

---

---

Infrarotsensor



Bedienungsanleitung

## CE-Konformitätserklärung

Das Gerät entspricht den folgenden Anforderungen:

EMV: EN 61326-1:2006  
(Grundlegende Anforderungen)  
EN 61326-2-3:2006

Sicherheit: EN 61010-1:2001

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



B+B Thermo-Technik GmbH  
Heinrich-Hertz-Str. 4  
D – 78166 Donaueschingen

Tel.: +49 (0) 771 8316 - 0  
Fax: +49 (0) 771 8316 - 88

E-mail: [info@bb-sensors.com](mailto:info@bb-sensors.com)  
Internet: [www.bb-sensors.com](http://www.bb-sensors.com)

Verweise auf andere Kapitel werden durch ► gekennzeichnet.

### Gewährleistung

Sollten trotz sorgfältiger Qualitätskontrolle Gerätedefekte auftreten, bitten wir Sie, sich umgehend mit unserem Kundendienst in Verbindung zu setzen. Die Gewährleistungsfrist beträgt 24 Monate ab Lieferdatum. Nach diesem Zeitraum gibt der Hersteller im Reparaturfall eine 6-monatige Gewährleistung auf alle reparierten oder ausgetauschten GerätekompONENTEN. Nicht unter die Gewährleistung fallen Schäden, die durch unsachgemäße Behandlung, Öffnung des Gerätes oder Gewalteinwirkung entstanden sind. Der Hersteller haftet nicht für etwaige Folgeschäden. Im Falle eines Gerätefehlers während der Gewährleistungszeit erfolgt eine kostenlose Instandsetzung bzw. Kalibrierung des Gerätes. Die Frachtkosten werden vom jeweiligen Absender getragen. Der Hersteller behält sich den Umtausch des Gerätes oder von Teilen des Gerätes anstelle einer Reparatur vor. Ist der Fehler auf eine missbräuchliche Verwendung oder auf Gewalteinwirkung zurückzuführen, werden die Kosten vom Hersteller in Rechnung gestellt. In diesem Fall wird vor Beginn der Reparatur auf Wunsch ein Kostenvoranschlag erstellt.

Technische Änderungen vorbehalten- Stand 02/2011

## Inhalt

	Seite		Seite
Beschreibung	4	Software CompactConnect	25
Lieferumfang	4	Installation	25
Wartung	4	Kommunikationseinstellungen	26
Hinweise	5	Digitaler Befehlssatz	27
Werksvoreinstellung	5	Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung	28
Technische Daten	7	Emissionsgrad	29
Allgemeine Spezifikation	7	Definition	29
Elektrische Spezifikation	8	Bestimmung eines unbekanntes Emissionsgrades	29
Messtechnische Spezifikation	10	Charakteristische Emissionsgrade	30
Optische Diagramme	11	Anhang A – Emissionsgradtabelle Metalle	31
CF-Vorsatzoptik	12	Anhang B – Emissionsgradtabelle Nichtmetalle	32
LED-Funktionen	13	Anhang C – Adaptive Mittelwertbildung	33
Automatische Zielfunktion	13		
Selbstdiagnose	14		
Temperatur-Code-Anzeige	15		
Installation	16		
Mechanische Installation	16		
Montagezubehör	17		
Freiblasvorsätze	18		
Weiteres Zubehör	19		
Elektrische Installation	20		
Prinzipschaltbilder für Maintenance-Applikationen	21		

## Beschreibung

Die Sensoren der DM Serie sind berührungslos messende Infrarot-Temperatursensoren.

Sie messen die von Objekten emittierte Infrarotstrahlung und berechnen auf dieser Grundlage die Oberflächen-temperatur [▶ Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung].

Das Sensorgehäuse des DM 301 CS besteht aus Edelstahl (Schutzgrad IP63) und beinhaltet die komplette Sensorelektronik. Das Anschlusskabel ist fest montiert.

Die DM – 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 Bedienungsanleitung

## Wartung

Linienreinigung: 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 DM 301 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):	Kommunikationseingang
Ausgang (OUT/ gelb):	mV-Ausgang
Temperaturbereich:	0...350 °C
Ausgangsspannung:	0...3,5 V
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 + Parametriersoftware) verändern. Wenn das Gerät mit USB-Kit geliefert wird, ist es bereits auf digitale Kommunikation (bidirektional) voreingestellt.

Bei einer Verwendung des DM 301 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 <sup>1)</sup> or 0-10 V <sup>2)</sup> / skalierbar
x		Alarm	Ausgangsspannung einstellbar; N/O oder N/C
x		Alarm	3-state alarm output (three voltage level for no alarm, pre-alarm, alarm)
	x	Alarm	programmierbarer Open-collector-Ausgang [0-30 V DC/ 50 mA] <sup>4)</sup>
	x	Temp. Code	Temp.-Code-Ausgang (open collector [0-30 V DC/ 50 mA] <sup>4)</sup> )
	x	Eingang	programmierbare Funktionen: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ externe Emissionsgradeinstellung</li> <li>▪ Umgebungstemperaturkompensation</li> <li>▪ getriggerte Signalausgabe und Peak-Hold-Funktion</li> </ul>
x	x	Seriell digital <sup>3)</sup>	uni- (burst mode) oder bidirektional
Status-LED		grüne LED mit programmierbaren Funktionen: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alarmanzeige (Schwellwert unabhängig von den Alarmausgängen)</li> <li>▪ Automatische Zielhilfe</li> <li>▪ Selbstdiagnose</li> <li>▪ Temperatur-Code Anzeige</li> </ul>	
Vcc Einstellungs-Modus		10 einstellbare Emissionsgrade und Alarmwerte durch Variation der Versorgungsspannung/ Service-Modus für Aktivierung des Analogausgangs	

Ausgangsimpedanz min. 10 k $\Omega$  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  $\geq$  11 V
- 3) invertiertes RS232-Signal, TTL, 9,6 kBaud
- 4) bei Nichtverwendung des mV-Ausgangs bis 500 mA



weiß  
gelb OUT  
grün IN/ OUT  
braun GND  
schwarz

Versorgungsspannung  
Analogausgang/ TxD (5 V)/ Alarmausgang  
Analogeingang/ RxD (5 V)/ Open-collector-Ausgang  
Masse ( $\perp$ )  
Schirm

## 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 <sup>1)</sup>	±1,5 °C oder ±1,5 % vom Messwert (es gilt der jeweils größere Wert)
Reproduzierbarkeit <sup>1)</sup>	±0,75 °C oder ±0,75 % vom Messwert (es gilt der jeweils größere Wert)
Temperaturkoeffizient <sup>2)</sup>	±0,05 K/ K oder ±0,05 %/ K (es gilt der jeweils größere Wert)
Temperaturauflösung <sup>3)</sup>	0,1 K (NETD)
Ansprechzeit	25 ms (95 % Signal/ einstellbar bis 999 s über Software)
Aufwärmzeit	10 min
Emissionsgrad/ Verstärkung	0,100...1,100 (einstellbar über 0-5 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)	CompactConnect

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

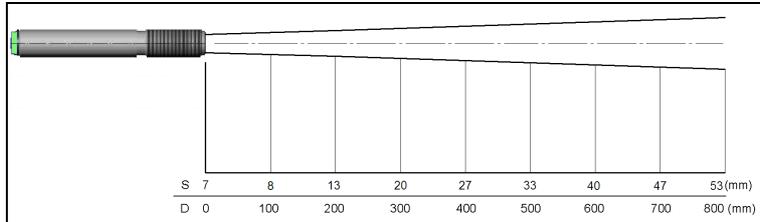
<sup>2)</sup> für Umgebungstemperaturen <18 °C und >28 °C

<sup>3)</sup> bei Zeitkonstante ≥100 ms mit Adaptiver Mittelwertbildung und einer Objekttemperatur von 25 °C

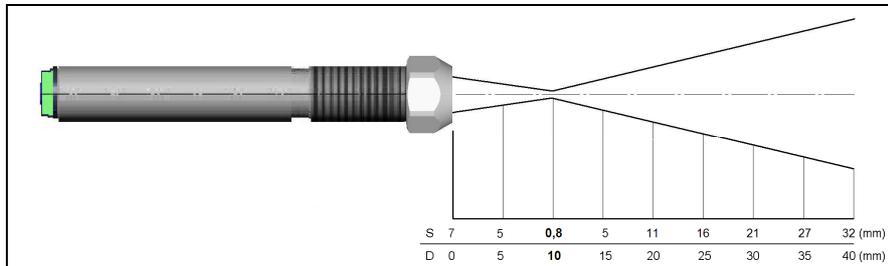
## Optische Diagramme

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-Linshalters/ Freiblasvorsatzes gemessen.



Optisches Diagramm DM 301 (15:1)

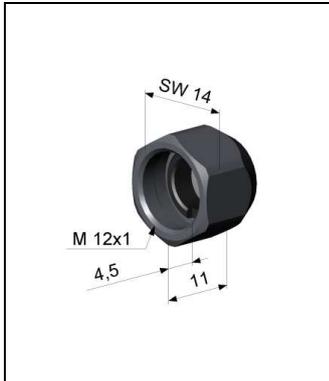


Optisches Diagramm Dm 301 (15:1) mit CF-Linse (0,8 mm@ 10 mm)

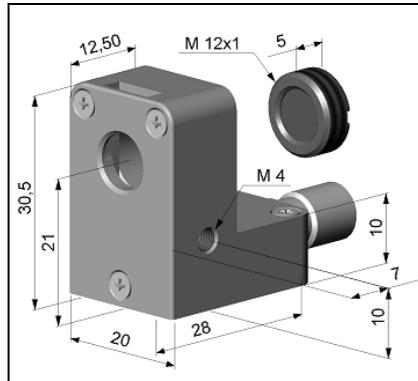
Die Größe des zu messenden Objektes und die optische Auflösung des IR-Thermometers bestimmen den Maximalabstand zwischen Messkopf und Objekt. Zur Vermeidung von Messfehlern sollte das Messobjekt das Gesichtsfeld der Messkopfoptik vollständig ausfüllen. Das bedeutet, der Messfleck muss immer mindestens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



Laminar-Freiblasvorsatz mit integrierter CF-Optik

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

## LED-Funktionen

Die grüne LED kann für folgende Funktionen programmiert werden. Für die Programmierung wird das USB-Adapterkabel 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 aus	Ausgabe der Objekttemperatur über die LED 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:		
Zustand	LED-Modus	
Normal	unterbrochen aus	- - - -
Sensor überhitzt	schnelles Blinken	.....
Außerhalb Temp.Ber.	doppeltes Blinken	-- -- -- --
Nicht stabil	unterbrochen an	— — — —
Alarm Fehler	immer an	————

- Sensor überhitzt: Die internen Temperaturfühler haben eine unzulässig hohe Eigentemperatur des DM 301 festgestellt.
- Außerhalb Temp.-Ber.: Die Objekttemperatur liegt außerhalb des Messbereiches.
- Nicht stabil: Die internen Temperaturfühler haben eine ungleichmäßige Eigentemperatur des DM 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:	<b>xx</b>
Kurzes Blinken → Einerstelle:	<b>xx</b>
10-mal langes Blinken → Zehnerstelle=0:	<b>0x</b>
10-mal kurzes Blinken → Einerstelle=0:	<b>x0</b>

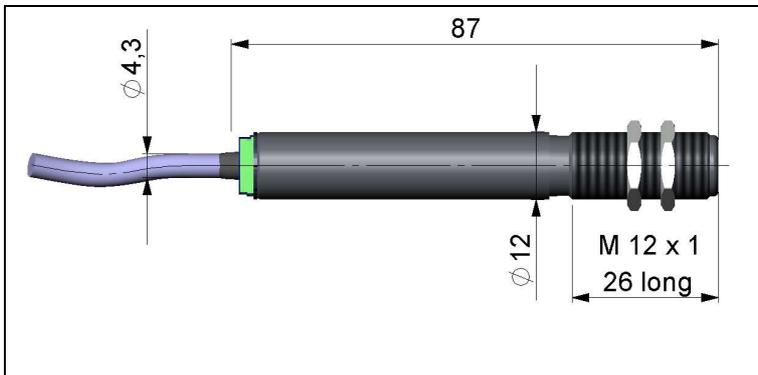
### Beispiele

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

## Installation

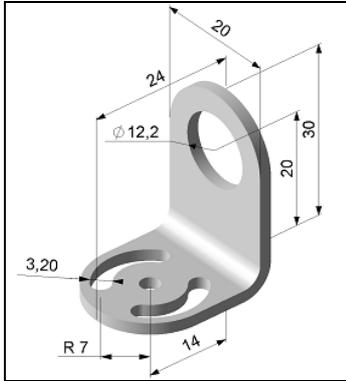
### Mechanische Installation

Der DM 301 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.

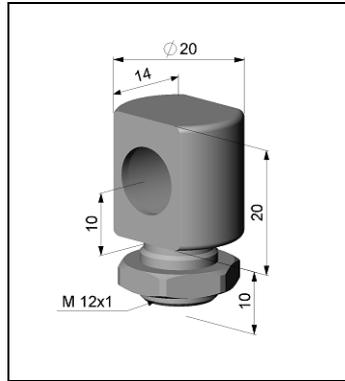


Für eine exakte Ausrichtung des Sensors auf das Messobjekt kann die LED in der Betriebsart ► Automatische Zielfunktion verwendet werden.

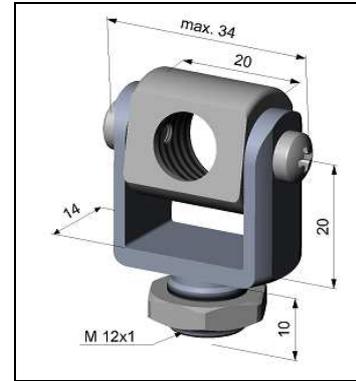
## Montagezubehör



Montagewinkel, justierbar in einer Achse [ACCTFB]



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



Montagegabel mit M12x1-Gewinde, justierbar in 2 Achsen

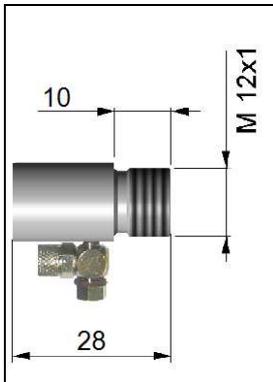


Montagewinkel, justierbar in zwei Achsen

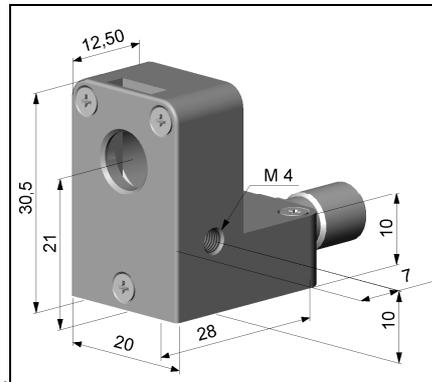
Die **Montagegabel** kann über den M12x1-Fuß mit dem **Montagewinkel** kombiniert werden.

## 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



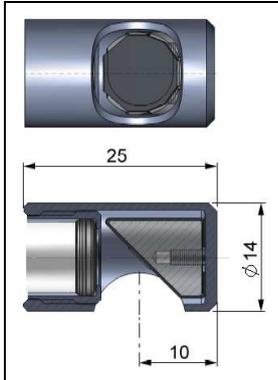
Laminar-Freiblasvorsatz – der seitliche Luft-  
austritt verhindert ein Herunterkühlen des  
Objektes bei kleinen Messabständen  
Schlauchanschluss: 3x5 mm



Durch Kombination des  
**Laminarfreiblasvorsatzes** mit  
dem Unterteil der  
**Montagegabel** entsteht eine in  
zwei Achsen justierbare  
Einheit.

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



Schutzfenster,  
gleiche mechanische  
Abmessungen wie die CF-Optik

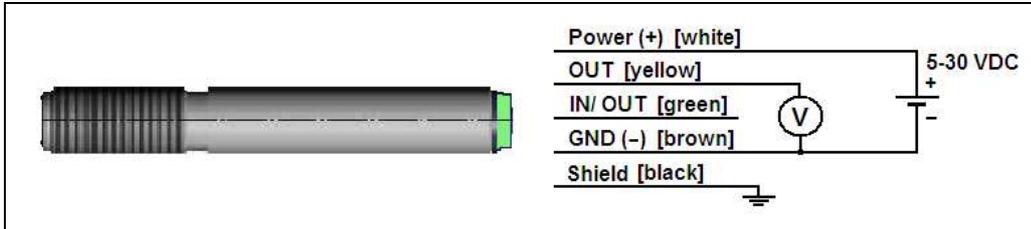


USB-Kit: USB-Programmieradapter  
inkl. Klemmblock und Software-CD

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

## Elektrische Installation

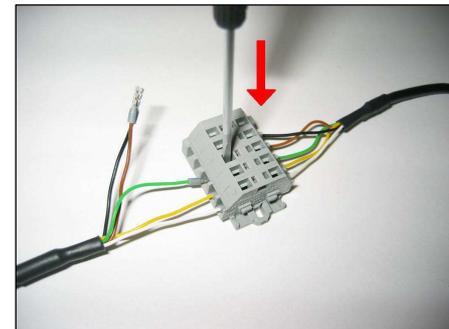
Analoggerät (mV-Ausgang am OUT-Pin)



Die Ausgangsimpedanz muss  $\geq 10k\Omega$  sein.

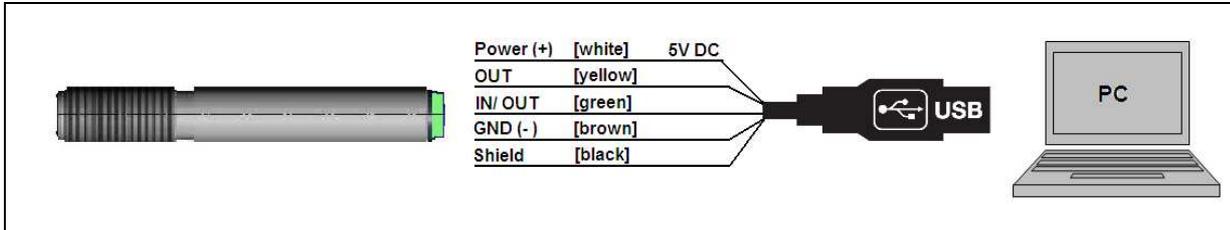
## Digitale Kommunikation

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.

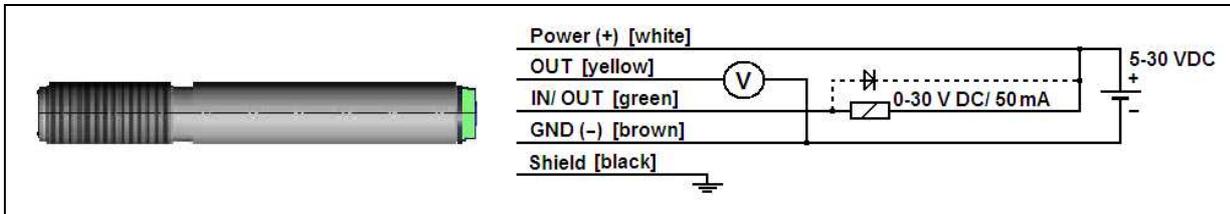


Der Sensor unterstützt zwei Möglichkeiten der digitalen Kommunikation:

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



Open-collector-Ausgang

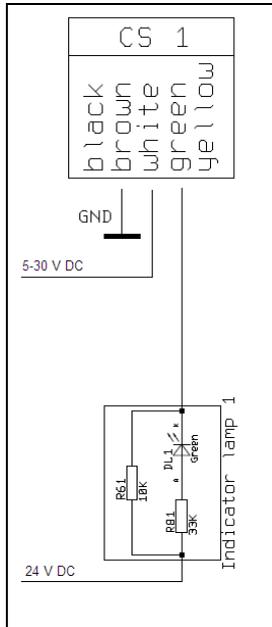


Der Open-collector-Ausgang ist ein zusätzlicher Alarmausgang beim CS und kann z.B. ein externes Relais ansteuern. Der normale Analogausgang steht in diesem Fall gleichzeitig zur Verfügung.

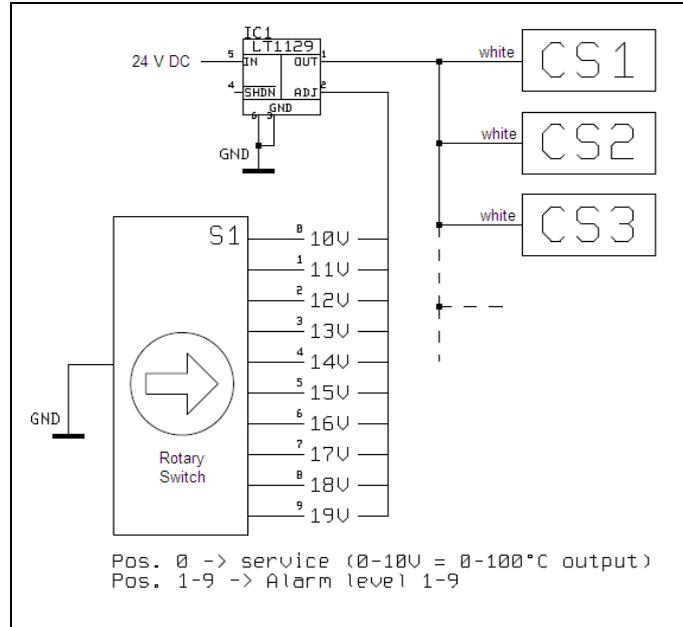
Direktanschluss an eine RS232-Schnittstelle am PC

Der CS arbeitet mit einer UART-Spannung von 3,3 V. Geeignete Interfacebausteine für eine bidirektionale RS232-Anbindung des Sensors sind z.B. MAX3380 oder MAX3321 (Hersteller: Maxim).

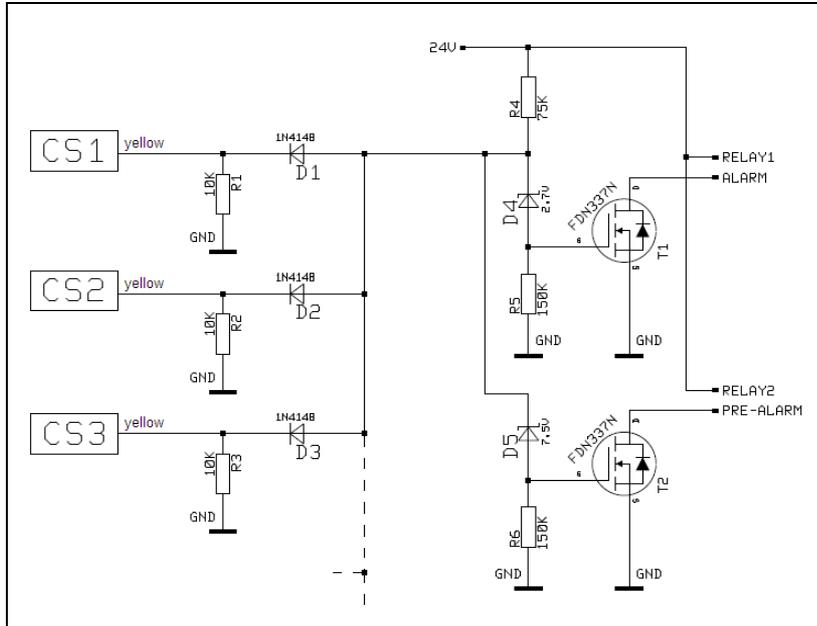
## Prinzipschaltbilder für Maintenance-Applikationen



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 CompactConnect

### Installation

Legen Sie die Installations-CD in das entsprechende Laufwerk Ihres PC ein. Wenn die Autorun-Option auf Ihrem Computer aktiviert ist, startet der Installations-assistent (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.

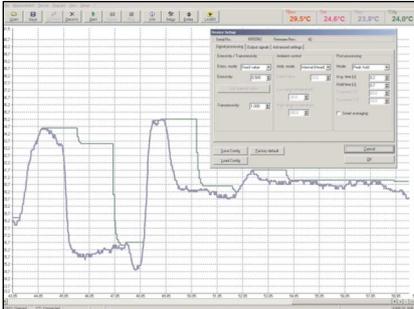
Nach der Installation finden Sie die Software auf Ihrem Desktop (als Programmsymbol) sowie im Startmenü unter: [Start]Programme\CompactConnect.

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

#### 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

<b>Kommunikationsmode (bidirektional)</b>				
<b>Lese-Kommandos</b>	<b>Header bytes</b>	<b>Antwort</b>	<b>Umsetzung Antwort in Dezimalwert</b>	<b>Beispiel</b>
lese Prozesstemperatur <sup>1)</sup>	3E0200	word (hiByteLobyte)	Prozesstemperatur [°C] = (Hex ⇒ Dec(word)-1000)/10	[1]
lese Kopftemperatur	3E0202	word (hiByteLobyte)	Kopftemperatur [°C] = (Hex ⇒ Dec(word)-1000)/10	
lese aktuelle Objekttemperatur <sup>1)</sup>	3E0204	word (hiByteLobyte)	Objekttemperatur [°C] = (Hex ⇒ Dec(word)-1000)/10	
lese aktuelle Umgebungstemperatur	3E0206	word (hiByteLobyte)	Umgebungstemperatur [°C] = (Hex ⇒ Dec(word)-1000)/10	
lese Emissionsgrad	3E0208	word (hiByteLobyte)	Emissionsgrad = Hex ⇒ Dec(word)/1000	[2]
<b>Schreib-Kommandos</b>				
<b>Schreib-Kommandos</b>	<b>Header bytes</b>	<b>Set value</b>	<b>Erzeugung des set value</b>	
setze Emissionsgrad	3A0208	word (hiByteLobyte)	word = Dec ⇒ Hex (Emissionsgrad x 1000)	[3]
einschalten Schleifenwartungs-Modus	3D026190	-----	-----	[4]
setze Objekttemperatur	3A0212	word (hiByteLobyte)	word = Dec ⇒ Hex (Objekttemperatur [°C] x 10 +1000)	[5]
ausschalten Schleifenwartungs-Modus	3D026180	-----	-----	[6]
<b>Beispiele</b>				
<b>Beispiele</b>	<b>Senden</b>	<b>Empfangen</b>	<b>Bemerkung</b>	
[1] lese Prozesstemperatur	3E0200	<b>0519</b>	Prozesstemp. [°C] = (Hex ⇒ Dec( <b>0519</b> )-1000)/10 = 30,5	
[2] lese aktuellen Emissionsgrad	3E0208	<b>036C</b>	Emissionsgrad = (Hex ⇒ Dec( <b>036C</b> )/1000) = 0,876	
[3] setze Emissionsgrad auf <b>0,95</b>	3A0208 <b>03B6</b>	-----	word = Dec ⇒ Hex( <b>0,95</b> x 1000) = <b>03B6</b>	
[4] einschalten Schleifenwartung-Modus	3D026190	-----	-----	
[5] setze Ausgang auf 0°C (permanent)	3A0212 <b>03E8</b>	-----	word = Dec ⇒ Hex ( <b>0</b> [°C] x 10 +1000) = <b>03E8</b>	
[5] setze Ausgang auf <b>200</b> °C (permanent)	3A0212 <b>0BB8</b>	-----	word = Dec ⇒ Hex ( <b>200</b> [°C] x 10 +1000) = <b>0BB8</b>	
[6] Rückkehr in Standard-Modus	3D026180	-----	-----	
<sup>1)</sup> Wenn <b>peak/ valley hold</b> aktiviert ist, hält die "Prozesstemperatur" den gefundenen Maximal- bzw. Minimalwert während die "aktuelle Objekttemperatur" der tatsächlichen Objekttemperatur (ohne Signalverarbeitung) folgt; im <b>Standardmodus</b> sind "Prozesstemperatur" und "aktuelle Objekttemperatur" identisch.				
<b>Burstmode (unidirektional)</b>				
Nach Aktivierung wird ein kontinuierliches Signal erzeugt. Der Burst string kann mit Hilfe der CompactConnect Software konfiguriert werden.				
<b>Burst string</b>	<b>Beispiel</b>	<b>kompletter Burst string</b>	<b>Umsetzung in Dezimalwert</b>	
2 Synchronisations-Bytes: AAAA	-----		-----	
2 Bytes für jeden Ausgangswert (hi lo)	03B8	AAAA 03B8	Prozesstemp. [°C] = (Hex ⇒ Dec( <b>03B8</b> )-1000)/10 = <b>-4,8</b>	

## 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 ( $\epsilon$  - 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 bewegendere 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 ( $\epsilon$  - 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.

### 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.: ACLSED) 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.

## 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 poliert aufgeraut oxidiert	0,02-0,1 0,02-0,1 0,1-0,3 0,2-0,4
Blei	poliert aufgeraut oxidiert	0,05-0,1 0,4 0,2-0,6
Chrom		0,02-0,2
Eisen	nicht oxidiert verrostet oxidiert geschmiedet, stumpf	0,05-0,2 0,5-0,7 0,5-0,9 0,9
Eisen, gegossen	nicht oxidiert oxidiert	0,2 0,6-0,95
Gold		0,01-0,1
Haynes	Legierung	0,3-0,8
Inconel	elektropoliert sandgestrahlt oxidiert	0,15 0,3-0,6 0,7-0,95
Kupfer	poliert aufgeraut oxidiert	0,03 0,05-0,1 0,4-0,8
Magnesium		0,02-0,1

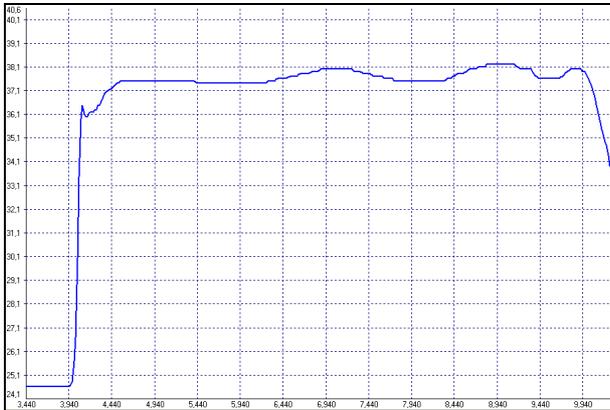
Material	typischer Emissionsgrad	
Messing	poliert rau oxidiert	0,01-0,05 0,3 0,5
Molybdän	nicht oxidiert oxidiert	0,1 0,2-0,6
Monel (Ni-Cu)		0,1-0,14
Nickel	elektrolytisch oxidiert	0,05-0,15 0,2-0,5
Platin	schwarz	0,9
Quecksilber		0,05-0,15
Silber		0,02
Stahl	poliertes Blech rostfrei Grobblech kaltgewalzt oxidiert	0,1 0,1-0,8 0,4-0,6 0,7-0,9 0,7-0,9
Titan	poliert oxidiert	0,05-0,2 0,5-0,6
Wolfram	poliert	0,03-0,1
Zink	poliert oxidiert	0,02 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