



Betriebsanleitung
thermoMETER FI

FI-SF15-Cx

Infrarotsensor

MICRO-EPSILON MESSTECHNIK
GmbH & Co. KG
Königbacher Str. 15

94496 Ortenburg / Deutschland

Tel: +49 (0) 8542 / 168-0
Fax: +49 (0) 8542 / 168-90
info@micro-epsilon.de
<https://www.micro-epsilon.de>

Inhaltsverzeichnis

1	Sicherheit.....	5
1.1	Verwendete Zeichen.....	5
1.2	Warnhinweise.....	5
1.3	Hinweise zur Produktkennzeichnung.....	5
1.3.1	CE-Kennzeichnung.....	5
1.3.2	UKCA-Kennzeichnung.....	6
1.4	Bestimmungsgemäße Verwendung.....	6
1.5	Bestimmungsgemäßes Umfeld	6
2	Funktionsprinzip, Technische Daten.....	7
2.1	Funktionsprinzip.....	7
2.2	Sensormodelle.....	7
2.3	Technische Daten.....	7
3	Lieferung.....	9
3.1	Lieferumfang.....	9
3.2	Lagerung.....	9
4	Optische Tabellen.....	10
4.1	Beschreibung Optische Tabellen.....	10
4.2	Optische Parameter.....	10
5	LEDs.....	11
5.1	Funktionen.....	11
5.2	Automatische Zielfunktion.....	11
5.3	Selbstdiagnose.....	11
6	Installation und Montage.....	12
6.1	Mechanische Installation.....	12
6.2	Elektrische Anschlüsse.....	12
6.2.1	Allgemein.....	12
6.2.2	Anschlussbelegung.....	12
6.2.3	Spannungsausgang.....	12
6.2.4	Open-collector-Ausgang.....	13
6.2.5	Digitalausgang.....	13
7	Bedienung über die Software sensorTOOL.....	14
7.1	Beschreibung.....	14
7.2	Menü Datenaufnahme.....	15
7.2.1	Allgemein.....	15
7.2.2	Messung aufzeichnen und speichern.....	16
7.2.3	Einstellungen Infrarot.....	17
7.2.4	Schleifenwartung.....	17
7.3	Menü Einzelwert.....	17
7.4	Menü Einstellungen.....	18
7.4.1	Menüauswahl.....	18
7.4.2	Menü Allgemein.....	18
7.4.2.1	Übersicht.....	18
7.4.2.2	Einstellungen Sensor.....	18
7.4.2.3	Einstellungen Infrarot.....	19
7.4.2.4	Funktion zur automatischen Berechnung des Emissionsgrads.....	19
7.4.3	Menü Signalverarbeitung.....	19
7.4.3.1	Übersicht.....	19
7.4.3.2	Mittelung.....	19
7.4.3.3	Minimum und Maximum Haltemodus.....	20
7.4.3.4	LED Ausrichthilfe (Erweitert).....	21
7.4.3.5	Signalauswahl (Erweitert).....	21
7.4.4	Menü Ausgang.....	22
7.4.4.1	Übersicht.....	22
7.4.4.2	Schleifenwartung (Erweitert).....	22
7.4.4.3	Einstellungen Analogausgang.....	22
7.4.4.4	Kalibrierung (Erweitert).....	22
7.4.5	Menü Alarm und Failsafe.....	23
7.4.5.1	Übersicht.....	23

7.4.5.2	Einstellungen Alarm.....	23
7.4.5.3	Einstellungen Failsafe (Erweitert).....	23
7.5	Menü Info.....	24
7.6	Kommunikationseinstellungen.....	24
8	Reinigung.....	25
9	Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung.....	26
10	Emissionsgrad.....	27
10.1	Definition.....	27
10.2	Bestimmung eines unbekanntem Emissionsgrades.....	27
10.3	Charakteristische Emissionsgrade.....	27
10.4	Emissionsgradtabelle Metalle.....	28
10.5	Emissionsgradtabelle Nichtmetalle.....	29
11	Haftungsausschluss.....	30
12	Service, Reparatur.....	31
13	Außerbetriebnahme, Entsorgung.....	32
14	Optionales Zubehör.....	33
14.1	Montagezubehör.....	33
14.2	Freiblasvorsätze.....	33
14.3	Schutzfenster.....	33
14.4	CF-Vorsatzoptik.....	34
14.5	USB-Adapter.....	34
15	Werkseinstellung.....	35

1 Sicherheit

1.1 Verwendete Zeichen

Die Systemhandhabung setzt die Kenntnis der Betriebsanleitung voraus.

In dieser Betriebsanleitung werden folgende Bezeichnungen verwendet:

 VORSICHT	Zeigt eine gefährliche Situation an, die zu geringfügigen oder mittelschweren Verletzungen führt, falls diese nicht vermieden wird.
HINWEIS	Zeigt eine Situation an, die zu Sachschäden führen kann, falls diese nicht vermieden wird.
▶	Zeigt eine ausführende Tätigkeit an.
i	Zeigt einen Anwendertipp an.
Messung	Zeigt eine Hardware oder eine(n) Schaltfläche/Menüeintrag in der Software an.

1.2 Warnhinweise

 VORSICHT	<p>Schließen Sie die Spannungsversorgung und das Anzeige- / Ausgabegerät nach den Sicherheitsvorschriften für elektrische Betriebsmittel an.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verletzungsgefahr • Beschädigung oder Zerstörung des Sensors
HINWEIS	<p>Versorgungsspannung darf angegebene Grenzen nicht überschreiten.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschädigung oder Zerstörung des Sensors <p>Vermeiden Sie Stöße und Schläge auf den Sensor.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschädigung oder Zerstörung des Sensors <p>Schützen Sie das Anschlusskabel vor Beschädigung.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zerstörung des Sensors • Ausfall des Messgerätes <p>Knicken Sie niemals das Anschlusskabel, biegen Sie das Anschlusskabel nicht in engen Radien. Der minimale Biegeradius beträgt 40 mm (statisch). Eine dynamische Bewegung ist nicht zulässig.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschädigung oder Zerstörung des Anschlusskabels • Ausfall des Messgerätes <p>Auf den Sensor dürfen keine lösungsmittelhaltigen Reinigungsmittel (weder für die Optik noch auf das Gehäuse) einwirken.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschädigung oder Zerstörung des Sensors <p>Vermeiden Sie abrupte Änderungen der Umgebungstemperatur.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ungenaue, fehlerhafte Messwerte

1.3 Hinweise zur Produktkennzeichnung

1.3.1 CE-Kennzeichnung

Für das Produkt gilt:

- Richtlinie 2014/30/EU („EMV“)
- Richtlinie 2014/35/EU („Niederspannung“)
- Richtlinie 2011/65/EU („RoHS“)

Produkte, die das CE-Kennzeichnung tragen, erfüllen die Anforderungen der zitierten EU-Richtlinien und der jeweils anwendbaren harmonisierten europäischen Normen (EN).

Das Produkt ist ausgelegt für den Einsatz im Industrie- und Laborbereich.

Die EU-Konformitätserklärung und die technischen Unterlagen werden gemäß den EU-Richtlinien für die zuständigen Behörden bereitgehalten.

1.3.2 UKCA-Kennzeichnung

Für das Produkt gilt:

- SI 2016 No. 1091 („EMC“)
- SI 2016 No. 1101 („Low Voltage“)
- SI 2012 No. 3032 („RoHS“)

Produkte, die das UKCA-Kennzeichnung tragen, erfüllen die Anforderungen der zitierten Richtlinien und der jeweils anwendbaren Normen.

Das Produkt ist ausgelegt für den Einsatz im Industrie- und Laborbereich.

Die UKCA-Konformitätserklärung und die technischen Unterlagen werden gemäß der UKCA-Richtlinien für die zuständigen Behörden bereitgehalten.

1.4 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der Sensor ist für den Einsatz im Industrie- und Laborbereich konzipiert.

Er wird eingesetzt zur berührungslosen Temperaturmessung.

Der Sensor darf nur innerhalb der in den technischen Daten angegebenen Werte betrieben werden, [siehe Kap. 2.3](#).

Der Sensor ist so einzusetzen, dass bei Fehlfunktionen oder Totalausfall des Sensors keine Personen gefährdet oder Maschinen und andere materielle Güter beschädigt werden.

Bei sicherheitsbezogener Anwendung sind zusätzlich Vorkehrungen für die Sicherheit und zur Schadensverhütung zu treffen.

1.5 Bestimmungsgemäßes Umfeld

Schutzart:	IP63
Temperaturbereich:	
- Umgebung:	-20 ... +80 °C
- Lagerung:	-40 ... +85 °C
Luftfeuchtigkeit:	10 ... 95 % RH (nicht kondensierend)

Hinweis

Vermeiden Sie schnelle Änderungen der Umgebungstemperatur des Sensors.

- ▶ Ungenaue Messwerte

2 Funktionsprinzip, Technische Daten

2.1 Funktionsprinzip

Die Sensoren sind berührungslos messende Infrarot-Tempersensoren. Sie messen die von Objekten emittierte Infrarotstrahlung und berechnen auf dieser Grundlage die Oberflächentemperatur.

Das Sensorgehäuse besteht aus Edelstahl (IP63) und beinhaltet die komplette Sensorelektronik. Das Anschlusskabel ist fest montiert.

- i Die Sensoren sind empfindliche optische Systeme. Die Montage sollte deshalb ausschließlich über das vorhandene Gewinde erfolgen.

Hinweis

Vermeiden Sie grobe mechanische Gewalt am Sensor.

- ▶ Zerstörung des Sensors

2.2 Sensormodelle

Die Sensoren sind in folgenden Varianten lieferbar:

Serie	Modell	Messbereich	Spektralbereich	Ausgang	Optik
SF	FI-SF15-C1	-40 °C bis 600 °C	8 bis 14 µm	0 ... 5 V / 0 ... 10 V (frei skalierbar innerhalb des Messbereichs)	15:1
	FI-SF15-C3				
	FI-SF15-C8				
	FI-SF15-C15				

Tab. 2.1: Sensormodelle

2.3 Technische Daten

Modell	FI-SF15
Optische Auflösung	15:1
Messbereich	-40 °C bis 600 °C
Spektralbereich	8 bis 14 µm
Systemgenauigkeit ^[1]	±1,5 % oder ±1,5 °C
Reproduzierbarkeit ^[1]	±0,75 % oder ±0,75 °C
Temperaturaufösung (NETD) ^[2]	50 mK
Einstellzeit ^[3]	20 ms
Emissionsgrad	0,100 bis 1,100
Transmissionsgrad	0,100 bis 1,100
Signalverarbeitung	Intelligente Mittelwertbildung, Min/Max, Haltefunktion mit Schwellwert/Hysterese (einstellbar über Software)
Versorgungsspannung	5 ... 30 VDC
Maximale Stromaufnahme	< 6 mA (ohne LED) / < 20 mA (mit LED)
Digitale Schnittstelle	3.3V-LVTTL oder USB über Programmieradapter
Analogausgang ^[4]	0 ... 5 V / 0 ... 10 V (frei skalierbar innerhalb des Messbereichs)
Schaltausgang	Open Collector für Alarm; 200 mA
Anschluss	integriertes Kabel mit offenen Enden (Aderendhülsen) Standardlänge 1 m; optional 3 m, 8 m, 15 m

[1] Bei Umgebungstemperatur 24 °C ±2 °C; es gilt der größere Wert

[2] Bei Zeitkonstante von 200 ms und einer Objekttemperatur von 200 °C

[3] 0 - 90 % Energie; per Software einstellbar

[4] Abhängig von der Versorgungsspannung

Modell		FI-SF15
Montage		Direktverschraubung über integriertes M12x1 Gewinde oder Befestigung mit Hilfe der im Lieferumfang enthaltenen Sechskantmutter
Temperaturbereich	Lagerung	-40 ... 85 °C
	Betrieb	-20 ... 80 °C
Luftfeuchtigkeit		10 % RH ... 95 % RH (nicht kondensierend)
Schock (DIN EN 60068-2-27)		50g, 11 ms, jede Achse
Vibration (DIN EN 60068-2-6)		3g, 11 bis 200 Hz, jede Achse
Schutzart (DIN EN 60529)		IP63
Material		Edelstahl (1.4404)
Gewicht		ca. 60 g (ohne Kabel)
Bedien- und Anzeigeelemente ^[5]		Grüne und Rote LED (Status, Alarm und Ausrichthilfe) Sensorkonfiguration optional über sensorTOOL möglich

[5] Zugriff mit sensorTOOL erfordert USB-Konverter (siehe Zubehör)

3 Lieferung

3.1 Lieferumfang

- 1 Sensor
 - 2 Montagemuttern
 - 1 blaue Schutzkappe
 - 1 Montageanleitung
-
- ▶ Nehmen Sie die Teile des Messsystems vorsichtig aus der Verpackung und transportieren Sie sie so weiter, dass keine Beschädigungen auftreten können.
 - ▶ Prüfen Sie die Lieferung nach dem Auspacken sofort auf Vollständigkeit und Transportschäden.
 - ▶ Wenden Sie sich bitte bei Schäden oder Unvollständigkeit sofort an den Hersteller oder Lieferanten.

Optionales Zubehör finden Sie im Anhang.

3.2 Lagerung

Temperaturbereich: -40 ... 85 °C

Luftfeuchtigkeit: 10 % RH ... 95 % RH (nicht kondensierend)

4 Optische Tabellen

4.1 Beschreibung Optische Tabellen

Die folgenden optischen Tabellen zeigen den Durchmesser des Messflecks in Abhängigkeit von der Messentfernung. Die Messfleckgröße bezieht sich auf 90 % der Strahlungsenergie. Die Entfernung wird jeweils von der Vorderkante des Sensors / CF-Linse gemessen.

- i Die Größe des zu messenden Objektes und die optische Auflösung des IR-Thermometers bestimmen den Maximalabstand zwischen Sensor und Objekt. Zur Vermeidung von Messfehlern sollte das Messobjekt das Gesichtsfeld der Sensoroptik vollständig ausfüllen. Das bedeutet, der Messfleck muss immer mindestens gleich groß oder kleiner als das Messobjekt sein.

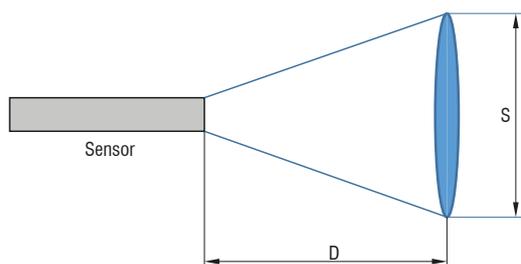


Abb. 4.1: Optisches Diagramm

D = Distance

S = Spotsize

4.2 Optische Parameter

Standard-Fokus (Angaben in mm)								
SF15	15:1	6,5	11,5	14	18	23,5	29,5	35,5
Abstand		0	100	200	300	400	500	600

Close-Fokus (bei Verwendung der aufschraubbaren CF-Linse, Angaben in mm)								
CF15	15:1	6,5	3,7	0,8	4,4	8,1	11,8	15,4
Abstand		0	5	10	15	20	25	30

 = kleinster Messfleck / Scharfpunkt

Das Verhältnis D:S (Beispiel 15:1, siehe Tabelle), bezeichnet das Verhältnis Distance (Entfernung von der Vorderkante des Sensors zum Messobjekt) zur Spotsize (Messfleckgröße).

5 LEDs

5.1 Funktionen

Die grüne und die rote LED auf der transparenten Sensorrückseite kann mit dem optional erhältlichen USB-Adapter und dem `sensorTOOL` konfiguriert werden. Werksseitig ist die grüne LED mit der Selbstdiagnosefunktion aktiviert. Weitere Funktionen entnehmen Sie der folgenden Tabelle:

Farbe	Funktionen	Bedeutung
Rot	Alarm-LED	LED leuchtet rot bei Über- oder Unterschreiten einer Alarmschwelle
Grün	Automatische Zielfunktion	Visierhilfe zum Ausrichten des Sensors auf heiße oder kalte Objekte mit der grünen LED
	Selbstdiagnose	Die grüne LED signalisiert den einwandfreien Zustand des Sensors (Werkeinstellung).
Aus	Aus	LED deaktiviert

Tab. 5.1: LEDs und Bedeutung

5.2 Automatische Zielfunktion

Die automatische Zielfunktion ermöglicht ein einfaches Ausrichten des Sensors auf das Messobjekt. Das Messobjekt muss eine von der Umgebung unterschiedliche Temperatur haben. Wenn die Funktion über die Software aktiviert wurde, sucht der Sensor nach der höchsten Objekttemperatur; d.h. der Schwellwert für die Aktivierung der LED wird automatisch nachgeführt.

Dies funktioniert auch bei Ausrichtung auf ein neues (eventuell kälteres) Objekt. Nach Ablauf einer einstellbaren Reset-Zeit (Werkseinstellung: 10 s) erfolgt eine erneute Festlegung des Schwellwertes für das Ansprechen der LED.

5.3 Selbstdiagnose

Bei dieser Funktion wird der jeweilige Gerätestatus durch die grüne und die rote LED signalisiert.

Die grüne LED zeigt an, dass der Sensor mit Spannung versorgt ist, die rote LED zeigt einen Alarm an.

6 Installation und Montage

6.1 Mechanische Installation

Die Sensoren verfügen über ein metrisches M12x1-Gewinde und lassen sich entweder direkt über das Sensorgewinde oder mit Hilfe der mitgelieferten Muttern (2 Stück) an vorhandene Montageeinrichtungen installieren.

Als Zubehör sind verschiedene Montagewinkel und -vorrichtungen erhältlich.

Hinweis
Vermeiden Sie grobe mechanische Gewalt am Sensor. ▶ Zerstörung des Sensors

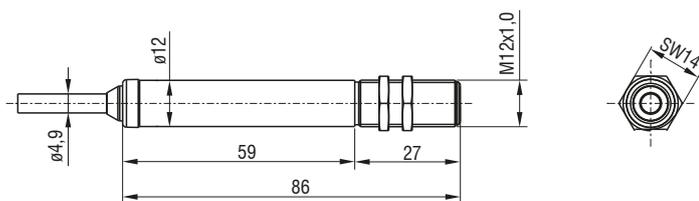


Abb. 6.1: Maßzeichnung thermoMETER FI-SF15-C1, Abmessungen in mm

Für eine exakte Ausrichtung des Sensors auf das Messobjekt kann die LED in der Betriebsart Automatische Zielfunktion, siehe Kap. 5.2, verwendet werden.

6.2 Elektrische Anschlüsse

6.2.1 Allgemein

- i Verwenden Sie ein Netzteil mit einer stabilisierten Ausgangsspannung von 5 ... 30 VDC, welches einen minimalen Strom von 50 mA liefert. Die Restwelligkeit soll max. 200 mV betragen. Versorgen Sie den Sensor entweder über USB oder extern mit einem Netzteil, aber nicht gleichzeitig, um eine Beschädigung eines angeschlossenen USB-Gerätes zu verhindern.

- i Der Schirm des Sensors muss geerdet werden, da Schirm und GND getrennt sind.

6.2.2 Anschlussbelegung

Die folgende Tabelle zeigt die Farbbelegung und Signalzuordnung des Anschlusskabels.

Farbe	Signal	Beschreibung
Rot	V_{CC}	Spannungsversorgung
Grün	V_{OUT}	Analogausgang Spannung
Schwarz	GND	Masse
Gelb	Tx	Digitalschnittstelle Ausgang
Orange	Rx	Digitalschnittstelle Eingang
Braun	OC	Open-Collector-Ausgang
Schirm		Schwarzes Kabel mit größerem Querschnitt

Tab. 6.1: Anschlussbelegung

Der minimale Biegeradius des Anschlusskabels beträgt 40 mm (statisch). Eine dynamische Bewegung ist nicht zulässig.

6.2.3 Spannungsausgang

Der Sensor besitzt einen Spannungsausgang am V_{OUT} -Anschluss.

- i Die Ausgangsimpedanz muss $\geq 10\text{ k}\Omega$ sein. Es ist erforderlich, dass der Schirm an Erde oder GND angeschlossen wird.

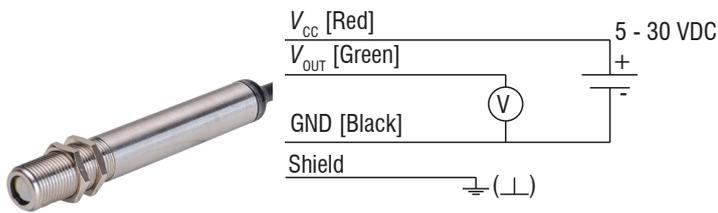


Abb. 6.2: Anschlussbelegung Spannungsausgang

6.2.4 Open-collector-Ausgang

Der Open-collector-Ausgang ist ein zusätzlicher Alarmausgang. Mit ihm kann z. B. ein externes Relais angesteuert werden. Der normale Analogausgang steht gleichzeitig zur Verfügung.

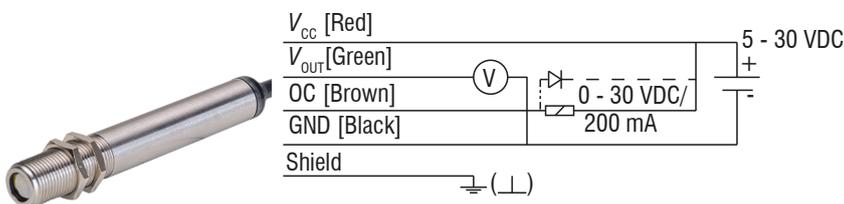


Abb. 6.3: Anschlussbelegung Open-collector-Ausgang

Hinweis

Bei Verwendung eines Relais muss unbedingt eine Freilauf- bzw. Schutzdiode installiert werden.

- Beschädigung des Ausganges

6.2.5 Digitalausgang

Verwenden Sie für die digitale Kommunikation den optional erhältlichen USB-Adapter und die Software `sensorTOOL`.

- Verbinden Sie die unten angegebene Ader des USB-Adapters mit der gleichfarbigen Ader des Anschlusskabels unter Verwendung eines Klemmblocks.

Der Analogausgang, [siehe Kap. 6.2.3](#) und der Open-collector-Ausgang, [siehe Kap. 6.2.4](#), sind parallel dazu nutzbar.

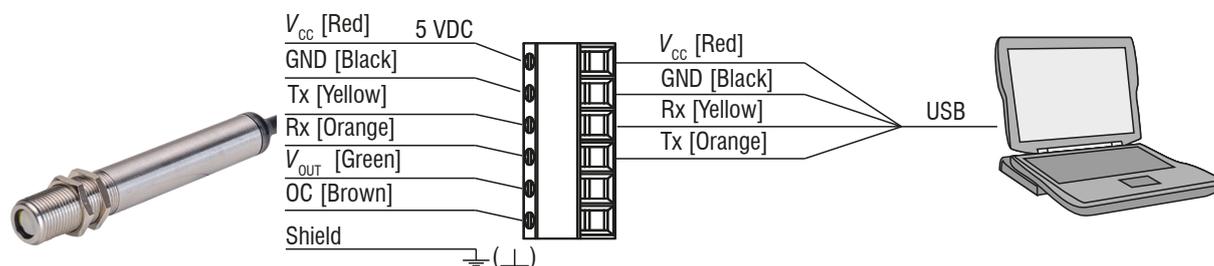


Abb. 6.4: Anschlussbelegung Digitalausgang

7 Bedienung über die Software sensorTOOL

7.1 Beschreibung

Mit dem `sensorTOOL` von Micro-Epsilon steht Ihnen eine Software zur Verfügung, mit der Sie den Sensor einstellen, Messdaten visualisieren und dokumentieren können.

- ▶ Verbinden Sie den Sensor unter Verwendung des optional erhältlichen USB-Adapters von Micro-Epsilon über die USB-Schnittstelle mit einem PC/Notebook.

Die Versorgungsspannung für den Sensor wird über die USB-Schnittstelle bereitgestellt.

- ▶ Installieren Sie vor der erstmaligen Benutzung des USB-Adapters den entsprechenden Treiber `TM-USBA-adapter-driver`.

Den aktuellen Treiber finden Sie unter <https://www.micro-epsilon.de/fileadmin/download/software/tm-usba-adapter-driver.zip>

- i Verwenden Sie ein Netzteil mit einer stabilisierten Ausgangsspannung von 5 ... 30 VDC, welches einen minimalen Strom von 50 mA liefert. Die Restwelligkeit soll max. 200 mV betragen. Versorgen Sie den Sensor entweder über USB oder extern mit einem Netzteil, aber nicht gleichzeitig, um eine Beschädigung eines angeschlossenen USB-Gerätes zu verhindern.

- ▶ Starten Sie das Programm `sensorTOOL`.

Dieses Programm finden Sie online unter <https://www.micro-epsilon.de/fileadmin/download/software/sensorTool.exe>.

- ▶ Treffen Sie im Dropdown-Menü `Sensorgruppe` die Auswahl `thermoMETER`, im Dropdown-Menü `Sensortyp` die Auswahl `thermoMETER FI`.

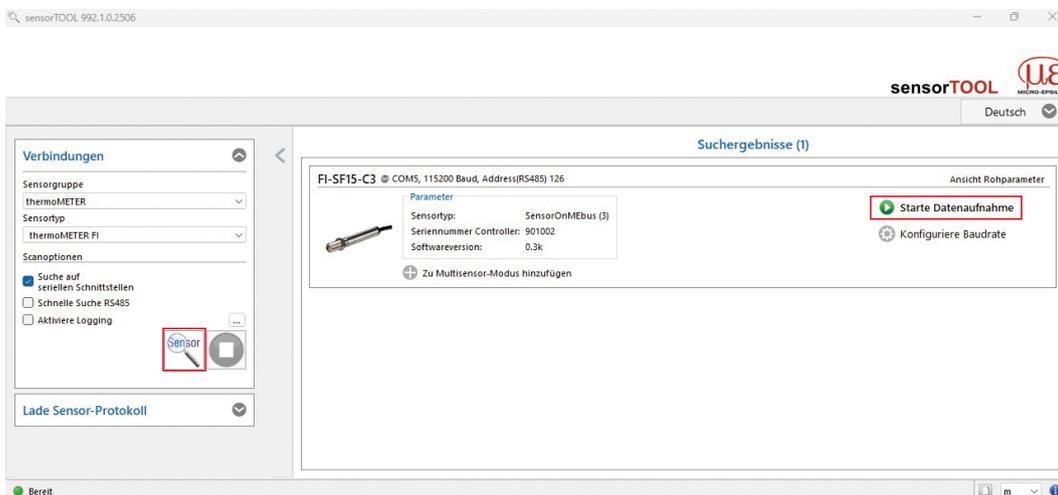


Abb. 7.1: Erste interaktive Seite nach Aufruf des `sensorTOOL`

- ▶ Setzen Sie den Haken bei `Suche auf seriellen Schnittstellen`.
- ▶ Klicken Sie auf die Schaltfläche `Sensor` mit dem Lupensymbol, um die Suche zu starten.

In der Übersicht `Suchergebnisse (x)` werden nun alle verfügbaren Kanäle angezeigt.

- ▶ Klicken Sie auf die Schaltfläche `Starte Datenaufnahme` oder auf die Abbildung des Sensors, um die Messung zu starten.

7.2 Menü Datenaufnahme

7.2.1 Allgemein

Die Datenaufnahme dient zur Überprüfung der Messung. Die Messung wird über die Einstellungen beeinflusst. Es erscheint folgendes Fenster:



Abb. 7.2: Ansicht sensorTOOL thermoMETER FI Menü Datenaufnahme

- ▶ Stellen Sie vor der ersten Datenaufnahme Ihre gewünschten Einstellungen im Menü **Einstellungen**, siehe Kap. 7.4, ein.

In der seitlichen Menüleiste finden Sie unter **Datenaufnahme** die beiden Schaltflächen zum Start und Beenden der Messung:



Abb. 7.3: Datenaufnahme Schaltflächen Start / Stopp



Die Aufnahme wird neu gestartet, wenn Sie diese Schaltfläche betätigen. Die vorher angehaltene Aufnahme geht verloren.



Die Aufnahme wird gestoppt, wenn Sie diese Schaltfläche betätigen.

Tab. 7.1: Schaltflächen Start / Stopp

- i In der seitlichen Menüleiste finden Sie die Auswahl **Signalverarbeitung**. Bitte achten Sie darauf, dass in diesem Menü alle Funktionen auf **Deaktiviert** eingestellt sind. Diese Funktion gilt für andere Sensormodelle.

Im Menü **Signalverarbeitung** finden Sie die Funktionen zur Signalverarbeitung im sensorTOOL und nicht im Sensor. In der unteren Tabelle des Menüs finden Sie verschiedene Auswahlmöglichkeiten zum Einblenden oder Ausblenden:

Name	Hier können Signalverläufe der eingesetzten Sensoren eingeblendet und ausgeblendet werden.
Farbe	Hier können Farbeinstellungen der einzelnen Verläufe geändert werden.
Aktueller Wert	Ausgabe des aktuellen Messwertes
Min	Minimaler Messwert

Max	Maximaler Messwert
Peak-to-Peak	Differenz zwischen Max und Min
Mastering	Ohne Funktion bei dieser Sensorserie.
Einheit	Auswahl des Ausgangs, der angezeigt werden soll. ^[6]
Nachkommastellen	Auswahl von 0 bis 12 möglich.

Tab. 7.2: Übersicht Datenaufnahme

Beenden der Messung

- Ist die Messung abgeschlossen, betätigen Sie die Schaltfläche **Verbindung trennen**. Danach können Sie sich über die **Sensorsuche** wieder neu verbinden.



Abb. 7.4: Ansicht sensorTOOL thermoMETER FI Verbindung trennen

7.2.2 Messung aufzeichnen und speichern

In der Datenaufnahme werden ausschließlich die Messdaten ausgegeben, aber nicht automatisch gespeichert. Sie können im seitlichen Menü unter **CSV Ausgabe** die Datenübertragung in einer *.CSV Datei starten, oder nur den aktuellen sichtbaren Bereich aus dem Zeitdiagramm speichern.



Abb. 7.5: Ansicht sensorTOOL CSV Ausgabe



Die Messdatenaufzeichnung wird in einer *.CSV Datei gestartet, wenn Sie diese Schaltfläche betätigen.



Die Aufnahme wird gespeichert, wenn Sie diese Schaltfläche betätigen.

Tab. 7.3: Messung aufzeichnen und speichern

Unter **Dateien aufteilen** können Sie weitere Einstellungen vornehmen:

CSV Ausgabe	CSV Einstellungen	<i>Format</i>	<i>Punkt / Komma</i>	
		<i>Separator</i>	<i>Komma / Semikolon / Tabulator</i>	
		<i>Dateien aufteilen</i>	<i>Wert</i>	<i>Zeilen / MB / Minuten / Stündlich / Zeitpunkt / DAQ-Start</i>

Unter **Öffne Explorer** öffnet sich der vorher ausgewählte Pfad im Explorer, indem man die aufgezeichneten Messergebnisse einsehen kann.

[6] Wird im Menü **Einstellungen > Allgemein > Einstellungen Sensor > Temperatureinheit** eingestellt.

7.2.3 Einstellungen Infrarot

Im seitlichen Menü unter **Einstellungen Infrarot** können Sie den im Menü **Einstellungen > Allgemein** eingestellten **Emissionsgrad** ebenso verändern. Die Anpassung erfolgt zeitgleich in beiden Menüs.



Abb. 7.6: Ansicht sensorTOOL Einstellungen Infrarot

7.2.4 Schleifenwartung

Im seitlichen Menü unter **Schleifenwartung** können Sie den im Menü **Einstellungen > Ausgang**, siehe Kap. 7.4.2, eingestellte **Schleifenwartung** zusätzlich verändern und sich die Werte ausgeben lassen.



Abb. 7.7: Ansicht sensorTOOL Schleifenwartung

Schleifenwartung	Einzelwert setzen	Temp. Typ	<i>TAct / TBox / THead</i>
		Einzelwert	<i>Wert</i>
	Von Protokoll laden	Temp. Typ	<i>TAct / TBox / THead</i>



Die **Ausgabe Einzelwert** erfolgt, wenn Sie diese Schaltfläche betätigen.



Um ein Protokoll auszugeben, wählen Sie zuerst den gewünschten Explorer-Pfad aus. Die **Ausgabe vom Protokoll** erfolgt, wenn Sie danach die zweite Schaltfläche betätigen.

Tab. 7.4: Ausgabe Einzelwert und Ausgabe vom Protokoll

7.3 Menü Einzelwert

Im Menü **Einzelwert** können Sie die Anzeige von bis zu 5 Messwerten vergrößert abbilden.

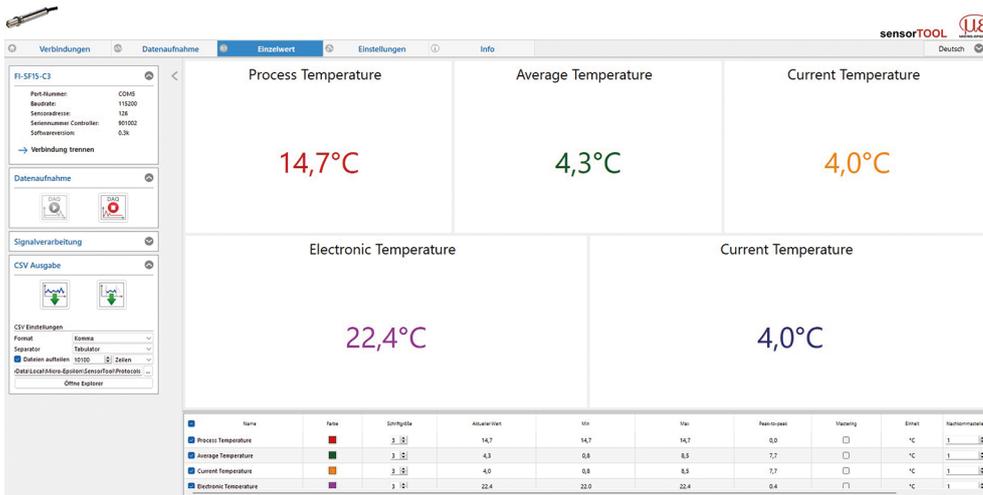


Abb. 7.8: Ansicht sensorTOOL thermoMETER FI Einzelwert

In der unteren Tabelle des Menüs Einzelwert finden Sie verschiedene Auswahlmöglichkeiten zum Einblenden oder Ausblenden Ihrer unter dem Menü Einstellungen < Signalverarbeitung, siehe Kap. 7.4.3, gewählten Einstellungen. Zusätzlich können Sie sich die Werte, siehe Tab. 7.2, anzeigen lassen.

7.4 Menü Einstellungen

7.4.1 Menüauswahl

► Starten Sie die Einstellungen durch einen Klick auf Einstellungen in der Menüleiste.

Ihnen liegen 4 Menüs zur Einstellungen Ihrer Messwerte zur Verfügung:

- Allgemein
- Signalverarbeitung
- Ausgang
- Alarm und Failsafe

7.4.2 Menü Allgemein

7.4.2.1 Übersicht

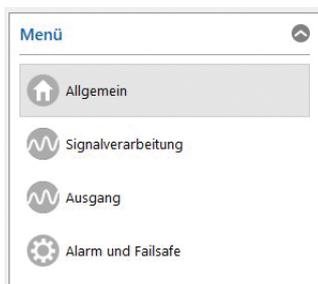


Abb. 7.9: Ansicht sensorTOOL - Menü Einstellungen - Allgemein

7.4.2.2 Einstellungen Sensor

Hier können Sie die Einstellung der Temperatureinheit für die Anzeige und Datenausgabe vornehmen.

Einstellungen Sensor	Temperatureinheit	°C
		°F
	Status LED	LED-Statusanzeige aktivieren (rot/grün)

7.4.2.3 Einstellungen Infrarot

Einstellung vom Emissionsgrad und Transmissionsgrad

Der *Emissionsgrad* (Epsilon) ist eine Materialkonstante, die die Fähigkeit eines Körpers, infrarote Energie auszusenden, beschreibt.

Die *Transmission* bzw. der Transmissionsgrad gleicht den Signalverlust aus, falls zwischen Sensor und dem Messobjekt ein Schutzfenster oder eine Zusatzoptik montiert wird.

Einstellungen Infrarot	<i>Emission und Transmission</i>	<i>Emissionsgrad</i>	<i>Wert</i>		
		<i>Transmission</i>	<i>Wert</i>		
	<i>Erweitert</i>	<i>Umgebungstemperaturmodus</i>	<i>Automatisch</i>		
			<i>Fester Wert</i>	<i>Wert</i>	
		<i>Automatische Berechnung des Emissionsgrads</i>	<i>Prozesstemperatur</i>	<i>Wert</i>	

Erweiterte Einstellungen

Abhängig von der Umgebungstemperatur vom Messkopf kann diese das Messergebnis verfälschen. Dieser Einfluss kann über den *Umgebungstemperaturmodus* kompensiert werden.

Der *Umgebungstemperaturmodus* kann wie folgt ausgewählt werden:

- *Automatisch*: Die Umgebungstemperatur wird vom Temperaturfühler im Sensor ermittelt.
- *Fester Wert*: Der Umgebungstemperaturwert wird fest auf den eingegebenen Wert eingestellt.

7.4.2.4 Funktion zur automatischen Berechnung des Emissionsgrads

Mit der *Automatischen Berechnung des Emissionsgrads* kann bei bekannter Objekttemperatur vom Pyrometer ein *Emissionsgrad* ermittelt werden. Wenn eine *Prozesstemperatur* eingegeben wurde, kann mit der Schaltfläche *Berechnen* der zugehörige *Emissionsgrad* ermittelt werden.

7.4.3 Menü Signalverarbeitung

7.4.3.1 Übersicht



Abb. 7.10: Ansicht sensorTOOL - Menü Einstellungen - Signalverarbeitung

7.4.3.2 Mittelung

Je nach Auswahl der Funktion erfolgt eine arithmetische Mittelwertbildung mit der separat eingestellten Zeitkonstante.

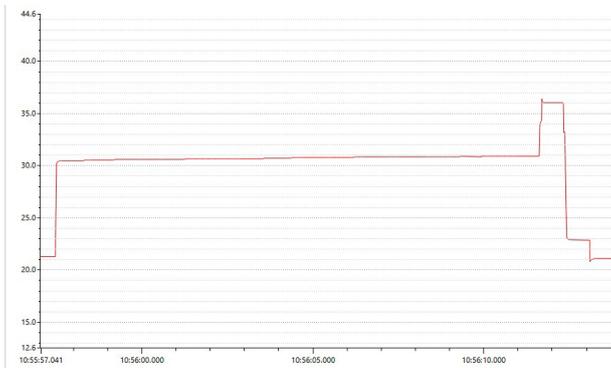
Bei Verwendung des Modus *Normal* erfolgt eine arithmetische Mittelwertbildung.

Bei Verwendung des Modus *Hysterese* wird ein intelligenter Algorithmus aktiviert. Schnelle Temperaturanstiege werden bei Überschreitung der eingestellten Mittelungshysterese direkt an die Signalausgabe weitergegeben, sodass dynamische Ereignisse trotz einer Mittelung erfasst werden können.

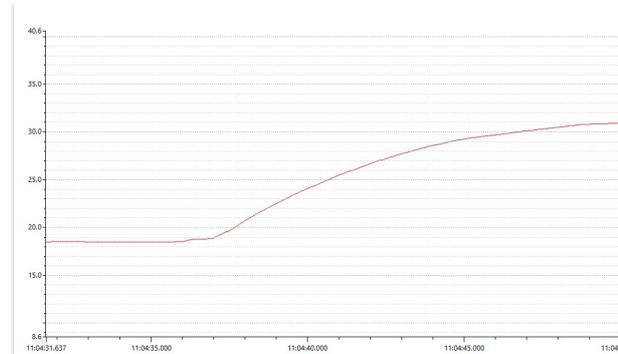
Mittelung	<i>Normal</i>	<i>Mittelungszeit</i>	<i>Wert</i>
	<i>Hysterese</i>	<i>Mittelungszeit</i>	<i>Wert</i>
		<i>Mittelungshysterese</i>	<i>Wert</i>

Intelligente Mittelwertbildung mit Hysterese

Die Mittelwertbildung wird in der Regel eingesetzt, um Signalverläufe zu glätten. Über den einstellbaren Parameter `Mittelungszeit` kann dabei diese Funktion an die jeweilige Anwendung optimal angepasst werden. Ein Nachteil der Mittelwertbildung ist, dass schnelle Temperaturanstiege, die durch dynamische Ereignisse hervorgerufen werden, der gleichen Mittelungszeit unterworfen sind und somit nur zeitverzögert am Signalausgang bereitstehen. Die Funktion `Intelligente Mittelwertbildung (Hysterese)` eliminiert diesen Nachteil, indem schnelle Temperaturanstiege ohne Mittelwertbildung direkt an den Signalausgang durchgestellt werden.



Signalverlauf mit Intelligenter Mittelwertbildung (Hysterese)



Signalverlauf ohne Intelligente Mittelwertbildung (Normal)

Tab. 7.5: Signalverlauf mit und ohne Intelligenter Mittelwertbildung (Hysterese)

7.4.3.3 Minimum und Maximum Haltemodus

Durch Aktivieren des `Haltemodus` wird einer der folgenden arithmetischen Algorithmen aktiviert:

- `Minimumsuche`

In diesem Modus wartet der Sensor auf ansteigende Signale. Wenn das Signal ansteigt, hält der Algorithmus das vorherige Signaltal für die angegebene Haltezeit. Die Definition des Algorithmus entspricht der Maximum-Suche (invertiert).

- `Maximumsuche`

In diesem Modus wartet der Sensor auf absteigende Signale. Wenn das Signal abfällt, hält der Algorithmus die vorherige Signalspitze für die angegebene Haltezeit.

- `Erweiterte Minimumsuche`

Dieser Modus ist die umgekehrte Funktion der Erweiterten Maximum-Suche. Der Sensor wartet auf lokale Minima. Minimalwerte, die höher sind als ihre Vorgänger, werden nur übernommen, wenn die Temperatur zuvor den Schwellenwert überschritten hat.

Wenn die `Hysterese` aktiviert ist, muss ein Minimalwert zusätzlich um den Wert der Hysterese ansteigen, bevor der Algorithmus den Wert als neuen Minimalwert übernimmt.

- `Erweiterte Maximumsuche`

In diesem Modus wartet der Sensor auf lokale Spitzenwerte.

Spitzenwerte, die niedriger sind als ihre Vorgänger, werden nur übernommen, wenn die Temperatur den Schwellenwert unterschritten hat.

Ist die `Hysterese` aktiviert, muss ein Spitzenwert zusätzlich um den Wert der Hysterese abnehmen, bevor der Algorithmus ihn als neuen Spitzenwert übernimmt.

Minimum und Maximum Haltemodus	Haltemodus	<i>Deaktiviert</i>		
		<i>Minimumsuche</i>	<i>Haltezeit Minimumsuche</i>	<i>Wert</i>
		<i>Maximumsuche</i>	<i>Haltezeit Maximumsuche</i>	<i>Wert</i>
		<i>Erweiterte Minimumsuche</i>	<i>Haltezeit Minimumsuche</i>	<i>Wert</i>
			<i>Temperaturschwelle</i>	<i>Wert</i>
			<i>Temperaturhysterese</i>	<i>Wert</i>
		<i>Erweiterte Maximumsuche</i>	<i>Haltezeit Maximumsuche</i>	<i>Wert</i>
			<i>Temperaturschwelle</i>	<i>Wert</i>
			<i>Temperaturhysterese</i>	<i>Wert</i>

7.4.3.4 LED Ausrichthilfe (Erweitert)

Die LED Ausrichthilfe aktiviert beim Sensor die Zielhilfsfunktion.

Mit Hilfe der Signalisierung durch die grüne LED auf der Sensorrückseite kann eine mechanische Ausrichtung des Sensors erfolgen.

LED Ausrichthilfe (Erweitert)	Suchmodus	<i>Deaktiviert</i>		
		<i>Minimum</i>	<i>Hysterese</i>	<i>Wert</i>
			<i>Reset-Zeit</i>	<i>Wert</i>
		<i>Maximum</i>	<i>Hysterese</i>	<i>Wert</i>
			<i>Reset-Zeit</i>	<i>Wert</i>

7.4.3.5 Signalauswahl (Erweitert)

Über die Signalauswahl wird festgelegt, welche und wie viele Temperaturwerte permanent an das sensorTOOL übertragen werden.

Diese Auswahl bestimmt die angezeigten Daten bei der grafischen Datenaufnahme, siehe Kap. 7.2, und der Einzelwertdarstellung.

Es stehen 5 verschiedene Temperaturtypen für die Digitalausgabe zur Verfügung:

Temperaturtyp	Bedeutung
TProc	Prozesstemperatur = Temperaturwert mit Signalverarbeitungsfunktionen
TAvg	Gemittelte Temperatur = Temperaturwert mit Mittelwertbildungsfunktion
TAct	Temperaturrohwert = Temperatur ohne Signalverarbeitungsfunktionen
TBox	Elektroniktemperatur
THead	Sensortemperatur

Tab. 7.6: Temperaturtypen der Signalauswahl

Signalauswahl (Erweitert)

Messung mit ...

1 Temperaturtyp
 2 Temperaturtypen
 3 Temperaturtypen
 4 Temperaturtypen
 5 Temperaturtypen

Temperaturtypen für Digitalausgabe

TProc
 TProc THead
 TProc THead TBox
 TProc THead TBox TAvg
 TProc THead TBox TAvg TAct

Abb. 7.11: Signalauswahl (Erweitert) mit verschiedenen Möglichkeiten

7.4.4 Menü Ausgang

7.4.4.1 Übersicht

Durch Auswahl der entsprechenden Zeile wird die Anzahl der übertragenen Temperaturen festgelegt. In der individuellen Zeile kann der Messwert und die Reihenfolge der Ausgabe der Temperaturwerte bestimmt werden.

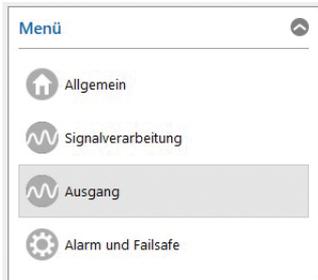


Abb. 7.12: Ansicht sensorTOOL - Menü Einstellungen - Ausgang

7.4.4.2 Schleifenwartung (Erweitert)

Die *Schleifenwartung* ermöglicht eine Simulation eines Ausgangswertes zur Überprüfung der Verkabelung bzw. Skalierung einer angeschlossenen SPS. Solange dieser Modus aktiviert ist, gibt der Sensor keine Messwerte sondern nur die eingestellten Simulationswerte aus.

Schleifenwartung (Erweitert)	<i>Schleifenwartung Status</i>	<i>Deaktiviert</i>		
		<i>Aktiviert</i>	<i>Temperaturtyp</i>	<i>TAct / TBox / THead</i>
			<i>Temperaturwert (Digital)</i>	<i>Wert</i>
			<i>Temperaturwert (Analog)</i>	<i>Wert</i>
			<i>Analogwert Spannung</i>	<i>Wert</i>
		<i>Prozentwert (Analog)</i>	<i>Wert</i>	

7.4.4.3 Einstellungen Analogausgang

Die Einstellung der *Ausgangsart* ermöglicht es, den *Analogausgang Spannungsausgang* zu aktivieren.

Wird *Deaktiviert* ausgewählt, werden alle verfügbaren Analogausgänge abgeschaltet.

Einstellungen Analogausgang	<i>Ausgangsart</i>	<i>Deaktiviert</i>		
		<i>Spannungsausgang</i>	<i>Minimalwert Analogausgang</i>	<i>Wert</i>
			<i>Maximalwert Analogausgang</i>	<i>Wert</i>
			<i>Untere Temperaturgrenze Ausgang</i>	<i>Wert</i>
			<i>Obere Temperaturgrenze Ausgang</i>	<i>Wert</i>
Erweitert				

Über den Eintrag *Erweitert* werden die oberen und unteren Grenzen für die Ausgangsskalierung des Analogausgang sowie die oberen und unteren Temperaturgrenzen für die Skalierung festgelegt.

7.4.4.4 Kalibrierung (Erweitert)

Die *Kalibrierung* ermöglicht dem Anwender, unabhängig von den Werkseinstellungen, [siehe Kap. 15](#), den Sensor durch einen Offset und Verstärkungswert spezifisch einzustellen.

Kalibrierung (Erweitert)	<i>Offset</i>	<i>Wert in °C</i>
	<i>Verstärkung</i>	<i>Wert</i>

7.4.5 Menü Alarm und Failsafe

7.4.5.1 Übersicht



Abb. 7.13: Ansicht sensorTOOL - Menü Einstellungen - Alarm und Failsafe

7.4.5.2 Einstellungen Alarm

Bei Aktivieren von `Erweitert` können Sie den Alarm direkt aktivieren und die `Alarmtemperaturschwelle` und die `Alarmhysterese` einstellen.

Mit der `Alarmquelle` wird die Bezugstemperatur des Alarmkanals eingestellt.

Über die Einträge wird die Alarmquelle (Temperaturwert) für den Alarmausgang festgelegt. Die Temperatur gibt vor, ab wann der Alarm ausgelöst wird und der Open-Collector-Alarm seinen Schaltzustand wechselt. Bei `Off` wird der Alarmausgang deaktiviert.

Alarm 1	<i>Alarmquelle</i>	<i>TProc / TAvg / TAct / TBox / THead / Differenz / TAct / THead</i>	
	<i>Erweitert</i>	<i>Alarm aktivieren</i>	<i>Normal offen</i>
			<i>Normal geschlossen</i>

7.4.5.3 Einstellungen Failsafe (Erweitert)

Der Modus `Failsafe` ermöglicht es, abhängig von einstellbaren Temperaturwerten über zugeordnete Temperaturgrenzen Werte am Analogausgang auszugeben, die außerhalb der vorgegebenen Analogskalierung liegen. Hierdurch wird ermöglicht, Fehlerzustände über den Analogausgang zu signalisieren.

Failsafe Modus

Failsafe Modus	<i>Deaktiviert</i>		
	<i>Analoge Ausgabe</i>	Überwachung von	<i>TProc</i>
			<i>THead</i>
			<i>TAct</i>
			<i>TBox</i>

Analogausgang Failsafe

Wenn die `Analoge Ausgabe` ausgewählt wird, sind folgende Einstellungen unter `Analogausgang Failsafe` möglich:

Analogausgang	Wert
Spannungsausgang für $T < \text{Schwellenwert}$	<i>Wert</i>
Spannungsausgang für $T > \text{Schwellenwert}$	<i>Wert</i>

Tab. 7.7: Analogausgang Failsafe

Temperaturgrenzwerte	<i>Minimum TProc</i>	<i>Wert</i>
	<i>Maximum TProc</i>	<i>Wert</i>
	<i>Minimum TAct</i>	<i>Wert</i>
	<i>Maximum TAct</i>	<i>Wert</i>
	<i>Minimum THead</i>	<i>Wert</i>
	<i>Maximum THead</i>	<i>Wert</i>
	<i>Minimum TBox</i>	<i>Wert</i>
	<i>Maximum TBox</i>	<i>Wert</i>

Tab. 7.8: Temperaturgrenzwerte

7.5 Menü Info

- Wechseln Sie in das Menü `Info`.

In dieser Ansicht erhalten Sie weiterführende Informationen zu dem verbundenen System. Außerdem können die Einstellungen exportiert, beziehungsweise importiert, oder in eine Zwischenablage kopiert werden, sowie das System auf Werkseinstellungen zurückgesetzt werden.



Indem Sie die Schaltfläche `In Zwischenablage kopieren` betätigen, können Sie die Informationen und Einstellungen zum gewählten Sensor in die Zwischenablage speichern.



Indem Sie die Schaltfläche `Werkseinstellungen` betätigen, können Sie den Zustand der Werkseinstellungen wiederherstellen. Alle deaktivierten Kanäle werden wieder aktiviert, die Intensitätsabgleiche und speziell getroffenen kanalbezogenen Einstellungen werden zurückgesetzt.

Bestätigen Sie das sich daraufhin öffnende Dialogfenster mit `Ja`, um den Sensor zurückzusetzen.



Durch `Einstellungen exportieren` öffnet sich der Explorer und bietet das Speichern der Sensoreinstellungen in eine vorgegebene Datei `*.csv` auf dem PC an.



Durch `Einstellungen importieren` öffnet sich der Explorer und bietet das Importieren der Sensoreinstellungen aus einer vorgegebenen Datei `*.csv` auf dem PC an.

Wenn Sie die Schaltfläche `Verbindung trennen` betätigen, springt das Menü zurück zur Startseite des `sensorTOOL`.

7.6 Kommunikationseinstellungen

Serielles Interface	
Baudrate:	9600, 19200, 38400, 57600, 115200 (Standard) ^[7] .
Datenbits:	8
Parität:	even
Stopp bits:	1
Flusskontrolle:	aus

Protokoll

Die Sensoren verwenden standardmäßig das ME-Bus Protokoll, über welches der gesamte Funktionsumfang zur Verfügung steht. Neben diesem Protokoll kann der Sensor auch per Software `sensorTOOL` auf ein vereinfachtes Binärprotokoll umgestellt werden. In diesem Fall wird auf einen zusätzlichen Overhead verzichtet, um eine schnelle Kommunikation zu erreichen.

[7] Einstellbar in der Software `sensorTOOL`

8 Reinigung

Linsenreinigung:

Lose Partikel können mit sauberer Druckluft weggeblasen werden. Die Linsenoberfläche kann mit einem weichen, feuchten Tuch (befeuchtet mit Wasser) oder einem Linsenreiniger (z.B. Zeiss Cleaning Fluid, Edmund Lens Cleaner) gereinigt werden.

Hinweis

Auf den Sensor dürfen keine lösungsmittelhaltigen Reinigungsmittel (weder für die Optik noch auf das Gehäuse) einwirken.

- ▶ Beschädigung oder Zerstörung des Sensors

9 Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung

In Abhängigkeit von der Temperatur sendet jeder Körper eine bestimmte Menge infraroter Strahlung aus. Mit einer Temperaturänderung des Objektes geht eine sich ändernde Intensität der Strahlung einher.

Der für die Infrarotmesstechnik genutzte Wellenlängenbereich dieser so genannten „Wärmestrahlung“ liegt zwischen etwa 1 μm und 20 μm . Die Intensität der emittierten Strahlung ist materialabhängig.

Die materialabhängige Konstante wird als Emissionsgrad (ϵ - Epsilon) bezeichnet und ist für die meisten Stoffe, [siehe Kap. 10.4](#), [siehe Kap. 10.5](#), bekannt. Infrarot-Pyrometer sind optoelektronische Sensoren. Sie erfassen die von einem Körper abgegebene Infrarotstrahlung und berechnen auf dieser Grundlage die Oberflächentemperatur. Die wohl wichtigste Eigenschaft von Infrarot-Pyrometern liegt in der berührungslosen Messung, damit lässt sich die Temperatur schwer zugänglicher oder sich bewegnender Objekte bestimmen. Infrarot-Pyrometer bestehen im Wesentlichen aus folgenden Komponenten:

- Linse
- Spektralfilter
- Detektor
- Controller

Die Eigenschaften der Linse bestimmen maßgeblich den Strahlengang des Infrarot-Thermometers, welcher durch das Verhältnis Entfernung (Distance) zu Messfleckgröße (Spot) charakterisiert wird. Der Filter dient der Selektion des Wellenlängenbereiches, welcher für die Temperaturmessung relevant ist. Der Detektor hat gemeinsam mit dem Controller die Aufgabe, die Intensität der emittierten Infrarotstrahlung in elektrische Signale umzuwandeln.

10 Emissionsgrad

10.1 Definition

Die Intensität der infraroten Wärmestrahlung, die jeder Körper aussendet, ist sowohl von der Temperatur als auch von den Strahlungseigenschaften des zu untersuchenden Materials abhängig. Der Emissionsgrad (ϵ - Epsilon) ist die entsprechende Materialkonstante, die die Fähigkeit eines Körpers, infrarote Energie auszusenden, beschreibt. Er kann zwischen 0 und 100 % liegen. Ein ideal strahlender Körper, ein sogenannter "Schwarzer Strahler", hat einen Emissionsgrad von 1 während der Emissionsgrad eines Goldspiegels beispielsweise bei $< 0,1$ liegt.

Wird ein zu hoher Emissionsgrad eingestellt, ermittelt das Infrarot-Thermometer eine niedrigere als die reale Temperatur, unter der Voraussetzung, dass das Messobjekt wärmer als die Umgebung ist. Bei einem geringen Emissionsgrad (reflektierende Oberflächen) besteht das Risiko, dass störende Infrarotstrahlung von Hintergrundobjekten (Flammen, Heizanlagen, Schamotte usw.) das Messergebnis verfälscht. Um den Messfehler in diesem Fall zu minimieren, sollte die Handhabung sehr sorgfältig erfolgen und das Gerät gegen reflektierende Strahlungsquellen abgeschirmt werden.

10.2 Bestimmung eines unbekanntem Emissionsgrades

- Mit einem Thermoelement, Kontaktfühler oder Ähnlichem lässt sich die aktuelle Temperatur des Messobjektes bestimmen. Danach kann die Temperatur mit dem Infrarot-Temperatursensor gemessen werden. Der Emissionsgrad kann soweit verändert werden, bis der angezeigte Messwert mit der tatsächlichen Temperatur übereinstimmt.
- Bei Temperaturmessungen bis 380 °C besteht die Möglichkeit, auf dem Messobjekt einen speziellen Kunststoffaufkleber anzubringen.
 - Stellen Sie den Emissionsgrad auf 0,95 ein und messen Sie die Temperatur des Aufklebers.
 - Ermitteln Sie dann die Temperatur einer direkt angrenzenden Fläche auf dem Messobjekt und stellen Sie den Emissionsgrad so ein, dass der Wert mit der zuvor gemessenen Temperatur des Kunststoffaufklebers übereinstimmt.
- Tragen sie auf einem Teil der Oberfläche des Messobjektes matte, schwarze Farbe auf.
 - Stellen Sie den Emissionsgrad Ihres Infrarot-Thermometers auf 0,98 ein und messen Sie die Temperatur der schwarz gefärbten Oberfläche.
 - Anschließend bestimmen Sie die Temperatur einer direkt angrenzenden Fläche und verändern die Einstellung des Emissionsgrades soweit, bis die gemessene Temperatur der an der gefärbten Stelle entspricht.

i Bei allen drei Methoden muss das Objekt eine von der Raumtemperatur unterschiedliche Temperatur aufweisen.

10.3 Charakteristische Emissionsgrade

Falls Sie keine der oben beschriebenen Methoden zur Ermittlung Ihres Emissionsgrades anwenden möchten, können Sie Richtwerte aus der folgenden Emissionsgradtabelle verwenden.

i Beachten Sie, dass es sich in den Tabellen lediglich um Durchschnittswerte handelt.

Der tatsächliche Emissionsgrad eines Materials wird unter anderem von folgenden Faktoren beeinflusst:

- Temperatur
- Messwinkel
- Geometrie der Oberfläche (eben, konvex, konkav)
- Dicke des Materials
- Oberflächenbeschaffenheit (poliert, oxidiert, rau, sandgestrahlt)
- Spektralbereich der Messung
- Transmissionseigenschaften (z. B. bei dünnen Folien)

10.4 Emissionsgradtabelle Metalle

Material		Typischer Emissionsgrad			
Spektrale Empfindlichkeit		1,0 µm	1,6 µm	5,1 µm	8 - 14 µm
Aluminium	Nicht oxidiert	0,1 ... 0,2	0,02 ... 0,2	0,02 ... 0,2	0,02 ... 0,1
	Poliert	0,1 ... 0,2	0,02 ... 0,1	0,02 ... 0,1	0,02 ... 0,1
	Aufgerauht	0,2 ... 0,8	0,2 ... 0,6	0,1 ... 0,4	0,1 ... 0,3
	Oxidiert	0,4	0,4	0,2 ... 0,4	0,2 ... 0,4
Blei	Poliert	0,35	0,05 ... 0,2	0,05 ... 0,2	0,05 ... 0,1
	Aufgerauht	0,65	0,6	0,4	0,4
	Oxidiert		0,3 ... 0,7	0,2 ... 0,7	0,2 ... 0,6
Chrom		0,4	0,4	0,03 ... 0,3	0,02 ... 0,2
Eisen	Nicht oxidiert	0,35	0,1 ... 0,3	0,05 ... 0,25	0,05 ... 0,2
	Verrostet		0,6 ... 0,9	0,5 ... 0,8	0,5 ... 0,7
	Oxidiert	0,7 ... 0,9	0,5 ... 0,9	0,6 ... 0,9	0,5 ... 0,9
	Geschmiedet, stumpf	0,9	0,9	0,9	0,9
	Geschmolzen	0,35	0,4 ... 0,6		
Eisen, gegossen	Nicht oxidiert	0,35	0,3	0,25	0,2
	Oxidiert	0,9	0,7 ... 0,9	0,65 ... 0,95	0,6 ... 0,95
Gold		0,3	0,01 ... 0,1	0,01 ... 0,1	0,01 ... 0,1
Haynes	Legierung	0,5 ... 0,9	0,6 ... 0,9	0,3 ... 0,8	0,3 ... 0,8
Inconel	Elektropoliert	0,2 ... 0,5	0,25	0,15	0,15
	Sandgestrahlt	0,3 ... 0,4	0,3 ... 0,6	0,3 ... 0,6	0,3 ... 0,6
	Oxidiert	0,4 ... 0,9	0,6 ... 0,9	0,6 ... 0,9	0,7 ... 0,95
Kupfer	Poliert	0,05	0,03	0,03	0,03
	Aufgerauht	0,05 ... 0,2	0,05 ... 0,2	0,05 ... 0,15	0,05 ... 0,1
	Oxidiert	0,2 ... 0,8	0,2 ... 0,9	0,5 ... 0,8	0,4 ... 0,8
Magnesium		0,3 ... 0,8	0,05 ... 0,3	0,03 ... 0,15	0,02 ... 0,1
Messing	Poliert	0,35	0,01 ... 0,5	0,01 ... 0,5	0,01 ... 0,5
	Rau	0,65	0,4	0,3	0,3
	Oxidiert	0,6	0,6	0,5	0,1
Molybdän	Nicht oxidiert	0,25 ... 0,35	0,1 ... 0,3	0,1 ... 0,15	0,1
		0,5 ... 0,9	0,4 ... 0,9	0,3 ... 0,7	0,2 ... 0,6
Monel (Ni-Cu)		0,3	0,2 ... 0,6	0,1 ... 0,5	0,1 ... 0,14
Nickel	Elektrolytisch	0,2 ... 0,4	0,1 ... 0,3	0,1 ... 0,15	0,05 ... 0,15
	Oxidiert	0,8 ... 0,9	0,4 ... 0,7	0,3 ... 0,6	0,2 ... 0,5
Platin	Schwarz		0,95	0,9	0,9
Quecksilber			0,05 ... 0,15	0,05 ... 0,15	0,05 ... 0,15
Silber		0,04	0,02	0,02	0,02
Stahl	Poliertes Pech	0,35	0,25	0,1	0,1
	Rostfrei	0,35	0,2 ... 0,9	0,15 ... 0,8	0,1 ... 0,8
	Grobblech			0,5 ... 0,7	0,4 ... 0,6
	Kaltgewalzt	0,8 ... 0,9	0,8 ... 0,9	0,8 ... 0,9	0,8 ... 0,9
	Oxidiert	0,8 ... 0,9	0,8 ... 0,9	0,7 ... 0,9	0,7 ... 0,9
Titan	Poliert	0,5 ... 0,75	0,3 ... 0,5	0,1 ... 0,3	0,05 ... 0,2
	Oxidiert		0,6 ... 0,8	0,5 ... 0,7	0,5 ... 0,6

Material		Typischer Emissionsgrad			
Wolfram	Poliert	0,35 ... 0,4	0,1 ... 0,3	0,05 ... 0,25	0,03 ... 0,1
Zink	Poliert	0,5	0,05	0,03	0,02
	Oxidiert	0,6	0,15	0,1	0,1
Zinn	Nicht oxidiert	0,25	0,1 ... 0,3	0,05	0,05

10.5 Emissionsgradtabelle Nichtmetalle

Material		Typischer Emissionsgrad			
Spektrale Empfindlichkeit		1,0 μm	2,3 μm	5,1 μm	8 - 14 μm
Asbest		0,9	0,8	0,9	0,95
Asphalt				0,95	0,95
Basalt				0,7	0,7
Beton		0,65	0,9	0,9	0,95
Eis					0,98
Erde					0,9 ... 0,98
Farbe	Nicht alkalisch				0,9 ... 0,98
Gips				0,4 ... 0,97	0,8 ... 0,95
Glas	Scheibe		0,2	0,98	0,85
	Schmelze		0,4 ... 0,9	0,9	
Gummi				0,9	0,95
Holz	Natürlich			0,9 ... 0,95	0,9 ... 0,95
Kalkstein				0,4 ... 0,98	0,98
Karborund			0,95	0,9	0,9
Keramik		0,4	0,8 ... 0,95	0,8 ... 0,95	0,95
Kies				0,95	0,95
Kohlenstoff	Nicht oxidiert		0,8 ... 0,9	0,8 ... 0,9	0,8 ... 0,9
	Graphit		0,8 ... 0,9	0,7 ... 0,9	0,7 ... 0,9
Kunststoff > 50 μm	Lichtundurchlässig			0,95	0,95
Papier	Jede Farbe			0,95	0,95
Sand				0,9	0,9
Schnee					0,9
Textilien				0,95	0,95
Wasser					0,93

11 Haftungsausschluss

Alle Komponenten des Gerätes wurden im Werk auf die Funktionsfähigkeit hin überprüft und getestet. Sollten jedoch trotz sorgfältiger Qualitätskontrolle Fehler auftreten, so sind diese umgehend an Micro-Epsilon oder den Händler zu melden.

Micro-Epsilon übernimmt keinerlei Haftung für Schäden, Verluste oder Kosten, die z.B. durch

- Nichtbeachtung dieser Anleitung / dieses Handbuches,
- Nicht bestimmungsgemäße Verwendung oder durch unsachgemäße Behandlung (insbesondere durch unsachgemäße Montage, - Inbetriebnahme, - Bedienung und - Wartung) des Produktes,
- Reparaturen oder Veränderungen durch Dritte,
- Gewalteinwirkung oder sonstige Handlungen von nicht qualifizierten Personen

am Produkt entstehen, entstanden sind oder in irgendeiner Weise damit zusammenhängen, insbesondere Folgeschäden.

Diese Haftungsbeschränkung gilt auch bei Defekten, die sich aus normaler Abnutzung (z. B. an Verschleißteilen) ergeben, sowie bei Nichteinhaltung der vorgegebenen Wartungsintervalle (sofern zutreffend).

Für Reparaturen ist ausschließlich Micro-Epsilon zuständig. Es ist nicht gestattet, eigenmächtige bauliche und/oder technische Veränderungen oder Umbauten am Produkt vorzunehmen. Im Interesse der Weiterentwicklung behält sich Micro-Epsilon das Recht auf Konstruktionsänderungen vor.

Im Übrigen gelten die Allgemeinen Verkaufsbedingungen der Micro-Epsilon, die unter Impressum | Micro-Epsilon <https://www.micro-epsilon.de/impressum/> abgerufen werden können.

12 Service, Reparatur

Bei einem Defekt am Messsystem senden Sie bitte die betreffenden Teile zur Reparatur oder zum Austausch ein.

Bei Störungen, deren Ursachen nicht eindeutig erkennbar sind, senden Sie bitte immer das gesamte System inklusive Kabel an:

MICRO-EPSILON MESSTECHNIK
GmbH & Co. KG
Königbacher Str. 15
94496 Ortenburg / Deutschland

Tel: +49 (0) 8542 / 168-0
Fax: +49 (0) 8542 / 168-90
info@micro-epsilon.de
www.micro-epsilon.com/contact/worldwide/
<https://www.micro-epsilon.de>

13 Außerbetriebnahme, Entsorgung

Um zu vermeiden, dass umweltschädliche Stoffe freigesetzt werden und um die Wiederverwendung von wertvollen Rohstoffen sicherzustellen, weisen wir Sie auf folgende Regelungen und Pflichten hin:

- Sämtliche Kabel am Sensor und/oder Controller sind zu entfernen.
- Der Sensor und/oder Controller, dessen Komponenten und das Zubehör sowie die Verpackungsmaterialien sind entsprechend den landesspezifischen Abfallbehandlungs- und Entsorgungsvorschriften des jeweiligen Verwendungsgebietes zu entsorgen.
- Sie sind verpflichtet, alle einschlägigen nationalen Gesetze und Vorgaben zu beachten.

Für Deutschland / die EU gelten insbesondere nachfolgende (Entsorgungs-) Hinweise:

- Altgeräte, die mit einer durchgestrichenen Mülltonne gekennzeichnet sind, dürfen nicht in den normalen Betriebsmüll (z.B. die Restmülltonne oder die gelbe Tonne) und sind getrennt zu entsorgen. Dadurch werden Gefahren für die Umwelt durch falsche Entsorgung vermieden und es wird eine fachgerechte Verwertung der Altgeräte sichergestellt.



- Eine Liste der nationalen Gesetze und Ansprechpartner in den EU-Mitgliedsstaaten finden Sie unter https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling/waste-electrical-and-electronic-equipment-weee_en. Hier besteht die Möglichkeit, sich über die jeweiligen nationalen Sammel- und Rücknahmestellen zu informieren.

- Altgeräte können zur Entsorgung auch an Micro-Epsilon an die im Impressum unter <https://www.micro-epsilon.de/impressum> angegebene Anschrift zurückgeschickt werden.

- Wir weisen darauf hin, dass Sie für das Löschen der messspezifischen und personenbezogenen Daten auf den zu entsorgenden Altgeräten selbst verantwortlich sind.

- Unter der Registrierungsnummer WEEE-Reg.-Nr. DE28605721 sind wir bei der Stiftung Elektro-Altgeräte Register, Nordostpark 72, 90411 Nürnberg, als Hersteller von Elektro- und/ oder Elektronikgeräten registriert.

14 Optionales Zubehör

14.1 Montagezubehör

TM-FB	Montagewinkel	2970753
TM-TA	Rohradapter	2970756
TM-T40	Reflexionsschutzrohr, 40mm Länge; M12x1 Aussengewinde	2970757
TM-T88	Reflexionsschutzrohr 88mm Länge; M12x1 Aussengewinde	2970758
TM-T20	Reflexionsschutzrohr 20mm Länge; M12x1 Aussengewinde	2970759
TM-CF	Close Focus Linse	2970763
TM-PW	Schutzfenster	2970764
TM-MI	Rechtwinkelspiegelvorsatz	2970769

14.2 Freiblasvorsätze

Hinweis

Vermeiden Sie Ablagerungen (Staub, Partikel) auf der Linse sowie Rauch, Dunst und hohe Luftfeuchtigkeit (Kondensation)
 ► Fehlmessungen

Durch die Nutzung eines Freiblasvorsatzes werden diese Effekte vermieden bzw. reduziert.

i Achten Sie darauf, ölfreie, technisch reine Luft zu verwenden.

Die benötigte Luftmenge (ca. 2 ... 10 l/min.) ist abhängig von der Applikation und den Bedingungen am Installationsort.

TM-AP	Freiblasvorsatz	2970767
TM-APL	Freiblasvorsatz mit laminarer Luftführung und Luftauslass um 90° zum Messobjekt versetzt	2970752
TM-AP8	Freiblaszusatz mit 8mm Schlauchanschluss	2970768

Am Laminarfreiblasvorsatz befindet sich ein seitlicher Luftaustritt. Dieser verhindert ein Herunterkühlen des Messobjektes bei kleinen Messabständen.

14.3 Schutzfenster

Zum Schutz der Sensoroptik ist ein Schutzfenster erhältlich. Dieses hat die gleichen mechanischen Abmessungen wie die CF-Optik und wird in folgenden Varianten angegeben:

Bei Verwendung des Schutzfensters (Mittelwerte) müssen folgende Transmissionswerte als Richtwert eingestellt werden:

Modell	Transmissionswert
SF15	0,83

Tab. 14.1: Modell Schutzfenster und Transmissionswerte

Zur Änderung des Transmissionswertes wird der optional erhältliche USB-Adapter benötigt.

14.4 CF-Vorsatzoptik

Die CF-Vorsatzoptik ermöglicht die Messung kleinster Objekte. Der minimale Messfleck ist abhängig von dem verwendeten Sensor. Die Entfernung wird jeweils von der Vorderkante des CF-Linshalters bzw. Laminar-Freiblasvorsatzes gemessen. Die Montage am Sensor erfolgt durch Aufschrauben der Vorsatzoptik bis zum Anschlag.

Bei Verwendung der CF-Vorsatzoptik (Mittelwerte) müssen folgende Transmissionswerte eingestellt werden:

Modell	Transmissionswert
SF15	0,85

Tab. 14.2: Modell Vorsatzoptik und Transmissionswerte

14.5 USB-Adapter

TM-USBA USB-Adapter mit Klemmblock 2970770

15 Werkseinstellung

Die Sensoren haben bei Auslieferung folgende Voreinstellungen:

Emissionsgrad	0,950
Transmission	1,000
Mittelungszeit (Normal und Hysterese)	0,2 s
Mittelungshysterese (Hysterese)	2 °C
Umgebungstemperatur-Quelle	Intern (Sensortemperatur)
Status-LED-Funktion	Selbstdiagnose
Temperaturbereich	0 ... +600 °C
Ausgangsspannung	0 ... 6 V
Nachbearbeitung	Halte-Modus: aus
Kalibrierung	Anstieg 1,000/ Offset 0,0 °C
Failsafe	Inaktiv

Die Werkseinstellungen lassen sich mit dem optional erhältlichen USB-Adapter nebst dem `sensorTOOL` verändern.

Unter `Intelligente Mittelwertbildung (Hysterese)` versteht man eine dynamische Anpassung der Mittelwertbildung an steile Signalfanken. Die Aktivierung / Deaktivierung ist nur über die Software `sensorTOOL` möglich.



MICRO-EPSILON MESSTECHNIK GmbH & Co. KG
Königbacher Str. 15 94496 Ortenburg / Deutschland
Tel. +49 (0) 8542 / 168-0 Fax +49 (0) 8542 / 168-90
info@micro-epsilon.de <https://www.micro-epsilon.de>
Your local contact: www.micro-epsilon.com/contact/worldwide/

X9750482-A012035HDR
© MICRO-EPSILON MESSTECHNIK