



Betriebsanleitung
thermoMETER CSL

CSL-SF
CSLM-2

Infrarotsensor

**MICRO-EPSILON
MESSTECHNIK
GmbH & Co. KG
Königbacher Strasse 15**

94496 Ortenburg / Deutschland

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

Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001: 2008

Inhalt

1.	Sicherheit.....	5
1.1	Verwendete Zeichen	5
1.2	Warnhinweise.....	5
1.3	Hinweise zur CE-Kennzeichnung	6
1.4	Bestimmungsgemäße Verwendung	6
1.5	Bestimmungsgemäßes Umfeld	7
2.	Technische Daten	8
2.1	Funktionsprinzip	8
2.2	Sensormodelle.....	9
2.3	Allgemeine Spezifikation	9
2.4	Elektrische Spezifikation.....	10
2.5	Messtechnische Spezifikation	11
3.	Lieferung.....	12
3.1	Lieferumfang	12
3.2	Lagerung.....	12
4.	Optische Diagramme	13
5.	Mechanische Installation	18
6.	Elektrische Installation.....	19
6.1	Anschluss der Kabel	19
6.1.1	Standardvariante	19
6.1.2	Spannungsversorgung.....	19
6.1.3	Anschlussbelegung (Schraubklemme Sensor)	20
6.2	Analoge Betriebsart	20
6.3	Digitale Betriebsart	21
6.4	Digitale und analoge Betriebsart kombiniert.....	22
6.5	Maximaler Schleifenwiderstand.....	22
7.	Emissionsgradeinstellung	23
8.	Laservisier	24

9.	Hinweise für den Betrieb	25
9.1	Reinigung.....	25
10.	CompactConnect Software.....	26
10.1	Installation.....	26
10.2	Systemvoraussetzungen	26
10.3	Hauptfunktionen	26
10.4	Kommunikationseinstellungen	27
10.4.1	Serielles Interface	27
10.4.2	Protokoll.....	27
10.5	Digitaler Befehlssatz	28
11.	Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung	30
12.	Emissionsgrad.....	31
12.1	Definition	31
12.2	Bestimmung eines unbekanntes Emissionsgrades	31
12.3	Charakteristische Emissionsgrade.....	32
13.	Haftung für Sachmängel	33
14.	Service, Reparatur.....	33
15.	Außerbetriebnahme, Entsorgung	33
Anhang		
A 1	Zubehör.....	34
A 1.1	Montagewinkel.....	34
A 1.2	Freiblasvorsatz.....	36
A 1.3	Wasserkühlgehäuse	37
A 2	Werkseinstellungen.....	38
A 3	Emissionsgradtabelle Metalle	39
A 4	Emissionsgradtabelle Nichtmetalle.....	42
A 5	Adaptive Mittelwertbildung	44

1. Sicherheit

Die Systemhandhabung setzt die Kenntnis der Betriebsanleitung voraus.

1.1 Verwendete Zeichen

In dieser Betriebsanleitung werden folgende Bezeichnungen verwendet:



Zeigt eine gefährliche Situation an, die zu geringfügigen oder mittelschweren Verletzungen führt, falls diese nicht vermieden wird.



Zeigt eine Situation an, die zu Sachschäden führen kann, falls diese nicht vermieden wird.



Zeigt eine ausführende Tätigkeit an.



Zeigt einen Anwendertipp an.

Messung

Zeigt eine Hardware oder eine Schaltfläche/Menüeintrag in der Software an.

1.2 Warnhinweise



Schließen Sie die Spannungsversorgung und den Controller nach den Sicherheitsvorschriften für elektrische Betriebsmittel an.

> Verletzungsgefahr

> Beschädigung oder Zerstörung des Sensors



Vermeiden Sie Stöße und Schläge auf den Sensor.

> Beschädigung oder Zerstörung des Sensors

Die Versorgungsspannung darf angegebene Grenze nicht überschreiten.

> Beschädigung oder Zerstörung des Sensors

Schützen Sie das Sensorkabel vor Beschädigung.

> Zerstörung des Sensors, Ausfall des Messgerätes

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

> Beschädigung oder Zerstörung des Sensors

1.3 Hinweise zur CE-Kennzeichnung

Für das Messsystem thermoMETER CSL gilt:

- EU-Richtlinie 2004/108/EG
- EU-Richtlinie 2011/65/EU, „RoHS“ Kategorie 9

Produkte, die das CE-Kennzeichen tragen, erfüllen die Anforderungen der zitierten EU-Richtlinien und die dort aufgeführten harmonisierten europäischen Normen (EN). Die EU-Konformitätserklärung wird gemäß der EU-Richtlinie, Artikel 10, für die zuständige Behörde zur Verfügung gehalten bei

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

Das Messsystem ist ausgelegt für den Einsatz im Industriebereich und Laborbereich und erfüllt die Anforderungen.

1.4 Bestimmungsgemäße Verwendung

- Das thermoMETER CSL ist für den Einsatz im Industrie- und Laborbereich konzipiert. Es wird eingesetzt zur berührungslosen Temperaturmessung.
- Das System darf nur innerhalb der in den technischen Daten angegebenen Werte betrieben werden, siehe Kap. 2..
- Das System ist so einzusetzen, dass bei Fehlfunktionen oder Totalausfall des Sensors keine Personen gefährdet oder Maschinen beschädigt werden.
- Treffen Sie bei sicherheitsbezogener Anwendung zusätzlich Vorkehrungen für die Sicherheit und zur Schadensverhütung.

1.5 Bestimmungsgemäßes Umfeld

- Schutzart: IP 65
- Betriebstemperatur: -20 ... 85 °C

HINWEIS

Vermeiden Sie nach Möglichkeit abrupte Änderungen der Betriebstemperatur.
> Ungenaue Messwerte

- Lagertemperatur: -40 ... 85 °C
- Luftfeuchtigkeit: 10 ... 95 %, nicht kondensierend

2. Technische Daten

2.1 Funktionsprinzip

Die Sensoren der Serie thermoMETER CSL sind berührungslos messende Infrarot-Temperatursensoren. Sie messen die von Objekten emittierte Infrarotstrahlung und berechnen auf dieser Grundlage die Oberflächentemperatur, siehe Kap. 11. Über ein integriertes Doppel-Laservisier wird der Messfleck in Größe und Lage auf der Objektoberfläche exakt markiert.

Das Sensorgehäuse des thermoMETER CSL besteht aus Edelstahl (Schutzgrad IP 65).

i Der thermoMETER CSL- Sensor ist ein empfindliches optisches System. Die Montage sollte deshalb ausschließlich über das vorhandene Gewinde erfolgen.

HINWEIS

Vermeiden Sie bitte grobe mechanische Gewalt am Sensor.

> Zerstörung des Systems

2.2 Sensormodelle

Die Sensoren der thermoMETER CSL-Serie sind in folgenden Basisvarianten lieferbar:

Modell	Kurzbezeichnungen	Messbereich	Spektrale Empfindlichkeit	Typische Anwendungen
CSL	SF	-50 bis 975 °C	8 - 14 μm	Nichtmetallische Oberflächen
CSL M-2	M-2H	385 bis 1600 °C	1,6 μm	Metalle und Keramiken

In dieser Betriebsanleitung werden ausschließlich die Kurzbezeichnungen verwendet.

2.3 Allgemeine Spezifikation

Schutzart	IP 65
Betriebstemperatur ¹	-20 ... 85 °C
Lagertemperatur	-40 ... 85 °C
Relative Luftfeuchtigkeit	10 ... 95 %, nicht kondensierend
Material	Edelstahl
Abmessungen	100 mm x 50 mm, M48x1,5
Gewicht	600 g
Kabeldurchmesser	5 mm
Vibration	IEC 68-2-6: 3 g 11 - 200 Hz, jede Achse
Schock	IEC 68-2-27: 50 g, 11 ms, jede Achse
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	EN 61326-1: 2006 und EN 61326-2-3: 2006

1) Der Laser schaltet sich automatisch bei Umgebungstemperaturen > 50 °C ab.

2.4 Elektrische Spezifikation

Spannungsversorgung	5 - 28 VDC
Stromverbrauch (Laser)	45 mA @ 5 V 20 mA @ 12 V 12 mA @ 24 V
Visierlaser	635 nm, 1 mW, Ein/Aus über externen Taster (muss vom Anwender vor Inbetriebnahme installiert werden) oder über Software
Ausgang/analog	4 - 20 mA Stromschleife
Alarmausgang	Programmierbarer Open-collector-Ausgang am RxD-Pin (0 - 30 V/ 500 mA)
Ausgangsimpedanz	Max. Schleifenwiderstand 1000 Ω (in Abhängigkeit von der Versorgungsspannung)
Ausgang/digital	uni-/ bidirektional, 9,6 kBaud, 0/3 V Pegel USB optional

2.5 Messtechnische Spezifikation

Typ	SF	M-2H
Temperaturbereich (skalierbar)	-50 ... 975 °C	385 ... 1600 °C
Spektralbereich	8 ... 14 μm	1,6 μm
Optische Auflösung	50:1	300:1
Systemgenauigkeit ¹	± 1 °C oder ± 1 % ²	$\pm (0,3$ % T _{Mess} + 2 °C) ³
Reproduzierbarkeit ¹	$\pm 0,5$ °C oder $\pm 0,5$ % ²	$\pm (0,1$ % T _{Mess} + 1 °C) ³
Temperaturauflösung	0,1 °C ²	0,1 °C
Einstellzeit (90 % Signal)	150 ms	10 ms
Aufwärmzeit	10 min	-
Emissionsgrad/ Verstärkung	0,100 ... 1,100 (einstellbar über Schalter am Sensor oder über Software)	
IR-Fenster-Korrektur	0,100...1,000 (einstellbar über Software)	
Signalverarbeitung	Mittelwert, MAX, MIN erweiterte Haltefunktionen mit Schwellwert und Hysterese (einstellbar über Software)	

1) Bei Umgebungstemperatur 23 ± 5 °C; der jeweils größere Wert gilt.

2) Bei Objekttemperaturen > 0 °C, $\varepsilon = 1$

3) $\varepsilon = 1$ / Ansprechzeit 1 s

3. Lieferung

3.1 Lieferumfang

1 thermoMETER CSL Sensor

1 Montagemutter und Montagewinkel (fest)

1 Betriebsanleitung

➡ Prüfen Sie die Lieferung nach dem Auspacken sofort auf Vollständigkeit und Transportschäden.

➡ Bei Schäden oder Unvollständigkeit wenden Sie sich bitte sofort an den Lieferanten.

Optionales Zubehör finden Sie im Anhang, siehe Kap. [A 1](#).

3.2 Lagerung

- Lagertemperatur: -40 ... 85 °C

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

4. Optische Diagramme

Die folgenden optischen Diagramme 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 gemessen.

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 wie oder kleiner als das Messobjekt sein.

D = Entfernung von der Vorderkante des Gerätes zum Messobjekt

S = Messfleckgröße

Das Verhältnis D:S gilt für die Fokulentfernung.

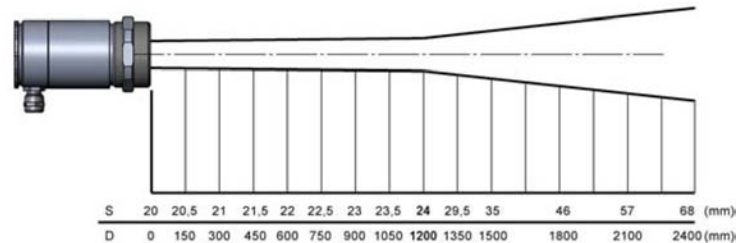
SF

Optik: SF

D:S (Fokulentfernung) = 50:1

24 mm @ 1200 mm

D:S (Fernfeld) = 20:1



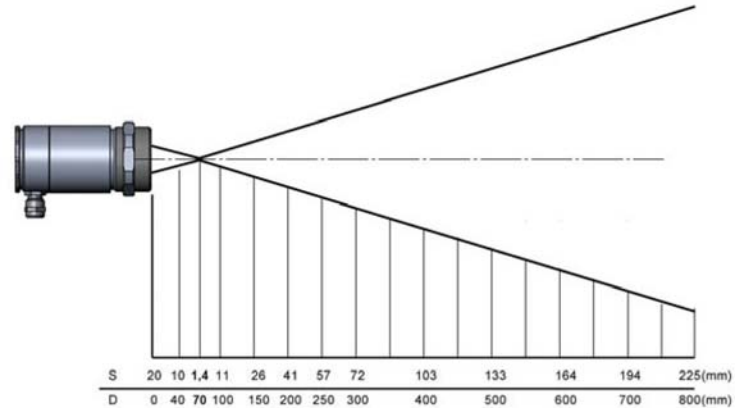
SF

Optik: CF1

D:S (Fokulentfernung) = 50:1

1,4 mm @ 70 mm

D:S (Fernfeld) = 1,5:1



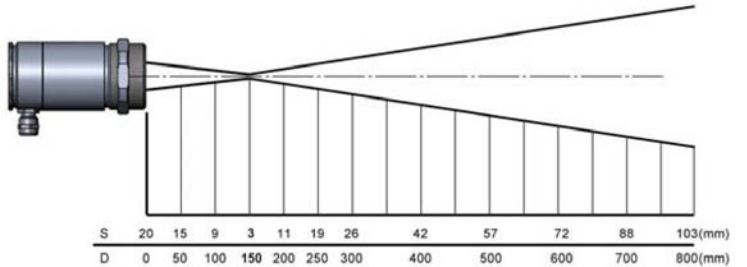
SF

Optik: CF2

D:S (Fokulentfernung) = 50:1

3 mm @ 150 mm

D:S (Fernfeld) = 6:1



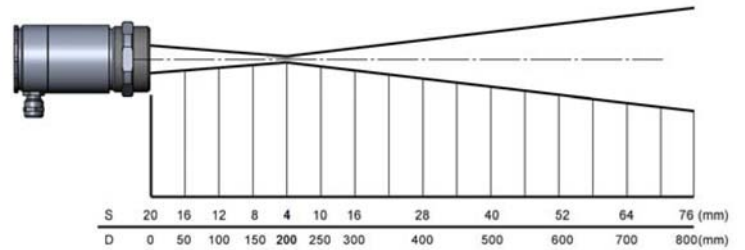
SF

Optik: CF3

D:S (Fokulentfernung) = 50:1

4 mm @ 200 mm

D:S (Fernfeld) = 8:1



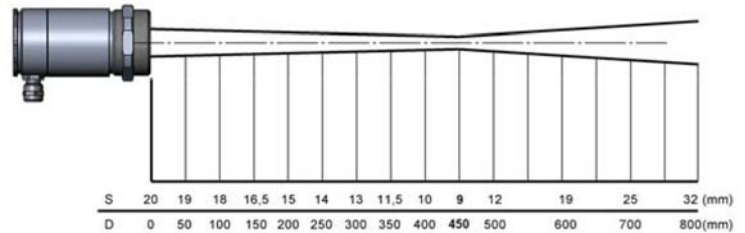
SF

Optik: CF4

D:S (Fokulentfernung) = 50:1

9 mm @ 450 mm

D:S (Fernfeld) = 16:1



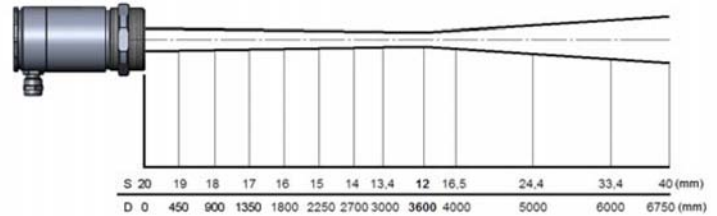
M-2H

Optik: FF

D:S (Fokulentfernung) = 300:1

12 mm @ 3600 mm

D:S (Fernfeld) = 115:1



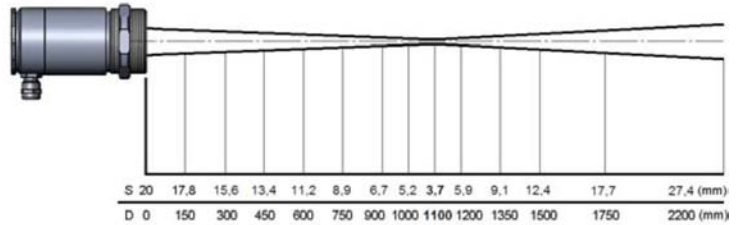
M-2H

Optik: SF

D:S (Fokulentfernung) = 300:1

3,7 mm @ 1100 mm

D:S (Fernfeld) = 48:1



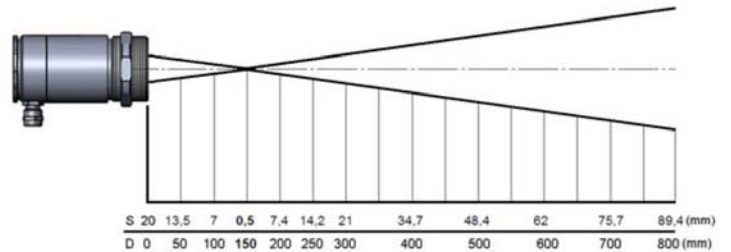
M-2H

Optik: CF2

D:S (Fokulentfernung) = 300:1

0,5 mm @ 150 mm

D:S (Fernfeld) = 7,5:1



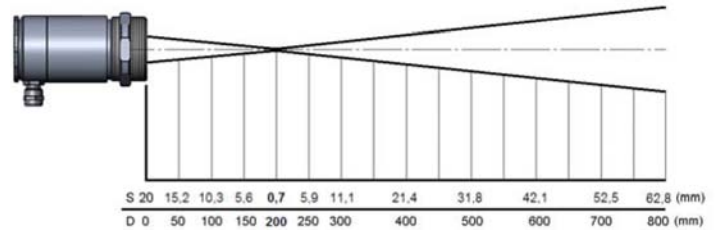
M-2H

Optik: CF3

D:S (Fokulentfernung) = 300:1

0,7 mm @ 200 mm

D:S (Fernfeld) = 10:1



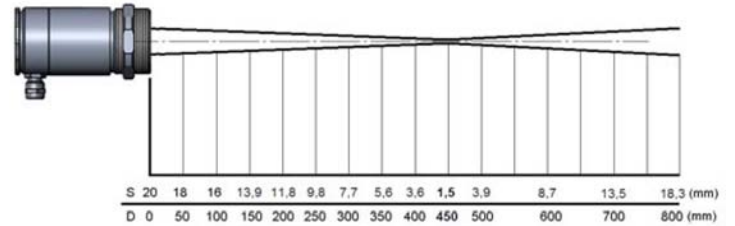
M-2H

Optik: CF4

D:S (Fokulentfernung) = 300:1

1,5 mm @ 450 mm

D:S (Fernfeld) = 22:1



5. Mechanische Installation

Die thermoMETER CSL ist mit einem metrischen M48x1,5-Gewinde ausgestattet und kann entweder direkt über dieses Gewinde oder mit Hilfe der Sechskantmutter (Standard) und des festen Montagewinkels (Standard) an vorhandene Montagevorrichtungen installiert werden.

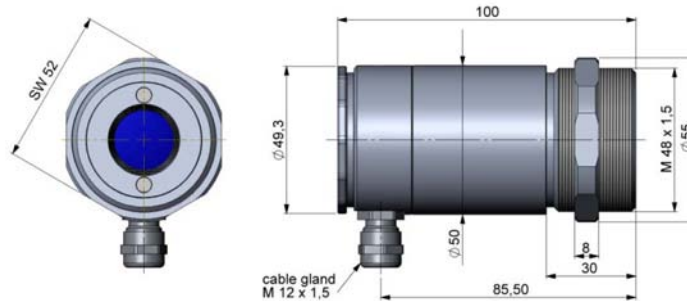


Abb. 1 thermoMETER CSL Sensor, Abmessungen in mm, nicht maßstabsgetreu

HINWEIS

i Der optische Strahlengang muss frei von jeglichen Hindernissen sein.

6. Elektrische Installation

6.1 Anschluss der Kabel

6.1.1 Standardvariante

Die Standardvariante wird ohne Anschlusskabel geliefert.

- Zum Anschluss des thermoMETER CSLaser öffnen Sie bitte zunächst die Sensorrückwand (4 Schrauben).
- Verwenden Sie ein 4-adriges, geschirmtes Kabel und führen Sie es zunächst durch die Kabelverschraubung.



Abb. 2 Ansicht Sensorrückwand

i Achten Sie bei der Montage auf eine sichere elektrische Verbindung des Kabelschirms mit dem Sensorgehäuse.

Zur einfacheren Montage lassen sich die Schraubklemmen von der Leiterplatte abziehen.

6.1.2 Spannungsversorgung

Verwenden Sie ein Netzteil mit einer Ausgangsspannung von 5 - 28 VDC, welches einen Strom von 100 mA liefert.

6.1.3 Anschlussbelegung (Schraubklemme Sensor)

RXD	Empfangsleitung digital
TXD	Sendeleitung digital
LOOP +	Stromschleife (+)
LOOP -	Stromschleife (-)
LASER -	Spannungsversorgung Laser (-)
LASER +	Spannungsversorgung Laser (+)

Abb. 3 Sensorrückseite mit Anschlussklemmen



Oberhalb der Schraubklemme befinden sich zwei Drehschalter zur Emissionsgradeinstellung, siehe Kap. 7..

6.2 Analoge Betriebsart

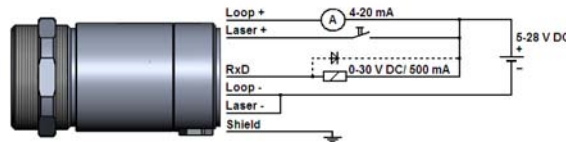
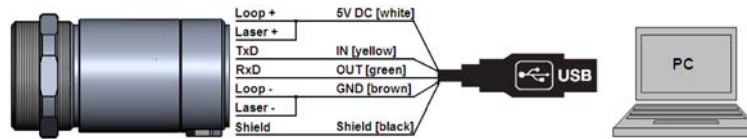


Abb. 4 Analoge Betriebsart

Beim Analogbetrieb steht neben dem 4 - 20 mA-Signal auch ein Alarmausgang (Open-collector) am RxD-Pin zur Verfügung. Die Aktivierung und Programmierung der Alarmschwelle erfolgt über die Software (optional). Die Versorgungsleitung für den Visierlaser muss über einen Schalter bzw. Taster geführt werden, welcher sich in max. 2 m Entfernung vom Installationsort des Sensors befinden darf.

6.3 Digitale Betriebsart



Im Digitalbetrieb wird der Laser über die 5 V der USB-Schnittstelle des PCs versorgt. Die Aktivierung und Deaktivierung des Lasers erfolgt über die Software.

Für eine digitale Kommunikation wird das optionale USB-Kit benötigt.

- ➡ Verbinden Sie bitte jede Ader des USB-Adapterkabels mit der gleichfarbigen Ader des Sensorkabels mit Hilfe des Klemmblocks.
- ➡ Drücken Sie mit einem Schraubendreher auf die einzelnen Kontakte wie abgebildet, um einen Kontakt zu lösen.

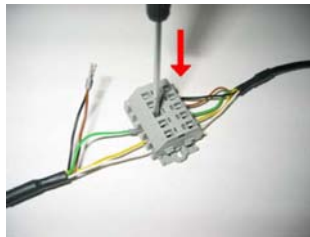


Abb. 5 Kabelverbindung über Klemmblock

Alternativ kann das USB-Adapterkabel auch direkt am Sensor angeschlossen werden, siehe Kap. 6.1.

Der Sensor unterstützt zwei Möglichkeiten der digitalen Kommunikation:

- Bidirektionale Kommunikation (Senden und Empfangen von Daten)
- Unidirektionale Kommunikation (Burst-Mode – der Sensor sendet ausschließlich Daten)

6.4 Digitale und analoge Betriebsart kombiniert

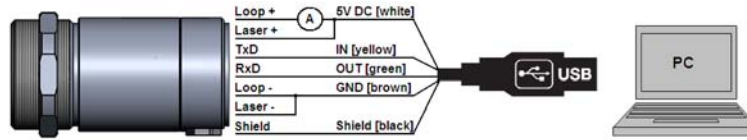


Abb. 6 Kombination digitale und analoge Betriebsart

Die thermoMETER CSLaser können simultan digital kommunizieren und als Analoggerät (4 - 20 mA) genutzt werden.

In diesem Fall erfolgt die Sensorversorgung über die USB-Schnittstelle (5 V).

6.5 Maximaler Schleifenwiderstand

Die maximale Impedanz der Stromschleife (Loop resistance) ist abhängig von der Höhe der Versorgungsspannung (Supply voltage):

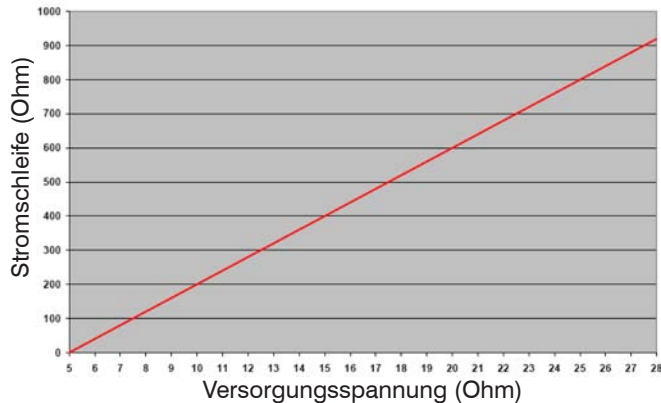


Abb. 7 Grafik Maximaler Schleifenwiderstand

7. Emissionsgradeinstellung

Nach Öffnen der Sensorrückwand, siehe Kap. 6.1, sind die beiden Emissionsgradschalter zugänglich.

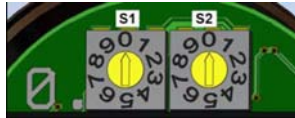


Abb. 8 Emissionsgradschalter

Zur Einstellung eines Emissionsgrades von 1,00 stellen Sie bitte beide Schalter auf 0. Werte unter 0,10 können nicht eingestellt werden. Für alle anderen Schalterstellungen gilt: 0, S1 S2.

Der Einstellbereich des Emissionsgrades liegt somit bei 0,10 ... 1,09.

Beispiel: $\epsilon = 0,84$ S1 = 8

S2 = 4

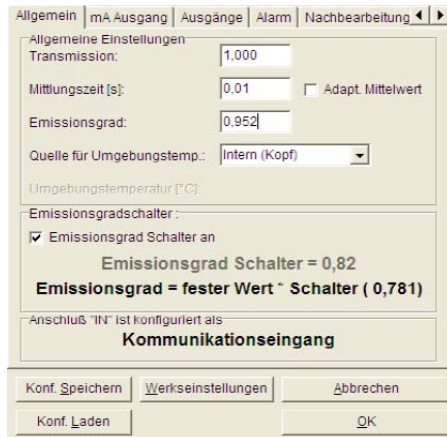


Abb. 9 Ansicht Emissionsgradeinstellung

i Falls Sie die Software (optional) verwenden, beachten Sie bitte, dass die Emissionsgradschalter im Menü Gerät/ Geräteeinstellungen aktiviert bzw. deaktiviert werden können. Bei Auslieferung des Sensors sind die Schalter aktiv.

Der in der Software eingestellte Emissionsgrad wirkt multiplikativ mit der Emissionsgradeinstellung am Gerät. Dadurch vergrößert sich der Einstellbereich auf 0,100 ... 1,199.

Beispiel: $\varepsilon_{\text{Software}} = 0,952 / \varepsilon_{\text{Sensor}} = 0,82$ (S1 = 8/ S2 = 2)

Der resultierende Emissionsgrad beträgt somit: 0,781.

8. Laservisier

Der thermoMETER CSLaser verfügt über ein Doppel-Laservisier. Beide Laser markieren in jeder Messentfernung den exakten Durchmesser des Messflecks. Im Scharfpunkt der jeweiligen Optik, siehe Kap. 4., liegen beide Laserpunkte übereinander und markieren somit als ein Laserpunkt den minimalen Messfleck. Somit lässt sich der Sensor genau auf das zu messende Objekt positionieren.

VORSICHT

Zielen Sie mit dem Laser nicht direkt in die Augen von Personen und Tieren! Blicken Sie nicht direkt bzw. indirekt über reflektierende Flächen in den Laserstrahl!



Die Versorgungsleitung für den Visierlaser muss über einen Schalter bzw. Taster geführt werden, welcher sich in max. 2 m Entfernung vom Installationsort des Sensors befinden darf.

Der Laser kann über diesen, durch den Anwender vor Ort zu installierenden Schalter, oder über die optionale Software aktiviert/ deaktiviert werden.

Bei einer Umgebungstemperatur > 50 °C schaltet sich der Laser automatisch ab.

Beim Betrieb des Laservisiers sind die einschlägigen Vorschriften nach DIN EN 60825-1: 2007 zu beachten.

9. Hinweise für den Betrieb

9.1 Reinigung

Linsenreinigung: Lose Partikel können mit sauberer Druckluft weggeblasen werden. Die Linsenoberfläche kann mit einem weichen, feuchten Tuch (befeuchtet mit Wasser oder einem wasserbasierten Glasreiniger) gereinigt werden.

HINWEIS

Bitte benutzen Sie auf keinen Fall lösungsmittelhaltige Reinigungsmittel (weder für die Optik noch für das Gehäuse).

> Zerstörung des Sensors

10. CompactConnect Software

10.1 Installation

➡ Legen Sie die CompactConnect Installations-CD in das entsprechende Laufwerk Ihres PC ein.

Wenn die Autorun-Option auf Ihrem Computer aktiviert ist, startet der Installationsassistent (Installation wizard) automatisch. Andernfalls starten Sie bitte CDsetup.exe von der CD-ROM.

➡ Folgen Sie bitte den Anweisungen des Assistenten bis die Installation abgeschlossen ist.

Nach der Installation finden Sie die CompactConnect Software auf Ihrem Desktop (als Programmsymbol) sowie im Startmenü unter [Start]\Programme\CompactConnect.

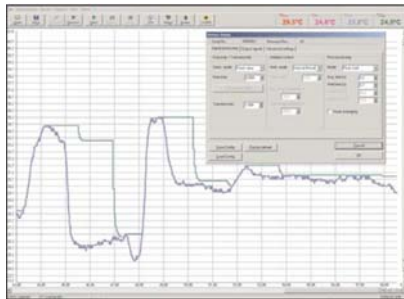
Wenn Sie die Software deinstallieren wollen, nutzen Sie bitte `Uninstall` im Startmenü.

Eine detaillierte Softwarebeschreibung befindet sich auf der CompactConnect Software-CD.

10.2 Systemvoraussetzungen

- Windows XP, Windows Vista, Windows 7, 8 und 10
- Mindestens 128 MByte RAM
- USB-Schnittstelle
- CD-ROM-Laufwerk
- Festplatte mit mindestens 30 MByte Speicherplatz

10.3 Hauptfunktionen



- Grafische Darstellung und Aufzeichnung der Temperaturmesswerte zur späteren Analyse und Dokumentation
- Komplette Parametrierung und Fernüberwachung des Sensors
- Programmierung der Signalverarbeitungsfunktionen
- Skalierung der Ausgänge und Parametrierung der Funktionseingänge

Abb. 10 Grafische Darstellung Hauptfunktionen

10.4 Kommunikationseinstellungen

10.4.1 Serielles Interface

Baudrate: 9,6 kbaud

Datenbits: 8

Parität: keine

Stopp bits: 1

Flusskontrolle: aus

10.4.2 Protokoll

Alle thermoMETER CSL-Sensoren verwenden ein binäres Protokoll. Um eine schnelle Kommunikation zu erreichen, wird auf einen zusätzlichen Overhead mit CR, LR oder ACK Bytes verzichtet.

Um den Sensor mit Spannung zu versorgen, muss das Steuersignal `DTR` gesetzt werden.

10.5 Digitaler Befehlssatz

Kommandoliste thermoMETER CSLaser							
DEZIMAL	HEX	Binär / ASCII	Kommando	Daten	Antwort	Ergebnis	Einheit
1	0x01	Binär	LESEN Temp - Target	keine	byte1byte2	= (byte1x256+byte2-1000)/10	
2	0x02	Binär	LESEN Temp - Head	keine	byte1byte2	= (byte1x256+byte2-1000)/10	°C
3	0x03	Binär	LESEN aktuelle Temp - Target	keine	byte1byte2	= (byte1x256+byte2-1000)/10	°C
4	0x04	Binär	LESEN Emissionsgrad	keine	byte1byte2	= (byte1x256+byte2)/1000	°C
5	0x05	Binär	LESEN Transmission	keine	byte1byte2	= (byte1x256+byte2)/1000	
9	0x09	Binär	LESEN Prozessor Temperatur	keine	byte1	= (byte1x256+byte2)/1000	
14	0x0E	Binär	LESEN Serien Nummer	keine	byte1byte2byte3	= (byte1x256+byte2-1000)/10	
15	0x0F	Binär	LESEN FW Rev.	keine	byte1byte2	= byte1x256+byte2	
16	0x10	Binär	LESEN Laserstatus	keine	byte1	0 = aus/1 = ein	
17	0x11	Binär	LESEN Emissionsgrad Schalterstellung	keine		HEX-Wert (Bsp. 0x58) = Schalterstellung (Bsp.: S1 = 5/S2 = 8 -> Emiss. = 0.58)	
129	0x081	Binär	SETZEN DAC mA	byte1	byte1	byte1 = mAx10 (z.B. 4 mA = 4x10 = 40)	°C
130	0x082	Binär	Rücksetzen der DAC mA Ausgabe				
132	0x084	Binär	SETZEN Emissionsgrad	byte1byte2	byte1byte2	= (byte1x256+byte2)/ 1000	
133	0x085	Binär	SETZEN Transmission	byte1byte2	byte1byte2	= (byte1x256+byte2)/ 1000	
144	0x090	Binär	Setzen Laser	byte1	byte1	0 = aus/ 1 = ein	

Temperaturberechnung bei thermoMETER CSLaser: (byte1 x 256 + byte2 - 10000) / 100			
Beispiele (alle Bytes in HEX):			
Lesen der Objekttemperatur			
Senden	01	Kommando zum Lesen der Objekttemperatur	
Empfangen	04 D3	Objekttemperatur in Zehntel Grad + 1000	04 D3 = dez. 1235 1235 - 1000 = 235 235 / 10 = 23,5 °C
Setzen des Emissionsgrades			
Senden	84 03 B6		03B6 = dez. 950
Empfangen	03 B6		950 / 1000 = 0,950

11. 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 $1 \mu\text{m}$ und $20 \mu\text{m}$. Die Intensität der emittierten Strahlung ist materialabhängig. Die materialabhängige Konstante wird als Emissionsgrad (ϵ - Epsilon) bezeichnet und ist für die meisten Stoffe bekannt, siehe Kap. A 3, siehe Kap. A 4.

Infrarot-Thermometer sind optoelektronische Sensoren. Sie ermitteln die von einem Körper abgegebene Infrarotstrahlung und berechnen auf dieser Grundlage die Oberflächentemperatur. Die wohl wichtigste Eigenschaft von Infrarot-Thermometern liegt in der berührungslosen Messung. So lässt sich die Temperatur schwer zugänglicher oder sich bewegender Objekte ohne Schwierigkeiten bestimmen. Infrarot-Thermometer bestehen im Wesentlichen aus folgenden Komponenten:

- Linse
- Spektralfilter
- Detektor
- Controller (Verstärkung/Linearisierung/Signalverarbeitung)

Die Eigenschaften der Linse bestimmen maßgeblich den Strahlengang des Infrarot-Thermometers, welcher durch das Verhältnis Entfernung (Distance) zu Messfleckgröße (Spot) charakterisiert wird. Das Spektralfilter 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.

12. Emissionsgrad

12.1 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 so genannter „Schwarzer Strahler“, hat einen Emissionsgrad von 1,0, während der Emissionsgrad eines Spiegels 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.

12.2 Bestimmung eines unbekanntes Emissionsgrades

- Mit einem Thermoelement, Kontaktfühler oder ähnlichem lässt sich die aktuelle Temperatur des Messobjektes bestimmen. Danach kann die Temperatur mit dem Infrarot-Thermometer gemessen und der Emissionsgrad 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 (Bestell-Nr.: TM-ED-CT Emissionsgradaufkleber) anzubringen, der den Messfleck vollständig bedeckt.
- ➡ Stellen Sie nun 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 zu untersuchenden Objektes, soweit dies möglich ist, matte, schwarze Farbe mit einem Emissionsgrad von mehr als 0,98 auf.

- ➔ Stellen Sie den Emissionsgrad Ihres Infrarot-Thermometers auf 0,98 ein und messen Sie die Temperatur der 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 Umgebungstemperatur unterschiedliche Temperatur aufweisen.

12.3 Charakteristische Emissionsgrade

Sollte keine der oben beschriebenen Methoden zur Ermittlung Ihres Emissionsgrades anwendbar sein, können Sie sich auf die Emissionsgradtabellen, siehe Kap. A 3, siehe Kap. A 4, beziehen. Beachten Sie, dass es sich in den Tabellen lediglich um Durchschnittswerte handelt. Der tatsächliche Emissionsgrad eines Materials wird u.a. 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)

13. Haftung für Sachmängel

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

Die Haftung für Sachmängel beträgt 12 Monate an Lieferung. Innerhalb dieser Zeit werden fehlerhafte Teile, ausgenommen Verschleißteile, kostenlos instand gesetzt oder ausgetauscht, wenn das Gerät kostenfrei an MICRO-EPSILON eingeschickt wird.

Nicht unter die Haftung für Sachmängel fallen solche Schäden, die durch unsachgemäße Behandlung oder Gewalteinwirkung entstanden oder auf Reparaturen oder Veränderungen durch Dritte zurückzuführen sind. Für Reparaturen ist ausschließlich MICRO-EPSILON zuständig.

Weitergehende Ansprüche können nicht gelten gemacht werden. Die Ansprüche aus dem Kaufvertrag bleiben hierdurch unberührt.

MICRO-EPSILON haftet insbesondere nicht für etwaige Folgeschäden.

Im Interesse der Weiterentwicklung behalten wir uns das Recht auf Konstruktionsänderungen vor.

14. Service, Reparatur

Bei einem Defekt am Sensor oder des Sensorkabels 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 Messsystem 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.de

15. Außerbetriebnahme, Entsorgung

- ➡ Entfernen Sie die Kabel vom Sensor.
- ➡ Führen Sie die Entsorgung entsprechend den gesetzlichen Bestimmungen durch (siehe Richtlinie 2002/96/EG).

Anhang

A 1 Zubehör

A 1.1 Montagewinkel

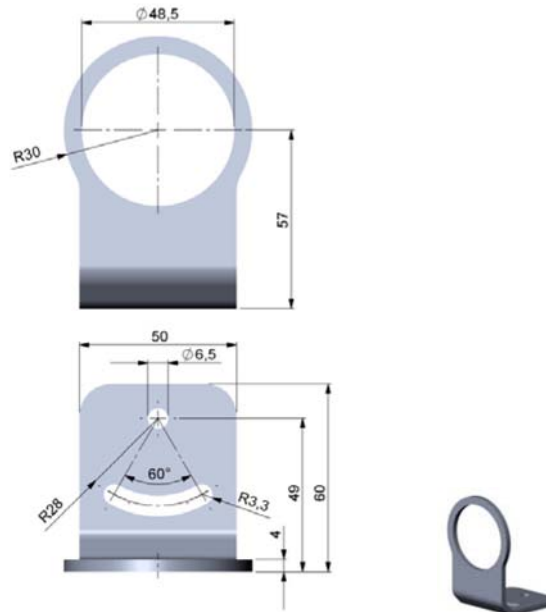


Abb. 11 Montagewinkel, justierbar in einer Achse (TM-FB-CTL)

Abmessungen in mm, nicht maßstabgetreu

Für eine exakte Ausrichtung des Sensors auf das Objekt aktivieren Sie bitte das integrierte Doppel-Laservi-
sier, siehe Kap. 8.

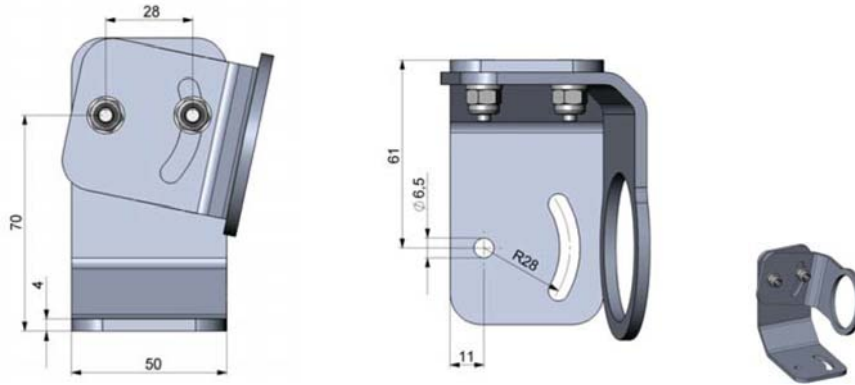


Abb. 12 Montagewinkel, justierbar in zwei Achsen (TM-AB-CTL)

Abmessungen in mm, nicht maßstabsgetreu

Für eine exakte Ausrichtung des Sensors auf das Objekt aktivieren Sie bitte das integrierte Doppel-Laservisier, siehe Kap. 8.

A 1.2 Freiblasvorsatz

Ablagerungen (Staub, Partikel) auf der Linse sowie Rauch, Dunst und hohe Luftfeuchtigkeit (Kondensation) können zu Fehlmessungen führen. 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.

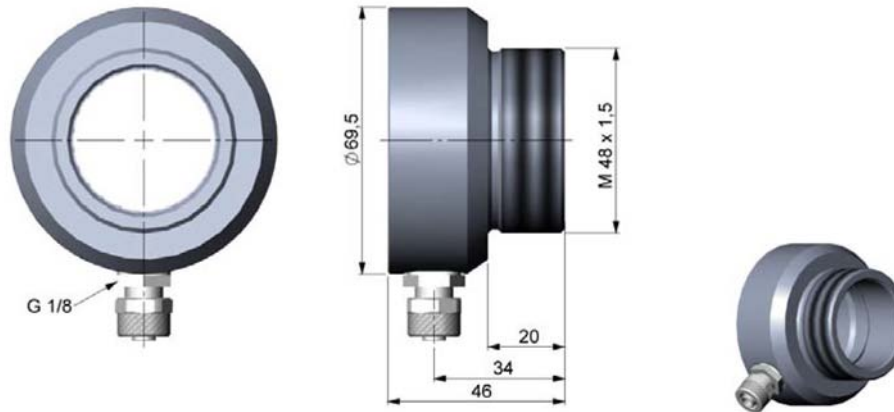


Abb. 13 Freiblasvorsatz (TM-AP-CTL), Schlauchanschluss: 6x8 mm, Gewinde (Fitting): G 1/8 Zoll
Abmessungen in mm, nicht maßstabsgetreu

A 1.3 Wasserkühlgehäuse

Der thermoMETER CSLaser kann bei Umgebungstemperaturen bis zu 85 °C ohne Kühlung eingesetzt werden. Für Anwendungen, bei denen eine höhere Umgebungstemperatur auftreten kann, empfiehlt sich der Einsatz des optionalen Wasserkühlgehäuses (Einsatztemperatur bis 175 °C). Der Sensor sollte mit dem optional erhältlichen Hochtemperaturkabel ausgestattet sein (Einsatztemperatur bis 180 °C).

i Verwenden Sie zur Vermeidung von Kondensationsbildung auf der Optik zusätzlich den Freiblasvorsatz, siehe Kap. A 1.2.

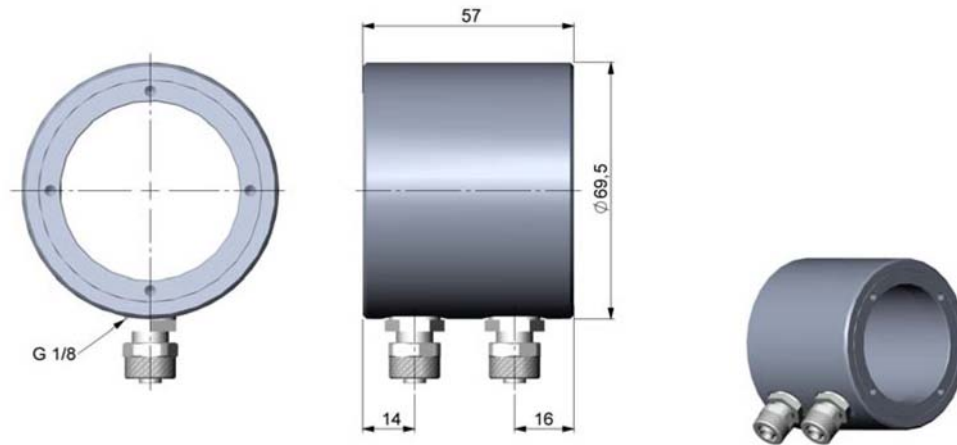


Abb. 14 Wasserkühlgehäuse (TM-W-CTL), Schlauchanschluss: 6x8 mm, Gewinde (Fitting): G 1/8 Zoll
Abmessungen in mm, nicht maßstabsgetreu

A 2 Werkseinstellungen

Die Geräte haben bei Auslieferung folgende Voreinstellungen:

Modelle	SF	M-2H
Signalausgabe Objekttemperatur	4 - 20 mA	
Emissionsgrad (Schalter)	0,970	1,000
Emissionsgrad (über Software)	1,000	
Transmission	1,000	
Mittelwertbildung (AVG)	0,2 s	inaktiv
Smart Averaging	inaktiv	aktiv
Maximalwertbildung (MAX)	inaktiv	
Minimalwertbildung (MIN)	inaktiv	
Untere Grenze Temperaturbereich	0	385
Obere Grenze Temperaturbereich	500	1600
Untere Grenze Ausgang	4 mA	
Obere Grenze Ausgang	20 mA	
Temperatureinheit	°C	
Umgebungstemperaturkompensation	interner Sensortemperaturfühler	
Laser	inaktiv	

Unter Smart Averaging oder Adaptiver Mittelwertbildung versteht man eine dynamische Anpassung der Mittelwertbildung an steile Signalfanken (Aktivierung nur über CompactConnect Software möglich), siehe Kap. [A 5](#).

A 3 Emissionsgradtabelle Metalle

i Bitte beachten Sie, dass es sich hierbei lediglich um ca.-Werte handelt, welche verschiedenen Quellen entnommen wurden.

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

Material		Typischer Emissionsgrad			
		1,0 μm	1,6 μm	5,1 μm	8 - 14 μm
Spektrale Empfindlichkeit		1,0 μm	1,6 μm	5,1 μm	8 - 14 μm
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

Material		Typischer Emissionsgrad			
Spektrale Empfindlichkeit		1,0 μm	1,6 μm	5,1 μm	8 - 14 μm
Stahl	Poliertes Blech	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	0,7 - 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
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

A 4 Emissionsgradtabelle Nichtmetalle

i Bitte beachten Sie, dass es sich hierbei lediglich um ca.-Werte handelt, welche verschiedenen Quellen entnommen wurden.

Material	Typischer Emissionsgrad			
	1,0 μm	2,2 μm	5,1 μm	8 - 14 μm
Spektrale Empfindlichkeit				
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 - 0,95
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

Material	Typischer Emissionsgrad			
	1,0 μm	2,2 μm	5,1 μm	8 - 14 μm
Spektrale Empfindlichkeit				
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

A 5 Adaptive Mittelwertbildung

Die Mittelwertbildung wird in der Regel eingesetzt, um Signalverläufe zu glätten. Über den einstellbaren Parameter Zeit 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 Adaptive Mittelwertbildung (Smart Averaging) eliminiert diesen Nachteil, indem schnelle Temperaturanstiege ohne Mittelwertbildung direkt an den Signalausgang durchgestellt werden.

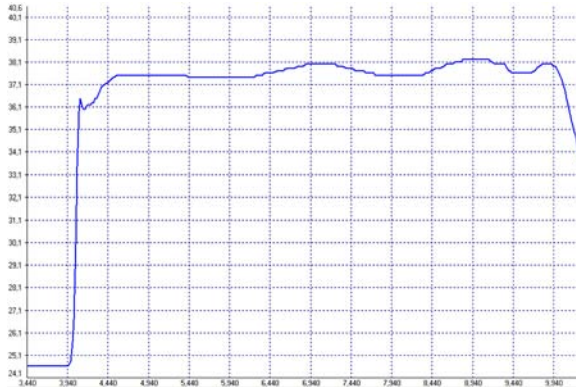


Abb. 15 Signalverlauf mit Smart Averaging-Funktion

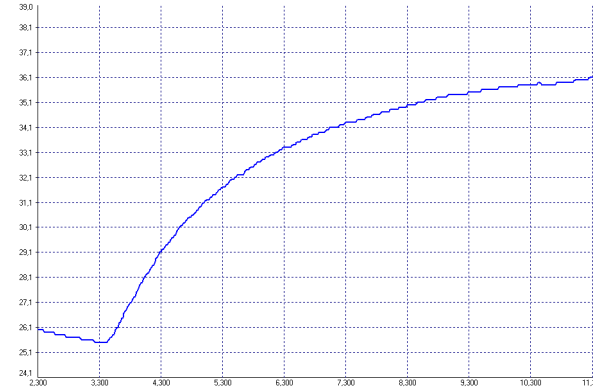


Abb. 16 Signalverlauf ohne Smart Averaging-Funktion



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.de

X9750239-A021105HDR
© MICRO-EPSILON MESSTECHNIK

