

**Infrarotsensor**



**Bedienungsanleitung**  
thermoMETER CX





## CE-Konformitätserklärung

Das Gerät entspricht den folgenden Standards:



EMC: EN 61326-1

Sicherheit: EN 61010-1:1993/ A2:1995

Das Produkt erfüllt die Anforderungen der EMC Direktive 89/336/EEC

**Lesen Sie diese Bedienungsanleitung vor der ersten Inbetriebnahme des Gerätes aufmerksam durch. Der Hersteller behält sich im Interesse der technischen Weiterentwicklung das Recht auf Änderungen der in dieser Anleitung angegebenen Spezifikationen vor.**

### Haftung für Sachmängel

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. Die Haftung für Sachmängel beträgt 12 Monate ab Lieferung. Innerhalb dieser Zeit werden fehlerhafte Teile, ausgenommen Verschleißteile, kostenlos instandgesetzt 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 geltend 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.

# Inhalt

1	Beschreibung .....	7
1.1	Lieferumfang .....	7
1.2	Wartung .....	8
1.3	Hinweise .....	8
1.4	Werksvoreinstellung .....	9
2	Technische Daten .....	10
2.1	Allgemeine Spezifikation .....	10
2.2	Elektrische Spezifikation .....	11
2.3	Messtechnische Spezifikation .....	12
2.4	Optische Diagramme .....	13
2.5	CF-Vorsatzoptik und Schutzfenster .....	14
3	Installation .....	16
3.1	Mechanische Installation .....	16
3.2	Freiblasvorsatz .....	17
3.3	Elektrische Installation .....	18
3.3.1	Analoggerät (mA-Ausgang) .....	18
3.3.2	Digitale Kommunikation .....	18
3.3.3	Analog + Digital .....	20
3.3.4	Analog + Alarm .....	20
4	Software CompactConnect .....	21
4.1	Installation .....	21
4.2	Systemvoraussetzung .....	21
4.3	Hauptfunktionen .....	22

5	Digitaler Befehlssatz .....	23
6	Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung .....	24
7	Emissionsgrad .....	25
7.1	Definition.....	25
7.2	Bestimmung eines unbekanntes Emissionsgrades.....	26
7.3	Charakteristische Emissionsgrade.....	27
Anhang A – Emissionsgradtabelle Metalle .....		28
Anhang B – Emissionsgradtabelle Nichtmetalle .....		30



## Beschreibung

# 1 Beschreibung

Die Sensoren der Serie thermoMETER CX sind berührungslos messende Infrarot-Temperatursensoren. Sie messen die von Objekten emittierte Infrarotstrahlung und berechnen auf dieser Grundlage die Oberflächentemperatur [► Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung]. Das Sensorgehäuse des thermoMETER CX besteht aus Aluminium (Schutzgrad IP65/ NEMA-4) und beinhaltet die komplette Sensorelektronik. Das Anschlusskabel ist fest montiert.

Die CX-Sensoren sind empfindliche optische Systeme. Die Montage sollte deshalb ausschließlich über das vorhandene Gewinde erfolgen. Vermeiden Sie bitte grobe mechanische Gewalt am Messkopf, da dies zur Zerstörung führen kann und in diesem Fall jegliche Gewährleistungsansprüche entfallen.

## 1.1 Lieferumfang

- CX inkl. Anschlusskabel, Montagemutter und Bedienungsanleitung

## Beschreibung

### 1.2 Wartung

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.

**ACHTUNG:** Bitte benutzen Sie auf keinen Fall Lösungsmittelhaltige Reinigungsmittel (weder für die Optik noch für das Gehäuse).

### 1.3 Hinweise

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

Sollten Probleme oder Fragen bei der Arbeit mit Ihrem Sensor auftreten, wenden Sie sich bitte an die Mitarbeiter unserer Serviceabteilung. Diese unterstützen Sie natürlich auch bezüglich eines optimalen Einsatzes Ihres Infrarot-Thermometers, bei Fragen zur Kalibrierung sowie bei einer Gerätereperatur.

## Beschreibung

### 1.4 Werksvoreinstellung

Die Geräte haben bei Auslieferung folgende Voreinstellungen:

Temperaturbereich:	-18...500 °C/ entsprechend 4...20 mA
Emissionsgrad:	0,950
Transmission:	1,000
Smart Averaging:	Aktiviert
Umgebungstemperatur-Quelle:	Kopftemperatur

Unter **Smart Averaging** oder **Adaptiver Mittelwertbildung** versteht man eine dynamische Anpassung der Mittelwertbildung an steile Signalfanken [Aktivierung nur über Software möglich].

Wenn das Gerät mit USB-Kit geliefert wird (optional), ist es auf digitale Kommunikation (bidirektional) eingestellt.

Lesen Sie diese Bedienungsanleitung vor der ersten Inbetriebnahme des Gerätes aufmerksam durch. Der Hersteller behält sich im Interesse der technischen Weiterentwicklung das Recht auf Änderungen der in dieser Anleitung angegebenen Spezifikationen vor.

## 2 Technische Daten

### 2.1 Allgemeine Spezifikation

Schutzgrad	IP65 (NEMA-4)
Umgebungstemperatur	-20...75 °C
Lagertemperatur	-40...85 °C
Relative Luftfeuchtigkeit	10...95 %, nicht kondensierend
Material	Aluminium, schwarz eloxiert
Abmessungen	Durchmesser: 42 mm/ Länge: 130 mm
Gewicht	350 g
Kabellänge	5 m
Kabeldurchmesser	4,3 mm
Vibration	IEC 68-2-6: 3G, 11 – 200 Hz, jede Achse
Schock	IEC 68-2-27: 50G, 11 ms, jede Achse
EMV	89/336/EWG

**Tab. 2.1: Allgemeine Spezifikation**

## Technische Daten

### 2.2 Elektrische Spezifikation

Ausgang/ analog	4-20 mA/ skalierbar
Ausgang/ seriell digital <sup>1)</sup>	uni- (burst mode) oder bidirektional
Alarmausgang	programmierbarer Open-collector-Ausgang/ 0...30 VDC; 500 mA
Ausgangsimpedanz	Max. 1000 $\Omega$ Schleifenwiderstand
Spannungsversorgung	5...28 VDC

**Tab. 2.2: Elektrische Spezifikation**

<sup>1)</sup> invertiertes RS232-Signal, TTL, 9,6 kBaud



## Technische Daten

### 2.3 Messtechnische Spezifikation

	CX-SF22-C8	CX-SF15-C8
Temperaturbereich IR	-30...900 °C (skalierbar über Software)	-30...150 °C (skalierbar über Software)
Spektralbereich	8...14 μm	8...14 μm
Optische Auflösung	22:1	15:1
CF-Optik (optional)	0,6 mm@ 10 mm	0,8 mm@ 10 mm
Genauigkeit <sup>1)</sup>	±1,5 °C oder ±1,5 %	±1 °C oder ±1 %
Reproduzierbarkeit <sup>1)</sup>	±0,75 °C oder ±0,75 %	±0,3 °C oder ±0,3 %
Temperaturauflösung	0,2 °C	0,025 °C
Einstellzeit	150 ms (95 % Signal)	
Aufwärmzeit	10 min	
Emissionsgrad/ Verstärkung	0,100...1,100 (einstellbar über Software)	
Transmissionsgrad	0,100...1,000 (einstellbar über Software)	
Schnittstelle (optional)	USB (Programmieradapter)	
Signalverarbeitung	Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Software)	
Software (optional)	CompactConnect	

**Tab. 2.3: Messtechnische Spezifikation**

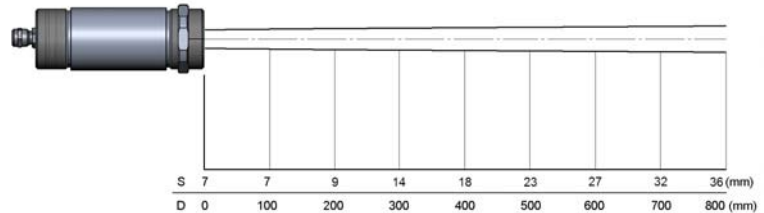
<sup>1)</sup> bei Umgebungstemperatur 23±5 °C; der jeweils größere Wert gilt

## Technische Daten

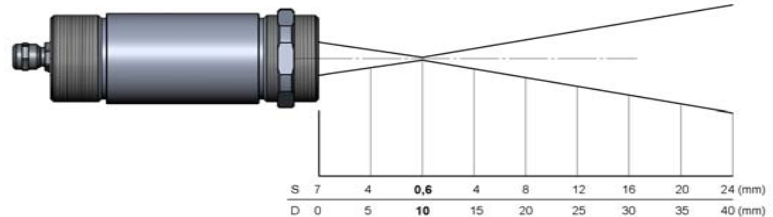
### 2.4 Optische Diagramme

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.

Optisches Diagramm CX (22:1)



Optisches Diagramm CX mit CF-Linse (0,6 mm @ 10 mm)



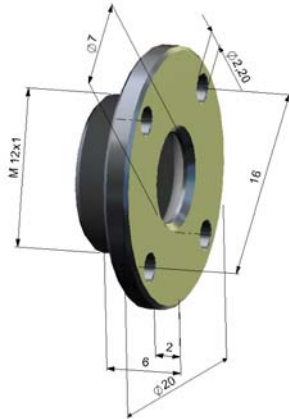
## Technische Daten

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

### **2.5 CF-Vorsatzoptik und Schutzfenster**

Die optionale Vorsatzoptik ermöglicht die Messung sehr kleiner Objekte.  
Zum Schutz der Messkopfoptik ist ein Schutzfenster erhältlich. Dieses hat die gleichen mechanischen Abmessungen wie die CF-Optik.

## Technische Daten



**Abb. 2.1: CF-Optik [TM-CF-CX]/ Schutzfenster [TM-PW-CX]**

Bei Verwendung der Vorsatzoptik muss die Transmission auf **0,78** eingestellt werden.  
Zur Änderung dieses Parameters benötigen Sie das USB-Kit (inkl. CompactConnect-Software).

Bei Nutzung des Schutzfensters muss die Transmission auf **0,83** eingestellt werden.  
Zur Änderung dieses Parameters benötigen Sie das USB-Kit (inkl. CompactConnect-Software).

### 3 Installation

#### 3.1 Mechanische Installation

Der CX ist mit einem 20 UNF-2B-Gewinde ausgestattet und kann entweder direkt über dieses Gewinde oder mit Hilfe der Sechskantmutter (Standard) an vorhandene Montagevorrichtungen installiert werden.

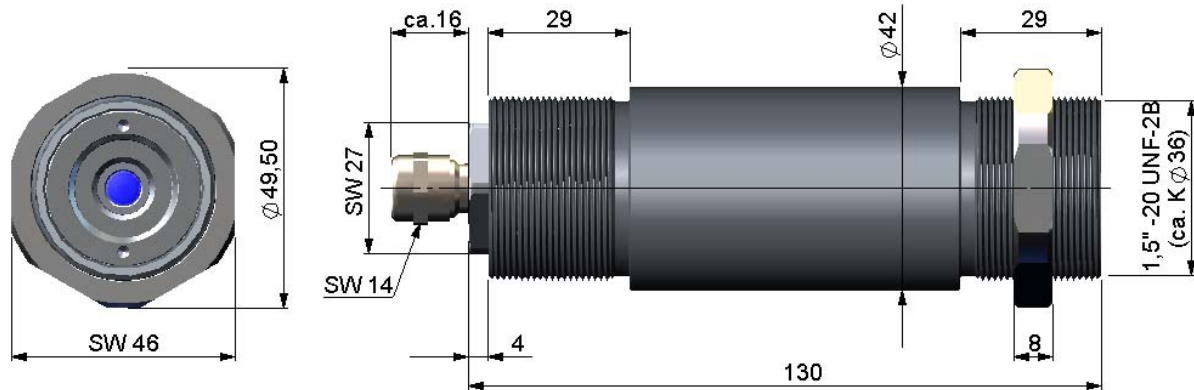
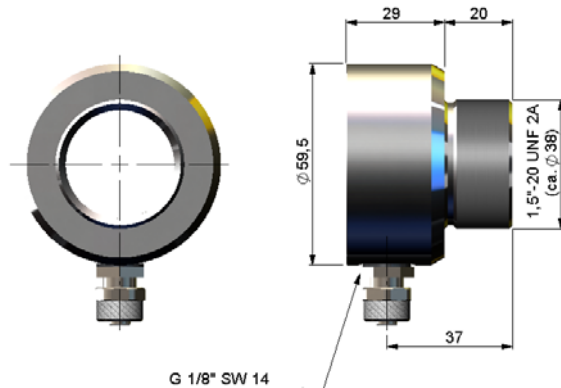


Abb. 3.1: CX - Abmessungen

## Installation

### 3.2 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.



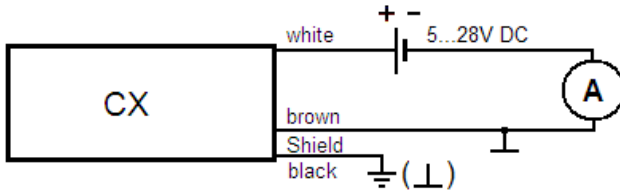
**Abb. 3.2: Freiblasvorsatz [TM-AP-CX]; Schlauchanschluss: 6x8 mm**

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

## Installation

### 3.3 Elektrische Installation

#### 3.3.1 Analoggerät (mA-Ausgang)



Die maximale Schleifenimpedanz beträgt 1000  $\Omega$ .

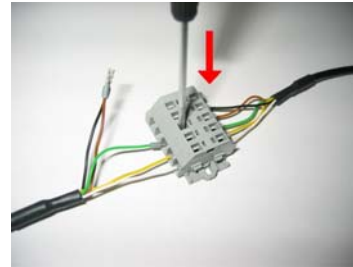
#### 3.3.2 Digitale Kommunikation

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.

## Installation



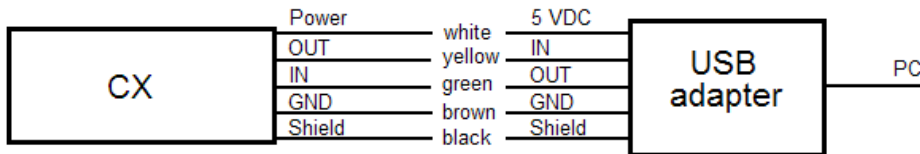
USB-Kit: USB-  
Programmieradapter  
inkl. Klemmblock und  
Software-CD  
[TM-USBK-CX]



**Abb. 3.3: USB-Kit**

Der Sensor unterstützt zwei Möglichkeiten der digitalen Kommunikation:

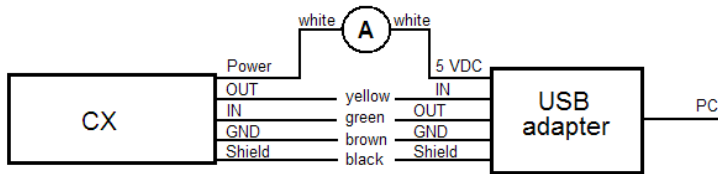
- bidirektionale Kommunikation (Senden und Empfangen von Daten)
- unidirektionale Kommunikation (Burst-Mode – der Sensor sendet ausschließlich Daten)



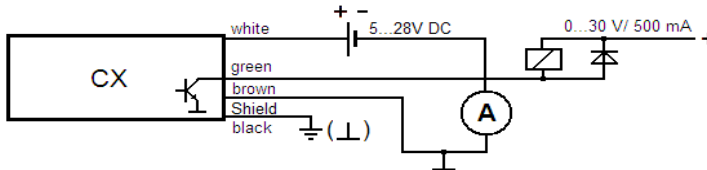
## Installation

### 3.3.3 Analog + Digital

Der CX kann simultan digital kommunizieren und als Analoggerät (4-20 mA) genutzt werden. In diesem Fall erfolgt die Sensorversorgung über die USB-Schnittstelle (5 V).



### 3.3.4 Analog + Alarm



Der Alarmausgang (Open-Kollektor-Ausgang) kann ein externes Relais ansteuern. Der Analogausgang steht in diesem Fall gleichzeitig zur Verfügung.

## 4 Software CompactConnect

### 4.1 Installation

Legen Sie die 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 setup.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 unter: [Start]\Programme\CompactConnect.

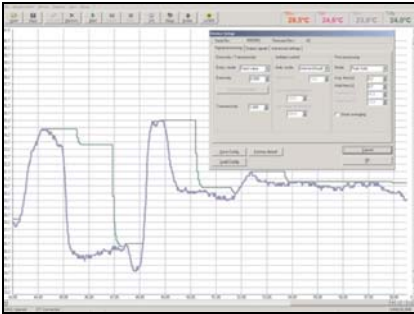
Wenn Sie die Software deinstallieren wollen, nutzen Sie bitte Uninstall im Startmenü.

Eine detaillierte Softwarebeschreibung befindet sich auf der Software-CD.

### 4.2 Systemvoraussetzung

- Windows XP
- USB-Schnittstelle
- Festplatte mit mind. 30 MByte Speicherplatz
- Mindestens 128 MByte RAM
- CD-ROM Laufwerk

### 4.3 Hauptfunktionen



#### 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

## 5 Digitaler Befehlssatz

Dezimal	HEX	Kommando	Daten	Antwort	Ergebnis	Einheit
1	0x01	LESEN Objekttemperatur	keine	byte1 byte2	$= (\text{byte1} \times 256 + \text{byte2} - 1000) / 10$	°C
2	0x02	LESEN Kopftemperatur	keine	byte1 byte2	$= (\text{byte1} \times 256 + \text{byte2} - 1000) / 10$	°C
3	0x03	LESEN aktuelle Objekttemperatur	keine	byte1 byte2	$= (\text{byte1} \times 256 + \text{byte2} - 1000) / 10$	°C
4	0x04	LESEN Emissionsgrad	keine	byte1 byte2	$= (\text{byte1} \times 256 + \text{byte2}) / 1000$	
5	0x05	LESEN Transmission	keine	byte1 byte2	$= (\text{byte1} \times 256 + \text{byte2}) / 1000$	
9	0x09	LESEN Prozessortemperatur	keine	byte1 byte2	$= \text{byte1} \times 256 + \text{byte2}$	°C
14	0x0E	LESEN Serien-Nr.	keine	byte1 byte2 byte3	$= \text{byte1} \times 65536 + \text{byte2} \times 256 + \text{byte3}$	
15	0x0F	LESEN Firmware-Rev.	keine	byte1 byte2	$= \text{byte1} \times 256 + \text{byte2}$	
129	0x81	SETZEN mA-Ausgang	byte1	byte1	byte 1= mA*10 (z.B. 4mA = 4*10=40)	mA
132	0x84	SETZEN Emissionsgrad	byte1 byte2	byte1 byte2	$= (\text{byte1} \times 256 + \text{byte2}) / 1000$	
133	0x85	SETZEN Transmission	byte1 byte2	byte1 byte2	$= (\text{byte1} \times 256 + \text{byte2}) / 1000$	

### Schnittstellen Einstellungen:

8 Datenbits, 1 Stopbit, keine Parität, keine Flusskontrolle

### BEISPIELE

#### Auslesen der Objekttemperatur:

(alle bytes in HEX)

Senden: 01 Kommando zum lesen der Objekt Temperatur

Empfangen: 04 D3 Objekttemperatur in Zehntel Grad + 1000

04 D3 = dez.1235

1235 - 1000 = 235

235 / 10 = 23,5 °C

#### Setzen des Emissionsgrades:

(alle bytes in HEX)

Senden: 84 03 B6 Kommando zum setzen des Emissionsgrades auf 0.950

Empfangen: 03 B6 Emissionsgrad x 1000

03 B6 = dez. 950

950 / 1000 = 0.950

### 6 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 ( $\varepsilon$  - Epsilon) bezeichnet und ist für die meisten Stoffe bekannt (siehe Abschnitt Emissionsgrad).

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
- Elektronik (Verstärkung/ Linearisierung/ Signalverarbeitung)

Die Eigenschaften der Linse bestimmen maßgeblich den Strahlengang des Infrarot-Thermometers, welcher durch das Verhältnis Entfernung (**D**istance) zu Messfleckgröße (**S**pot) 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.

# 7 Emissionsgrad

## 7.1 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 ( $\epsilon$  - 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.

## Emissionsgrad

### 7.2 Bestimmung eines unbekanntem Emissionsgrades

- ▶ Mit einem Thermoelement, Kontaktfühler oder ähnlichem lässt sich die aktuelle Temperatur des Messobjektes bestimmen. Danach kann die Temperatur mit dem Infrarot-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 (Emissionsgradaufkleber – Bestell-Nr.: TM-ED-CT) 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.

**WICHTIG:** Bei allen drei Methoden muss das Objekt eine von der Umgebungstemperatur verschiedene Temperatur aufweisen.

## Emissionsgrad

### 7.3 Charakteristische Emissionsgrade

Sollte keine der oben beschriebenen Methoden zur Ermittlung Ihres Emissionsgrades anwendbar sein, können Sie sich auf die Emissionsgradtabellen ► Anhang A und B 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)

## Anhang A – Emissionsgradtabelle Metalle

### Anhang A – Emissionsgradtabelle Metalle

Material		Typischer Emissionsgrad
Aluminium	Nicht oxidiert	0,02 – 0,1
	Poliert	0,02 – 0,1
	Aufgeraut	0,1 – 0,3
	Oxidiert	0,2 – 0,4
Blei	Poliert	0,05 – 0,1
	Aufgeraut	0,4
	Oxidiert	0,2 – 0,6
Chrom		0,02 – 0,2
Eisen	Nicht oxidiert	0,05 – 0,2
	Verrostet	0,5 – 0,7
	Oxidiert	0,5 – 0,9
	Geschmiedet, stumpf	0,9
Eisen gegossen	Nicht Oxidiert	0,2
	Oxidiert	0,6 – 0,95
Gold		0,01 – 0,1
Haynes	Legierung	0,3 – 0,8
Inconel	Elektorpoliert	0,15
	Sandgestrahlt	0,3 – 0,6
	Oxidiert	0,7 – 0,95
Kupfer	Poliert	0,03
	Aufgeraut	0,05 – 0,1
	Oxidiert	0,4 – 0,8
Magnesium		0,02 – 0,1

## Anhang A – Emissionsgradtabelle Metalle

Material		Typischer Emissionsgrad
Messing	Poliert	0,01 – 0,05
	Rau	0,3
	Oxidiert	0,5
Molybdän	Nicht oxidiert	0,1
	Oxidiert	0,2 – 0,6
Monel (Ni-Cu)		0,1 – 0,14
Nickel	Elektrolytisch	0,05 – 0,15
	Oxidiert	0,2 – 0,5
Platin	Schwarz	0,9
Quecksilber		0,05 – 0,15
Silber		0,02
Stahl	Poliertes Blech	0,1
	Rostfrei	0,1 – 0,8
	Grobblech	0,4 – 0,6
	Kaltgewalzt	0,7 – 0,9
	Oxidiert	0,7 – 0,9
Titan	Poliert	0,05 – 0,2
	Oxidiert	0,5 – 0,6
Wolfram	Poliert	0,03 – 0,1
Zink	Poliert	0,02
	Oxidiert	0,1
Zinn	Nicht oxidiert	0,05

## Anhang B – Emissionsgradtabelle Nichtmetalle

### Anhang B – Emissionsgradtabelle Nichtmetalle

Material		Typischer Emissionsgrad
Asbest		0,95
Asphalt		0,95
Basalt		0,7
Beton		0,95
Eis		0,98
Erde		0,9 – 0,98
Farbe	Nicht alkalisch	0,9 – 0,95
Gips		0,8 – 0,95
Glas		0,85
Gummi		0,95
Holz	Natürlich	0,9 – 0,95
Kalkstein		0,98
Karborund		0,9
Keramik		0,95
Kies		0,95
Kohlenstoff	Nicht oxidiert	0,8 – 0,9
	Graphit	0,7 – 0,8
Kunststoff > 50µm	Lichtundurchlässig	0,95
Papier	Jede Farbe	0,95
Sand		0,9
Schnee		0,9
Textilien		0,95
Wasser		0,93





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](http://www.micro-epsilon.de)

X9750207-A01

