
UETF-IR-CSL15

Infrarotsensor



Bedienungsanleitung

CE-Konformitätserklärung



Das Gerät entspricht den folgenden Anforderungen:

EMV: EN 61326-1:2006
(Grundlegende Anforderungen)

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

Das Produkt erfüllt die Anforderungen der EMV-Richtlinie 2004/108/EG
und der Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG.

Dieses Produkt erfüllt die Vorschriften der Richtlinie 2011/65/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8.
Juni 2011 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten.

Verweise auf andere Kapitel werden durch ► gekennzeichnet.

Inhalt

	Seite		Seite
Beschreibung	4	Software	27
Lieferumfang	4	Installation	27
Wartung	4	Kommunikationseinstellungen	28
Hinweise	5	Digitaler Befehlssatz	29
Werksvoreinstellung	5	Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung	31
Technische Daten	7	Emissionsgrad	32
Allgemeine Spezifikation	7	Definition	32
Elektrische Spezifikation	8	Bestimmung eines unbekanntem Emissionsgrades	32
Messtechnische Spezifikation	10	Charakteristische Emissionsgrade	33
Optische Diagramme	11	Anhang A – Emissionsgradtabelle Metalle	34
CF-Vorsatzoptik	12	Anhang B – Emissionsgradtabelle Nichtmetalle	35
LED-Funktionen	13	Anhang C – Adaptive Mittelwertbildung	36
Automatische Zielfunktion	13		
Selbstdiagnose	14		
Temperatur-Code-Anzeige	15		
Installation	16		
Mechanische Installation	16		
Montagezubehör	17		
Freiblasvorsätze	18		
Weiteres Zubehör	19		
Elektrische Installation	21		
Prinzip Schaltbilder für Maintenance-Applik.	25		

Beschreibung

Die Sensoren der Serie CS sind berührungslos messende Infrarot-Tempersensoren. Sie messen die von Objekten emittierte Infrarotstrahlung und berechnen auf dieser Grundlage die Oberflächen-temperatur **[► Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung]**. Das Sensorgehäuse des CS besteht aus Edelstahl (Schutzgrad IP63) und beinhaltet die komplette Sensorelektronik. Das Anschlusskabel ist fest montiert.

Die CS – 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.

Lieferumfang

- CS inkl. Anschlusskabel, zwei Montagemuttern und Kurzanleitung

Wartung

Linseureinigung: 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).

Hinweise

Vermeiden Sie abrupte Änderungen der Umgebungstemperatur. Sollten Probleme oder Fragen bei der Arbeit mit Ihrem CS auftreten, wenden Sie sich bitte an die Mitarbeiter unserer Serviceabteilung. 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.

Werksvoreinstellung

Die Geräte haben bei Auslieferung folgende Voreinstellungen:

Emissionsgrad:	0,950
Transmission:	1,000
Mittelwertbildung:	0,3 s
Smart Averaging:	aktiv
Smart Averaging Hysterese:	2 °C
Umgebungstemperatur-Quelle:	intern (Kopftemperatur)
Status-LED-Funktion:	Selbstdiagnose
Eingang (IN/ OUT/ grün):	inaktiv
Ausgang (OUT/ gelb):	inaktiv
Temperaturbereich:	-40...1030 °C
Ausgangsspannung:	entsprechend Thermoelement Typ K - Kennlinie
Thermoelementausgang:	aktiv
Vcc Einstellungen:	inaktiv
Nachbearbeitung:	Halte-Modus: aus
Kalibrierung:	Anstieg 1,000/ Offset 0,0
Failsafe:	inaktiv

Die Werksvoreinstellungen lassen sich mit dem optional erhältlichen USB-Kit (USB-Adapterkabel + Parametrier-Software) verändern. Wenn das Gerät mit USB-Kit geliefert wird, ist es bereits auf digitale Kommunikation (bidirektional) voreingestellt.

Bei einer Verwendung des CS in Online-Maintenance-Applikationen (z.B. in Schaltschränken) sind die folgenden empfohlenen Einstellungen bereits in der Werkseinstellung enthalten, aber inaktiv:

OUT

Bei **3-stufiger Ausgang** sind die folgenden Einstellungen vorgegeben:

Voralarm-Differenz: 2 °C
Kein Alarm Pegel: 8 V
Voralarm-Pegel: 5 V
Alarm_Pegel: 0 V
Service-Spannung: 10 V

IN/ OUT

Bei **Alarmausgang (open collector)** sind die folgenden Einstellungen vorgegeben:

Modus: normal geschlossen
Temp.-Code-Ausgang: aktiv (für Werte oberhalb Alarm-Schwellwert)
Bereichs-Einstellungen: 0 °C = 0 %/ 100 °C = 100 %

Vcc Einstellungen

Bei **Aktivierung** sind die folgenden Einstellungen vorgegeben:

Bereich Uout: 0-10 V
Differenz-Modus: aktiviert

Alarm-Pegel	Alarm-Schwellwert (IN/ OUT pin)	Vcc
1	40 °C	11 V
2	45 °C	12 V
3	50 °C	13 V
4	55 °C	14 V
5	60 °C	15 V
6	65 °C	16 V
7	70 °C	17 V
8	75 °C	18 V
9	80 °C	19 V
10	85 °C	20 V

Technische Daten

Allgemeine Spezifikation

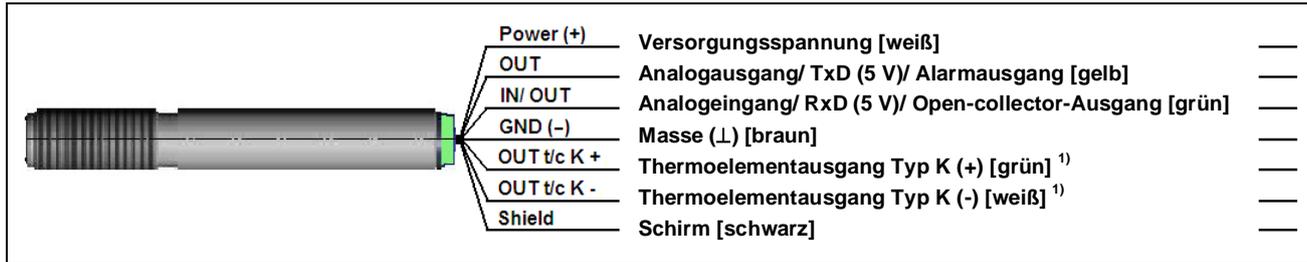
Schutzgrad	IP63
Umgebungstemperatur	-20...80 °C
Lagertemperatur	-40...85 °C
Relative Luftfeuchtigkeit	10...95 %, nicht kondensierend
Material	Edelstahl
Abmessungen	M12x1, 85 mm lang
Gewicht	58 g
Kabellänge	1 m (Standard), 3 m, 8 m, 15 m
Kabeldurchmesser	4,3 mm
Vibration	IEC 68-2-6: 3G, 11 – 200 Hz, jede Achse
Schock	IEC 68-2-27: 50G, 11 ms, jede Achse

Elektrische Spezifikation

Benutztes Pin		Funktion	
OUT	IN/ OUT		
x		Analog	0-5 V ¹⁾ or 0-10 V ²⁾ / skalierbar
x		Alarm	Ausgangsspannung einstellbar; N/O oder N/C
x		Alarm	3-stufiger Alarmausgang (drei Spannungspegel für kein Alarm, Voralarm, Alarm)
	x	Alarm	programmierbarer Open-collector-Ausgang [0-30 V DC/ 50 mA] ⁴⁾
	x	Temp. Code	Temp.-Code-Ausgang (open collector [0-30 V DC/ 50 mA] ⁴⁾
	x	Eingang	programmierbare Funktionen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ externe Emissionsgradeinstellung ▪ Umgebungstemperaturkompensation ▪ getriggerte Signalausgabe und Peak-Hold-Funktion ⁵⁾
x	x	Seriell digital ³⁾	uni- (burst mode) oder bidirektional
OUT t/c K		Analog	Thermoelementausgang Typ K (nur bei Modell CSL15); alternativ zum mV-Ausgang wählbar (Software erforderlich)
Status-LED		grüne LED mit programmierbaren Funktionen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Alarmanzeige (Schwellwert unabhängig von den Alarmausgängen) ▪ Automatische Zielhilfe ▪ Selbstdiagnose ▪ Temperatur-Code Anzeige 	
Vcc Einstellungen		10 einstellbare Emissionsgrade und Alarmwerte durch Variation der Versorgungsspannung/ Service-Modus für Aktivierung des Analogausgangs	

Ausgangsimpedanz min. 10 kΩ Lastwiderstand
Stromverbrauch 10 mA
Spannungsversorgung 5...30 VDC

- ¹⁾ 0...4,6 V bei Versorgungsspannung 5 VDC; gilt auch für Alarmausgang
- ²⁾ nur bei Versorgungsspannung ≥ 11 V
- ³⁾ invertiertes RS232-Signal, TTL, 9,6 kBaud
- ⁴⁾ bei Nichtverwendung des mV-Ausgangs bis 500 mA belastbar
- ⁵⁾ High-Pegel: $> 0,8$ V/ Low-Pegel: $< 0,8$ V



¹⁾ nur bei Modell CSL15 / Die Thermoelementausgangsleitungen sind zusätzlich markiert, um ein falsches Anschließen aufgrund der Farbgleichheit mit anderen Adern (weiß, grün) zu verhindern.

Messtechnische Spezifikation

Temperaturbereich	-40...1030 °C (skalierbar über Software)
Spektralbereich	8...14 µm
Optische Auflösung	15:1
CF-Optik (optional)	0,8 mm@ 10 mm
Genauigkeit ^{1) 2)}	±1,5 °C oder ±1,5 % vom Messwert (es gilt der jeweils größere Wert)
Reproduzierbarkeit ¹⁾	±0,75 °C oder ±0,75 % vom Messwert (es gilt der jeweils größere Wert)
Temperaturkoeffizient ³⁾	±0,05 K/ K oder ±0,05 %/ K (es gilt der jeweils größere Wert)
Temperaturauflösung (NETD) ⁴⁾	0,1 K
Ansprechzeit	25 ms (95 % Signal/ einstellbar bis 999 s über Software)
Aufwärmzeit	10 min
Emissionsgrad/ Verstärkung	0,100...1,100 (einstellbar über 0-10 VDC - Eingang oder Software)
Transmissionsgrad	0,100...1,000 (einstellbar über Software)
Schnittstelle (optional)	USB (Programmieradapter)
Signalverarbeitung	Mittelwert, MAX, MIN, erweiterte Haltefunktion mit Schwellwert und Hysterese, getriggerte Signalausgabe, getriggertes Peak-Hold (einstellbar über Software)
Software	optional

¹⁾ bei Umgebungstemperatur 23±5 °C und Objekttemperaturen >0 °C

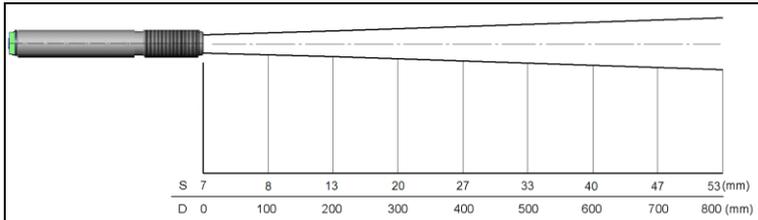
²⁾ Genauigkeit bei Nutzung des Thermoelement-Ausgangs: ±2,5°C oder ±1%

³⁾ für Umgebungstemperaturen <18 °C und >28 °C

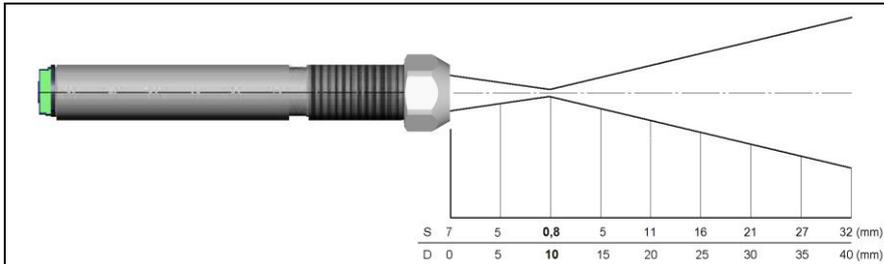
⁴⁾ bei Zeitkonstante ≥100 ms mit Adaptiver Mittelwertbildung und einer Objekttemperatur von 25 °C

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/ CF-Linsenhalters/ Freiblasvorsatzes gemessen.



Optisches Diagramm CS (15:1)



Optisches Diagramm CS (15:1) mit CF-Linse (0,8 mm @ 10 mm)

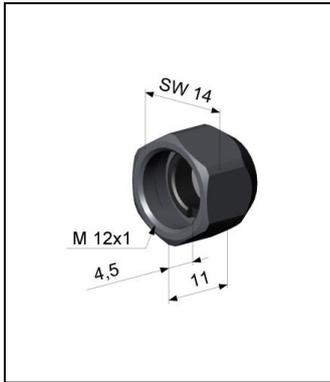
Die Größe des zu messenden Objektes und die optische Auflösung des IR-Thermometers bestimmen den Maximalabstand zwischen Messkopf und Objekt.

Zur Vermeidung von Messfehlern sollte das Messobjekt das Gesichtsfeld der Messkopfoptik vollständig ausfüllen.

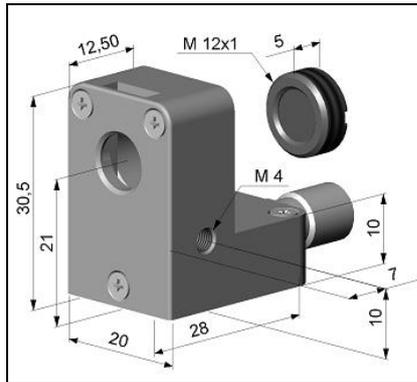
Das bedeutet, der Messfleck muss immer mindestens gleich groß wie oder kleiner als das Messobjekt sein.

CF-Vorsatzoptik

Die optionale Vorsatzoptik ermöglicht die Messung sehr kleiner Objekte. Die CF-Optik kann auch mit dem Laminar-Freiblasvorsatz kombiniert werden:



CF-Optik [ACCTCF]



Laminar-Freiblasvorsatz mit integrierter CF-Optik [ACCTAPLCF]

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

LED-Funktionen

Die grüne LED kann für folgende Funktionen programmiert werden. Für die Programmierung wird das **USB-Adaptorkabel inkl. Software (Option)** benötigt. Werksseitig ist die Selbstdiagnosefunktion aktiviert.

LED Alarm	LED leuchtet bei Über- oder Unterschreiten einer Alarmschwelle
automatische Zielfunktion	Visierhilfe zum Ausrichten des Sensors auf heiße oder kalte Objekte
Selbstdiagnose	LED signalisiert verschiedene Zustände des Sensors
Temperatur-Code-Anzeige	Ausgabe der Objekttemperatur über die LED
aus	LED deaktiviert

Automatische Zielfunktion

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

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

Selbstdiagnose

Bei dieser Funktion wird der jeweilige Gerätestatus durch unterschiedliche Blinkmodi der grünen LED signalisiert.

Wenn aktiviert, zeigt die LED einen von fünf möglichen Sensor-Zuständen an:

<u>Zustand</u>	<u>LED-Modus</u>
Normal	unterbrochen aus - - - -
Sensor überhitzt	schnelles Blinken - - - - - - - -
Außerhalb Temp.-Ber.	doppeltes Blinken - - - - - - - -
Nicht stabil	unterbrochen an - - - - - - - -
Alarm Fehler	immer an - - - - - - - -

**Bei einer Versorgungsspannung (Vcc) ≥ 12 V dauert es ca. 5 Minuten, bis der Sensor stabil arbeitet.
Die LED signalisiert deshalb während der ersten 5 Minuten nach dem Einschalten einen nicht stabilen Zustand.**

Sensor überhitzt: Die internen Temperaturfühler haben eine unzulässig hohe Eigentemperatur des CS festgestellt.

Außerhalb Temp.-Ber.: Die Objekttemperatur liegt außerhalb des Messbereiches.

Nicht stabil: Die internen Temperaturfühler haben eine ungleichmäßige Eigentemperatur des CS festgestellt.

Alarm Fehler: Durch den Schalttransistor des Open-collector-Ausgangs fließt ein zu hoher Strom.

Temperatur-Code-Anzeige

Bei dieser Funktion wird die aktuell gemessene Objekttemperatur als prozentualer Wert durch langes und kurzes Blinken der LED angezeigt.

Bei einer Bereichseinstellung 0-100 °C → 0-100% entspricht die Anzeige der Temperatur in °C.

Langes Blinken → Zehnerstelle:	xx
Kurzes Blinken → Einerstelle:	xx
10-mal langes Blinken → Zehnerstelle=0:	0x
10-mal kurzes Blinken → Einerstelle=0:	x0

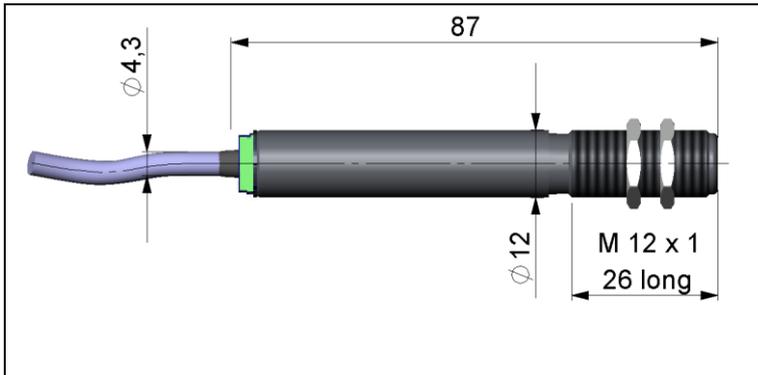
Beispiele

87 °C	8-mal langes Blinken	87
und danach	7-mal kurzes Blinken	87
31 °C	3-mal langes Blinken	31
und danach	1-mal kurzes Blinken	31
8 °C	10-mal langes Blinken	08
und danach	8-mal kurzes Blinken	08
20 °C	2-mal langes Blinken	20
und danach	10-mal kurzes Blinken	20

Installation

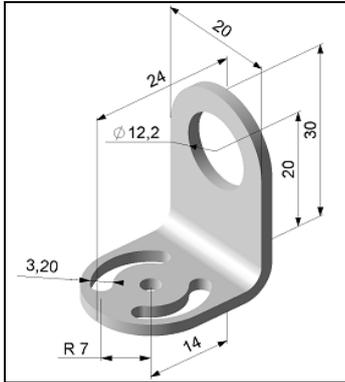
Mechanische Installation

Der CS ist mit einem metrischen M12x1-Gewinde ausgestattet und kann entweder direkt über dieses Gewinde oder mit Hilfe der beiden Sechskantmutter (Standard) an vorhandene Montagevorrichtungen installiert werden.

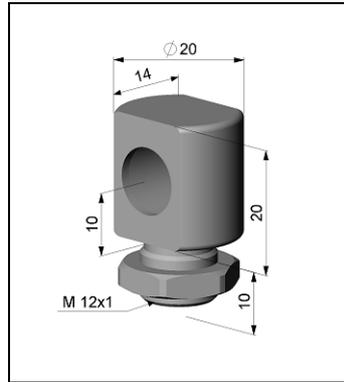


Für eine exakte Ausrichtung des Sensors auf das Messobjekt kann die LED in der Betriebsart
► **Automatische Zielfunktion** verwendet werden.

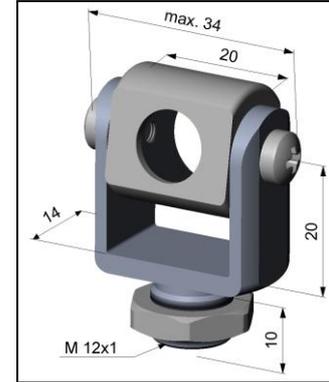
Montagezubehör



Montagewinkel, justierbar in einer Achse [ZACCTFB]



Montagebolzen mit M12x1-Gewinde, justierbar in zwei Achsen [ZACCTMB]



Montagegabel mit M12x1-Gewinde, justierbar in 2 Achsen [ZACCTMG]

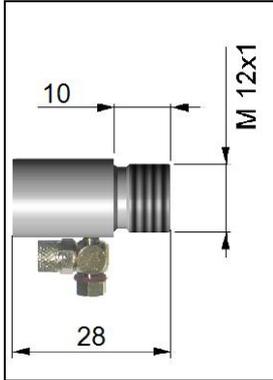


Montagewinkel, justierbar in zwei Achsen [ZACCTAB]

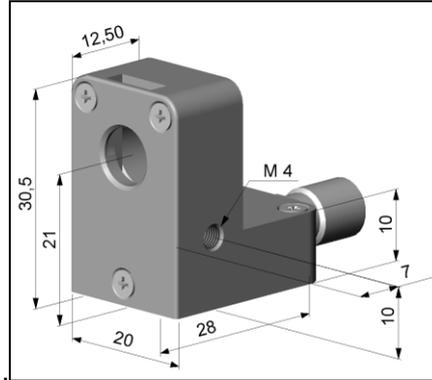
Die Montagegabel kann über den M12x1-Fuß mit dem Montagewinkel [ZACCTFB] kombiniert werden.

Freiblasvorsätze

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.



Standard-Freiblasvorsatz;
kombinierbar mit Montage-
winkel; Schlauchanschluss:
3x5 mm [ZACCSAP]



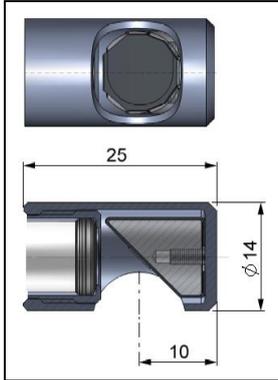
**Laminar-Freiblasvorsatz – der seitliche Luft-
austritt verhindert ein Herunterkühlen des
Objektes bei kleinen Messabständen
Schlauchanschluss: 3x5 mm [ZACCTAPL]**



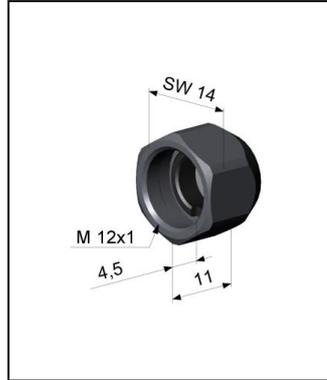
Durch Kombination des
Laminarfreiblasvorsatzes
mit dem Unterteil der
Montagegabel entsteht
eine in zwei Achsen
justierbare Einheit.
[ZACCTAPL+ZACCTMG]

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

Weiteres Zubehör



Rechtwinkel-Spiegelvorsatz, ermöglicht Messungen im 90°-Winkel zur Sensorachse [ZACCTRAM]



Schutzfenster, gleiche mechanische Abmessungen wie die CF-Optik [ZACCTPW]



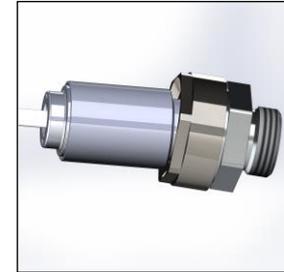
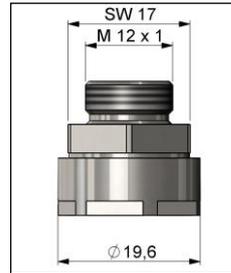
USB-Kit: USB-Programmieradapter inkl. Klemmblock und Software-CD [ZACCSUSBK]

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

- **Alle Zubehörteile können unter Verwendung der in Klammern [] angegebenen Artikelnummern bestellt werden.**

Kippgelenk

Mit diesem Montagezubehör kann eine Feinjustage des CS mit einem maximalen Winkel von +/- 6,5° zur mechanischen Achse erfolgen.

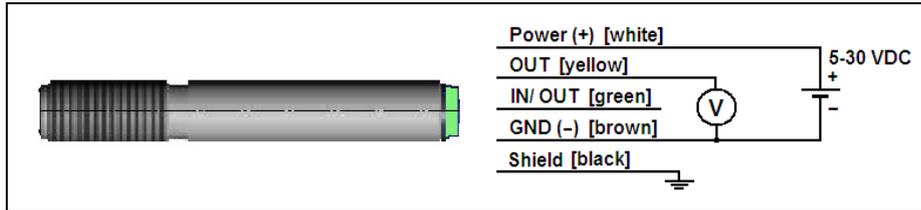


Kippgelenk [ZACCTAS]

Elektrische Installation

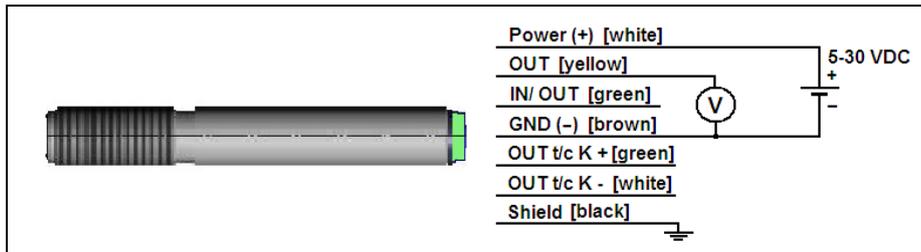
Bitte verwenden Sie ein stabilisiertes Netzteil mit einer Ausgangsspannung im Bereich von **5–30 VDC**, welches einen Strom von **100 mA** liefert. Die Restwelligkeit sollte max. **200 mV** betragen.

Analoggerät (mV-Ausgang am OUT-Pin)



Die Ausgangsimpedanz muss $\geq 10\text{k}\Omega$ sein.

Analoggerät (Thermoelementausgang Typ K an den OUT t/c K – Pins / nur bei Modell CSL15)



Die Ausgangsimpedanz muss $\geq 20\ \Omega$ sein.

Beim Modell **CSL15** kann man zwischen einem mV-Ausgangssignal (0-5 bzw 0-10 V; über Software skalierbar) und einem Thermoelement-Ausgang wählen.

Die Werksvoreinstellung ist auf Thermoelementausgang gesetzt. ► **Werksvoreinstellung**

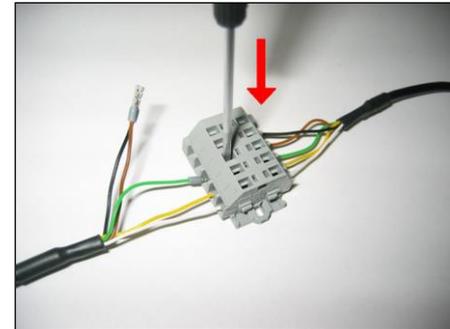
Dieser Ausgang liefert eine Spannung entsprechend der Thermoelement-Kennlinie Typ K.

Beim Verlängern dieses Ausgangs muss ein geeignetes Thermoelement-Verlängerungskabel (NiCr-Ni) verwendet werden.

**WICHTIG: Der Schirm [schwarz] ist beim CS getrennt vom GND-Anschluss [braun].
Es ist in jedem Fall erforderlich, dass der Schirm an Erde oder GND angeschlossen wird!**

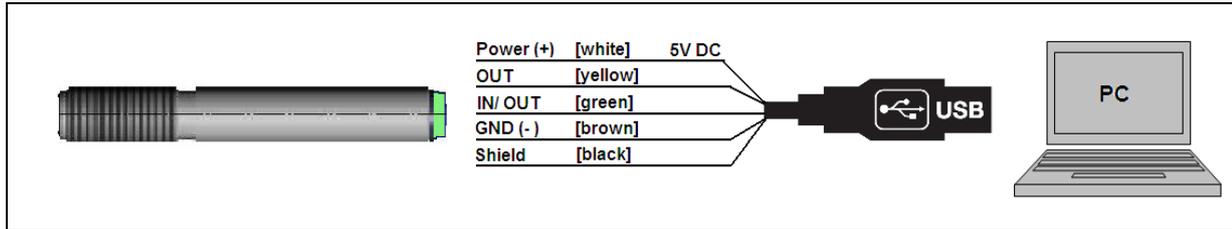
Digitale Kommunikation

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.

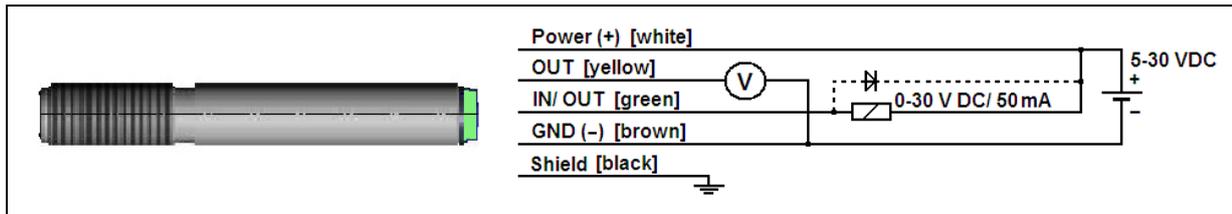


Der Sensor unterstützt zwei Möglichkeiten der digitalen Kommunikation:

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



Open-collector-Ausgang



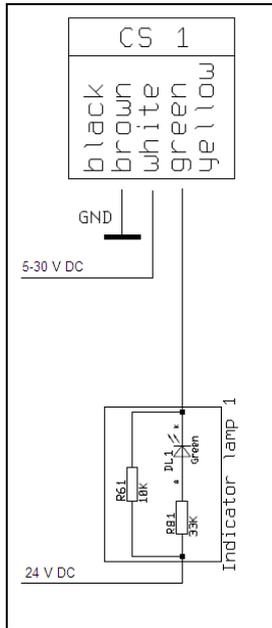
Der Open-collector-Ausgang ist ein zusätzlicher Alarmausgang beim CS und kann z.B. ein externes Relais ansteuern. Der normale Analogausgang steht in diesem Fall gleichzeitig zur Verfügung.

Direktanschluss an eine RS232-Schnittstelle am PC

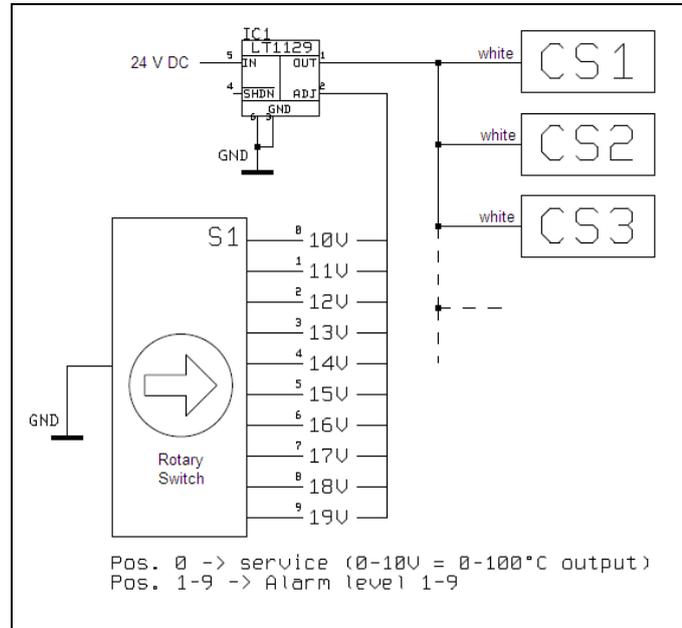
Ein geeigneter Interfacebaustein für eine bidirektionale RS232-Anbindung des Sensors ist z.B. MAX3381E (Hersteller: Maxim).

Modell	CSv1/ CSMv1	CSv2	CSMv2	CSM2W/ CX
UART-Spannung (RxD)	5 V	3,3 V	3,3 V	3,3 V
UART-Spannung (TxD)	5 V	2,5 V	2,5 V	2,5 V

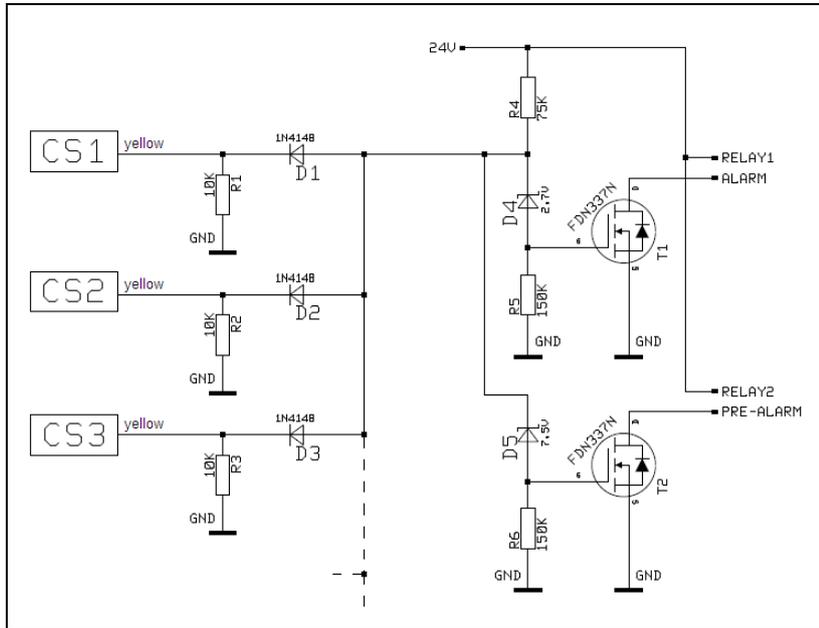
Prinzipschaltbilder für Maintenance-Applikationen



Direkte Ansteuerung von 24V-Signallampen über den Open-collector-Ausgang



Gemeinsame Änderung der Betriebsspannung zur gleichzeitigen Umschaltung von Alarmschwellen und Emissionsgraden [Vcc adjust-Modus]



Einfache Generierung von summarischen Alarmen und Voralarmen

Software

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 **CDsetup.exe** von der

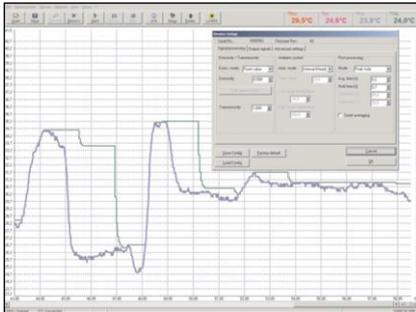
CD-ROM. Folgen Sie bitte den Anweisungen des Assistenten, bis die Installation abgeschlossen ist.

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.

Minimale Systemvoraussetzungen:

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

Eine detaillierte Softwarebeschreibung befindet sich auf der Software-CD.



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

Kommunikationseinstellungen

Serielles Interface

Baudrate: 9600 baud
Datenbits: 8
Parität: keine
Stopp bits: 1
Flusskontrolle: aus

Protokoll

Alle CS-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.

Digitaler Befehlssatz

Kommandoliste CS

DEZIMAL	HEX	Binär / ASCII	Kommando	Daten	Antwort	Ergebnis	Einheit
1	0x01	Binär	LESEN Temp - Target	keine	byte1 byte2	$= (\text{byte1} \times 256 + \text{byte2} - 1000) / 10$	°C
2	0x02	Binär	LESEN Temp - Head	keine	byte1 byte2	$= (\text{byte1} \times 256 + \text{byte2} - 1000) / 10$	°C
3	0x03	Binär	LESEN aktuelle Temp - Target	keine	byte1 byte2	$= (\text{byte1} \times 256 + \text{byte2} - 1000) / 10$	°C
4	0x04	Binär	LESEN Emissionsgrad	keine	byte1 byte2	$= (\text{byte1} \times 256 + \text{byte2}) / 1000$	
5	0x05	Binär	LESEN Transmission	keine	byte1 byte2	$= (\text{byte1} \times 256 + \text{byte2}) / 1000$	
9	0x09	Binär	LESEN Prozessor Temperatur	keine	byte1	$= (\text{byte1} \times 256 + \text{byte2} - 1000) / 10$	
14	0x0E	Binär	LESEN Serien Nummer	keine	byte1 byte2 byte3	$= \text{byte1} \times 65536 + \text{byte2} \times 256 + \text{byte3}$	
15	0x0F	Binär	LESEN FW Rev.	keine	byte1 byte2	$= \text{byte1} \times 256 + \text{byte2}$	
129	0x81	Binär	SETZEN DAC mV/ mA	byte1	byte1	$\text{byte 1} = \text{mV (mA)} \times 10$ (z.B. 4mA = 4 x 10=40)	°C
130	0x82	Binär	RÜCKSETZEN der DAC mV/ mA Ausgabe				
132	0x84	Binär	SETZEN Emissionsgrad	byte1 byte2	byte1 byte2	$= (\text{byte1} \times 256 + \text{byte2}) / 1000$	

Temperaturberechnung bei CSM hs: $(\text{byte1} \times 256 + \text{byte2} - 10000) / 100$

BEISPIELE (alle Bytes in HEX)

Lesen der Objekttemperatur

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**

Lesen der Objekttemperatur (bei CSmicro 2Whs)

Senden: 01 Kommando zum Lesen der Objekt Temperatur
 Empfangen: 30 3E Objekttemperatur in Hundertstel Grad + 10000

30 3E = dez. 12350
 12350 - 10000 = 2350
 2350 / 100 = 23.50 °C

Setzen des Emissionsgrades

Senden: 84 03 B6
 Empfangen: 03 B6

03B6 = dez. 950
 950 / 1000 = **0,950**

Burstmode (unidirektional)

Nach Aktivierung wird ein kontinuierliches Signal erzeugt. Der Burst-String kann mit Hilfe der Software konfiguriert werden.

Burst string	Beispiel	kompletter Burst-String	Umsetzung in Dezimalwert
2 Synchronisations-Bytes: AAAA	-----		-----
2 Bytes für jeden Ausgangswert (HI LO)	03B8	AAAA 03B8	Prozesstemp. [°C] = (Hex \Rightarrow Dec(03B8)-1000)/10 = -4,8

Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung

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

Emissionsgrad

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.

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.: ZACLSER) 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.

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

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	elektropoliert	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

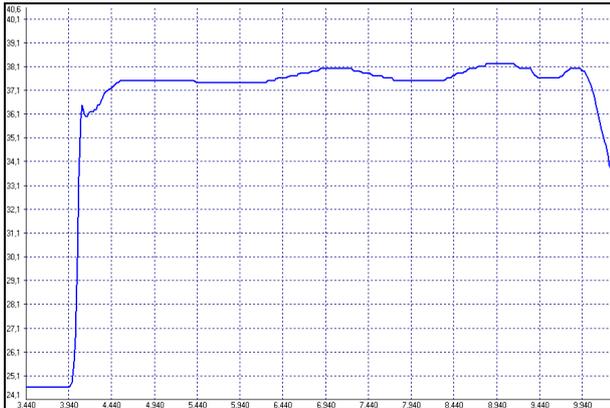
Material		typischer Emissionsgrad
Messing	poliert	0,01-0,05
	rau	0,3
	oxidiert	0,5
Molybdän	nicht oxidiert	0,1
	oxidiert	0,2-0,6
Monel (Ni-Cu)		0,1-0,14
Nickel	elektrolytisch	0,05-0,15
	oxidiert	0,2-0,5
Platin	schwarz	0,9
Quecksilber		0,05-0,15
Silber		0,02
Stahl	poliertes Blech	0,1
	rostfrei	0,1-0,8
	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

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 >50 µm lichtundurchlässig	0,95
Papier jede Farbe	0,95
Sand	0,9
Schnee	0,9
Textilien	0,95
Wasser	0,93

Anhang C – 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 Mittlungszeit 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.



Signalverlauf mit Smart Averaging-Funktion



Signalverlauf ohne Smart Averaging-Funktion