

Information on functional safety
for temperature transmitter model T38.x

EN

Hinweise zur funktionalen Sicherheit
für Temperaturtransmitter Typ T38.x

DE



Full assessment per IEC 61508
certified by TÜV Rheinland



Head-mounted version
model T38.H



Rail-mounted version
model T38.R

© 04/2024 WIKA Alexander Wiegand SE & Co. KG
All rights reserved. / Alle Rechte vorbehalten.
WIKA® is a registered trademark in various countries.
WIKA® ist eine geschützte Marke in verschiedenen Ländern.

Prior to starting any work, read the operating instructions.
Keep for later use.

Vor Beginn aller Arbeiten Betriebsanleitung lesen.
Zum späteren Gebrauch aufbewahren.

Contents

1. General information	4
1.1 History of this document	4
1.2 Other applicable instrument documentation	4
1.3 Relevant standards	4
1.4 Abbreviations and terms	5
2. Safety	6
2.1 Intended use in safety applications	6
2.2 Personnel qualification	8
2.3 Labelling, safety markings	9
2.4 Display interface (TND)	10
2.5 Restrictions to operating modes	10
2.6 Error signalling	10
2.7 Write protection	12
2.8 Accuracy of the safe measuring function	13
2.9 Configuration changes	16
2.10 Commissioning and proof tests	16
2.10.1 Proof test of the transmitter's complete signal processing chain	17
2.10.2 Reduced proof test - limited testing of the transmitter's signal processing chain	18
2.10.3 Functional testing of the T38.x after configuration change	19
2.11 Information on the determination of safety-relevant parameters.	19
2.12 Decommissioning the transmitter	20
Annex: SIL declaration of conformity	39

1. General information

1. General information

1.1 History of this document

Documentation changes (compared with the previous issue)

Issue	Note	Firmware
April 2024	First issue	1.0.1
June 2024	Document update	1.0.1

This safety manual for functional safety is concerned with the WIKA model T38.H / T38.R temperature transmitters (from firmware rev. 1.0.1) only as a component of a safety function. This safety manual applies in conjunction with the documentation mentioned under 1.2 "Other applicable instrument documentation". In addition, the safety instructions in the operating instructions must be observed.

These operating instructions contain important information on handling the model T38.H / T38.R temperature transmitter. Working safely requires that all safety instructions and work instructions are observed.



The marking on the product labels for the instruments with SIL version is shown in the following illustrations. Only the model T38.x-*****S is suitable for operation in safety-related applications.



The model T38.x-*****S can be combined with the available Ex versions.

1.2 Other applicable instrument documentation

In addition to this safety manual the operating instructions for model T38.x (article no.: 14581499), the additional operating instructions (article no.: 14610431) and also the data sheet TE 38.01 are applicable.

1.3 Relevant standards

Standard	Model T38.x
IEC 61508:2010	Functional safety of electrical/electronic/programmable systems

1. General information

1.4 Abbreviations and terms

Abbreviation	Description
λ_S	A safe failure is present when the measuring system switches to the defined safe state or the error signalling mode without the process demanding it.
$\lambda_{DD} + \lambda_{DU}$	λ_{DD} dangerous detected + λ_{DU} dangerous undetected Generally a failure to danger occurs if the measuring system, through this, can switch into a dangerous or functionally inoperable condition. With detected failures to danger, the failure is detected by diagnostic tests or proof testing, for example, where the system switches to the safe state. With undetected failures to danger, the failure is not detected through diagnostic tests.
Operating mode with low demand rate (en: low demand)	In this operating mode, the safety function of the safety system is only carried out on request. The frequency of the request is no more than once a year.
DC	Diagnostic coverage, percentage of failures to danger that are detected by automatic diagnostic online tests.
FMEDA	Failure modes, effects and diagnostic analysis Methods to detect failure causes, and also their impact on the system, and to define diagnostic measures.
HFT	Hardware fault tolerance Capability of a functional unit to continue the execution of the demanded function when faults or deviations exist.
MooN (M out of N) architecture	The architecture describes the specific configuration of hardware and software in a system. N is the number of parallel channels and M defines how many channels must be working correctly.
MRT	Mean Repair Time
MTTR	Mean Time To Repair
PFD_{avg}	Average probability of a dangerous failure on demand of the safety function
SC	Systematic capability The systematic capability of an element (SC 1 to SC 4) states that the systematic safety integrity for the corresponding SIL is achieved.
SFF	Safe failure fraction
SIL	Safety integrity level The international standard IEC 61508 defines four discrete safety integrity levels (SIL 1 to SIL 4). Each level corresponds to a range of probability with which a safety-related system performs the specified safety functions in accordance with the requirements. The higher the safety integrity level of the safety-related systems, the greater the probability that the safety function is executed.
WP	Write protection
FLR	Reed-chain level sensor ¹⁾

1. General information / 2. Safety

Abbreviation	Description
T₁ or T_{proof}	Interval of the proof tests (in hours, typically one year (8,760 h)) Following this interval, a proof test should be carried out by the user.
Proof test (en: "proof test")	Proof testing for the detection of hidden failures to danger in a safety-related system.
PU	Programming unit
PTC	Test depth or coverage level of the proof test
FIT	Failure in time, Unit: Quantity of failures per 10 ⁹ h

1) Only in combination with WIKA type FLR

→ For further relevant abbreviations, see IEC 61508-4.

2. Safety

2.1 Intended use in safety applications

All safety functions relate exclusively to the analogue output signal (4 ... 20 mA). The instrument is certified in accordance with SIL 2 (IEC 61508). Due to the systematic capability of the transmitter for SC 3, it is possible, depending on the safety integrity of the hardware, to use the instrument in homogenous redundant systems to SIL 3.

Taking into account the error detection functions of the model T38.x temperature transmitter, the following temperature sensors connected to the transmitter achieve a sufficient SFF (Safe Failure Fraction) for SIL 2 of > 60 %:

- Thermocouples with internal or external Pt100 cold junction (Type E, J, T, U, R, S, B, K, L (GOST), L (DIN), N, A, C)
- Resistance temperature sensors with 3- or 4-wire connection (Pt100, JPt100, Ni100, Pt1000, JPt1000)
- Dual thermocouples or dual resistance temperature sensors (2- and 3-wire connection), as well as dual sensors: resistance thermometers/thermocouples. Only permitted if both sensors are being used for the monitoring of the same measuring point. The operating mode "Differential measurement" is not permitted.
- Single and double potentiometer connection in combination with reed switch chains (Type FLR)

The temperature transmitter achieves, for all recognised connections for temperature sensors, an SFF (Safe Failure Fraction) sufficient for SIL 2 of > 90 %.

The instrument generates a current signal in the approved measuring mode of a nominal 4 ... 20 mA, that is dependent upon the sensor signal. The effective range of the output signal is limited to a minimum of 3.8 mA and a maximum of 20.5 mA (factory setting in basic configuration).

2. Safety



Do not exceed the specifications for model T38.x given in the data sheet and operating instructions.

EN

The following terminal voltage limits apply:

Instrument model	Terminal voltage limits
T38.H-***** T38.R-*****	DC 10.5 ... 42 V ^{1) 2)}
T38.H-***** (Ex ia) T38.R-***** (Ex ia)	DC 10.5 ... 30 V
T38.H-***** (Ex ec) T38.R-***** (Ex ec)	DC 10.5 ... 40 V ²⁾
T38.H-***** (Ex ic) T38.R-***** (Ex ic)	DC 10.5 ... 30 V

1) Does not apply to extended instrument temperature range

2) With > 35 V, a minimum load is required, see load diagram in the operating instructions



The transmitter must be replaced if unacceptably high voltages have been connected to the terminals (e.g. if the supply voltage terminals are swapped with the sensor terminals when connecting). Any voltages on the sensor terminals that are higher than the intended voltage generated by a sensor are unacceptably high.

The following sensors and operating modes are not allowed for operation in a safety-relevant application:

- Potentiometers (which are not intended for reed sensors)
- Other resistance sensors
- Other mV sensors
- Linearisation table
- RTD single sensors with two-wire connection
- Pt1000 cryogenic design
- Differential mode in dual sensor operation



After replacing a sensor, the user must check the sensor connections to ensure that the connection is correct (e.g. that a thermocouple is not connected with reverse polarity). This also applies if relevant configuration parameters are changed or if a sensor is disconnected and then reconnected (e.g. to connect a sensor simulator during a test), see chapter 2.10.3 „Functional testing of the T38.x after configuration change“.

2.2 Personnel qualification

Skilled personnel

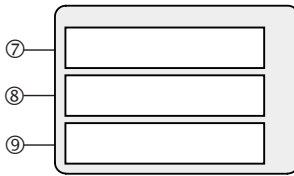
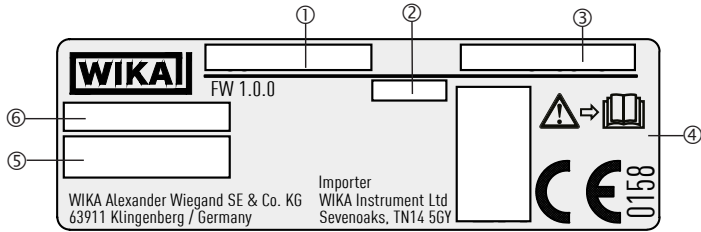
Skilled personnel, authorised by the operator, are understood to be personnel who, based on their technical training, knowledge of measurement and control technology and on their experience and knowledge of country-specific regulations, current standards and directives, are capable of carrying out the work described and independently recognising potential hazards.

2. Safety

2.3 Labelling, safety markings

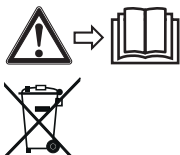
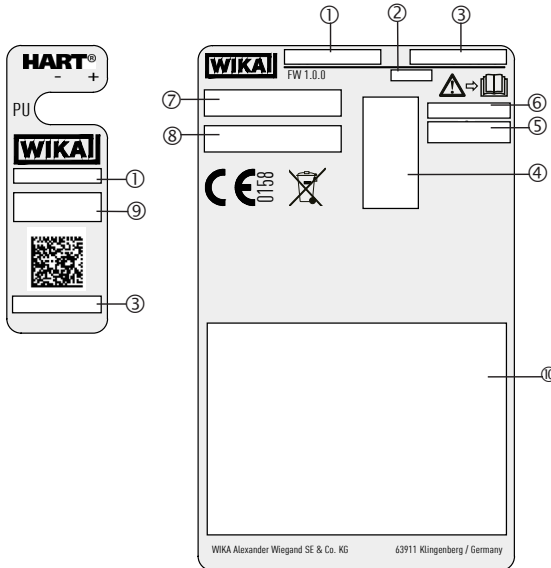
Product label

- Head-mounted version, model T38.H



- ① Model
- ② Date of manufacture (year-month)
- ③ Serial number
- ④ Approval logos
- ⑤ Ambient temperature
- ⑥ Auxiliary power
- ⑦ Sensor
- ⑧ Measuring range
- ⑨ TAG number
- ⑩ Pin assignment

- Rail-mounted version, model T38.R



Before mounting and commissioning the instrument, ensure you read the operating instructions.

Do not dispose of with household waste. Ensure a proper disposal in accordance with national regulations.

2. Safety

2.4 Display interface (TND)

The following points must be adhered to:

- Only install the display and hardware write protection when the power is turned off.
- Operation with open display pins is not permitted; the cover cap or display must be fitted.

2.5 Restrictions to operating modes

Under the following operating conditions, the safety function of the instrument is not guaranteed:

- During configuration
- When the write protection is deactivated
- In HART® multi-drop mode, when the loop current is fixed
- Measured value transmission via HART® protocol
- During a simulation
- During the proof test
- If a relevant configuration has been changed and a proof test has not yet been carried out.
- During startup, before the first online diagnostic interval has expired
- During the PU communication

2.6 Error signalling

The model T38.x temperature transmitter monitors the connected probe and its own hardware for errors. In the event of a known error condition the instrument generates an error signalling current.

The response time to the sensor error is a maximum of 90 seconds.

This implies the discovery of the following potential errors:

- Sensor break
- Sensor short-circuit (only for resistance temperature sensors, not for thermocouples)
- Inadmissibly high lead resistance (not with resistance temperature sensors with 2-wire connection)
- Drift with dual sensors (when True Drift Detection is activated)

The online diagnosis test interval of the instrument should be a maximum of 3 minutes.

This implies the discovery of the following potential instrument errors:

- ROM error
- EEPROM error
- RAM error
- Program-counter error
- Stack-pointer error

Furthermore, the following monitoring functions are carried out continuously:

- Logical program flow control
- Monitoring of the internal communication
- Sensor upper limit exceeded

2. Safety

- Below sensor lower limit
- Cold junction temperature outside permissible limits (only for thermocouples)
- Dual sensor drift monitoring (can be activated optionally)
- Configuration error
- Monitoring of the permissible instrument temperature
- Monitoring of the output limits (optional, not activated as default)

The instrument's error signalling current (error current) can be configured in accordance with the following requirements:

- Error current upscale (high alarm value):
can be set in the range $\geq 21.0 \text{ mA}$ to $\leq 22.0 \text{ mA}$
- Error current downscale (low alarm value):
can be set in the range $\geq 3.5 \text{ mA}$ to $\leq 3.6 \text{ mA}$



For technical reasons, independent of the configured signaling direction, certain errors can only be signaled in downscale or upscale direction by the transmitter.

- Downscale: $\leq 3.6 \text{ mA}$, e.g. as a result of an energy shortage if the power supply is too low.
- Upscale: $\geq 21 \text{ mA}$, e.g. as a result of an increased energy demand due to low-impedance component failure.

2. Safety



With certain diagnosed hardware errors on the instrument side, the instrument gives a downscale error signalling with a loop current of < 3.8 mA, but can however, for technical reasons, also ensure no signal ≤ 3.6 mA with the appropriate configuration, and is therefore set to upscale (>21 mA). The evaluation system must therefore interpret a loop current of < 3.8 mA as a fault condition.

With certain inadmissible configurations the transmitter likewise generates an error signal. In order to find the reason behind the error signalling, the diagnostic information available over HART® should be used.

2.7 Write protection

The T38.x offers a write protection functionality in order to prevent accidental configuration changes. The write protection is not set ex-works.



A forgotten password cannot be read. The password must be reset at the factory. Write protection must be set for safe operation.

Hardware write protection

As an alternative to using the display for this, a jumper bridge can be plugged into pin 1 and pin 3 to implement a hardware write protection on the T38.x. This write protection is activated by restarting the instrument and supplements the software/HART® write protection, see chapter 2.4 „Display interface (TND)“. The instrument write protection is active if one of the two write protection variants is active. The following combinations result:

WP hardware	WP software (HART®)	WP overall
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

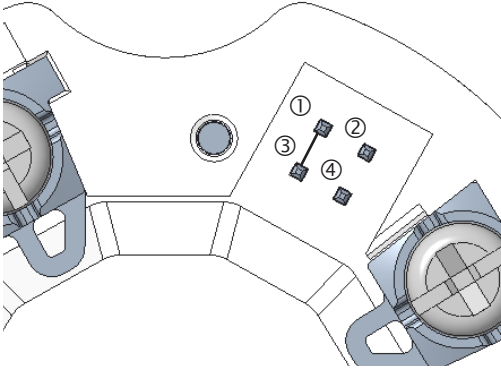
0 = off/not active, 1 = on/active



If the instrument goes into a safe state, a restart will be required. In this case, a power reset by the user will be necessary.

2. Safety

The hardware write protection (jumper, article number 14592227) is not usable in combination with the display.



During the configuration change, the safety function is not active! Safe operation is only admissible with activated write protection (password or set jumper). The safety function must be checked by testing following any configuration procedure.

2.8 Accuracy of the safe measuring function

The following information on the total safety accuracy contains the following components:

- Basic accuracy (measuring deviation from input and output, and the linearisation error of the transmitter)
- For thermocouples, additionally, the internal cold junction compensation (CJC)
- Influence of ambient temperature in the range $-40 \dots +95 \text{ °C}$ [$-40 \dots +203 \text{ °F}$]

The defined value for the total safety accuracy for the safety function of this instrument depends on the chosen sensor type and also the configured measuring span (see following table).

Up to the minimum spans given in the table, the total safety accuracy is 2 % of the measuring span with respect to the current output signal of 16 mA. Otherwise, the absolute values given directly in the table are valid.

2. Safety

Sensor type	Permissible sensor range for the accuracy specifications	Min. span for 2 % total safety accuracy	Absolute total safety accuracy of smaller measuring spans
Resistance thermometer			
Pt100	-200 ... +850 °C [-328 ... +1,562 °F]	78 K	2 K
Pt1000 ¹⁾	-200 ... +850 °C [-328 ... +1,562 °F]	67 K	2 K
Pt500 ²⁾	-200 ... +850 °C [-328 ... +1,562 °F]	68 K	2 K
Pt25 ²⁾	-200 ... +850 °C [-328 ... +1,562 °F]	126 K	3 K
Pt10 ²⁾	-200 ... +850 °C [-328 ... +1,562 °F]	245 K	5 K
JPt100	-200 ... +500 °C [-328 ... +932 °F]	55 K	2 K
JPt1000	-200 ... +500 °C [-328 ... +932 °F]	45 K	1 K
Ni100	-60 ... +250 °C [-76 ... +482 °F]	18 K	1 K
FLR sensor			
Single sensor reed chains	0 ... 100 %	43 % of the sensor range	0.89 % of the sensor range
Dual sensor reed chains	0 ... 100 %	46 % of the sensor range	0.95 % of the sensor range
Thermocouples			
Type J	-150 ... +1,200 °C [-238 ... +2,192 °F]	146 K	3 K
Type K	-150 ... +1,300 °C [-238 ... +2,372 °F]	196 K	4 K
Type L (DIN)	0 ... 900 °C [32 ... 1,652 °F]	115 K	3 K
Type L (GOST)	-150 ... +800 °C [-238 ... +1,472 °F]	107 K	3 K
Type E	-150 ... +1,000 °C [-238 ... +1,832 °F]	125 K	3 K
Type N	-150 ... +1,300 °C [-238 ... +2,372 °F]	157 K	4 K
Type T	-150 ... +400 °C [-238 ... +752 °F]	188 K	4 K
Type U	0 ... 600 °C [32 ... 1,112 °F]	88 K	2 K

2. Safety

EN

Sensor type	Permissible sensor range for the accuracy specifications	Min. span for 2 % total safety accuracy	Absolute total safety accuracy of smaller measuring spans
Type R	50 ... 1,600 °C [122 ... 2,912 °F]	200 K	4 K
Type S	50 ... 1,600 °C [122 ... 2,912 °F]	221 K	5 K
Type B	450 ... 1,820 °C [842 ... 3,308 °F]	323 K	7 K
Type C	0 ... 2,315 °C [32 ... 4,199 °F]	472 K	10 K
Type A	0 ... 2,500 °C [32 ... 4,532 °F]	528 K	11 K

- 1) Dual sensor only up to 450 °C [842 °F] within specification.
- 2) Configuration via CvD coefficients

For application

■ Example 1

Sensor type Pt100 4W, configured measuring range = -50 ... +100 °C [-58 ... +212 °F], so configured measuring span = 150 K. This is not smaller than 78 K. Thus, the overall safety accuracy is $\pm 2\%$ of the measuring span, $\pm 2\% \cdot 150 \text{ K} = \pm 3 \text{ K}$ or $\pm 2\% \cdot 16 \text{ mA} = \pm 320 \mu\text{A}$ w.r.t. the current output.

■ Example 2

Sensor type Pt100 4W, configured measuring range = 0 ... 50 °C [32 ... +122 °F], so configured measuring span = 50 K. This is smaller than 78 K. Thus, the overall safety accuracy is $\pm 2 \text{ K}$, so $\pm 2 \text{ K} / 50 \text{ K} = \pm 4\%$ or $\pm 4\% \cdot 16 \text{ mA} = \pm 640 \mu\text{A}$ w.r.t. the current output.

■ Example 3

1 x FLR sensor, sensor range 0 ... 1,200 mm (corresponds to 0 ... 100 %), configured measuring range 60 ... 1,140 mm (corresponds to 5 ... 95 %), measuring span 1,080 mm (corresponds to 90 %). This measuring span is not smaller than 43 %. Thus the overall safety accuracy is $\pm 2\%$ of the measuring span = $\pm 2\% \cdot 1,080 \text{ mm} = \pm 21.6 \text{ mm}$ (corresponds to $\pm 21.6 \text{ mm} / 1,200 \text{ mm} = \pm 1.8\%$ of the sensor range). At the maximum measured value (1,080 mm above the start of the measuring range), the real value can be between 1,058.4 mm and 1,101.6 mm from the start of the measuring range. At the current output there is a maximum deviation to be taken into account of $\pm 2\% \cdot 16 \text{ mA} = \pm 320 \mu\text{A}$.

2.9 Configuration changes



WARNING!
Missing safety function

The safety functions are deactivated during the configuration change!

- ▶ Safety operation will only be carried out with write protection activated.
- ▶ After completing the configuration change, a test is urgently required to check, see chapter 2.10.3 „Functional testing of the T38.x after configuration change“.
- ▶ After changing relevant configuration parameters, the sensor connections must be checked.

Carry out configuration changes within the permissible specifications in accordance with 2.1 „Intended use in safety applications“.

2.10 Commissioning and proof tests

The operability and error signalling current of the model T38.x temperature transmitter must be tested both during commissioning and at appropriate intervals. Both the nature of the tests as well as the chosen intervals are the responsibility of the user. The interval usually conforms to the PFD_{avg} value given in the standard (for values and key data see Annex 1: “SIL declaration of conformity”). Normally the proof test takes place every year. The PFD_{avg} value conforms almost linearly to the proof test interval, T_{proof} . Depending on the available PFD_{avg} value for the “sensor” system component of the safety instrumented system, the proof test interval can be increased or decreased.



CAUTION!
Impairment of the safety function

After checking the safety function, changes to the parameters may impair the safety function if write protection is missing.

- ▶ Send a write error per HART® command to the model T38.x
The temperature transmitter must acknowledge this instruction with the message “Instrument is write-protected”.



CAUTION!
Incorrect functioning of the safety device

After a negative proof test, the safety function may be impaired.

- ▶ Start a functional test of the entire safety function (safety loop) and test whether the transmitter ensures the safety function of the system. Function tests are intended to demonstrate the correct function of the whole safety-related system, including all components (sensor, logic unit, actuator).
- ▶ The methods and procedures used for these tests (test scenarios) must also be documented.
- ▶ After a negative function test, take the entire measuring system out of operation.

2.10.1 Proof test of the transmitter's complete signal processing chain

1. If necessary, bypass the safety controller systems or take the appropriate action to prevent an alarm being triggered unintentionally, respectively.
 2. Deactivate the instrument's write protection.
 3. With the aid of the HART® function in simulation mode, set the current output to at least the configured high alarm value (≥ 21.0 mA) (HART® command 40: Enter fixed current mode).
 4. Test whether the current output signal is within the given specification.
 5. With the aid of the function in simulation mode, set the current output of the transmitter to the configured low alarm value (≤ 3.6 mA).
 6. Test whether the current output signal is within the given specification.
 7. Activate the write protection and wait for a minimum of 5 seconds.
 8. Switch the instrument off, or disconnect from the power supply.
 9. Restart the instrument and wait at least 15 seconds from the switch-on time.
 10. Check the current output with reference sensor values at the sensor input ¹⁾ at 2 points. For the initial value select (4 mA to +20 % of span) and for the final value (20 mA up to -20 % of span). The respective measured values must be within the given specification.
 11. Remove the bypass on the safety controller system or restore the normal operating state in a different way.
 12. Following the test, the results must be documented and archived accordingly.
- 1) Checking transmitters without sensors can also be achieved with an appropriate sensor simulator (resistance simulator, reference voltage sources, etc.). Here the sensor must be tested to the SIL demands of the customer's application. The measurement or setting accuracy of the test instruments used should be at least 0.2 % of the span of the current output (16 mA).



With the testing described above, a coverage level (PTC) of 99 % will be achieved. For the case of “grounded thermocouple”, a coverage level of 91 % is achieved.

2.10.2 Reduced proof test - limited testing of the transmitter's signal processing chain

1. Bypass the safety controller system or take the appropriate action to prevent an alarm being triggered unintentionally, respectively.
2. Deactivate the instrument's write protection.
3. With the aid of the HART® function in simulation mode, set the current output to at least the configured high alarm value (≥ 21.0 mA).
4. Test whether the current output signal is within the given specification.
5. With the aid of the HART® function in simulation mode, set the current output of the transmitter to the configured low alarm value (≤ 3.6 mA).
6. Test whether the current output signal is within the given specification.
7. Activate the write protection and wait for a minimum of 5 seconds.
8. Switch the instrument off, or disconnect from the power supply.
9. Restart the instrument and wait at least 15 seconds from the switch-on time.
10. Read the instrument status.
11. Evaluate the displayed error messages and check them for conformity with the specifications in the operating instructions.
12. Remove the bypass on the safety controller system or restore the normal operating state in a different way.
13. Following the test, the results must be documented and archived accordingly.

In contrast to the procedures described in 2.10.1 „Proof test of the transmitter's complete signal processing chain“, the signal processing chain is not tested here. Its operational safety should be ensured through reading the instrument status and evaluating the error messages.



With the testing described above, a coverage level (PTC) of at least 80 % is achieved for the transmitter without connected sensor.

2.10.3 Functional testing of the T38.x after configuration change

To ensure that a transmitter is actually configured as expected after reconfiguration, a functional test must be carried out. This test has no influence on PFD values (cf. proof test).

1. If necessary, bypass the safety controller systems or take the appropriate action to prevent an alarm being triggered unintentionally, respectively.
 2. If the instrument's write protection is not yet activated, activate the write protection and wait at least 5 seconds, then restart the instrument and then wait for a switch-on time of at least 15 seconds.
 3. Check the current output with reference sensor values at the sensor input ¹⁾ at 2 points. For the initial value select (4 mA to +20 % of span) and for the final value (20 mA up to -20 % of span). The respective measured values must be within the given specification.
 4. Remove the bypass on the safety controller system or restore the normal operating state in a different way.
 5. Following the test, the results must be documented and archived accordingly.
- 1) Checking transmitters without sensors can also be achieved with an appropriate sensor simulator (resistance simulator, reference voltage sources, etc.). Here the sensor must be tested to the SIL demands of the customer's application. The measurement or setting accuracy of the test instruments used should be at least 0.2 % of the span of the current output (16 mA)



If the function test is negative, document all methods used, procedures (test scenarios) and test results. Take the entire measuring system out of operation and keep the process in a safe state by taking appropriate measures.

2.11 Information on the determination of safety-relevant parameters

The failure rates of the electronics were determined through an FMEDA. The calculations have been based on component failure rates per SN29500 and IEC TR62380. Specifically for temperature resistance sensors and thermocouples connected to the temperature transmitter, the failure rates determined by Exida.com[®] LLC are used for the FMEDA.

The following assumptions have been made:

- The transmitter is only operated in Low Demand Mode applications.
- The mean ambient temperature at the temperature transmitter during the period of operation is 40 °C [104 °F].
- The MTTR following an instrument defect is 8 hours.

2.12 Decommissioning the transmitter



CAUTION!

Accidental commissioning

Instruments that have been taken out of service can be accidentally put back into operation without a functioning safety function.

- ▶ Start the function test after decommissioning and check whether the safety function of the system is guaranteed.



Function tests are intended to demonstrate the correct function of the whole safety-related system, including all components (sensor, logic unit, actuator).

Inhalt

1. Allgemeines	22
1.1 Historie dieses Dokuments	22
1.2 Mitgeltende Gerätedokumentationen	22
1.3 Relevante Normen	22
1.4 Abkürzungen und Begriffe	23
2. Sicherheit	24
2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung in Sicherheitsanwendungen	24
2.2 Personalqualifikation	26
2.3 Beschilderung, Sicherheitskennzeichnungen	27
2.4 Displayschnittstelle (TND)	28
2.5 Einschränkung der Betriebsarten	28
2.6 Fehlersignalisierung	28
2.7 Schreibschutz	30
2.8 Genauigkeit der sicheren Messfunktion.	31
2.9 Konfigurationsänderungen	34
2.10 Inbetriebnahme und Wiederholungsprüfungen	34
2.10.1 Wiederholungsprüfung der kompletten Signalverarbeitungskette des Transmitters	35
2.10.2 Reduzierte Wiederholungsprüfung - eingeschränkte Prüfung der Signalverarbei-	
tungskette des Transmitters.	36
2.10.3 Funktionsprüfung des T38.x nach Konfigurationsänderung	37
2.11 Hinweise zur Ermittlung sicherheitstechnischer Kenngrößen	37
2.12 Außerbetriebnahme des Transmitters	38
Annex: SIL declaration of conformity	39

DE

14632140.02 06/2024 EN/DE

1. Allgemeines

1. Allgemeines

1.1 Historie dieses Dokuments

Dokumentationsänderungen (verglichen mit der vorherigen Ausgabe)

Ausgabe	Bemerkung	Firmware
April 2024	Erstausgabe	1.0.1
Juni 2024	Dokument Aktualisierung	1.0.1

Dieses Sicherheitshandbuch zur funktionalen Sicherheit behandelt die WIKA-Temperaturtransmitter Typ T38.H / T38.R (ab Firmware Rev. 1.0.1) lediglich als Teil einer Sicherheitsfunktion. Dieses Sicherheitshandbuch gilt im Zusammenhang mit den unter 1.2 „Mitgeltende Gerätedokumentationen“ genannten Dokumentationen. Zusätzlich die Sicherheitshinweise in der Betriebsanleitung beachten.

Die Betriebsanleitung enthält wichtige Hinweise zum Umgang mit dem Temperaturtransmitter Typ T38.H / T38.R. Voraussetzung für sicheres Arbeiten ist die Einhaltung aller angegebenen Sicherheitshinweise und Handlungsanweisungen.



Die Kennzeichnung der Geräte mit SIL-Ausführung auf den Typenschildern ist in den folgenden Darstellungen erläutert. Nur der Typ T38.x-*****S ist für den Einsatz in sicherheitsgerichteten Anwendungen geeignet



Der Typ T38.x-*****S ist beliebig mit den verfügbaren Ex-Ausführungen kombinierbar.

1.2 Mitgeltende Gerätedokumentationen

Ergänzend zu diesem Sicherheitshandbuch gelten die Betriebsanleitung für Typ T38.x (Artikelnr.: 14581499), die Zusatz-Betriebsanleitung (Artikelnr.: 14610431) sowie das Datenblatt TE 38.01.

1.3 Relevante Normen

Norm	Typ T38.x
IEC 61508:2010	Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer Systeme

1. Allgemeines

1.4 Abkürzungen und Begriffe

Abkürzung	Beschreibung
λ_S	Ein ungefährlicher Ausfall (safe failure) liegt vor, wenn das Messsystem ohne Anforderung des Prozesses in den definierten sicheren Zustand oder in den Fehlersignalisierungsmodus wechselt.
$\lambda_{DD} + \lambda_{DU}$	λ_{DD} dangerous detected + λ_{DU} dangerous undetected Generell liegt ein gefahrbringender Ausfall dann vor, wenn durch diesen das Messsystem in einen gefährlichen oder funktionsunfähigen Zustand versetzt werden kann. Bei erkannten gefahrbringenden Ausfällen wird der Ausfall z. B. durch diagnostische Prüfungen oder Wiederholungsprüfungen erkannt, wodurch das System in den sicheren Zustand wechselt. Bei unerkannten gefahrbringenden Ausfällen wird der Ausfall nicht durch diagnostische Prüfungen erkannt.
Betriebsart mit niedriger Anforderungsrate (en: low demand)	In dieser Betriebsart wird die Sicherheitsfunktion des Sicherheitssystems nur auf Anforderung ausgeführt. Die Häufigkeit der Anforderung beträgt nicht mehr als einmal pro Jahr.
DC	Diagnosedeckungsgrad, Anteil der gefahrbringenden Ausfälle, die durch automatische diagnostische Online-Prüfungen erkannt werden.
FMEDA	Failure Modes, Effects and Diagnostic Analysis Verfahren um Fehlerursachen, sowie deren Auswirkung auf das System zu erkennen und Diagnosemaßnahmen zu definieren.
HFT	Hardware Fehlertoleranz Fähigkeit einer Funktionseinheit, eine geforderte Funktion bei Bestehen von Fehlern oder Abweichungen weiter auszuführen.
MooN (M out of N) Architektur	Die Architektur beschreibt die spezifische Konfiguration von Hardware- und Softwareelementen in einem System. N ist die Anzahl der parallelen Kanäle und M bestimmt wie viele Kanäle korrekt arbeiten müssen.
MRT	Mittlere Reparaturdauer
MTRR	Mittlere Dauer bis zur Wiederherstellung
PFD_{avg}	Mittlere Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls bei Anforderung der Sicherheitsfunktion
SC	Systematische Eignung (en: systematic capability) Die systematische Eignung eines Elements (SC 1 bis SC 4) besagt, dass die systematische Sicherheitsintegrität für den entsprechenden SIL erreicht ist.
SFF	Anteil sicherer Ausfälle
SIL	Safety Integrity Level Die internationale Norm IEC 61508 definiert vier diskrete Safety Integrity Level (SIL 1 bis SIL 4). Jeder Level entspricht einem Wahrscheinlichkeitsbereich, mit welchem ein sicherheitsbezogenes System die festgelegten Sicherheitsfunktionen anforderungsgemäß ausführt. Je höher der Safety Integrity Level der sicherheitsbezogenen Systeme ist, umso größer die Wahrscheinlichkeit, dass die Sicherheitsfunktion ausgeführt wird.

DE

1. Allgemeines / 2. Sicherheit

Abkürzung	Beschreibung
WP	Schreibschutz
FLR	Reedketten-Füllstandssensor ¹⁾
T ₁ oder T _{proof}	Intervall der Wiederholungsprüfungen (in Stunden, typisch ein Jahr (8.760 h)) Nach diesem Intervall sollte eine Wiederholungsprüfung („proof test“) durch den Anwender durchgeführt werden.
Wiederholungsprüfung (en: „proof test“)	Wiederkehrende Prüfung zur Aufdeckung von versteckten gefahrbringenden Ausfällen in einem sicherheitsbezogenen System.
PU	Programmiereinheit
PTC	Prüftiefe oder Deckungsgrad der Wiederholungsprüfung
FIT	Failure in time, Einheit: Anzahl der Ausfälle pro 10 ⁹ h

1) Nur in Verbindung mit WIKA Typ FLR

→ Weitere relevante Abkürzungen siehe IEC 61508-4.

2. Sicherheit

2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung in Sicherheitsanwendungen

Sämtliche Sicherheitsfunktionen beziehen sich ausschließlich auf das analoge Ausgangssignal (4 ... 20 mA). Das Gerät ist nach SIL 2 (IEC 61508) zertifiziert. Aufgrund der systematischen Eignung des Transmitters für SC 3 ist es möglich, abhängig von der Sicherheitsintegrität der Hardware, das Gerät in homogen redundanten Systemen bis SIL 3 einzusetzen. Die Redundanz setzt voraus, dass die Sicherheits-SPS die beiden Eingänge vergleicht und auf Inkonsistenzen reagiert.

Unter Berücksichtigung der Fehleraufdeckungsfunktionen des Temperaturtransmitters Typ T38.x erreichen folgende an den Transmitter angeschlossenen Temperatursensoren einen für SIL 2 ausreichenden SFF (Safe Failure Fraction) von > 60 %:

- Thermoelemente mit interner oder externer Pt100-Vergleichsstelle (Typ E, J, T, U, R, S, B, K, L (GOST), L (DIN), N, A, C)
- Widerstandstemperatursensoren mit 3-, oder 4-Leiter-Anschluss (Pt100, JPt100, Ni100, Pt1000, JPt1000)
- Doppel-Thermoelemente bzw. Doppel-Widerstandstemperatursensoren (2- und 3-Leiter-Anschluss), sowie Doppelsensor: Widerstandsthermometer/Thermoelement
Nur zulässig, wenn beide Sensoren für die Überwachung der gleichen Messstelle verwendet werden. Die Betriebsart „Differenzmessung“ ist nicht zulässig.
- Einzel- und Doppel-Potentiometeranschluss in Kombination mit Reedschalterketten (Typ FLR)

Der Temperaturtransmitter erreicht für alle genannten Anschlüsse von Temperatursensoren einen für SIL 2 ausreichenden SFF (Safe Failure Fraction) von > 90 %.

Das Gerät erzeugt ein vom Sensorsignal abhängiges Stromsignal im zulässigen

2. Sicherheit

Messbetrieb von nominal 4 ... 20 mA. Der gültige Bereich des Ausgangssignals ist auf ein Minimum von 3,8 mA und ein Maximum von 20,5 mA begrenzt (Werkseinstellung bei Grundkonfiguration).



Die im Datenblatt bzw. in der Betriebsanleitung angegebenen Spezifikationen des Typs T38.x nicht überschreiten.

DE

Folgende Klemmenspannungsgrenzen einhalten:

Gerätetyp	Klemmenspannungsgrenzen
T38.H-***** T38.R-*****	DC 10,5 ... 42 V ^{1) 2)}
T38.H-***** (Ex ia) T38.R-***** (Ex ia)	DC 10,5 ... 30 V
T38.H-***** (Ex ec) T38.R-***** (Ex ec)	DC 10,5 ... 40 V ²⁾
T38.H-***** (Ex ic) T38.R-***** (Ex ic)	DC 10,5 ... 30 V

1) Gilt nicht bei erweitertem Gerätetemperaturbereich

2) Bei > 35 V ist eine minimale Bürde erforderlich, siehe Bürdendiagramm in der Betriebsanleitung



Der Transmitter muss ausgetauscht werden, wenn unzulässig hohe Spannungen an den Klemmen angeschlossen wurden (z. B. wenn die Versorgungsspannungsklemmen beim Anschluss mit den Sensorklemmen vertauscht werden). Unzulässig hoch sind Spannungen an den Sensorklemmen, die höher als die vorgesehene, erzeugte Spannung eines Sensors sind.

Folgende Sensoren und Betriebsarten sind für den Einsatz in einer sicherheitsgerichteten Anwendung nicht zulässig:

- Potentiometer (die nicht für Reed-Sensoren vorgesehen sind)
- Sonstige Widerstandssensoren
- Sonstige mV-Sensoren
- Linearisierungstabelle
- RTD-Einzelsensoren mit Zweileiteranschluss
- Pt1000 Kryogen Design
- Differenzmodus im Doppelsensorbetrieb



Nach dem Austauschen eines Sensors muss der Anwender die Sensoranschlüsse überprüfen, um sicherzustellen, dass der Anschluss korrekt ist (z.B. dass ein Thermoelement nicht verpolt angeschlossen ist). Dies gilt auch dann, wenn relevante Konfigurationsparameter geändert werden oder wenn ein Sensor (z. B. zum Anschluss eines Sensorsimulators bei einer Prüfung) abgeklemmt und anschließend wieder angeschlossen wird, siehe Kapitel 2.10.3 „Funktionsprüfung des T38.x nach Konfigurationsänderung“.

2.2 Personalqualifikation

Fachpersonal

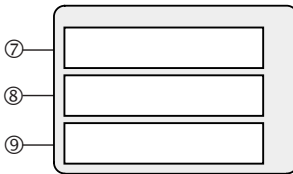
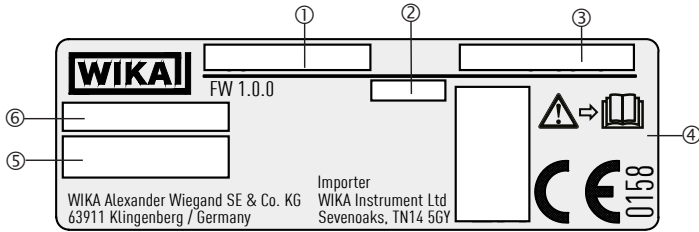
Das vom Betreiber autorisierte Fachpersonal ist aufgrund seiner fachlichen Ausbildung, seiner Kenntnisse der Mess- und Regelungstechnik und seiner Erfahrungen sowie Kenntnis der landesspezifischen Vorschriften, geltenden Normen und Richtlinien in der Lage, die beschriebenen Arbeiten auszuführen und mögliche Gefahren selbstständig zu erkennen.

2. Sicherheit

2.3 Beschilderung, Sicherheitskennzeichnungen

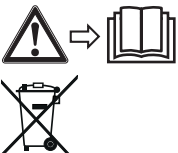
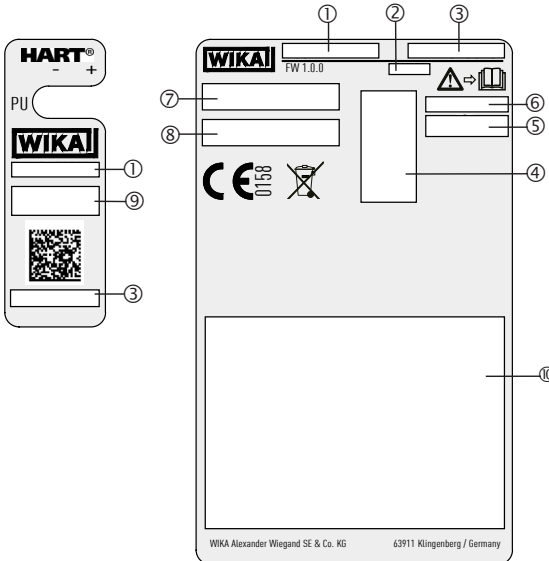
Typenschild

- Kopfversion, Typ T38.H



- ① Typ
- ② Herstellungsdatum (Jahr-Monat)
- ③ Seriennummer
- ④ Zulassungslogos
- ⑤ Umgebungstemperatur
- ⑥ Hilfsenergie
- ⑦ Sensor
- ⑧ Messbereich
- ⑨ TAG-Nummer
- ⑩ Anschlussbelegung

- Schienenversion, Typ T38.R



Vor Montage und Inbetriebnahme des Geräts unbedingt die Betriebsanleitung lesen.

Nicht mit dem Hausmüll entsorgen. Für eine geordnete Entsorgung nach nationalen Vorgaben sorgen.

2. Sicherheit

2.4 Displayschnittstelle (TND)

Folgende Punkte müssen eingehalten werden:

- Montage des Displays und Hardware-Schreibschutz nur im stromlosen Zustand durchführen.
- Betrieb mit offenen Display-Pins nicht zulässig, Abdeckkappe oder Display müssen montiert sein.

DE

2.5 Einschränkung der Betriebsarten

Unter folgenden Betriebsbedingungen wird die Sicherheitsfunktion des Geräts nicht gewährleistet:

- Während der Konfiguration
- Bei deaktiviertem Schreibschutz
- Im HART®-Multidrop-Modus, wenn der Schleifenstrom fixiert ist
- Messwertübertragung mittels HART®-Protokoll
- Während einer Simulation
- Während der Wiederholungsprüfung
- Wenn eine relevante Konfiguration geändert und noch keine Wiederholungsprüfung durchgeführt wurde.
- Während des Startup, vor Ablauf des ersten Online-Diagnoseintervalls
- Während der PU-Kommunikation

2.6 Fehlersignalisierung

Der Temperaturtransmitter Typ T38.x überwacht den angeschlossenen Fühler und die eigene Hardware auf Fehler. Im Falle eines erkannten Fehlerzustands erzeugt das Gerät einen Fehlersignalisierungsstrom.

Die Reaktionszeit auf Sensorfehler beträgt maximal 90 Sekunden.

Dies beinhaltet die Aufdeckung folgender potentieller Fehler:

- Fühlerbruch
- Fühlerkurzschluss (nur bei Widerstandstemperatursensoren, nicht für Thermoelemente)
- Unzulässig hoher Zuleitungswiderstand (nicht bei Widerstandstemperatursensoren mit 2-Leiter-Anschluss)
- Drift bei Doppelsensoren (wenn True Drift Detection aktiv ist)

Das Online-Diagnose-Test-Intervall des Geräts beträgt maximal 3 Minuten.

Dies beinhaltet die Aufdeckung folgender potentieller Gerätefehler:

- ROM-Fehler
- EEPROM-Fehler
- RAM-Fehler
- Programm-Counter-Fehler
- Stack-Pointer-Fehler

2. Sicherheit

DE

Weiterhin werden permanent folgende Überwachungsfunktionen durchgeführt:

- Logische Programmlaufkontrolle
- Überwachung der internen Kommunikation
- Sensor-Obergrenze überschritten
- Sensor-Untergrenze unterschritten
- Vergleichsstellentemperatur außerhalb erlaubter Grenzen (nur bei Thermoelementen)
- Doppelsensor Drift-Überwachung (optional zuschaltbar)
- Konfigurationsfehler
- Überwachung der zulässigen Gerätetemperatur
- Überwachung der Ausgangsgrenzen (optional, als default nicht aktiviert)

Der Fehlersignalisierungsstrom (Störstrom) des Geräts lässt sich entsprechend den nachfolgenden Anforderungen konfigurieren:

- Störstrom aufsteuernd (Hoch-Alarmwert):
einstellbar im Bereich $\geq 21,0$ mA bis $\leq 22,0$ mA
- Störstrom zusteuern (Tief-Alarmwert):
einstellbar im Bereich $\geq 3,5$ mA bis $\leq 3,6$ mA



Bestimmte Fehlerfälle können vom Transmitter aus technischen Gründen, unabhängig von der konfigurierten Signalisierungsrichtung, nur zusteuern oder aufsteuernd signalisiert werden.

- Zusteuern: $\leq 3,6$ mA, z. B. infolge eines Energiemangels bei zu niedriger Versorgung
- Aufsteuernd: ≥ 21 mA, z. B. infolge eines erhöhten Energiebedarfs aufgrund eines niederohmigen Bauteilausfalls

2. Sicherheit



Bei bestimmten geräteseitig diagnostizierten Hardwarefehlern wird das Gerät eine zusteuernde Fehlersignalisierung mit einem Schleifenstrom $< 3,8 \text{ mA}$ vornehmen, kann jedoch technisch bedingt auch bei entsprechender Konfiguration keine Signalisierung $\leq 3,6 \text{ mA}$ sicherstellen. Das Auswertesystem muss daher Schleifenströme $< 3,8 \text{ mA}$ als Fehlerfall interpretieren.

DE

Der Transmitter erzeugt bei bestimmten unzulässigen Konfigurationen ebenfalls eine Fehlersignalisierung. Um den Grund einer Fehlersignalisierung herauszufinden empfiehlt sich die Nutzung von über HART® abrufbaren Diagnose Informationen.

2.7 Schreibschutz

Der T38.x verfügt über eine Schreibschutzfunktionalität, um versehentliche Konfigurationsänderungen zu verhindern. Ab Werk ist der Schreibschutz nicht gesetzt.



Ein vergessenes Passwort kann nicht ausgelesen werden. Das Passwort muss im Werk zurückgesetzt werden. Für den sicheren Betrieb muss der Schreibschutz gesetzt werden.

Hardware-Schreibschutz

Alternativ zum Display kann eine Jumper-Brücke an Pin 1 und Pin 3 aufgesteckt werden, mit dem am T38.x ein Hardware-Schreibschutz realisiert wird. Dieser Schreibschutz wird nach Neustart des Geräts aktiv und ergänzt den Software/HART®-Schreibschutz, siehe Kapitel 2.4 „Displayschnittstelle (TND)“. Der Geräteschreibschutz ist aktiv, wenn eine der beiden Schreibschutz-Varianten aktiv ist. Es ergeben sich folgende Kombinationen:

WP Hardware	WP Software (HART®)	WP gesamt
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

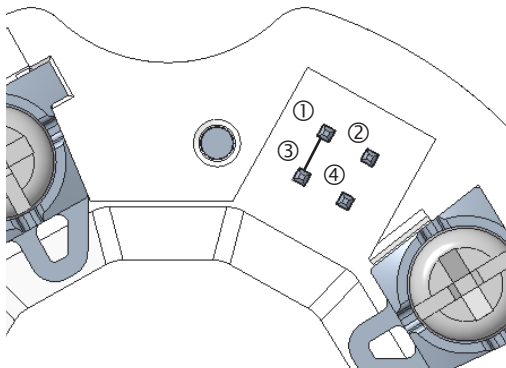
0 = aus/nicht aktiv, 1 = an/aktiv



Falls das Gerät in einen sicheren Zustand geht, ist ein Neustart erforderlich. In diesem Fall ist ein Power-Reset durch den Anwender notwendig.

2. Sicherheit

Der Hardware-Schreibschutz (Jumper, Artikelnummer 14592227) ist nicht in Kombination mit dem Display verwendbar.



DE



Während der Konfigurationsänderung ist die Sicherheitsfunktion nicht aktiv! Der Safety-Betrieb ist nur mit aktiviertem Schreibschutz (Passwort) erlaubt. Die Sicherheitsfunktion muss nach einem Konfigurationsvorgang durch einen Test überprüft werden.

2.8 Genauigkeit der sicheren Messfunktion

Die nachfolgenden Angaben zur Gesamtsicherheitsgenauigkeit beinhalten jeweils folgende Komponenten:

- Grundgenauigkeit (Messabweichung von Ein- und Ausgang, sowie Linearisierungsfehler des Transmitters)
- Für Thermoelemente zusätzlich die interne Vergleichsstellenkompensation (engl.: CJC)
- Einfluss der Umgebungstemperatur im Bereich $-40 \dots +95 \text{ °C}$ [$-40 \dots +203 \text{ °F}$]

Der definierte Wert für die Gesamtsicherheitsgenauigkeit der Sicherheitsfunktion dieses Geräts richtet sich nach dem gewählten Sensortyp, sowie der konfigurierten Messspanne (siehe nachfolgende Tabelle).

Bis zu den in der Tabelle angegebenen minimalen Spannen beträgt die Gesamtsicherheitsgenauigkeit 2 % der Messspanne bzgl. des Stromausgangssignals von 16 mA. Ansonsten gelten die in der Tabelle direkt angegebenen absoluten Werte.

2. Sicherheit

Sensortyp	Zulässiger Sensorbereich für die Genauigkeitsangaben	Min. Spanne für 2 % Gesamtsicherheitsgenauigkeit	Absolute Gesamtsicherheitsgenauigkeit für kleinere Messspannen
Widerstandsthermometer			
Pt100	-200 ... +850 °C [-328 ... +1.562 °F]	78 K	2 K
Pt1000 ¹⁾	-200 ... +850 °C [-328 ... +1.562 °F]	67 K	2 K
Pt500 ²⁾	-200 ... +850 °C [-328 ... +1.562 °F]	68 K	2 K
Pt25 ²⁾	-200 ... +850 °C [-328 ... +1.562 °F]	126 K	3 K
Pt10 ²⁾	-200 ... +850 °C [-328 ... +1.562 °F]	245 K	5 K
JPt100	-200 ... +500 °C [-328 ... +932 °F]	55 K	2 K
JPt1000	-200 ... +500 °C [-328 ... +932 °F]	45 K	1 K
Ni100	-60 ... +250 °C [-76 ... +482 °F]	18 K	1 K
FLR-Sensor			
Einzel sensor Reed-Ketten	0 ... 100 %	43 % des Sensorbereichs	0,89 % des Sensorbereichs
Doppelsensor Reed-Ketten	0 ... 100 %	46 % des Sensorbereichs	0,95 % des Sensorbereichs
Thermoelemente			
Typ J	-150 ... +1.200 °C [-238 ... +2.192 °F]	146 K	3 K
Typ K	-150 ... +1.300 °C [-238 ... +2.372 °F]	196 K	4 K
Typ L (DIN)	0 ... 900 °C [32 ... 1.652 °F]	115 K	3 K
Typ L (GOST)	-150 ... +800 °C [-238 ... +1.472 °F]	107 K	3 K
Typ E	-150 ... +1.000 °C [-238 ... +1.832 °F]	125 K	3 K
Typ N	-150 ... +1.300 °C [-238 ... +2.372 °F]	157 K	4 K
Typ T	-150 ... +400 °C [-238 ... +752 °F]	188 K	4 K
Typ U	0 ... 600 °C [32 ... 1.112 °F]	88 K	2 K

2. Sicherheit

Sensortyp	Zulässiger Sensorbereich für die Genauigkeitsangaben	Min. Spanne für 2 % Gesamtsicherheitsgenauigkeit	Absolute Gesamtsicherheitsgenauigkeit für kleinere Messspannen
Typ R	50 ... 1.600 °C [122 ... 2.912 °F]	200 K	4 K
Typ S	50 ... 1.600 °C [122 ... 2.912 °F]	221 K	5 K
Typ B	450 ... 1.820 °C [842 ... 3.308 °F]	323 K	7 K
Typ C	0 ... 2.315 °C [32 ... 4.199 °F]	472 K	10 K
Typ A	0 ... 2.500 °C [32 ... 4.532 °F]	528 K	11 K

- 1) Doppelsensor nur bis 450 °C [842 °F] innerhalb der Spezifikation.
- 2) Konfiguration über CvD-Koeffizienten

Anwendung

■ Beispiel 1

Sensortyp Pt100 4L, konfigurierter Messbereich = -50 ... +100 °C [-58 ... +212 °F], also konfigurierte Messspanne = 150 K. Diese ist nicht kleiner als 78 K. Damit beträgt die Gesamtsicherheitsgenauigkeit $\pm 2\%$ der Messspanne, $\pm 2\% \cdot 150 \text{ K} = \pm 3 \text{ K}$ bzw. $\pm 2\% \cdot 16 \text{ mA} = \pm 320 \mu\text{A}$ bzgl. des Stromausgangs.

■ Beispiel 2

Sensortyp Pt100 4L, konfigurierter Messbereich = 0 ... 50 °C [32 ... 122 °F], also konfigurierte Messspanne = 50 K. Diese ist kleiner als 78 K, damit beträgt die Gesamtsicherheitsgenauigkeit $\pm 2 \text{ K}$, also $\pm 2 \text{ K} / 50 \text{ K} = \pm 4\%$, bzw. $\pm 4\% \cdot 16 \text{ mA} = \pm 640 \mu\text{A}$ bzgl. des Stromausgangs.

■ Beispiel 3

1 x FLR Sensor, Sensorbereich 0 ... 1.200 mm (entspricht 0 ... 100 %), konfigurierter Messbereich 60 ... 1.140 mm (entspricht 5 ... 95 %), Messspanne 1.080 mm (entspricht 90 %). Diese Messspanne ist nicht kleiner als 43 %. Damit beträgt die Gesamtsicherheitsgenauigkeit $\pm 2\%$ der Messspanne = $\pm 2\% \cdot 1.080 \text{ mm} = \pm 21,6 \text{ mm}$ (entspricht $\pm 21,6 \text{ mm} / 1.200 \text{ mm} = \pm 1,8\%$ des Sensorbereichs). Bei maximalem Messwert (1.080 mm über Messbereichsanfang) kann der reale Wert also zwischen 1.058,4 mm und 1.101,6 mm ab dem Messbereichsanfang liegen. Am Stromausgang ergibt sich eine maximal zu berücksichtigende Abweichung von $\pm 2\% \cdot 16 \text{ mA} = \pm 320 \mu\text{A}$.

2.9 Konfigurationsänderungen



WARNUNG!

Fehlende Sicherheitsfunktion

Während der Konfigurationsänderung sind die Sicherheitsfunktionen deaktiviert!

- ▶ Der Safety-Betrieb wird ausschließlich bei aktiviertem Schreibschutz durchgeführt.
- ▶ Nach Abschluss der Konfigurationsänderung ist dringend ein Test zur Überprüfung erforderlich, siehe Kapitel 2.10.3 „Funktionsprüfung des T38.x nach Konfigurationsänderung“.
- ▶ Nach Änderung von relevanten Konfigurationsparametern müssen die Sensoranschlüsse überprüft werden.

Konfigurationsänderungen innerhalb der zulässigen Spezifikationen gemäß 2.1 „Bestimmungsgemäße Verwendung in Sicherheitsanwendungen“ durchführen.

2.10 Inbetriebnahme und Wiederholungsprüfungen

Die Funktionsfähigkeit und der Fehlersignalisierungsstrom des Temperaturtransmitters Typ T38.x ist bei der Inbetriebnahme sowie in angemessenen Zeitabständen zu prüfen. Sowohl die Art der Überprüfung als auch die gewählten Zeitabstände liegen in der Verantwortung des Anwenders. Die Zeitabstände richten sich gewöhnlich nach dem in Anspruch genommenen PFD_{avg} -Wert (Werte und Kennzahlen siehe Anlage 1 „SIL-Konformitätserklärung“). Üblicherweise wird von einer jährlichen Wiederholungsprüfung ausgegangen. Der PFD_{avg} -Wert verhält sich annähernd linear zum Intervall der Wiederholungsprüfung T_{proof} . Abhängig vom verfügbaren PFD_{avg} -Wert für das Teilsystem „Sensor“ des sicherheitstechnischen Systems lässt sich das Intervall der Wiederholungsprüfung verlängern oder verkürzen.



VORSICHT!

Beeinträchtigung der Sicherheitsfunktion

Nach der Überprüfung der Sicherheitsfunktion kann es bei fehlendem Schreibschutz durch Änderungen der Parameter zu Beeinträchtigungen der Sicherheitsfunktion kommen.

- ▶ Einen Schreibbefehl per HART®-Kommando an den Typ T38.x senden
Der Temperaturtransmitter muss diesen Befehl mit der Meldung „Gerät ist schreibgeschützt“ quittieren.



VORSICHT!

Fehlerhafte Funktion der Sicherheitseinrichtung

Nach einem negativen Proof-Test kann es zu Beeinträchtigungen der Sicherheitsfunktion kommen.

- ▶ Einen Funktionstest der gesamten Sicherheitsfunktion (Sicherheits-loop) starten und prüfen, ob der Transmitter die Sicherheitsfunktion des Systems gewährleistet. Die Funktionstests dienen dazu, die einwandfreie Funktion der Sicherheitseinrichtung SIS im Zusammenwirken aller Komponenten (Sensor, Logikeinheit, Aktor) nachzuweisen.
- ▶ Die bei den Test verwendeten Methoden und Verfahren (Prüfszenarien), ebenso wie die Prüfergebnisse, dokumentieren.
- ▶ Nach einem negativen Funktionstest das gesamte Messsystem außer Betrieb nehmen.

2.10.1 Wiederholungsprüfung der kompletten Signalverarbeitungskette des Transmitters

1. Wenn notwendig, das Sicherheitssteuerungssystem überbrücken bzw. geeignete Maßnahmen ergreifen, die ein nicht beabsichtigtes Auslösen des Alarms verhindern.
2. Den Schreibschutz des Geräts deaktivieren.
3. Der Stromausgang ist mit Hilfe der HART®-Funktion im Simulation-Modus auf mindestens den konfigurierten Hochalarmwert ($\geq 21,0$ mA) einzustellen (HART®-Kommando 40: Enter Fixed Current-Mode).
4. Prüfen, ob das Stromausgangssignal innerhalb der angegebenen Spezifikation liegt.
5. Den Stromausgang des Messumformers mithilfe der Funktion im Simulationsmodus auf den konfigurierten Tiefalarmwert ($\leq 3,6$ mA) einstellen.
6. Prüfen, ob das Stromausgangssignal innerhalb der angegebenen Spezifikation liegt.
7. Den Schreibschutz aktivieren und min. 5 Sekunden warten.
8. Das Gerät abschalten bzw. von der Stromversorgung trennen.
9. Das Gerät neu starten und mindestens die Einschaltzeit von 15 Sekunden abwarten.
10. Den Stromausgang mit Referenzsensorwerten am Sensoreingang ¹⁾ an 2 Punkten überprüfen. Für den Messanfang (4 mA bis +20 % der Spanne) und für das Messende (20 mA bis zu -20 % der Spanne) wählen. Die jeweiligen Messwerte müssen innerhalb der angegebenen Spezifikation liegen.
11. Die Überbrückung des Sicherheitssteuerungssystems entfernen oder den normalen Betriebszustand auf eine andere Weise wiederherstellen.
12. Nach Durchführung des Tests müssen die Ergebnisse dokumentiert und entsprechend archiviert werden.

1) Die Überprüfung des Messumformers ohne Sensor kann auch mit einem entsprechenden Sensor-simulator (Widerstandssimulator, Referenz-Spannungsquellen, etc.) erfolgen. Hierbei ist der Sensor gemäß den SIL-Anforderungen der Kundenapplikation zu prüfen. Die Mess- oder Stellgenauigkeit der eingesetzten Prüfmittel soll mindestens 0,2 % bezogen auf die Spanne des Stromausgangs (16 mA) betragen.



Mit der oben beschriebenen Prüfung wird ein Deckungsgrad (PTC) von 99 % erreicht. Für den Fall „Geerdetes Thermoelement“ wird ein Deckungsgrad von 91 % erreicht.

2.10.2 Reduzierte Wiederholungsprüfung - eingeschränkte Prüfung der Signalverarbeitungskette des Transmitters

1. Das Sicherheitssteuerungssystem überbrücken bzw. eine geeignete Maßnahme ergreifen, die ein nicht beabsichtigtes Auslösen des Alarms verhindert.
2. Den Schreibschutz des Geräts deaktivieren.
3. Den Stromausgang des Geräts mit Hilfe der HART®-Funktion im Simulationsmodus auf mindestens den konfigurierten Hochalarmwert ($\geq 21,0$ mA) einstellen.
4. Prüfen, ob das Stromausgangssignal innerhalb der angegebenen Spezifikation liegt.
5. Den Stromausgang des Messumformers mithilfe der HART®-Funktion im Simulationsmodus auf den konfigurierten Tiefalarmwert ($\leq 3,6$ mA) einstellen.
6. Prüfen, ob das Stromausgangssignal innerhalb der angegebenen Spezifikation liegt.
7. Den Schreibschutz aktivieren und min. 5 Sekunden warten.
8. Das Gerät abschalten bzw. von der Stromversorgung trennen.
9. Das Gerät neu starten und mindestens die Einschaltzeit von 15 Sekunden abwarten.
10. Den Gerätezustand auslesen.
11. Die angezeigten Fehlermeldungen bewerten und auf Konformität gegenüber den Vorgaben in der Betriebsanleitung überprüfen.
12. Die Überbrückung des Sicherheitssteuerungssystems entfernen oder den normalen Betriebszustand auf eine andere Weise wiederherstellen.
13. Nach Durchführung des Tests müssen die Ergebnisse dokumentiert und entsprechend archiviert werden.

Im Gegensatz zu dem in 2.10.1 „Wiederholungsprüfung der kompletten Signalverarbeitungskette des Transmitters“ beschriebenen Verfahren wird hier die Signalverarbeitungskette nicht getestet. Deren Funktionstüchtigkeit soll durch Auslesen des Gerätezustands und Bewertung der angezeigten Fehlermeldungen gewährleistet werden.



Mit der oben beschriebenen Prüfung wird ein Deckungsgrad (PTC) von mindestens 80 % für den Transmitter ohne angeschlossenen Sensor erreicht.

2.10.3 Funktionsprüfung des T38.x nach Konfigurationsänderung

Um sicherzustellen, dass ein Transmitter nach Umkonfiguration tatsächlich so konfiguriert ist, wie erwartet, muss eine Funktionsprüfung durchgeführt werden. Diese Prüfung hat keinen Einfluss auf PFD-Werte (vgl. Wiederholungsprüfung/Proof-Test).

1. Wenn notwendig, das Sicherheitssteuerungssystem überbrücken bzw. geeignete Maßnahmen ergreifen, die ein nicht beabsichtigtes Auslösen des Alarms verhindern.
 2. Falls der Schreibschutz des Geräts noch nicht aktiviert ist, den Schreibschutz aktivieren und min. 5 Sekunden warten, danach das Gerät neu starten und mindestens die Einschaltzeit von 15 Sekunden abwarten.
 3. Den Stromausgang mit Referenzsensorwerten am Sensoreingang ¹⁾ an 2 Punkten überprüfen. Für den Messanfang, (4 mA bis +20 % der Spanne) und für das Messende (20 mA bis zu -20 % der Spanne) wählen. Die jeweiligen Messwerte müssen innerhalb der angegebenen Spezifikation liegen.
 4. Die Überbrückung des Sicherheitssteuerungssystems entfernen oder den normalen Betriebszustand auf eine andere Weise wiederherstellen.
 5. Nach Durchführung des Tests müssen die Ergebnisse dokumentiert und entsprechend archiviert werden.
- 1) Die Überprüfung des Messumformers ohne Sensor kann auch mit einem entsprechenden Sensorsimulator (Widerstandssimulator, Referenz-Spannungsquellen, etc.) erfolgen. Hierbei ist der Sensor gemäß den SIL-Anforderungen der Kundenapplikation zu prüfen. Die Mess- oder Stellgenauigkeit der eingesetzten Prüfmittel soll mindestens 0,2 % bezogen auf die Spanne des Stromausgangs (16 mA) betragen



Bei einem negativen Funktionstest, alle verwendete Methoden, Verfahren (Prüfszenarien) und Prüfergebnisse dokumentieren. Das gesamte Messsystem außer Betrieb nehmen und den Prozess durch geeignete Maßnahmen im sicheren Zustand halten.

2.11 Hinweise zur Ermittlung sicherheitstechnischer Kenngrößen

Die Ausfallraten der Elektronik wurde durch eine FMEDA ermittelt. Den Berechnungen wurden Bauelemente-Ausfallraten nach SN29500 und IEC TR62380 zugrunde gelegt. Speziell für die am Temperaturtransmitter angeschlossenen Temperaturwiderstandssensoren und Thermoelemente werden von der Firma Exida.com[®] LLC ermittelte Ausfallraten für die FMEDA herangezogen.

Dabei gelten die folgenden Annahmen:

- Der Transmitter wird nur in Anwendungen niedriger Anforderungsrate eingesetzt (Low Demand Mode).
- Die mittlere Umgebungstemperatur am Temperaturtransmitter während der Betriebszeit beträgt 40 °C [104 °F].
- Die MTTR nach einem Gerätefehler beträgt 8 Stunden.

2.12 Außerbetriebnahme des Transmitters



VORSICHT!

Versehentliche Inbetriebnahme

Außer Betrieb genommene Geräte können versehentlich ohne funktionierende Sicherheitsfunktion in Betrieb genommen werden.

- ▶ Funktionstest nach der Außerbetriebnahme starten und prüfen, ob die Sicherheitsfunktion des Systems gewährleistet wird.



Die Funktionstests dienen dazu, die einwandfreie Funktion der Sicherheitseinrichtung SIS im Zusammenwirken aller Komponenten (Sensor, Logikeinheit, Aktor) nachzuweisen.



SIL Declaration of Conformity Functional safety per IEC 61508:2010



WIKAL Alexander Wiegand SE & Co. KG, Alexander Wiegand Straße 30, 63911 Klingenberg declares as the manufacturer the accuracy of the following information.

1. General information

Permissible options	T38.H-xxxxxS / T38.R-xxxxxS
Safety-relevant output signal	4 ... 20 mA
Error current	Adjustable: ≤ 3.6 mA and ≥ 21.0 mA (Factory settings: 3.5 mA and 21.5 mA to NAMUR NE43)
Evaluated measurands/function	Temperature in °C, °F, K, °R
Safety function	Single sensor Duplex sensor, Redundant, Minimum value, Maximum value, Average value, True Drift Detection
Device type per IEC 61508-2:2010	Temperature transmitter: B (complex components) Temperature sensor: A (elementary components)
Operating mode	Low Demand Mode
MTTR	8 h
MRT	8 h
Current hardware version	1
Current software version (Firmware)	1.0.1
Safety manual	Issue 06/2024
Type of evaluation	Complete evaluation, in parallel with development, of hardware and software incl. FMEDA on a component level and change process to IEC 61508-2,3
Evaluation through Report No.	TÜV Rheinland 968/FSP 2070.01/24
Test documents	Safety Concept Requirement Specification Product Requirements Specification Functional Safety Management Plan Product verification plan Data sheet TE 38.01 FMEDA at component level Safety manual

2. Safety Integrity

Systematic capability	SC 3
Hardware safety integrity	Single channel operation (HFT = 0, e.g. 1001): SIL 2. Two channel operation SIL 3: to IEC 61508-6 Annex D must determine a β -factor for the two channel (redundant) application, in order to incorporate the "Common Cause Failure Probability". For further information, see WIKAL contact data



SIL Declaration of Conformity Functional safety per IEC 61508:2010



3.1 FMECA Pt100 4-wire (safety function for 4 ... 20 mA output)	T38.x stand alone	T38.x with Pt100 4-wire			
		Close coupled ¹⁾		Extension wire ²⁾	
		Low stress ³⁾	High stress ⁴⁾	Low stress ³⁾	High stress ⁴⁾
λ_{DU} [FIT]	21,38	23,88	31,38	23,38	29,38
λ_{DD} [FIT]	105,2	152,7	295,2	303,2	897,2
λ_S [FIT]	122,6	122,6	122,6	122,6	122,6
SFF Sensor/Transmitter ⁵⁾	- / 91,4 %	95,0 / 91,4 %	95,0 / 91,4 %	99,0 / 91,4 %	99,0 / 91,4 %
PFD _{avg} for T _{proof} 1 year ⁶⁾	$9,47 * 10^{-5}$	$1,06 * 10^{-4}$	$1,40 * 10^{-4}$	$1,05 * 10^{-4}$	$1,36 * 10^{-4}$

3.2 FMECA Pt100 3-wire (safety function for 4 ... 20 mA output)	T38.x stand alone	T38.x with Pt100 3-wire			
		Close coupled ¹⁾		Extension wire ²⁾	
		Low stress ³⁾	High stress ⁴⁾	Low stress ³⁾	High stress ⁴⁾
λ_{DU} [FIT]	20,96	29,6	55,52	40,16	97,76
λ_{DD} [FIT]	105,1	144,46	262,54	181,9	412,3
λ_S [FIT]	122,1	122,1	122,1	122,1	122,1
SFF Sensor/Transmitter ⁵⁾	- / 91,6 %	82,0 / 91,6 %	82,0 / 91,6 %	80,0 / 91,6 %	80,0 / 91,6 %
PFD _{avg} for T _{proof} 1 year ⁶⁾	$9,28 * 10^{-5}$	$1,31 * 10^{-4}$	$2,46 * 10^{-4}$	$1,78 * 10^{-4}$	$4,32 * 10^{-4}$

3.3 FMECA duplex sensor Pt100 3-wire (safety function for 4 ... 20 mA output)	T38.x stand alone	T38.x with duplex sensor Pt100 3-wire			
		Close coupled ¹⁾		Extension wire ²⁾	
		Low stress ³⁾	High stress ⁴⁾	Low stress ³⁾	High stress ⁴⁾
λ_{DU} [FIT]	21,17	38,45	90,29	59,57	174,77
λ_{DD} [FIT]	107,2	185,92	422,08	260,8	721,6
λ_S [FIT]	122,1	122,1	122,1	122,1	122,1
SFF Sensor/Transmitter ⁵⁾	- / 91,5 %	82,0 / 91,5 %	82,0 / 91,5 %	80,0 / 91,5 %	80,0 / 91,5 %
PFD _{avg} for T _{proof} 1 year ^{6) 7)}	$9,38 * 10^{-5}$	$1,70 * 10^{-4}$	$4,0 * 10^{-4}$	$2,63 * 10^{-4}$	$7,73 * 10^{-4}$
PFD _{avg} for T _{proof} 1 year ^{6) 8)}	$9,38 * 10^{-5}$	$1,01 * 10^{-5}$	$1,24 * 10^{-4}$	$1,11 * 10^{-4}$	$1,62 * 10^{-4}$

- 1) Close coupled: The temperature transmitter is located in the connection head of the electrical thermometer.
- 2) Extension wire: The temperature transmitter is located outside of the connection head of the electrical thermometer, for example in a cabinet distant from the measuring point
- 3) Low stress applies to a low vibration environment or the use of a cushioned sensor. Operation below 67 % maximum rating according to specification
- 4) High stress applies to a high vibration environment. Operation above 67 % maximum rating according to specification
- 5) Green marked values: SFF sufficient for SIL 2
- 6) Green marked values: PFD_{avg} < 35 % of the maximum allowed value for SIL 2 (PFD_{avg} < $3,5 * 10^{-3}$)
- 7) Sensors not redundant, failure of a sensor leads to loss of the measurement function
- 8) Sensors redundant, failure of a sensor does not lead to loss of the measurement function



SIL Declaration of Conformity Functional safety per IEC 61508:2010



3.4 FMEDA thermocouple with internal cold junction (safety function for 4 ... 20 mA output)	T38.x stand alone	T38.x with thermocouple (internal cold junction)			
		Close coupled ¹⁾		Extension wire ²⁾	
		Low stress ³⁾	High stress ⁴⁾	Low stress ³⁾	High stress ⁴⁾
λ_{DU} [FIT]	23,62	28,62	43,62	43,62	103,62
λ_{DD} [FIT]	102,4	197,4	482,4	282,4	822,4
λ_S [FIT]	120,6	120,6	120,6	120,6	120,6
SFF Sensor/Transmitter ⁵⁾	- / 90,4 %	95,0 / 90,4 %	95,0 / 90,4 %	90,0 / 90,4 %	90,0 / 90,4 %
PFD _{avg} for T _{proof} 1 year ⁶⁾	1,04 * 10 ⁻⁴	1,27 * 10 ⁻⁴	1,95 * 10 ⁻⁴	1,94 * 10 ⁻⁴	4,61 * 10 ⁻⁴

3.5 FMEDA thermocouple with off/fix cold junction (safety function for 4 ... 20 mA output)	T38.x stand alone	T38.x with thermocouple (off/fix cold junction)			
		Close coupled ¹⁾		Extension wire ²⁾	
		Low stress ³⁾	High stress ⁴⁾	Low stress ³⁾	High stress ⁴⁾
λ_{DU} [FIT]	22,12	27,12	42,12	42,12	102,12
λ_{DD} [FIT]	102,4	197,4	482,4	282,4	822,4
λ_S [FIT]	122,1	122,1	122,1	122,1	122,1
SFF Sensor/Transmitter ⁵⁾	- / 91,0 %	95,0 / 91,0 %	95,0 / 91,0 %	90,0 / 91,0 %	90,0 / 91,0 %
PFD _{avg} for T _{proof} 1 year ⁶⁾	9,79 * 10 ⁻⁵	1,21 * 10 ⁻⁴	1,89 * 10 ⁻⁴	1,87 * 10 ⁻⁴	4,55 * 10 ⁻⁴

- 1) Close coupled: The temperature transmitter is located in the connection head of the electrical thermometer.
- 2) Extension wire: The temperature transmitter is located outside of the connection head of the electrical thermometer, for example in a cabinet distant from the measuring point
- 3) Low stress applies to a low vibration environment or the use of a cushioned sensor. Operation below 67 % maximum rating according to specification
- 4) High stress applies to a high vibration environment. Operation above 67 % maximum rating according to specification
- 5) Green marked values: SFF sufficient for SIL 2
- 6) Green marked values: PFD_{avg} < 35 % of the maximum allowed value for SIL 2 (PFD_{avg} < 3,5 * 10⁻³)



SIL Declaration of Conformity Functional safety per IEC 61508:2010



3.6 FMEDA duplex sensor thermocouple with internal cold junction (safety function for 4 ... 20 mA output)	T38.x stand alone	T38.x with duplex sensor thermocouple (internal cold junction)			
		Close coupled ¹⁾		Extension wire ²⁾	
		Low stress ³⁾	High stress ⁴⁾	Low stress ³⁾	High stress ⁴⁾
λ_{Du} [FIT]	23,96	33,96	63,96	63,96	183,96
λ_{DD} [FIT]	103,5	293,5	863,5	463,5	1543,5
λ_S [FIT]	120,7	120,7	120,7	120,7	120,7
SFF Sensor TC / Sensor TC / Transmitter ⁵⁾	- / - / 90,3 %	95 / 95 / 90,3 %	95 / 95 / 90,3 %	90 / 90 / 90,3 %	90 / 90 / 90,3 %
PFD _{avg} for T _{proof} 1 year ^{6) 7)}	1,06 * 10 ⁻⁴	1,51 * 10 ⁻⁴	2,88 * 10 ⁻⁴	2,84 * 10 ⁻⁴	8,20 * 10 ⁻⁴
PFD _{avg} for T _{proof} 1 year ^{6) 8)}	1,06 * 10 ⁻⁴	1,10 * 10 ⁻⁴	1,24 * 10 ⁻⁴	1,24 * 10 ⁻⁴	1,77 * 10 ⁻⁴

- 1) Close coupled: The temperature transmitter is located in the connection head of the electrical thermometer.
- 2) Extension wire: The temperature transmitter is located outside of the connection head of the electrical thermometer, for example in a cabinet distant from the measuring point
- 3) Low stress applies to a low vibration environment or the use of a cushioned sensor. Operation below 67 % maximum rating according to specification
- 4) High stress applies to a high vibration environment. Operation above 67 % maximum rating according to specification
- 5) Green marked values: SFF sufficient for SIL 2
- 6) Green marked values: PFD_{avg} < 35 % of the maximum allowed value for SIL 2 (PFD_{avg} < 3,5 * 10⁻³)
- 7) Sensors not redundant, failure of a sensor leads to loss of the measurement function
- 8) Sensors redundant, failure of a sensor does not lead to loss of the measurement function

"True Drift Detection" ¹⁾ 3.7 FMEDA RTD 4-wire and thermocouple with internal cold junction (safety function for 4 ... 20 mA output)	T38.x stand alone	T38.x with RTD 4-wire and thermocouple (internal cold junction), Drift Detection Active, Level > 1 K ²⁾ , Drift DC 90%			
		Close coupled		Extension wire	
		Low stress	High stress	Low stress	High stress
λ_{Du} [FIT]	23,99	24,74	26,99	26,19	32,79
λ_{DD} [FIT]	106,5	255,75	703,5	504,3	1697,7
λ_S [FIT]	121,1	121,1	121,1	121,1	121,1
SFF Sensor RTD / Sensor TC / Transmitter ³⁾	- / - / 90,5 %	99,5% / 99,5% / 90,5 %	99,5% / 99,5% / 90,5%	99,9 % / 99,0 % / 90,5 %	99,9 % / 99,0 % / 90,5 %
PFD _{avg} for T _{proof} 1 year ^{4) 5)}	1,06 * 10 ⁻⁴	1,11 * 10 ⁻⁴	1,24 * 10 ⁻⁴	1,19 * 10 ⁻⁴	1,57 * 10 ⁻⁴

- 1) For further information see data sheet SP 05.26
- 2) At a value < 1K, the diagnostic coverage (DC) is reduced to 50%.
- 3) Green marked values: SFF sufficient for SIL 2
- 4) Green marked values: PFD_{avg} < 35 % of the maximum allowed value for SIL 2 (PFD_{avg} < 3,5 * 10⁻³)
- 5) Sensors not redundant, failure of a sensor leads to loss of the measurement function

WIKA subsidiaries worldwide can be found online at www.wika.com.
WIKa-Niederlassungen weltweit finden Sie online unter www.wika.de.



Importer for UK
WIKa Instruments Ltd
Unit 6 and 7 Goya Business park
The Moor Road
Sevenoaks
Kent
TN14 5GY



WIKa Alexander Wiegand SE & Co. KG
Alexander-Wiegand-Strasse 30
63911 Klingenberg • Germany
Tel. +49 9372 132-0
info@wika.de
www.wika.de