmal: 480 "Gerätemodell" Ausprägung: alle Merkmal: 560 "Zweiter Transmitter (montiert)" Ausprägung: nur GF Merkmal: 570 "Dienstleistung" Ausprägung: alle Merkmal: 580 "Test, Zeugnis, Erklärung" Ausprägung: alle Merkmal: 590 "Weitere Zulassung" Ausprägung: Option LA muss gewählt sein Merkmal: 600 "Zusatzausstattung" Ausprägung: alle Merkmal: 610 "Zubehör montiert" Ausprägung: alle Merkmal: 630 "Kalibrierung Thermometer" Ausprägung: alle Merkmal: 640 "Kalibrierpunkte >= 0 oC" Ausprägung: alle Merkmal: 650 "Kalibrierpunkte <= 0 oC" Ausprägung: alle Merkmal: 850 "Firmware-Version" Ausprägung: keine

Gültige Firmware-Version:

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

Gültige Hardware-Version (Elektronik):

- iTEMP TMT162 ab 04.01.00 oder höher
- iTEMP TMT82 Kopftransmitter ab 01.00.07 oder höher
- iTEMP 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 Sicherheitsfunktion des Geräts ist die sichere Messung und beinhaltet 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 Grenzsinalgeber zugeführt und dort überwacht auf:

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

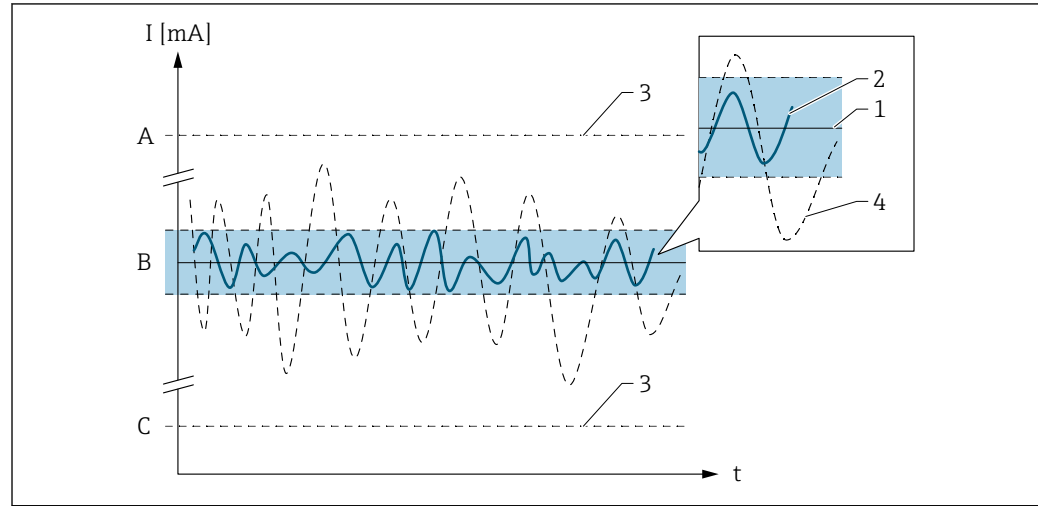
Alle Sicherheitsfunktionen können mit allen Sensor-Konfigurationen aus dem Kapitel 'Aufbau des Messsystems' verwendet werden →  24. Dabei beachten, dass immer nur der Messwert eines Sensors oder der Wert einer Funktion (Mittelwert/Differenz der beiden Messwerte) am Stromausgang ausgegeben werden kann.

3.4 Randbedingungen für die Anwendung im sicherheitsbezogenen Betrieb

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

den Betriebsanleitungen und Technischen Informationen dürfen nicht überschritten werden.

3.4.1 Zufällige Ausfälle gemäß IEC / EN 61508



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

Kein Gerätefehler

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

λ_S (Safe)

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

λ_{DD} (Dangerous detected)

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

λ_{DU} (Dangerous undetected)

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

3.4.2 Einschränkungen für den sicherheitsbezogenen Einsatz

Randbedingungen und Einschränkungen für das Gerät:



Der Einsatz im Einkanal-Betrieb ist bis 2 000 m begrenzt.

Sensoren, Verschaltung und Temperaturbereiche

- Die für die unterschiedlichen Sensor Bauarten angegebenen maximalen Einsatztemperaturen sind zu berücksichtigen.
- Die Stoß- und Schwingungsfestigkeit von Temperaturtransmitter und Temperatursensor ist zu beachten.

Zusätzlich gilt für den sicherheitsbezogenen Einsatz folgende Einschränkung:

- Starke, impulsartige EMV-Störungen auf der Versorgungsleitung können zu kurzzeitigen (< 1 s) Abweichungen des Ausgangssignals ($\geq \pm 1$ %) führen. Deshalb sollte in der nachgeschalteten Logikeinheit eine Filterung mit einer Zeitkonstante ≥ 1 s durchgeführt werden.
- Das Toleranzband (Sicherheitsmessabweichung) 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 enthalten:
 - Nichtlinearität
 - Nichtwiederholbarkeit
 - Hysterese
 - Nullpunktabweichung
 - Temperaturdrift

Die sicherheitstechnischen Fehler sind gemäß IEC/EN 61508 in unterschiedliche Kategorien eingeteilt (siehe Tabelle → 16). 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 Temperatursprungs anzuzeigen.
- Die gesamte Reaktionszeit setzt sich aus der Reaktionszeit des Temperaturfühlers inklusive Schutzrohr und der Reaktionszeit des Temperaturtransmitters zusammen.

 Es handelt sich um typische Werte aus der Standardkonstruktion (wie zum Beispiel nach DIN 43772), die als Richtwerte genutzt werden müssen.

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

Messabweichung:

-  Die für die unterschiedlichen Sensor Bauarten angegebenen Messabweichungen sind zu berücksichtigen.

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

**Detaillierte Informationen:**

- Betriebsanleitung iTHERM ModuLine: BA01915T
- Betriebsanleitung iTHERM SurfaceLine TM611: BA02366T
- Betriebsanleitung iTEMP TMT82: BA01028T
- Betriebsanleitung iTEMP TMT162: BA01801T

**Detaillierte Informationen:**

- Technische Information iTHERM ModuLine TM111: TI01445T
- Technische Information iTHERM ModuLine TM131: TI01373T
- Technische Information iTHERM ModuLine TM151: TI01707T
- Technische Information iTHERM SurfaceLine TM611: TI01801T

**Detaillierte Informationen:**

- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit iTEMP TMT82: SD01172T/FY01105T
- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit iTEMP TMT162: SD01632T/FY01106T

3.5 Gefährliche unerkannte Fehler in dieser Betrachtung

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

3.6 Gebrauchsdauer elektrischer Bauteile

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.

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

**Detaillierte Informationen:**

- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit iTEMP TMT82: SD01172T/FY01105T
- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit iTEMP TMT162: SD01632T/FY01106T

Da die maximale Einsatztemperatur Einfluss auf das Driftverhalten der Sensoren nimmt, sollte für eine zuverlässige und genaue Temperaturmessung in regelmäßigen Intervallen eine Rekalibrierung oder ein Austausch der Messeinsätze durchgeführt werden. Die 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
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.



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 "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 zugehörigen Betriebsanleitung beschrieben.

Voreinstellung der Parameter:

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

4.5.2 Geräteschutz

Die Geräte können gegen äußere Einflüsse wie folgt geschützt werden:

- Software-Schreibschutz
- Hardware-Schreibschutz

Die Anwendung dieser Methoden ist in der zugehörigen Betriebsanleitung beschrieben.

4.5.3 Verriegelung im Expertenmodus

Die SIL-Verriegelung des Geräts ist im zugehörigen Handbuch zur Funktionalen Sicherheit beschrieben.

4.5.4 Entriegelung eines SIL-Geräts

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.



- 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 besteht.

Die SIL-Entriegelung des Geräts ist im zugehörigen Handbuch zur Funktionalen Sicherheit beschrieben.

5 Betrieb

5.1 Geräteverhalten beim Einschalten

Das Geräteverhalten beim Einschalten ist in der zugehörigen Betriebsanleitung beschrieben.

5.2 Geräteverhalten bei Anforderung der Sicherheitsfunktion

Das Gerät gibt einen Stromwert aus. Dieser muss einem Grenzwert entsprechen, der in einer angeschlossenen Logikeinheit überwacht und weiterverarbeitet werden muss. Das Geräteverhalten ist in dem zugehörigen Handbuch zur Funktionalen Sicherheit beschrieben.

5.3 Sichere Zustände

Je nach erkanntem Fehler nimmt das System den sicheren Zustand ein. Das Geräteverhalten ist in dem zugehörigen Handbuch zur Funktionalen Sicherheit beschrieben.

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 $\leq 3,6$ mA oder ≥ 21 mA eingestellt werden. In einigen Fällen liegen unabhängig vom eingestellten Fehlerstrom Ausgangsströme $\leq 3,6$ mA an.

Diese sind z. B.:

- Ausfall der Versorgung
- Leitungsbruch
- Störungen im Stromausgang selbst, bei denen der Fehlerstrom ≥ 21 mA nicht eingestellt werden kann

In einigen anderen Fällen (z. B. Kurzschluss der Zuleitung) liegen unabhängig vom eingestellten Fehlerstrom Ausgangsströme ≥ 21 mA an.

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

5.5 Alarm- und Warnmeldungen

Das Geräteverhalten bei Alarm und Warnungen ist in dem zugehörigen Handbuch zur Funktionalen Sicherheit beschrieben.

Fehlercodes für Alarm- und Warnmeldungen:

Der Zusammenhang zwischen Fehlercode und Diagnoseverhalten ist in der Tabelle im Kapitel "Diagnose und Störungsbehebung", in der zugehörigen Betriebsanleitung des jeweiligen Transmitters beschrieben.



Detaillierte Informationen:

- Betriebsanleitung iTEMP TMT82: BA01028T, Kapitel 9.5
- Betriebsanleitung iTEMP TMT162: BA01801T, Kapitel 9.3

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.

Informationen zu den Prüfungsabläufen für den Transmitter ist in dem zugehörigen Handbuch zur Funktionalen Sicherheit beschrieben.

Für das Gerät werden folgende Prüfabläufe 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 V bei 100 MΩ betragen.

Bauteil Thermometer-Schutzrohr

- Sichtprüfung des Schutzrohrs und Halsrohrs auf Beschädigungen, Leckagen, Korrosion und Verschleiß.
- Sichtprüfung von Dichtstellen auf Leckagen.

Nur für iTHERM TM611: Bauteil Koppелеlement

- Sichtprüfung des Koppелеlementes auf fehlerfreie Montage und guten thermischen Kontakt zur Rohrleitung.
- Sichtprüfung der Rohrleitung und des Koppелеlementes auf Beschädigungen, Korrosion und Verschleiß.

6.1 Prüfablauf A, B, C

Ablauf der Wiederholungsprüfung

Der Ablauf der Wiederholungsprüfung ist in dem zugehörigen Handbuch zur Funktionalen Sicherheit beschrieben.

**Detaillierte Informationen:**

- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit iTHERM TMT82: SD01172T/FY01105T
- Handbuch zur Funktionalen Sicherheit iTHERM TMT162: SD01632T/FY01106T

6.2 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 (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 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

Eine Reparatur/Austausch von Komponenten darf ausschließlich 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 Einbauanleitung zusammengefasst.

Reparatur dokumentieren mit:

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

Geräteprüfung nach Reparatur:

Sensor mit bzw. ohne Prozessanschluss

Wiederholungsprüfung, Prüfablauf A oder B

Dichtungssätze zum Sensor

Wiederholungsprüfung, Prüfablauf A oder B

Display

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

Elektronikeinsatz (Transmitter)

Wiederholungsprüfung, Prüfablauf A oder B

Gehäusedeckel

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

Kabelverschraubung

Wiederholungsprüfung, Prüfablauf A oder B

Dichtungssätze zu den Gehäusedeckeln

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

Sicherungskrallen Gehäuse

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 verfügbar.

Ausgetauschte Komponente zwecks Fehleranalyse an Endress+Hauser einsenden.

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

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

7.3 Modifikation

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

- **Modifikationen von SIL-Geräten durch den Anwender sind nicht erlaubt, da sie die funktionale Sicherheit des Geräts beeinträchtigen können**
- Modifikationen an SIL-Geräten beim Anwender vor Ort sind nach Freigabe durch das Endress+Hauser Herstellerwerk möglich
- Modifikationen an SIL-Geräten müssen von Personal durchgeführt werden, das von Endress+Hauser zu solchen Arbeiten autorisiert wurde

- Für Modifikationen dürfen nur **Original-Ersatzteile** von Endress+Hauser verwendet werden
- Alle Modifikationen müssen im Endress+Hauser Device Viewer (www.endress.com/deviceviewer) dokumentiert werden
- Alle Modifikationen erfordern ein Änderungstypenschild oder einen Austausch des ursprünglichen Typenschildes.



Sind nur die Einbaulage oder Einbaubedingungen betroffen, muss eine erneute Inbetriebnahme nach Kapitel 4 erfolgen.

7.4 Außerbetriebnahme

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

Sichere Außerbetriebnahme des Geräts:

- Notwendige Schritte zur Außerbetriebnahme analysieren.

Das Gesamtsystem ist sicher. Sichere Außerbetriebnahme des Geräts ist gewährleistet.

7.5 Entsorgung



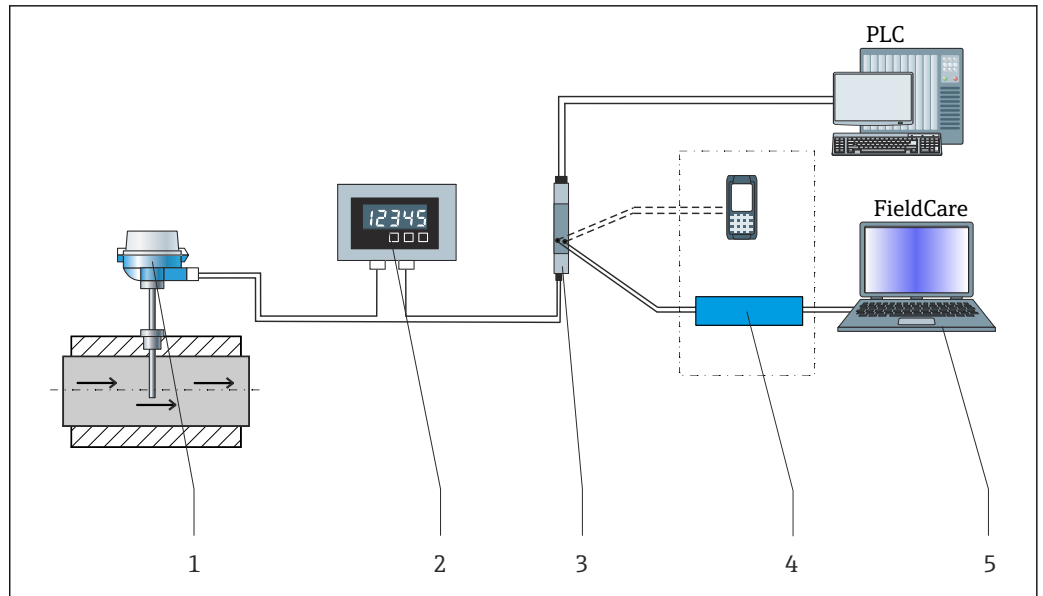
Gemäß der Richtlinie 2012/19/EU über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (WEEE) ist das Produkt mit dem abgebildeten Symbol gekennzeichnet, um die Entsorgung von WEEE als unsortierten Hausmüll zu minimieren. Gekennzeichnete Produkte nicht als unsortierten Hausmüll entsorgen, sondern zu den gültigen Bedingungen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

8 Anhang

8.1 Aufbau des Messsystems

8.1.1 Systemkomponenten

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



1 Anwendungsbeispiel, Messstellenaufbau mit zusätzlichen Endress+Hauser Komponenten

- 1 Installiertes iTHERM ModuLine 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 und wird direkt über die Stromschleife gespeist.
- 3 Speisetrenner der RN Series: Der Speisetrenner (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 des Speisetrenners in allen internationalen Netzen möglich ist.
- 4 Kommunikationsbeispiele: HART® Communicator (Handbediengerät), FieldXpert, Commubox FXA195 für eigensichere HART®-Kommunikation mit FieldCare über USB-Schnittstelle.
- 5 FieldCare ist ein FDT-basiertes Plant Asset Management Tool von Endress+Hauser.

Im Thermometer mit Transmitter wird ein dem jeweiligen Sensorwert proportionales, analoges Signal (4 ... 20 mA) erzeugt, das einer nachgeschalteten Logikeinheit (z. B. SPS, Grenzsinalgeber) zugeführt wird. Dort wird das Überschreiten bzw. Unterschreiten eines vorgegebenen Grenzwertes überwacht.

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

HINWEIS

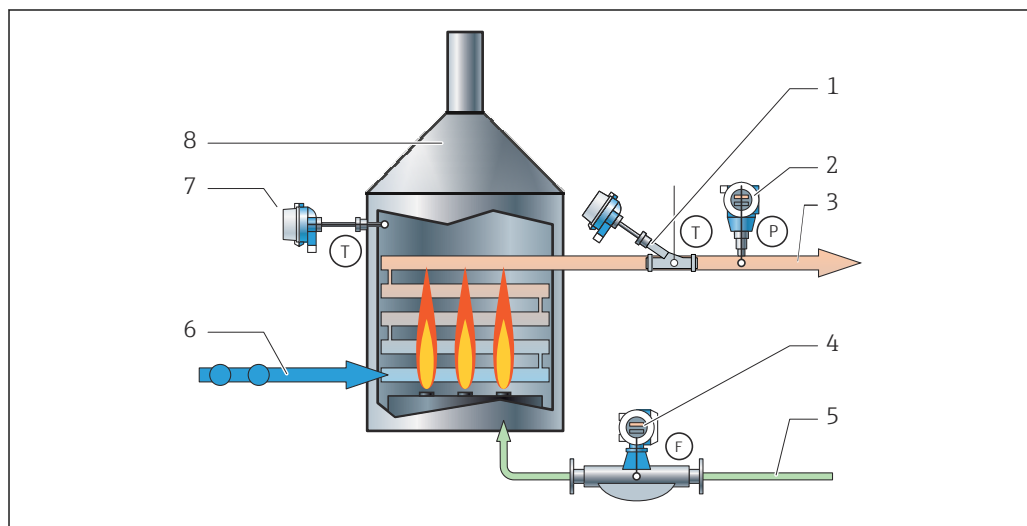
- Das optionale Display ist nicht Teil der Sicherheitsfunktion. Weder Hardware noch Software des Displays haben einen Einfluss auf die definierten Sicherheitsfunktionen des Transmitters.

8.1.2 Beschreibung der Anwendung als Schutzeinrichtung

Das Gerät verwendet die Messprinzipien **Widerstandsthermometer (RTD)** und **Thermoelement (TC)**. Bei Widerstandsthermometern kommt als Temperatursensor ein Pt100 gemäß IEC 60751 zum Einsatz. Es handelt sich dabei um einen temperaturempfindlichen Platinmesswiderstand mit einem Widerstandswert von 100 Ω bei 0 °C (32 °F) und einem Temperaturkoeffizienten $\alpha = 0.003851$ °C⁻¹.

Thermoelemente sind 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 iTHERM SurfaceLine TM611
- 2 Drucksensor
- 3 Fertiges Produkt
- 4 Durchflusssensor
- 5 Treibstoff
- 6 Startmaterial
- 7 iTHERM ModuLine TM131/TM151
- 8 Ofen



Der sichere Betrieb des Geräts setzt eine ordnungsgemäße Installation voraus.

8.1.3 Messfunktion



Galvanische Trennung bei Anschluss von zwei Sensoren

Werden an den Transmitter zwei Sensoren angeschlossen, ist auf eine galvanische Trennung der Sensoren zu achten (nicht zutreffend für geerdete Thermoelemente).

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, $(M1+M2)/2$, 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-Widerstandssensoren Pt100. Die Backup-Funktion dient zur Erhöhung der Verfügbarkeit und zur Verbesserung der Diagnosefähigkeiten.

Im SIL-Mode sind 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 Vorlage und kann durch ein kundeneigenes SIL- Protokollierungs- und Prüfsystem ersetzt oder ergänzt werden.

8.2.1 Prüfprotokoll - Seite 1 -

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	
☐ Bestanden	☐ Nicht bestanden

Bemerkung

Datum

Unterschrift

Unterschrift Ausführender

8.2.2 Prüfprotokoll - Seite 2 -

Art der Sicherheitsfunktion
☐ Sichere Messung

Inbetriebnahmeprüfung
☐ Geräteparametrierung via SIL-Mode Aktivierung (SiMA)
☐ Inbetriebnahmeprüfung Prüfablauf A
☐ Inbetriebnahmeprüfung Prüfablauf B

Wiederholungsprüfung
☐ Prüfablauf A
☐ Prüfablauf B
☐ Prüfablauf C

Protokoll Wiederholungsprüfung			
Prüfschritt	Sollwert	Istwert	Ergebnis
1 Anschlusskopf			☐ Bestanden ☐ Nicht bestanden ☐ Nicht relevant
2 Messeinsatz			☐ Bestanden ☐ Nicht bestanden ☐ Nicht relevant
3 Thermometer Schutzrohr			☐ Bestanden ☐ Nicht bestanden ☐ Nicht relevant
4 Abgleich Messanfang Sensor 1			☐ Bestanden ☐ Nicht bestanden
5 Abgleich Messende Sensor 1			☐ Bestanden ☐ Nicht bestanden
6 Abgleich Messanfang Sensor 2			☐ Bestanden ☐ Nicht bestanden ☐ Nicht relevant
7 Abgleich Messende Sensor 2			☐ Bestanden ☐ Nicht bestanden ☐ Nicht relevant
8 Stromwert Alarm			☐ Bestanden ☐ Nicht bestanden
9 Neustart via HART			☐ Bestanden ☐ Nicht bestanden ☐ Nicht relevant
10 ■ TMT82: Neustart via Aufsteckdisplay ■ TMT162: Neustart via Proof-Test-Taster			☐ Bestanden ☐ Nicht bestanden ☐ Nicht relevant

8.2.3 Prüfprotokoll - Seite 3 -

Protokoll Inbetriebnahmeprüfung			
Prüfschritt	Sollwert	Istwert	Ergebnis
1 Abgleich Messanfang Sensor 1			☐ Bestanden ☐ Nicht bestanden
2 Abgleich Messende Sensor 1			☐ Bestanden ☐ Nicht bestanden
3 Abgleich Messanfang Sensor 2			☐ Bestanden ☐ Nicht bestanden ☐ Nicht relevant
4 Abgleich Messende Sensor 2			☐ Bestanden ☐ Nicht bestanden ☐ Nicht relevant
5 Zwei-Kanalfunktion Sensordrift			☐ Bestanden ☐ Nicht bestanden ☐ Nicht relevant
6 Zwei-Kanalfunktion Backup			☐ Bestanden ☐ Nicht bestanden ☐ Nicht relevant
7 Kanalzuordnung Stromausgang			☐ Bestanden ☐ Nicht bestanden ☐ Nicht relevant
8 Bereichsverletzungs-Kategorie			☐ Bestanden ☐ Nicht bestanden ☐ Nicht relevant
9 Vergleichsstelle / Vorgabewert			☐ Bestanden ☐ Nicht bestanden ☐ Nicht relevant
10 Stromwert Alarm			☐ Bestanden ☐ Nicht bestanden
11 Neustart via HART			☐ Bestanden ☐ Nicht bestanden ☐ Nicht relevant
12 ■ TMT82: Neustart via Aufsteckdisplay ■ TMT162: Neustart via Proof-Test-Taster			☐ Bestanden ☐ Nicht bestanden ☐ 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	TMT82: High-Alarm TMT162: 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
