



Betriebsanleitung
thermoMETER SE

SE-SF15-Sxx-U

SE-SF15-Sxx-I

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.....	8
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	Installation und Montage.....	11
5.1	Mechanische Installation.....	11
5.2	Elektrische Anschlüsse.....	11
5.2.1	Anschlussmöglichkeiten.....	11
5.2.2	Allgemein.....	12
5.2.3	Anschlussbelegung.....	12
5.2.4	Analogausgang.....	12
5.2.4.1	Beschreibung.....	12
5.2.4.2	Spannungsausgang.....	12
5.2.4.3	Stromausgang als 2-Draht-Sensor.....	13
5.2.5	Maximaler Schleifenwiderstand.....	13
5.2.6	Digitalausgang.....	13
5.2.7	Kombination von Analogausgang und Digitalausgang.....	14
5.2.8	Open-collector-Ausgang.....	14
6	Bedienung über die Software sensorTOOL.....	15
6.1	Beschreibung.....	15
6.2	Menü Datenaufnahme.....	16
6.2.1	Allgemein.....	16
6.2.2	Messung aufzeichnen und speichern.....	17
6.2.3	Einstellungen Infrarot.....	18
6.2.4	Schleifenwartung.....	18
6.3	Menü Einzelwert.....	18
6.4	Menü Einstellungen.....	19
6.4.1	Menüauswahl.....	19
6.4.2	Menü Allgemein.....	19
6.4.2.1	Übersicht.....	19
6.4.2.2	Einstellungen Sensor.....	19
6.4.2.3	Einstellungen Infrarot.....	20
6.4.2.4	Funktion zur automatischen Berechnung des Emissionsgrads.....	20
6.4.3	Menü Signalverarbeitung.....	20
6.4.3.1	Übersicht.....	20
6.4.3.2	Mittelung.....	20
6.4.3.3	Minimum und Maximum Haltemodus.....	21
6.4.3.4	Signalauswahl (Erweitert).....	22
6.4.4	Menü Ausgang.....	22
6.4.4.1	Übersicht.....	22
6.4.4.2	Einstellungen Analogausgang.....	23
6.4.4.3	Schleifenwartung (Erweitert).....	23
6.4.4.4	Kalibrierung (Erweitert).....	23
6.4.5	Menü Alarm und Failsafe.....	24

6.4.5.1	Übersicht.....	24
6.4.5.2	Einstellungen Alarm.....	24
6.4.5.3	Einstellungen Failsafe (Erweitert).....	24
6.5	Menü Info.....	25
6.6	Kommunikationseinstellungen.....	25
7	Reinigung.....	26
8	Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung.....	27
9	Emissionsgrad.....	28
9.1	Definition.....	28
9.2	Bestimmung eines unbekannten Emissionsgrades.....	28
9.3	Charakteristische Emissionsgrade.....	28
9.4	Emissionsgradtabelle Metalle.....	29
9.5	Emissionsgradtabelle Nichtmetalle.....	30
10	Haftungsausschluss.....	31
11	Service, Reparatur.....	32
12	Außenbetriebnahme, Entsorgung.....	33
13	Optionales Zubehör.....	34
13.1	Montagezubehör.....	34
13.2	Freiblasvorsätze.....	34
13.3	CF-Vorsatzoptik.....	35
13.4	USB-Adapter.....	35
13.5	Schutzfenster.....	35
14	Werkseinstellung.....	36

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 Sensorkabel vor Beschädigung.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zerstörung des Sensors • Ausfall des Messgerätes <p>Knicken Sie niemals das Sensorkabel, biegen Sie das Sensorkabel nicht in engen Radien. Der minimale Biegeradius beträgt 22 mm (statisch). Eine dynamische Bewegung ist nicht zulässig.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschädigung oder Zerstörung des Sensorkabels • 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-Kennzeichen 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-Kennzeichen 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 bereithalten.

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

Temperaturbereich:	Sensor:	Lagerung: -40 ... 85 °C
		Betrieb: -20 ... 120 °C
	Controller:	Lagerung: -40 ... 85 °C
		Betrieb: -20 ... 80 °C
Luftfeuchtigkeit:	10 % RH ... 95 % RH (nicht kondensierend)	
Schutzart (DIN EN 60529):	Sensor:	IP65
	Controller:	IP65

Hinweis

Vermeiden Sie schnelle Änderungen der Umgebungstemperatur sowohl des Sensors als auch des Controllers.

- Ungenaue Messwerte

2 Funktionsprinzip, Technische Daten

2.1 Funktionsprinzip

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

Das Sensorgehäuse besteht aus Edelstahl (Schutzgrad IP65). Der Controller ist im Kabel integriert.

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	Analogausgang	Optik
SF	SE-SF15-S05-C05-I	-40 °C bis 600 °C (1100 °C)	8 bis 14 µm	Strom	15:1
SF	SE-SF15-S05-C05-U	-40 °C bis 600 °C (1100 °C)	8 bis 14 µm	Spannung	15:1
SF	SE-SF15-S05-C3-I	-40 °C bis 600 °C (1100 °C)	8 bis 14 µm	Strom	15:1
SF	SE-SF15-S3-C05-I	-40 °C bis 600 °C (1100 °C)	8 bis 14 µm	Strom	15:1
SF	SE-SF15-S3-C05-U	-40 °C bis 600 °C (1100 °C)	8 bis 14 µm	Spannung	15:1
SF	SE-SF15-S3-C3-I	-40 °C bis 600 °C (1100 °C)	8 bis 14 µm	Strom	15:1
SF	SE-SF15-S3-C3-U	-40 °C bis 600 °C (1100 °C)	8 bis 14 µm	Spannung	15:1
SF	SE-SF15-S6-C05-U	-40 °C bis 600 °C (1100 °C)	8 bis 14 µm	Spannung	15:1
SF	SE-SF15-S6-C3-I	-40 °C bis 600 °C (1100 °C)	8 bis 14 µm	Strom	15:1
SF	SE-SF15-S6-C3-U	-40 °C bis 600 °C (1100 °C)	8 bis 14 µm	Spannung	15:1
SF	SE-SF15-S15-C05-I	-40 °C bis 600 °C (1100 °C)	8 bis 14 µm	Strom	15:1
SF	SE-SF15-S15-C05-U	-40 °C bis 600 °C (1100 °C)	8 bis 14 µm	Spannung	15:1

Tab. 2.1: *thermoMETER SE Sensormodelle*

Die Sensoren besitzen einen vorkonfigurierten Stromausgang (I) oder Spannungsausgang (U), der aber per Software und USB-Adapter umgeschaltet werden kann.

2.3 Technische Daten

Modell		SE-SF15
Optische Auflösung		15:1
Messbereich ^[1]		-40 °C bis 600 °C (1100 °C)
Spektralbereich		8 bis 14 µm
Systemgenauigkeit ^[2]		±1,0 % oder ±1,0 °C
Reproduzierbarkeit ^[2]		±0,5 % oder ±0,5 °C
Temperaturauflösung (NETD) ^[3]		50 mK
Einstellzeit ^[4]		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		≤ 4 mA (Spannungsausgang) / ≤ 20 mA (2-Draht Stromausgang)
Digitale Schnittstelle		3.3V-LVTTL oder USB über Programmieradapter
Analogausgang ^[5]		4 ... 20 mA (2-Draht Stromausgang) / 0 ... 5 V; 0 ... 10 V (Spannungsausgang) frei skalierbar innerhalb des Messbereichs
Schaltausgang		Open Collector für Alarm; 500 mA
Anschluss	integriertes Kabel mit offenen Enden (Aderendhülsen); Standardlänge 0,5 m Sensor- und Anschlusskabel optional Sensorkabel mit 3 m, 6 m oder 15 m und Anschlusskabel mit 3 m erhältlich	
Montage	Sensor	Direktverschraubung über integriertes M12x1 Gewinde oder Befestigung mit Hilfe der im Lieferumfang enthaltenen Sechskantmutter
Temperaturbereich	Sensor	Lagerung -40 ... 85 °C
	Sensor	Betrieb -20 ... 120 °C
	Controller	Lagerung -40 ... 85 °C
	Controller	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)	Sensor	IP65
	Controller	IP65
Material	Sensor	Edelstahl (1.4404)
Gewicht		ca. 20 g (nur Sensor)
Bedien- und Anzeigeelemente ^[6]		Sensorkonfiguration optional über sensorTOOL möglich

i

Bei allen SE Sensormodellen darf das Sensorkabel während der Messung nicht bewegt werden.

[1] Messbereichserweiterung bis 1100 °C optional möglich

[2] Gültig für Objekttemperaturen >0 °C und bei Umgebungstemperatur 24 °C ±2 °C; es gilt der größere Wert ($\varepsilon=1$)

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

[4] 0 - 90 % Energie; per Software einstellbar

[5] Bei Auslieferung vorkonfiguriert auf Strom oder Spannung; Umschaltbar über sensorTOOL (erfordert USB-Konverter); Spannungsskalierung abhängig von der Versorgungsspannung

[6] Zugriff mit sensorTOOL erfordert USB-Adapter (siehe Zubehör)

3 Lieferung

3.1 Lieferumfang

- 1 Sensor
- 1 Montagemutter
- 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.

Rücknahme von Verpackungen

Die Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co. KG bietet Kunden die Möglichkeit, Verpackung von Produkten, die sie bei Micro-Epsilon erworben haben, nach vorheriger Abstimmung zurückzugeben, damit diese der Wiederverwendung oder einer Verwertung (Recycling) zugeführt werden kann.

Um die Rückgabe von Verpackung zu veranlassen, bei Fragen zu den Kosten und / oder dem genauen Ablauf der Rücknahme, wenden sie sich bitte direkt an

info@micro-epsilon.de

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.

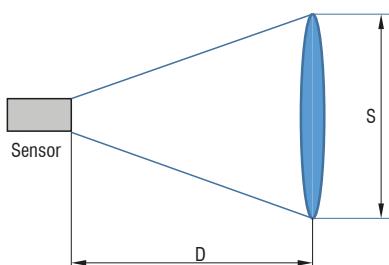


Abb. 4.1: Optisches Diagramm

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 Installation und Montage

5.1 Mechanische Installation

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

Als Zubehör sind verschiedene Montagewinkel und -vorrichtungen erhältlich, die das Ausrichten des Sensors auf das Objekt erleichtern.

- i Montieren Sie den Sensor über das vorhandene Gewinde.

Hinweis

Vermeiden Sie grobe mechanische Gewalt am Sensor.

- Zerstörung des Sensors

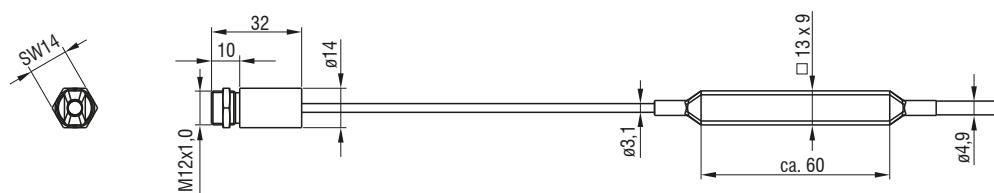


Abb. 5.1: Maßzeichnung thermoMETER SE-SF15-S05-C05, Abmessungen in mm

5.2 Elektrische Anschlüsse

5.2.1 Anschlussmöglichkeiten

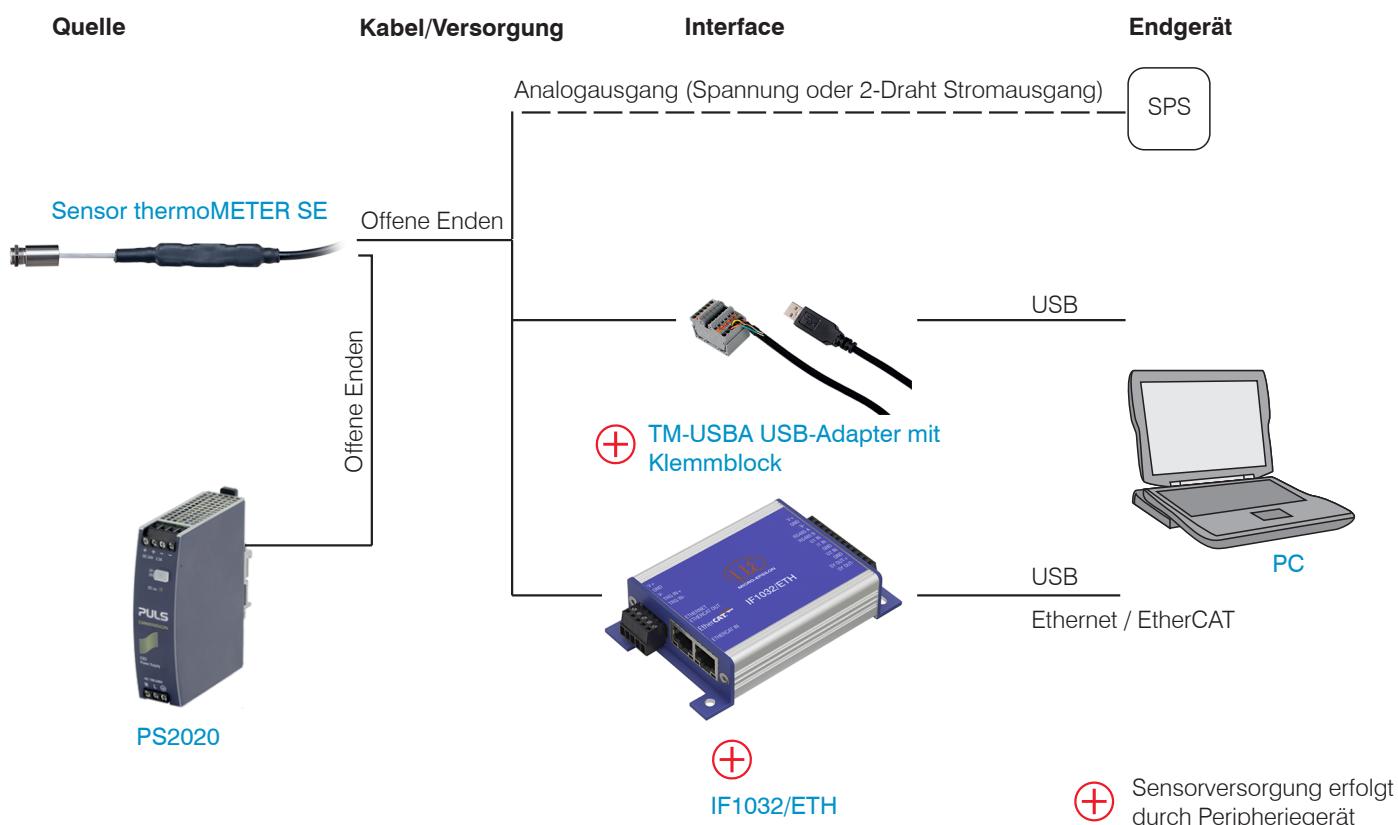


Abb. 5.2: Anschlussmöglichkeiten thermoMETER SE

5.2.2 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 Verwenden Sie nur abgeschirmte Kabel. Der Schirm ist beim Sensor getrennt vom GND-Anschluss. Es ist erforderlich, dass der Schirm an Erde oder GND angeschlossen wird.

5.2.3 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. 5.1: Anschlussbelegung

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

5.2.4 Analogausgang

5.2.4.1 Beschreibung

Den Sensor besitzt folgende, jeweils voreingestellte Analogausgänge, die per **sensorTOOL** Software eingestellt werden können:

- Spannungsausgang
- Stromausgang als 2-Draht-Sensor

- i Bei der Digitalschnittstelle handelt es sich um eine LV-TTL Schnittstelle mit 3,3 V Signalpegel.

Hinweis

Vermeiden Sie eine Verwendung von höheren Signalspannungen.

- Beschädigung vom Eingang beziehungsweise Ausgang

5.2.4.2 Spannungsausgang

Der Sensor besitzt einen Spannungsausgang am V_{OUT} -Anschluss. Der Schirm ist beim Sensor getrennt vom GND-Anschluss.

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

Hinweis

Vermeiden Sie eine Restwelligkeit des verwendeten Netzteils $> 200 \text{ mV}$.

- Beschädigung oder Zerstörung des Controllers

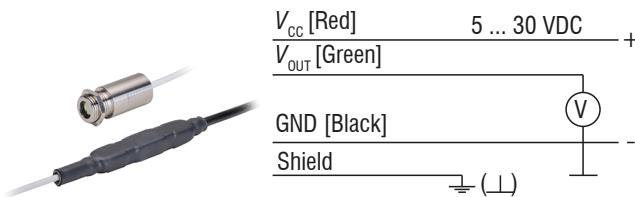


Abb. 5.3: Anschlussbelegung Spannungsausgang (mV)

5.2.4.3 Stromausgang als 2-Draht-Sensor

Der Sensor besitzt einen 2-Draht-Stromausgang. Hierbei übernehmen die zwei Drähte sowohl die Versorgung als auch die Übertragung des Messsignals.

i Die maximale Schleifenimpedanz beträgt 1000 Ω .

Der Schirm ist beim Sensor getrennt vom GND-Anschluss.



Abb. 5.4: Anschlussbelegung Stromausgang als 2-Draht-Sensor

5.2.5 Maximaler Schleifenwiderstand

Die maximale Impedanz der Stromschleife ist abhängig von der Höhe der Versorgungsspannung.

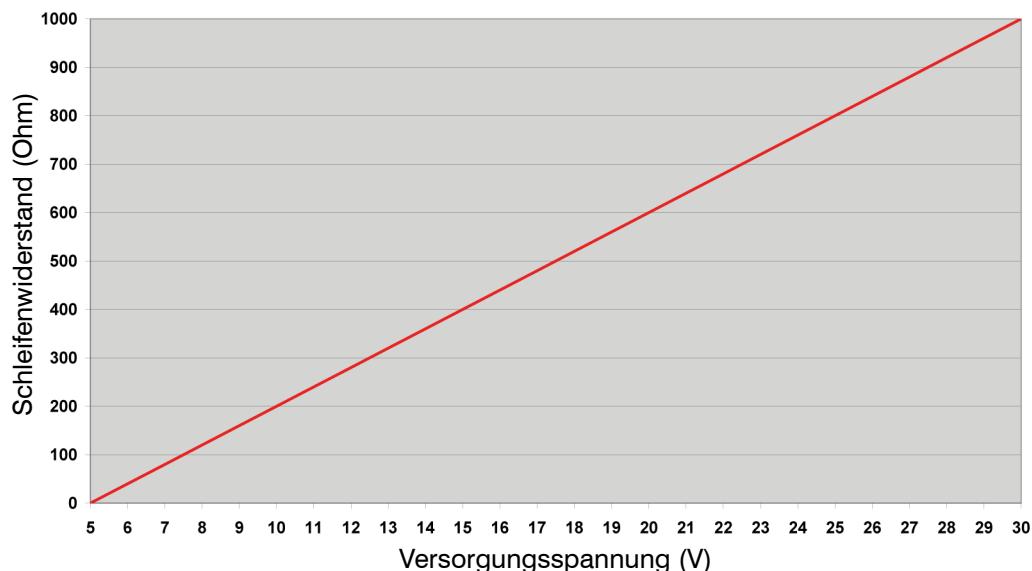


Abb. 5.5: thermoMETER SE Maximaler Schleifenwiderstand

5.2.6 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 Sensorkabels unter Verwendung eines Klemmblocks.

Der Sensor unterstützt zwei Kommunikationsprotokolle der digitalen Kommunikation:

- ME-Bus Sensorprotokoll zur kompletten Parametrierung und Auslesung der Sensoren
- Binärprotokoll zur einfachen und schnellen Messwertauslesung mit eingeschränktem Funktionsumfang

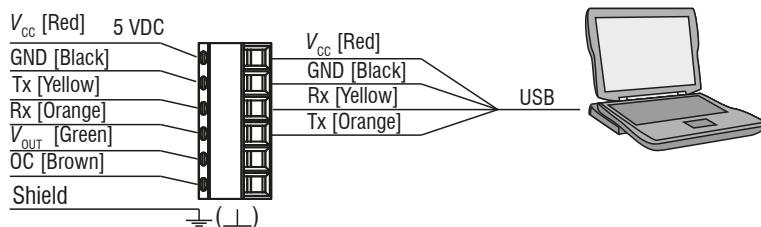


Abb. 5.6: Anschlussbelegung Digitalausgang

5.2.7 Kombination von Analogausgang und Digitalausgang

Die Sensoren können gleichzeitig digital kommunizieren und als Analoggerät (Strom oder Spannung) genutzt werden.

In diesem Fall kann die Stromversorgung über die USB-Schnittstelle (5 V) erfolgen.

In allen Betriebsarten (Strom- oder Spannungsausgang) kann der Sensor parallel kommunizieren. Das analoge Messsignal ist dann entweder am analogen Spannungsausgang oder in der Versorgungsspannung (Stromausgang als 2-Draht-Sensor) abgreifbar.

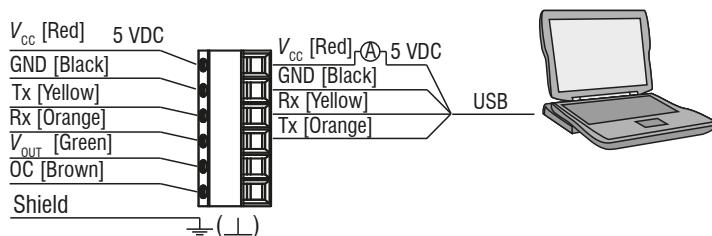


Abb. 5.7: thermomETER SE Anschlussbelegung Analog (Strom) und Digital

5.2.8 Open-collector-Ausgang

Der Open-collector-Ausgang ist ein zusätzlicher Alarmausgang beim Sensor und kann z. B. ein externes Relais ansteuern. Der normale Analogausgang steht in diesem Fall gleichzeitig zur Verfügung.



Abb. 5.8: Anschlussbelegung Open-collector-Ausgang

Hinweis

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

- Beschädigung des Ausgangs

6 Bedienung über die Software sensorTOOL

6.1 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-Schnittselle 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>
- ▶ Starten Sie das Programm sensorTOOL.

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 SE**.

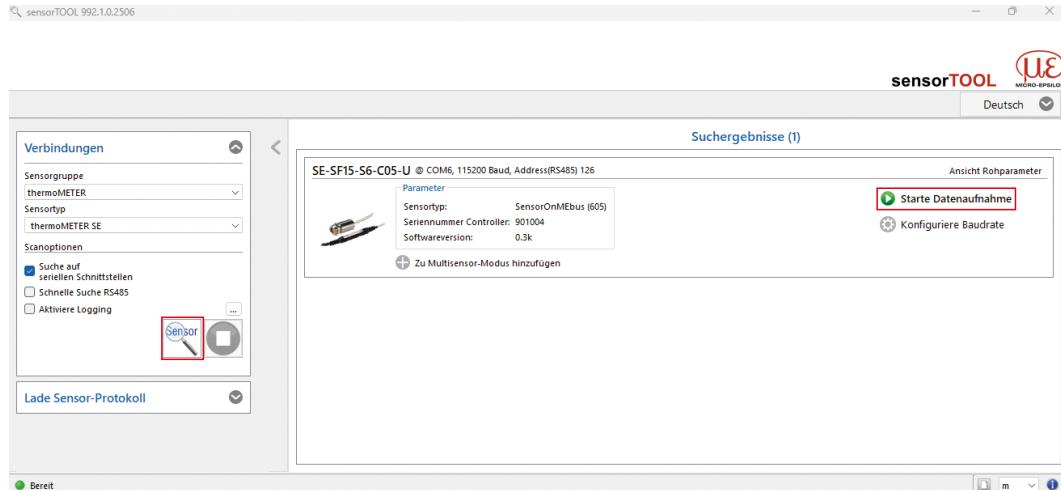


Abb. 6.1: Erste interaktive Seite nach Aufruf des sensorTOOL

- ▶ 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.

6.2 Menü Datenaufnahme

6.2.1 Allgemein

Die Datenaufnahme dient zur Überprüfung der Messung. Die Messung wird über die Einstellungen beeinflusst.

Es erscheint folgendes Fenster:

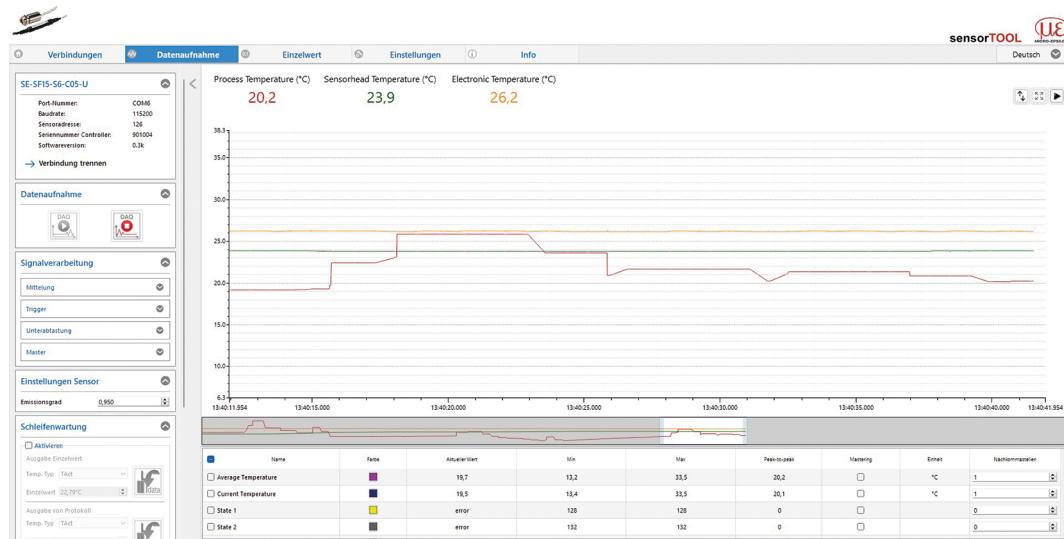


Abb. 6.2: Ansicht sensorTOOL thermoMETER SE Menü Datenaufnahme

- Stellen Sie vor der ersten Datenaufnahme Ihre gewünschten Einstellungen im Menü Einstellungen, [siehe Kap. 6.4](#), ein.



Abb. 6.3: 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. 6.1: 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. [7]
Nachkommastellen	Auswahl von 0 bis 12 möglich.

Tab. 6.2: 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. 6.4: Ansicht sensorTOOL thermoMETER SE Verbindung trennen

6.2.2 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.

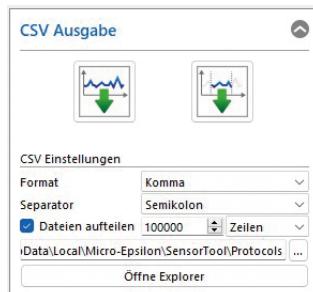


Abb. 6.5: Ansicht sensorTOOL CSV Ausgabe



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



Die Aufnahme wird gespeichert, wenn Sie diese Schaltfläche betätigen.

Tab. 6.3: Messung aufzeichnen und speichern

Unter Dateien aufteilen können Sie weitere Einstellungen vornehmen:

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

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

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

6.2.3 Einstellungen Infrarot

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



Abb. 6.6: Ansicht sensorTOOL Einstellungen Infrarot

6.2.4 Schleifenwartung

Im seitlichen Menü unter Schleifenwartung können Sie den im Menü Einstellungen > Ausgang, [siehe Kap. 6.4.2](#), eingestellte Schleifenwartung zusätzlich verändern und sich die Werte ausgeben lassen.

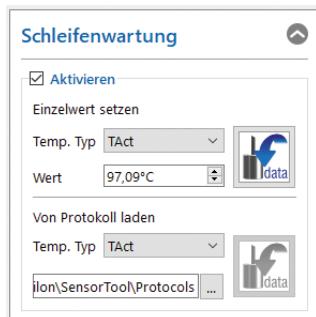


Abb. 6.7: Ansicht sensorTOOL Schleifenwartung

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. 6.4: Ausgabe Einzelwert und Ausgabe vom Protokoll

6.3 Menü Einzelwert

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

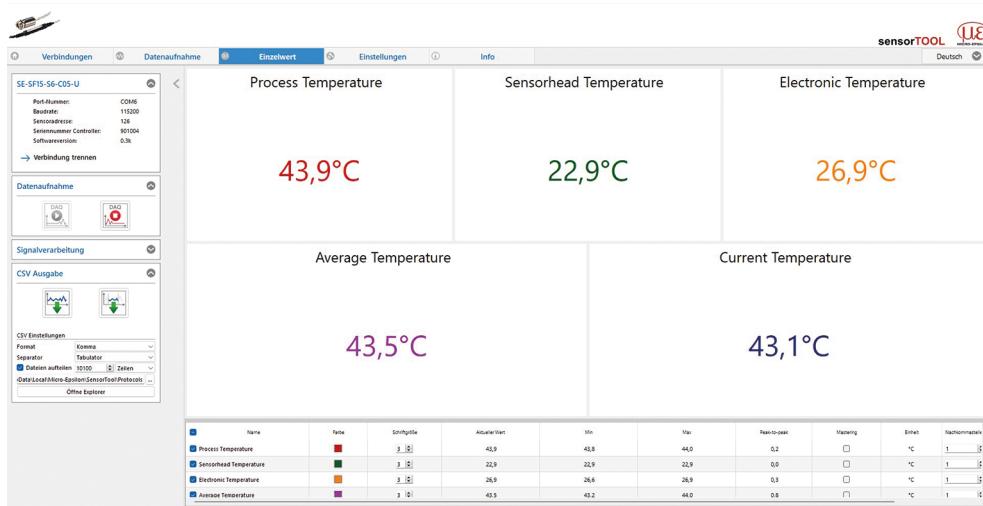


Abb. 6.8: Ansicht sensorTOOL thermoMETER SE Einzelwert

In der unteren Tabelle des Menüs **Einzelwert** finden Sie verschiedene Auswahlmöglichkeiten zum Einblenden oder Ausblenden Ihrer unter dem Menü **Einstellungen** > **Signalverarbeitung**, [siehe Kap. 6.4.3](#), gewählten Einstellungen. Zusätzlich können Sie sich die Werte, [siehe Tab. 6.2](#), anzeigen lassen.

6.4 Menü Einstellungen

6.4.1 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

6.4.2 Menü Allgemein

6.4.2.1 Übersicht

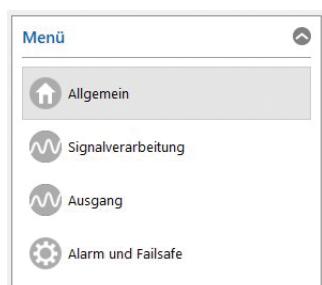


Abb. 6.9: Ansicht sensorTOOL - Menü Einstellungen - Allgemein

6.4.2.2 Einstellungen Sensor

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

Einstellungen Sensor	Temperatureinheit	°C
		°F

6.4.2.3 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	Emission und Transmission	Emissionsgrad	Wert
		Transmission	Wert
	Erweitert	Umgebungstemperaturmodus	Automatisch
		Fester Wert	Wert
	Automatische Berechnung des Emissionsgrads	Prozesstemperatur	Wert

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.

6.4.2.4 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.

6.4.3 Menü Signalverarbeitung

6.4.3.1 Übersicht



Abb. 6.10: Ansicht sensorTOOL - Menü Einstellungen - Signalverarbeitung

6.4.3.2 Mittelung

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

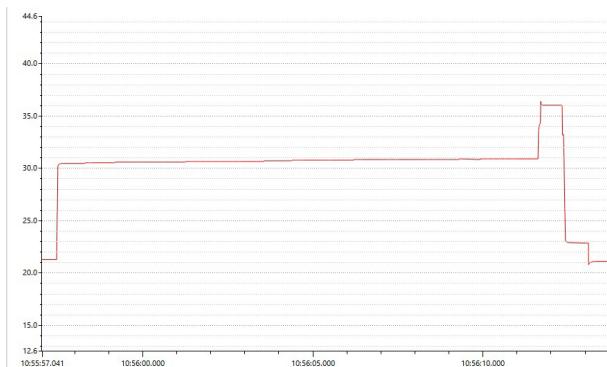
Bei Verwendung des Modus Normal erfolgt eine arithmetische Mittelwertbildung.

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.

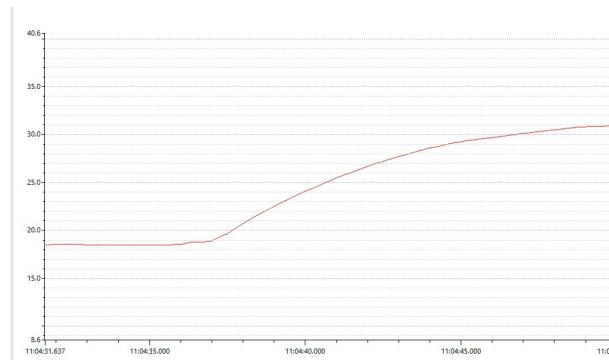
Mittelung	Normal	Mittelungszeit	Wert
	Hysterese	Mittelungszeit	Wert
		Mittelungshysterese	Wert

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. 6.5: Signalverlauf mit und ohne Intelligenter Mittelwertbildung (Hysterese)

6.4.3.3 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 (inverteert).

- **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 Haltmodus	Haltemodus	Deaktiviert		
		Minimumsuche	Haltezeit Minimumsuche	Wert
		Maximumsuche	Haltezeit Maximumsuche	Wert
		Erweiterte Minimumsuche	Haltezeit Minimumsuche	Wert
			Temperaturschwelle	Wert
			Temperaturhysterese	Wert
		Erweiterte Maximumsuche	Haltezeit Maximumsuche	Wert
			Temperaturschwelle	Wert
			Temperaturhysterese	Wert

6.4.3.4 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. 6.2](#), und der Einzelwertdarstellung, [siehe Kap. 6.3](#).

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. 6.6: Temperaturtypen der Signalauswahl

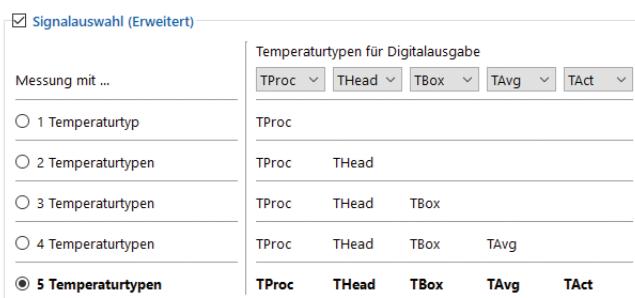


Abb. 6.11: Signalauswahl (Erweitert) mit verschiedenen Möglichkeiten

6.4.4 Menü Ausgang

6.4.4.1 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.

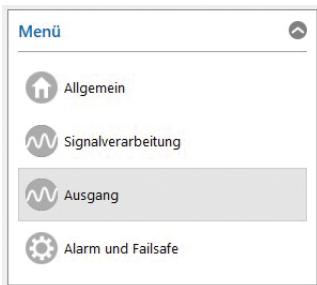


Abb. 6.12: Ansicht sensorTOOL - Menü Einstellungen - Ausgang

6.4.4.2 Einstellungen Analogausgang

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

Wird Deaktiviert ausgewählt, werden alle verfügbaren Analogausgänge abgeschaltet.

Einstellungen Analogausgang	Ausgangsart	Deaktiviert				
		Spannungsausgang / Stromausgang	Minimalwert Analogausgang	Wert		
Erweitert			Maximalwert Analogausgang	Wert		
			Untere Temperaturgrenze Ausgang	Wert		
			Obere Temperaturgrenze Ausgang	Wert		

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.

6.4.4.3 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)	Schleifenwartung Status	Deaktiviert			
		Aktiviert	Temperaturtyp	TAct / TBox / THead	
			Temperaturwert (Digital)	Wert	
			Temperaturwert (Analog)	Wert	
			Analogwert Spannung/ Strom	Wert	
			Prozentwert (Analog)	Wert	

6.4.4.4 Kalibrierung (Erweitert)

Die Kalibrierung ermöglicht dem Anwender, unabhängig von den Werkseinstellungen, den Sensor durch einen Offset und Verstärkungswert spezifisch einzustellen.

Kalibrierung (Erweitert)	Offset	Wert in °C
	Verstärkung	Wert

6.4.5 Menü Alarm und Failsafe

6.4.5.1 Übersicht



Abb. 6.13: Ansicht sensorTOOL - Menü Einstellungen - Alarm und Failsafe

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

6.4.5.3 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	Deaktiviert			
	Analoge Ausgabe	Überwachung von	TProc	
			THead	
			TAct	
			TBox	

Analogausgang Failsafe

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

Analogausgang	Wert
Spannungsausgang für $T <$ Schwellenwert	<i>Wert</i>
Spannungsausgang für $T >$ Schwellenwert	<i>Wert</i>
Stromausgang für $T <$ Schwellenwert	<i>Wert</i>
Stromausgang für $T >$ Schwellenwert	<i>Wert</i>

Tab. 6.7: 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. 6.8: Temperaturgrenzwerte

6.5 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.

6.6 Kommunikationseinstellungen

Serielles Interface	
Baudrate:	9600, 19200, 38400, 57600, 115200 (Standard) ^[8] .
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.

[8] Einstellbar in der Software sensorTOOL

7 Reinigung

Linsenreinigung:

Lose Partikel können mit sauberer Druckluft weggeblasen werden. Die Linsenoberfläche kann mit einem weichen, feuchten Tuch (befeuhtet 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

8 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 Infrarotmessstechnik 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. 9.4](#), [siehe Kap. 9.5](#), 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 bewegender 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.

9 Emissionsgrad

9.1 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.

9.2 Bestimmung eines unbekannten 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.

9.3 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)

9.4 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

9.5 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

10 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 Handbuchs,
- 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 Änderung der Konstruktion beziehungsweise der Firmware vor.

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

11 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>

12 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 Verwendungsbereites 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.

13 Optionales Zubehör

13.1 Montagezubehör

TM-MF-UC	Montagegabel	2970751
TM-FB	Montagewinkel	2970753
TM-AB-UC	Montagewinkel, justierbar in 2 Achsen	2970754
TM-MB-UC	Montagebolzen mit Gewinde M12x1 und Mutter	2970755
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-MH-UC	Massivgehäuse aus Edelstahl	2970760
TM-FBMH-UC	Montagewinkel für Massivgehäuse	2970761
TM-CF	Close Focus Linse	2970763
TM-PW	Schutzfenster	2970764
TM-MI	Rechtwinkelspiegelvorsatz	2970769
TM-DIN-UC	Tragschienenmontageplatte	2970750

Mit Hilfe der Tragschienenmontageplatte kann der Controller an einer Hutschiene nach EN50022 (TS35) montiert werden.

13.2 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
TM-APMH-UC	Freiblasvorsatz aus Edelstahl für Massivgehäuse	2970762

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

13.3 CF-Vorsatzoptik

Die CF-Vorsatzoptik ermöglicht die Messung kleinsten Objekte. Der minimale Messfleck ist abhängig von dem verwendeten Sensor. Die Entfernung wird jeweils von der Vorderkante des CF-Linsenhalters 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. 13.1: Modell Vorsatzoptik und Transmissionswerte

13.4 USB-Adapter

TM-USBA USB-Adapter mit Klemmblock 2970770

13.5 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. 13.2: Modell Schutzfenster und Transmissionswerte

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

14 Werkseinstellung

Die Sensoren haben bei Auslieferung folgende Voreinstellungen:

	U- Version ^[9]	I- Version ^[10]
Temperaturbereich	0 ... 600 °C	0 ... 600 °C
Ausgang	0 ... 6 V	4 ... 20 mA
Emissionsgrad	0,950	0,950
Transmission	1,000	1,000
Mittelungszeit (Normal und Hysterese)	0,2 s	0,2 s
Mittelungshysterese (Hysterese)	2 °C	2 °C
Umgebungstemperatur Quelle	Intern (Sensortemperatur)	Intern (Sensortemperatur)
Nachbearbeitung	Halte-Modus: aus	Halte-Modus: aus
Kalibrierung	Anstieg 1,000/ Offset 0,0 °C	Anstieg 1,000/ Offset 0,0 °C
Failsafe	Inaktiv	Inaktiv

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

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

[9] U = Spannung

[10] I = Strom



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/

X9750483-A052026HDR
© MICRO-EPSILON MESSTECHNIK