



Betriebsanleitung
thermoMETER CSVideo

CSVM-2L
CSVM-2H

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.....	7
1.1	Verwendete Zeichen	7
1.2	Warnhinweise.....	7
1.3	Hinweise zur CE-Kennzeichnung	9
1.4	Bestimmungsgemäße Verwendung	10
1.5	Bestimmungsgemäßes Umfeld	10
2.	Technische Daten	11
2.1	Funktionsprinzip	11
2.2	Sensormodelle.....	12
2.3	Allgemeine Spezifikation	12
2.4	Elektrische Spezifikation.....	13
2.5	Messtechnische Spezifikation	14
3.	Lieferung.....	15
3.1	Lieferumfang	15
3.2	Lagerung.....	15
4.	Optiken.....	16
5.	Mechanische Installation	17
6.	Elektrische Installation.....	18
6.1	Anschluss der Kabel	18
6.2	Spannungsversorgung	18
6.3	Anschlussbelegung	19
6.3.1	7-poliger Stecker (Stromschleife/ Alarm/ Laser)	19
6.3.2	4-poliger Stecker (USB)	19
6.4	Analoge Betriebsart	20
6.5	Digitale Betriebsart	21
6.6	Maximaler Schleifenwiderstand.....	22
6.7	Visiermöglichkeiten.....	23
6.8	Fokussierung und Videodarstellung	24

7.	Hinweise für den Betrieb	25
7.1	Reinigung.....	25
8.	Software.....	26
8.1	Installation.....	26
8.2	Systemvoraussetzungen	26
8.3	Hauptfunktionen	26
9.	Kommunikationseinstellungen	27
9.1	Serielles Interface	27
9.2	Protokoll.....	27
9.3	Digitaler Befehlssatz	28
10.	Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung	30
11.	Emissionsgrad.....	31
11.1	Definition	31
11.2	Bestimmung eines unbekanntes Emissionsgrades	31
11.3	Charakteristische Emissionsgrade.....	32
12.	Haftung für Sachmängel	33
13.	Service, Reparatur.....	34
14.	Außerbetriebnahme, Entsorgung	34

Anhang

A 1	Zubehör.....	35
A 1.1	Montagewinkel.....	35
A 1.2	Freiblasvorsatz.....	36
A 1.3	Wasserkühlgehäuse.....	37
A 1.4	Hochtemperaturkabel.....	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 das Anzeige-/Ausgabegerät nach den Sicherheitsvorschriften für elektrische Betriebsmittel an.

> Verletzungsgefahr

> Beschädigung oder Zerstörung des Infrarotsensors



Vermeiden Sie Stöße und Schläge auf das Infrarotsensor

> Beschädigung oder Zerstörung des Infrarotsensors

Die Versorgungsspannung darf angegebene Grenze nicht überschreiten.

> Beschädigung oder Zerstörung des Infrarotsensors

Schützen Sie das USB-Kabel vor Beschädigung.

> Zerstörung des Infrarotsensors, Ausfall des Messgerätes

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

> Beschädigung oder Zerstörung des Infrarotsensors

Vermeiden Sie statische Aufladungen und bringen Sie das Gerät nicht in die Nähe von starken elektromagnetischen Feldern (z.B. Lichtbogen-Schweißanlagen oder Induktionsheizer).

> Beschädigung oder Zerstörung des Infrarotsensors

Vermeiden Sie abrupte Änderungen der Betriebstemperatur.

> Fehlmessung

Vermeiden Sie, dass das Messobjekt das Gesichtsfeld der Sensoroptik vollständig ausfüllt.

> Messfehler/Fehlmessung

Legen Sie an die Analogausgänge keine Spannung an.

> Zerstörung des Ausgangs

Der optische Strahlengang muss frei von jeglichen Hindernissen sein.

> Fehlmessung

1.3 Hinweise zur CE-Kennzeichnung

Für das Messsystem thermoMETER CSVideo 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 gemäß den Normen

- EN 61326-1: 2006
- EN 61326-2-3: 2006
- EN 61010-1: 2001

Das Messsystem erfüllt die Anforderungen, wenn bei Installation und Betrieb die in der Betriebsanleitung beschriebenen Richtlinien eingehalten werden.

1.4 Bestimmungsgemäße Verwendung

- Das thermoMETER CSVideo 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:
 - Sensor: -20 ... 70 °C ¹
 - Controller: 0 ... 85 °C
 - Kabel Sensor - Controller: max. 80 °C ²
- Lagertemperatur: -40 ... 85 °C
- Luftfeuchtigkeit: 10 - 95 %, nicht kondensierend
- EMV gemäß: EN 61326-1: 2006
EN 61326-2-3: 2006
EN 61010-1: 2001

HINWEIS

Vermeiden Sie abrupte Änderungen der Betriebstemperatur.
> Fehlmessungen

- 1) Der Laser schaltet sich automatisch bei Betriebstemperaturen > 50 °C ab.
- 2) Optional: Hochtemperaturkabel: 180 °C, siehe Kap. [A 1.4](#).

2. Technische Daten

2.1 Funktionsprinzip

Die Sensoren der Serie thermoMETER CSVideo sind berührungslos messende Infrarot-Temperatursensoren. Sie messen die von Objekten emittierte Infrarotstrahlung und berechnen auf dieser Grundlage die Oberflächentemperatur, siehe Kap. 10.. Die Ausrichtung des Sensors erfolgt über ein integriertes Video-Modul sowie ein Kreuzlaservisier.

Das Sensorgehäuse des thermoMETER CSVideo-Sensors besteht aus Edelstahl (Schutzgrad IP 65/ NEMA-4) – der Controller ist in einem separaten Zink-Druckgussgehäuse untergebracht.

i Der thermoMETER CSVideo-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

Modell	Messbereich	Spektrale Empfindlichkeit	Typische Anwendungen
CSVM-2L	250 bis 800 °C	1,6 µm	Metalle und Keramiken
CSVM-2H	385 bis 1600 °C		

2.3 Allgemeine Spezifikation

		Sensor
Schutzgrad		IP 65
Betriebstemperatur ¹		-20 ... 70 °C
Lagertemperatur		-40 ... 85 °C
Relative Luftfeuchtigkeit		10 ... 95 %, nicht kondensierend
Material		Edelstahl
Abmessungen		118,5 mm x 50 mm, M48x1,5
Gewicht		600 g
Kabellänge	Analog und Alarm	3 m, 5 m, 15 m
	USB	5 m (inkl.), 10 m, 20 m
Kabeldurchmesser		5 mm
Betriebstemperatur Kabel		max. 80 °C ²
Vibration		IEC 68-2-6: 3 G, 11 – 200 Hz, jede Achse
Schock		IEC 68-2-27: 50 G, 11 ms, jede Achse
Software		inklusive

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

2) Optional: Hochtemperaturkabel: 180 °C, siehe Kap. [A 1.4](#)

2.4 Elektrische Spezifikation

Spannungsversorgung	5 - 28 VDC
Stromverbrauch (Laser)	45 mA @ 5 V
	20 mA @ 12 V
	12 mA @ 24 V
Visierlaser	Kreuz-Laser, 635 nm, 1 mW, Ein/Aus über externen Taster (muss vom Anwender vor Inbetriebnahme installiert werden) oder über Software
Videomodul	Digital (USB 2.0), 640 x 480 px, FOV 3.1 ° x 2.4 °
Ausgänge/ analog	4 – 20 mA Stromschleif
Alarmausgang	Programmierbarer Open-collector-Ausgang am RxD-Pin (0 - 30 V/ 500 mA)
Ausgangsimpedanzen	max. Schleifenwiderstand 1000 Ω (in Abhängigkeit von der Versorgungsspannung)
Ausgang digital	USB 2.0

2.5 Messtechnische Spezifikation

Modell	CSVM-2L	CSVM-2H
Temperaturbereich (skalierbar)	250 ... 800 °C	385 ... 1600 °C
Spektralbereich	1,6 μm	1,6 μm
Optische Auflösung	150:1	300:1
Systemgenauigkeit ¹	±(0,3 % T _{Mess} + 2 °C) ²	
Reproduzierbarkeit ¹	±(0,1 % T _{Mess} + 1 °C) ²	
Temperaturauflösung	0,1 °C	
Erfassungszeit (90 % Signal)	10 ms	
Emissionsgrad / Verstärkung	0,100 ... 1,100 (einstellbar über Schalter am Sensor oder über Software)	
IR-Fenster-Korrektur	0,100 ... 1,100 (einstellbar über Software)	
Signalverarbeitung	Mittelwert, MAX, MIN, erweiterte Haltefunktionen mit Schwellwert und Hysterese (einstellbar über Software)	

1) Bei Betriebstemperatur 23 ± 5 °C

2) $\varepsilon = 1 / \text{Ansprechzeit } 1 \text{ s}$

3. Lieferung

3.1 Lieferumfang

- 1 thermoMETER CSVideo Infrarotsensor
- 1 Montagemutter und Montagewinkel (fest)
- 1 USB-Interfacekabel
- 1 CompactConnect Software-CD
- 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. Optiken

Die Vario-Optik des thermoMETER CSVideo ermöglicht eine stufenlose Scharfstellung der Optik auf den gewünschten Messabstand. Die Sensoren sind in zwei Optikversionen lieferbar:

Optik	Fokus einstellbar im Bereich
SF	200 mm bis unendlich
CF	90 mm bis 250 mm

Die Größe des zu messenden Objektes und die optische Auflösung des IR-Thermometers bestimmen den Maximalabstand zwischen Sensor und Objekt.

HINWEIS

Vermeiden Sie, dass das Messobjekt das Gesichtsfeld der Sensoroptik vollständig ausfüllt.
> Messfehler

Das bedeutet, der Messfleck muss immer mindestens gleich groß wie oder kleiner als das Messobjekt sein. Die folgenden Tabellen zeigen die Messfleckgrößen für einige ausgewählte Messentfernungen. Die Messfleckgröße bezieht sich dabei auf 90 % der Strahlungsenergie.

Die Entfernung wird jeweils von der Vorderkante des Sensors gemessen.

2L: SF-Optik (D:S = 150:1)

Messfleckgröße	mm	1,3	2,0	3	4,7	7,3	10,7	16,7	33,3
Messabstand	mm	200	300	450	700	1100	1600	2500	5000

2L: CF-Optik (D:S = 150:1)

Messfleckgröße	mm	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7
Messabstand	mm	90	120	150	180	210	250

2H: SF-Optik (D:S = 300:1)

Messfleckgröße	mm	0,7	1,0	1,5	2,3	3,7	5,3	8,3	16,7
Messabstand	mm	200	300	450	700	1100	1600	2500	5000

2H: CF-Optik (D:S = 300:1)

Messfleckgröße	mm	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Messabstand	mm	90	120	150	180	210	250

5. Mechanische Installation

Der thermoMETER CSVideo 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.

HINWEIS

Vermeiden Sie bitte grobe mechanische Gewalt am Sensor.
> Zerstörung des Systems

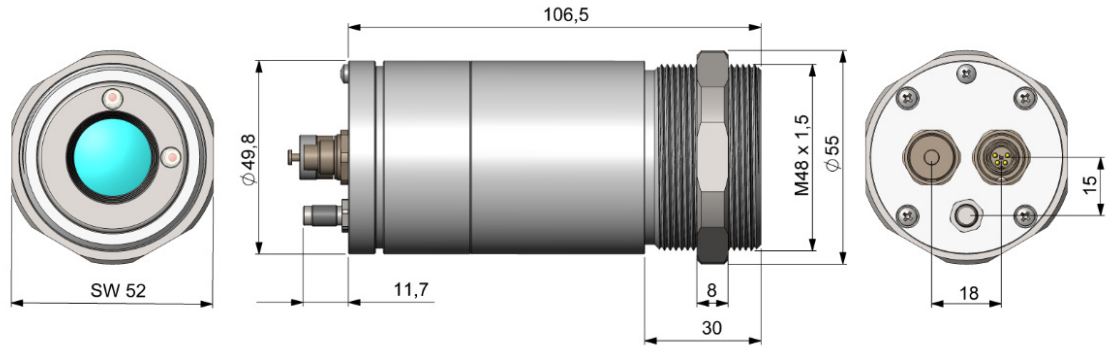


Abb. 1 Maßzeichnung thermoMETER CSVideo Sensor

Abmessungen in mm (nicht maßstabsgetreu)

HINWEIS

Der optische Strahlengang muss frei von jeglichen Hindernissen sein.
> Fehlmessung

6. Elektrische Installation

6.1 Anschluss der Kabel

Der thermoMETER CSVideo besitzt zwei in die Sensorrückwand integrierte Gerätestecker, siehe [Abb. 2](#).



Abb. 2 Gerätestecker

Ein Öffnen des Sensors zwecks Kabelmontage entfällt.

Für eine Verbindung zum PC verwenden Sie bitte das mitgelieferte USB-Kabel mit 4-poligem Sensorstecker (5 m; Längen von 10 m und 20 m sind optional erhältlich).

Für den analogen Anschluss (4 - 20 mA Stromschleife, Alarm, Laser) wird ein Kabel mit 7-poligem Stecker benötigt. Dieses Kabel ist nicht im Lieferumfang enthalten und muss separat bestellt werden. Längen von 3, 8 und 15 m sind erhältlich.

Verwenden Sie bitte die original als Zubehör erhältlichen, vorkonfektionierten und mit einem passenden Kupplungsstecker versehenen Anschlusskabel.

6.2 Spannungsversorgung

Bitte verwenden Sie ein separates, stabilisiertes Netzteil mit einer Ausgangsspannung von 5 - 28 VDC, welches einen Strom von 100 mA liefert. Die Restwelligkeit sollte max. 200 mV betragen.

Verwenden Sie ausschließlich abgeschirmte Kabel für alle Versorgungs- und Datenleitungen.

Der Schirm des Sensors muss geerdet sein.

6.3 Anschlussbelegung

6.3.1 7-poliger Stecker (Stromschleife/ Alarm/ Laser)

Pin	Bezeichnung	Aderfarbe (Original Sensorkabel)
1	-	gelb
2	LOOP -	braun
3	LOOP +	weiß
4	Alarm	grün
5	LASER -	grau
6	LASER +	rosa
7	-	

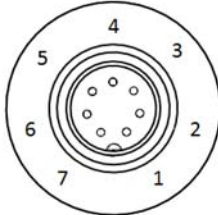


Abb. 3 4-poliger Rundstecker, Ansicht von außen

6.3.2 4-poliger Stecker (USB)

Pin	Bezeichnung	Aderfarbe (Original Sensorkabel)
1	VCC	gelb
2	GND	braun
3	D-	weiß
4	D+	grün

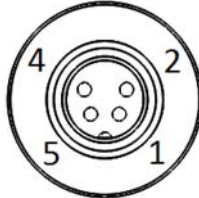
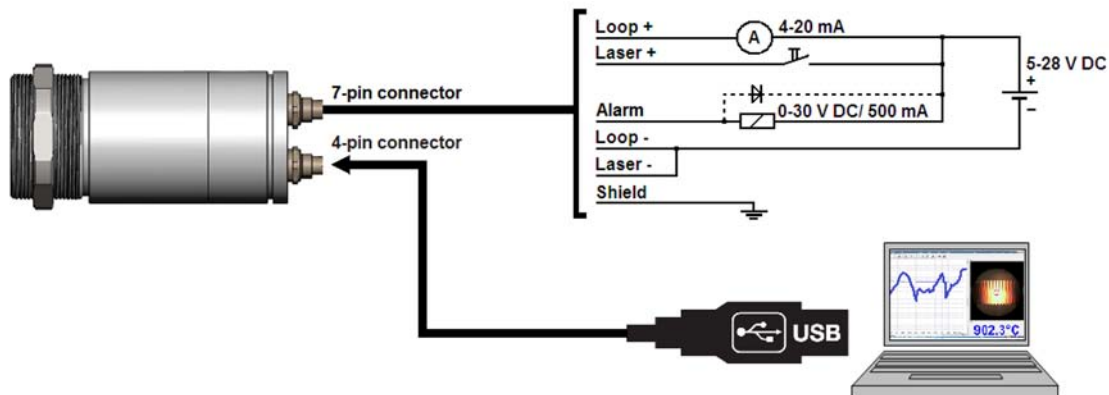


Abb. 4 7-poliger Rundstecker, Ansicht von außen

6.4 Analoge Betriebsart

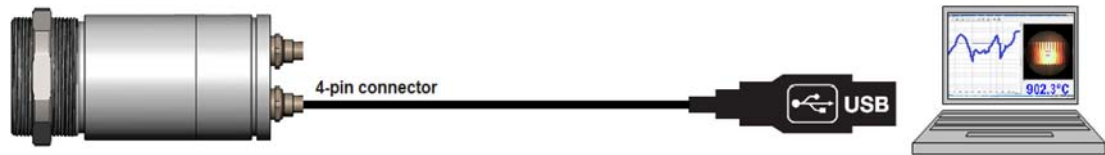


Beim Analogbetrieb steht neben dem 4 - 20 mA-Signal auch ein Alarmausgang (Open-collector) zur Verfügung. Die Aktivierung und Programmierung der Alarmschwelle erfolgt über die Software.

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.

Mit einem Laptop oder Tablet-PC kann vor Ort die Sensorparametrierung und Ausrichtung vorgenommen werden. Das USB-Kabel kann dabei während des laufenden Betriebes an den Sensor gesteckt werden (hot plug&play).

6.5 Digitale Betriebsart



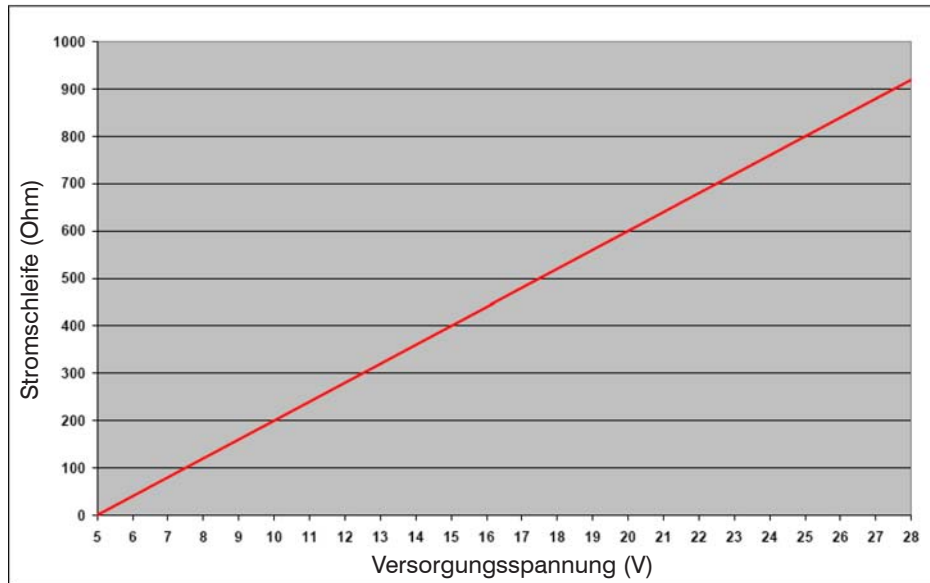
Im Digitalbetrieb wird der Laser über die 5 V der USB-Schnittstelle des PCs versorgt. Die Aktivierung und Deaktivierung des Lasers erfolgt über die Software.

Der Sensor unterstützt zwei Möglichkeiten der digitalen Kommunikation:

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

6.6 Maximaler Schleifenwiderstand

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



6.7 Visiermöglichkeiten

Der thermoMETER CSVideo verfügt über eine integrierte Videokamera welche den gleichen optischen Kanal wie der Infrarotdetektor nutzt. Zusätzlich besitzt der Sensor ein Kreuzlaser-Visier, welches bei jeder Entfernung die Mitte des Messflecks markiert. Die Kombination aus Video- und Laser-Visier ermöglicht eine exakte Ausrichtung des Sensors auf das zu messende Objekt.

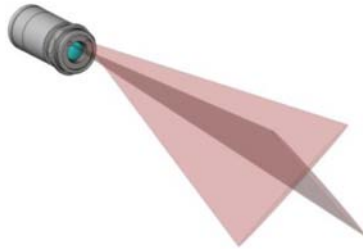


Abb. 5 Doppellaser-Kreuzvisier des thermoMETER CSVideo

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 Software aktiviert/ deaktiviert werden.

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

HINWEIS

Die Laser sollten nur für das Ausrichten und Positionieren des Sensors verwendet werden.
> Verkürzung der Lebensdauer der Laserdioden bei hohen Betriebstemperaturen.

6.8 Fokussierung und Videodarstellung

An der Sensorrückseite befindet sich ein Drehknopf für die Fokussierung der Optik, siehe [Abb. 6](#).

➡ Zur Scharfstellung auf die gewünschte Messentfernung verbinden Sie den Sensor bitte über das USB-Kabel mit einem PC und starten die Software.

Neben dem Temperatur-Zeit-Diagramm wird automatisch das Videobild dargestellt. Innerhalb des Videobildes ist die Position des Messflecks durch einen Kreis markiert. Die Größe des Kreises entspricht der Messflecksgröße.

Durch Drehen am Fokussierdrehknopf in Uhrzeigerrichtung ändern Sie den Fokus in Richtung fern. Durch Drehen entgegen der Uhrzeigerrichtung ändern Sie den Fokus in Richtung nah.

Fokussierdrehknopf

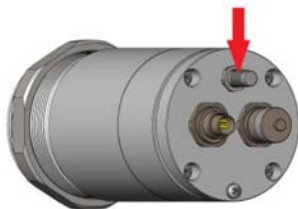


Abb. 6 Fokussierung mit dem Fokussierdrehknopf

➡ Nach erfolgreicher Fokussierung tragen Sie bitte noch die Messentfernung (Abstand Sensorvorderkante – Messobjekt) in das entsprechende Feld in der Software (unterhalb des Videobildes, siehe [Abb. 7](#)) ein.

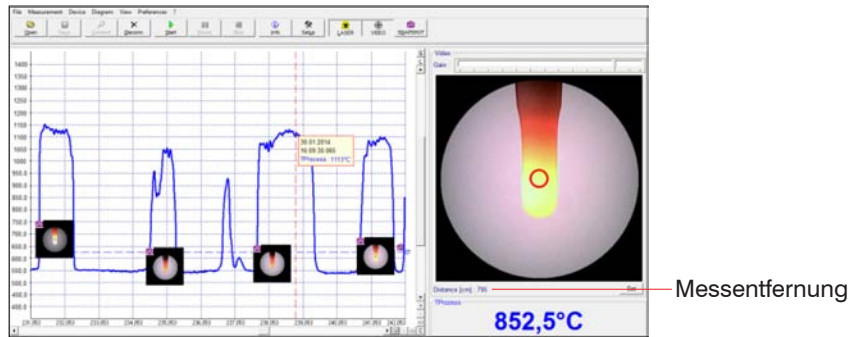


Abb. 7 Ansicht Videodarstellung

Eine detaillierte Beschreibung der Videoeinstellungen finden Sie in der Softwarebeschreibung, die Sie über das Menü ?/ Hilfe... aufrufen können.

7. Hinweise für den Betrieb

7.1 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 und/oder des Controllers

8. Software

8.1 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 Software auf Ihrem Desktop (als Programmsymbol) sowie im Startmenü.

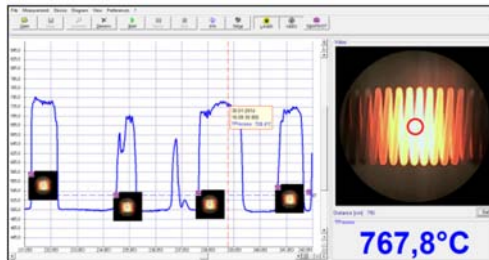
Wenn Sie die Software deinstallieren wollen, nutzen Sie bitte `Uninstall` im Startmenü.

Eine detaillierte Softwarebeschreibung befindet sich auf der Software-CD.

8.2 Systemvoraussetzungen

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

8.3 Hauptfunktionen



- Ausrichtung und Positionierung des Sensors
- Grafische Darstellung und Aufzeichnung von Temperaturmesswerten und Video-Schnappschüssen zur späteren Analyse und Dokumentation
- Komplett Parametrierung und Fernüberwachung des Sensors
- Programmierung der Signalverarbeitungsfunktionen
- Skalierung der Ausgänge und Parametrierung der Funktionseingänge

Abb. 8 Grafische Darstellung Hauptfunktionen

9. Kommunikationseinstellungen

9.1 Serielles Interface

Baudrate: 9600 Baud

Datenbits: 8


Parität: keine

Stopp bits: 1

Flusskontrolle: aus

9.2 Protokoll

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

 Setzen Sie das Steuersignal `DTR`, um den Sensor mit Spannung zu versorgen.

9.3 Digitaler Befehlssatz

13014thermoMETER CSVideo Kommandoliste							
Dezimal	HEX	Binär / ASCII	Kommando	Daten	Antwort	Ergebnis	Einheit
1	0x01	Binär	LESEN Temp - Target	keine	byte 1 byte 2	$= (\text{byte1} \times 256 + \text{byte 2} - 1000) / 10$	° C
2	0x02	Binär	LESEN Temp - Head	keine	byte 1 byte 2	$= (\text{byte1} \times 256 + \text{byte 2} - 1000) / 10$	° C
3	0x03	Binär	LESEN aktuelle Temp - Target	keine	byte 1 byte 2	$= (\text{byte1} \times 256 + \text{byte 2} - 1000) / 10$	° C
4	0x04	Binär	LESEN Emissionsgrad	keine	byte 1 byte 2	$= (\text{byte1} \times 256 + \text{byte 2}) / 10$	
5	0x05	Binär	LESEN Transmission	keine	byte 1 byte 2	$= (\text{byte1} \times 256 + \text{byte 2}) / 10$	
9	0x09	Binär	LESEN Prozessor Temperatur	keine	byte 1	$= (\text{byte1} \times 256 + \text{byte 2} - 1000) / 10$	
14	0x0E	Binär	LESEN Seriennummer	keine	byte 1 byte 2 byte 3	$= (\text{byte1} \times 65536 + \text{byte 2} \times 256 + \text{byte3})$	
15	0x0F	Binär	LESEN FW. Rev.	keine	byte 1 byte 2	$\text{byte1} \times 256 + \text{byte2}$	
16	0x10	Binär	LESEN Laserstatus	keine	byte 1	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	0x81	Binär	SETZEN DAC mA	byte1	byte 1	$\text{byte1} = \text{mA} \times 10$ (z.B. 4 mA = 4 x 10 = 40)	° C
130	0x82	Binär	RÜCKSETZEN der DAC mA Ausgabe				
132	0x84	Binär	SETZEN Emissionsgrad	byte1 byte2	byte 1 byte 2	$= (\text{byte1} \times 256 + \text{byte 2}) / 10$	
133	0x85	Binär	SETZEN Transmission	byte1 byte2	byte 1 byte 2	$= (\text{byte1} \times 256 + \text{byte 2}) / 10$	
144	0x90	Binär	SETZEN Laser	byte 1	byte 1	0 = aus/ 1 = ein	

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

10. 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. 11.

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. Der Spektralfilter dient der Selektion des Wellenlängenbereiches, welcher für die Temperaturmessung relevant ist. Der Detektor hat gemeinsam mit der nachgeschalteten Verarbeitungselektronik die Aufgabe, die Intensität der emittierten Infrarotstrahlung in elektrische Signale umzuwandeln.

11. Emissionsgrad

11.1 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.

11.2 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 (TM-ED-LS) 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.

- ➔ Bestimmen Sie anschließend die Temperatur einer direkt angrenzenden Fläche und verändern die Einstellung des Emissionsgrades soweit, bis die gemessene Temperatur der an der gefärbten Stelle entspricht.
- Bei allen drei Methoden muss das Objekt eine von der Betriebstemperatur unterschiedliche Temperatur aufweisen.

11.3 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)

12. 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.

13. Service, Reparatur

Bei einem Defekt am Infrarotsensor 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
eltrotec@micro-epsilon.de
www.micro-epsilon.de

14. Außerbetriebnahme, Entsorgung

➡ Entfernen Sie das USB-Kabel vom Infrarotsensor.

Das thermoMETER CSVideo ist entsprechend der Richtlinie 2011/65/EU, „RoHS“, gefertigt.

➡ Führen Sie die Entsorgung entsprechend den gesetzlichen Bestimmungen durch (siehe Richtlinie 2002/96/EG).

Anhang

A 1 Zubehör

A 1.1 Montagewinkel

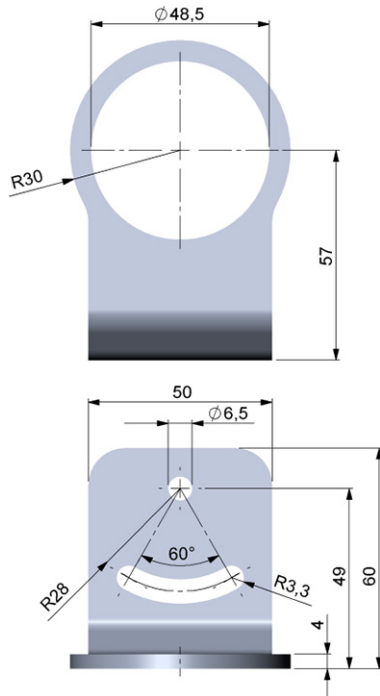


Abb. 9 Montagewinkel, justierbar in einer Achse
(TM-FB-CTL)

Abmessungen in mm, nicht maßstabgetreu



Abb. 10 Montagewinkel, justierbar in einer Achse
(TM-AB-CTL)

Mit Hilfe dieses Montagewinkels kann der Sensor in einer Achse justiert werden.

Bitte verwenden Sie für eine exakte Ausrichtung des Sensors auf das Objekt das integrierte Video- und/ oder Kreuzlaser-Visier, siehe Kap. 6.7.

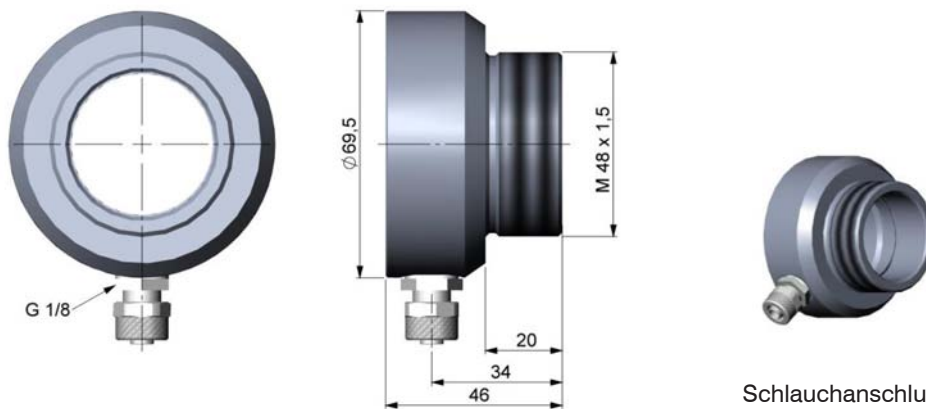
A 1.2 Freiblasvorsatz

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.



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.



Schlauchanschluss: 6 x 8 mm
Gewinde (Fitting): G 1/8 Zoll

Abb. 11 Freiblasvorsatz (TM-AP-CTL)

Abmessungen in mm, nicht maßstabsgetreu

A 1.3 Wasserkühlgehäuse

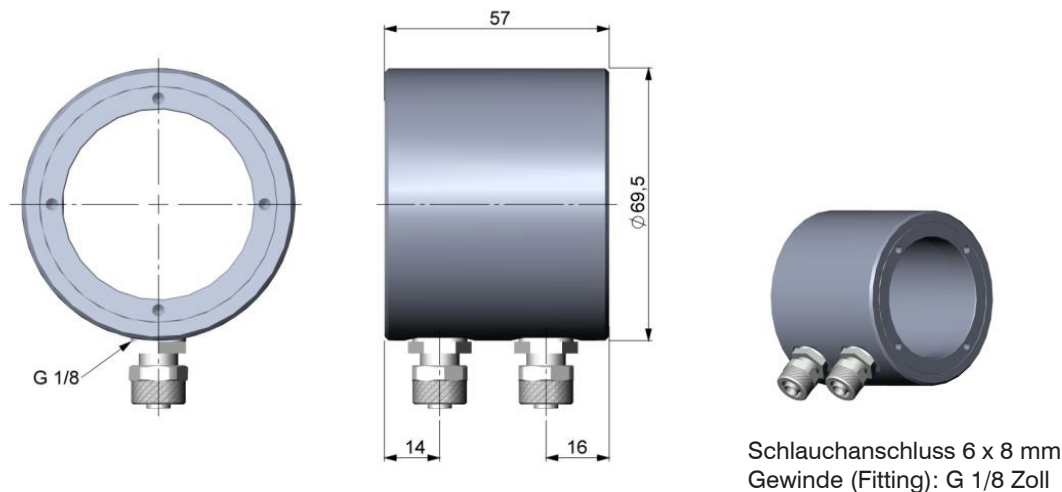


Abb. 12 Wasserkühlgehäuse (TM-W-CTL)

Abmessungen in mm, nicht maßstabsgetreu

i Zur Vermeidung von Kondensationsbildung auf der Optik sollte zusätzlich der Freiblasvorsatz montiert werden.

Der thermoMETER CS Video Sensor kann bei Betriebstemperaturen bis zu 70 °C ohne Kühlung eingesetzt werden. Für Anwendungen, bei denen eine höhere Betriebstemperatur auftreten kann, empfiehlt sich der Einsatz des optionalen Wasserkühlgehäuses (Einsatztemperatur bis 175 °C). Der Sensor sollte mit den optional erhältlichen Hochtemperaturkabeln ausgestattet sein (Einsatztemperatur bis 180 °C), siehe Kap. [A 1.4](#).

A 1.4 Hochtemperaturkabel

Für Anwendungen, bei denen eine höhere Umgebungstemperatur auftreten kann, empfiehlt sich ebenso der Einsatz des optional erhältlichen Hochtemperaturkabels (Einsatztemperatur bis 180 °C).

A 2 Werkseinstellungen

Das thermoMETER CSVideo hat bei Auslieferung folgende Voreinstellungen:

Signalausgabe Objekttemperatur	4 - 20 mA
Emissionsgrad	1,000
Transmission	1,000
Mittelwertbildung (AVG)	0,1 s
Smart Averaging	aktiv
Maximalwertbildung(MAX)	inaktiv
Minimalwertbildung (MIN)	inaktiv

Unter Smart Averaging oder Adaptiver Mittelwertbildung versteht man eine dynamische Anpassung der Mittelwertbildung an steile Signalfanken (Aktivierung nur über Software möglich, siehe Kap. 8.).

Modell	M-2L	M-2H
Untere Grenze Temperaturbereich (°C)	250	385
Obere Grenze Temperaturbereich (°C)	800	1600
Untere Grenze Ausgang	4 mA	
Obere Grenze Ausgang	20 mA	
Temperatureinheit	°C	
Betriebstemperaturkompensation	Interner Sensor- temperaturfühler	
Laser	aktiv	

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			
		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
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			
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 - 0,05	0,05
	Rau	0,65	0,4	0,3	0,3
	Oxidiert	0,6	0,6	0,5	0,5
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

Material	Typischer Emissionsgrad			
	1,0 μm	2,3 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.

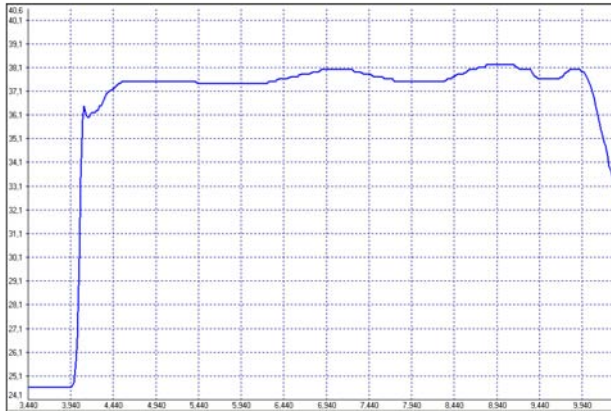


Abb. 13 Signalverlauf mit Smart Averaging-Funktion

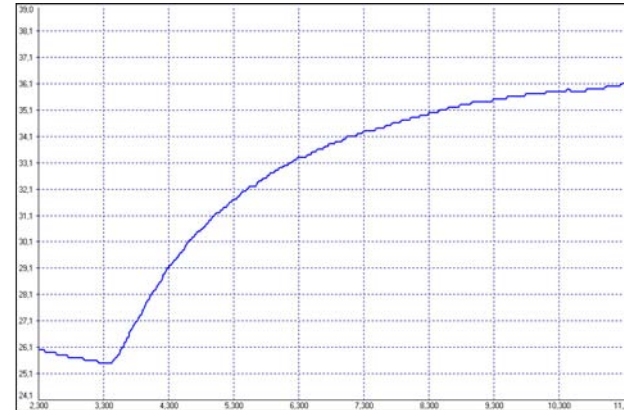


Abb. 14 Signalverlauf ohne Smart Averaging-Funktion



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

X9750323-B011045HDR
© MICRO-EPSILON MESSTECHNIK

