

Bedienungsanleitung



optris[®] CTi

LT/ LTfast/ LThot/ G5/ P3/ P7/ 1M/ 2M/ 3M/ 4M

Infrarot-Thermometer

Optris GmbH & Co. KG
Ferdinand-Buisson-Str. 14
13127 Berlin
Germany

Tel.: +49 30 500 197-0
Fax: +49 30 500 197-10

E-mail: info@optris.com
Internet: www.optris.com



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	3
1 Allgemeine Informationen	8
1.1 Beschreibung	8
1.2 Gewährleistung	9
1.3 Lieferumfang	9
1.4 Wartung	10
1.4.1 Reinigung	10
1.4.2 Handhabung.....	10
1.4.3 Lagerung	10
1.5 Modellübersicht	11
1.6 Werksvoreinstellung	13
2 Technische Daten	15
2.1 Allgemeine Spezifikation	15

2.2	Elektrische Spezifikation	16
2.3	Messtechnische Spezifikation gemäß IEC/TS 62492-2 (2013-04)	17
2.3.1	LT Versionen	17
2.3.2	LTfast Versionen	18
2.3.3	G5 / P3 / P7 Versionen	19
2.3.4	xM Versionen	20
2.3.5	Messbedingungen gemäß IEC/TS 62492-2 (2013-04)	24
2.4	CF Linse und Schutzfenster	25
2.5	Optische Diagramme	27
2.5.1	Standardfocus (SF – standard focus)	28
2.5.2	Naher Fokus (CF – close focus)	29
2.5.3	Standardfocus + Naher Focus (SF + CF)	30
3	Mechanische Installation	31
3.1	Montagezubehör	34

Inhaltsverzeichnis		5
3.2	Freiblasvorsatz	36
3.3	Weiteres Zubehör	38
4	Elektrische Installation	44
4.1	Anschluss der Kabel	44
4.1.1	Bezeichnung	45
4.1.2	Stromversorgung	46
4.1.3	Kabelmontage	47
4.2	Erdung	48
4.3	Tausch des Sensorkopfes	48
4.3.1	Eingabe des Kalibriercodes	49
4.3.2	Verkürzung des Messkopfkabels	50
4.3.3	Messungenauigkeiten	50
5	Aus- und Eingänge	52
5.1	Analogausgänge	52

5.2	Digitale Schnittstellen	53
5.3	Relais Ausgänge	54
5.4	I/O pins	55
5.5	Alarmer	56
5.5.1	Visualisierung	56
5.5.2	Open-collector Ausgang / AL2:	57
6	Bedienung	58
6.1	Sensoreinstellungen	58
7	IRmobile App	65
8	Software CompactPlus Connect	67
8.1	Installation	67
8.2	Kommunikationseinstellungen	68
8.2.1	Serielle Schnittstelle	68
8.2.2	Protokoll	68

9	Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung	69
10	Emissionsgrad	70
10.1	Definition.....	70
10.2	Bestimmung eines unbekannten Emissionsgrades	70
10.3	Charakteristische Emissionsgrade	72
	Anhang A – Emissionsgradtabelle Metalle	73
	Anhang B – Emissionsgradtabelle Nichtmetalle	75
	Anhang C – Adaptive Mittelwertbildung	76
	Anhang D – Konformitätserklärung	77

1 Allgemeine Informationen

1.1 Beschreibung

Vielen Dank, dass Sie sich für das **optris® CTi** Infrarot-Thermometer entschieden haben.

Die Sensoren der Serie optris CTi sind berührungslos messende Infrarot-Temperatursensoren.

Sie messen die von Objekten emittierte Infrarotstrahlung und berechnen auf dieser Grundlage die Oberflächentemperatur [**►9 Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung**]. Das Sensorgehäuse des CT-Messkopfes besteht aus Edelstahl (Schutzgrad IP65/ NEMA-4) – die Auswerteelektronik ist in einem separaten Zink-Druckgussgehäuse untergebracht.



Die CTi - Sensoren sind empfindliche optische Systeme. Die Montage sollte deshalb ausschließlich über das vorhandene Gewinde erfolgen.



- Vermeiden Sie abrupte Änderungen der Umgebungstemperatur.
- Vermeiden Sie grobe mechanische Gewalt am Messkopf, da dies zur Zerstörung führen kann und in diesem Fall jegliche Gewährleistungsansprüche entfallen.
- Bei Problemen oder Fragen wenden Sie sich an die Mitarbeiter unserer Serviceabteilung.



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



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

1.2 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 Gerätekomponten. Nicht unter die Gewährleistung fallen Schäden, die durch unsachgemäße Behandlung, Öffnung des Gerätes oder Gewalteinwirkung entstanden sind. Der Hersteller haftet nicht für etwaige Folgeschäden oder bei nicht bestimmungsgemäßem Einsatz des Produktes. 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.

Alle Messsysteme von Optris werden vor Auslieferung umfassenden Tests unterzogen. Diese finale Kontrolle garantiert, dass alle Produkte den strengen Leistungs- und Zuverlässigkeitsstandards gerecht werden. Damit garantiert Optris den genauen und zuverlässigen Betrieb aller Geräte gemäß ihren Spezifikationen.

1.3 Lieferumfang

- CTi-Messkopf mit Anschlusskabel und Auswerteelektronik
- Montagemutter
- Bedienungsanleitung

1.4 Wartung



Niemals lösungsmittelhaltige Reinigungsmittel verwenden (weder für die Optik noch das Gehäuse).

1.4.1 Reinigung

Lose Partikel können mit sauberer Druckluft weggeblasen werden. Die Linsenoberfläche kann mit einem weichen, feuchten Tuch (befeuchtet mit Wasser) oder einem Linsenreiniger (z.B. Purosol oder B+W Lens Cleaner) gereinigt werden.

1.4.2 Handhabung

Beim Reinigen der Optik des Infrarotmessgeräts müssen stets Handschuhe getragen werden. IG-Gläser können giftig sein und über die Haut aufgenommen werden. Bei allen IG-Materialien ist besondere Vorsicht geboten, da diese Materialien weich und anfällig für Kratzer sind.

Das Material der Infrarotlinsen darf nicht verschluckt, eingeatmet oder anderweitig aufgenommen werden. Im Falle eines Brandes und/oder einer Explosion dürfen die Dämpfe nicht eingeatmet werden. Beim Erhitzen auf hohe Temperaturen können giftige Dämpfe aus Selenoxid und Arsenid freigesetzt werden. Bei Kontakt mit Säure kann giftiges Selenwasserstoffgas freigesetzt werden.

1.4.3 Lagerung

Infrarotmessgeräte – insbesondere deren Optiken – sollten in einer umgebungsarmen Luftfeuchtigkeit gelagert werden. Eine längere UV-Licht-Bestrahlung ist zu vermeiden, um die Entstehung von Oberflächenvernebelung an der Optik zu verhindern genauso wie der Kontakt mit hohen Temperaturen, starken Säuren oder Basen.

1.5 Modellübersicht

Die Sensoren der CTi-Serie sind in folgenden Basisvarianten lieferbar:

Modell	Bezeichnung	Messbereich	Spektrale Empfindlichkeit	Typische Anwendungen
LT	LT02	-50 bis 650 °C	8-14 µm	nichtmetallische Oberflächen
	LT15	-50 bis 800 °C		
	LT22	-50 bis 1050 °C		
LThot	LT02H	-50 bis 1050 °C		hohe Umgebungstemperaturen (bis 250 °C)
	LT10H			
LTfast	LT02F	-50 bis 600 °C		Schnelle Anwendungen (ms Bereich) bei tiefen Objekttemperaturen
	LT15F	-50 bis 1050 °C		
	LT25F			
G5	G5H	100 bis 1650 °C	5.0 µm	Glasanwendungen
	G5L	50 bis 1000 °C		
P3	P3	35 bis 600 °C	3.43 µm	Dünne Plastikfolien wie PE, PE and PS
P7	P7	0 bis 710 °C	7.9 µm	Dünne Plastikfolien wie PET, PU, PTFE, PA or CTA

Modell	Bezeichnung	Messbereich	Spektrale Empfindlichkeit	Typische Anwendungen
1M	1MXL	350 bis 800 °C	1.0 µm	Metalle bei heißen Objekttemperaturen und schnellen Prozessen
	1ML	485 bis 1150 °C		
	1MH	650 bis 1850 °C		
	1MH1	800 bis 2200 °C		
2M	2MXL	150 bis 500 °C	1.6 µm	Metalle bei heißen Objekttemperaturen und schnellen Prozessen
	2ML	250 bis 900 °C		
	2MH	385 bis 1600 °C		
	2MH1	490 bis 2000 °C		
3M	3MXL	30 bis 350 °C	2.3 µm	Metalle bei geringen Objekttemperaturen
	3ML	50 bis 475 °C		
	3MH	100 bis 600 °C		
	3MH1	150 bis 1000 °C		
	3MH2	200 bis 1500 °C		
	3MH3	250 bis 1850 °C		
4M	4ML	0 °C bis 500 °C	2.2 – 6 µm	geringe Objekttemperaturen (ab 0 °C) und sehr schnelle Prozesse

1.6 Werksvoreinstellung

Die Geräte haben bei Auslieferung folgende Voreinstellungen:

Einstellung	Wert
Signalausgabe 1 - Objekttemperatur	0 – 10 V
Signalausgabe 2 – interne Kopftemperatur	0 – 10 V
Emissionsgrad	1.000
Transmission	1.000
Mittelwertbildung (AVG)	0.1 s
Smart Averaging	inaktiv
Maximalwerthaltung (MAX)	inaktiv
Minimalwerthaltung (MIN)	inaktiv
Temperatureinheit	°C
Umgebungstemperaturkompensation (Ausgabe an OUT-AMB als 0-5 V-Signal bei LT)	interner Messkopftemperaturfühler
Baudrate	921,6 kBaud (für xM) 115 kBaud (für alle anderen Modelle)

	LT02	LT15	LT22	LT02H	LT10H
untere Grenze Temperaturbereich [°C]	0			0	
obere Grenze Temperaturbereich [°C]	500			1000	
untere Alarmgrenze [°C] (Normal geschlossen)	30			30	
obere Alarmgrenze [°C] (Normal offen)	100			100	

	G5L	G5H	P3	P7	1MXL	1ML
untere Grenze Temperaturbereich [°C]	50	100	35	0	350	485
obere Grenze Temperaturbereich [°C]	1000	1650	600	710	800	1150
untere Alarmgrenze [°C] (Normal geschlossen)	200	250	50	50	450	550
obere Alarmgrenze [°C] (Normal offen)	600	800	100	100	600	950

	1MH	1MH1	2MXL	2ML	2MH	2MH1
untere Grenze Temperaturbereich [°C]	650	800	150	250	385	490
obere Grenze Temperaturbereich [°C]	1850	2200	500	900	1600	2000
untere Alarmgrenze [°C] (Normal geschlossen)	750	900	200	350	450	550
obere Alarmgrenze [°C] (Normal offen)	1200	1600	350	700	900	1200

	3MXL	3ML	3MH	3MH1	3MH2	4ML
untere Grenze Temperaturbereich [°C]	30	50	100	150	200	0
obere Grenze Temperaturbereich [°C]	350	475	600	1000	1500	500
untere Alarmgrenze [°C] (Normal geschlossen)	50	70	150	250	300	70
obere Alarmgrenze [°C] (Normal offen)	100	100	250	600	800	100

2 Technische Daten

2.1 Allgemeine Spezifikation

	Sensorkopf	Elektronikgehäuse
Schutzgrad	IP65 (NEMA-4)	IP65 (NEMA-4)
Umgebungstemperatur	siehe: Messtechnische Spezifikation	-20...85 °C ¹⁾
Lagertemperatur	siehe: Messtechnische Spezifikation	-40...85 °C
Relative Luftfeuchtigkeit	10...95 %, nicht kondensierend	
Material (Messkopf)	Edelstahl	Zink, gegossen
Abmessungen	28 mm x 14 mm (SF Optik) oder 32 mm x 14 mm (CF Optik), M12x1	89 mm x 70 mm x 30 mm
	55 mm x 29,5 mm, M18x1 (mit Massivgehäuse)	
Gewicht	40 g (205g mit Massivgehäuse)	420 g
Kabellänge	1 m (Standard für LT/LTfast Versionen)	8 m
	3 m (Standard für alle anderen Versionen)	15 m
Kabeldurchmesser	2,8 mm	
Umgebungstemperatur Kabel	max. 180 °C [Hochtemperaturkabel für CTihot: 250 °C]	
Vibration / Schock	IEC 68-2-6: 3G, 11 – 200 Hz, alle Achsen / IEC 68-2-27: 50G, 11 ms, alle Achsen	
Druckfestigkeit (Messkopf)	8 bar	
Software / App (optional)	CompactPlus Connect / IRmobile App	

1) Die Funktionalität des LCD Displays kann bei Temperaturen unterhalb von 0°C limitiert sein

2.2 Elektrische Spezifikation

Spezifikation	Werte
Spannungsversorgung	8-30 VDC / 5 V USB (integriert) / max. 1,2 W
Ausgänge / Analog	Ausgänge 1 und 2 sind frei wählbar: Analog mA/mV, Alarm mA/mV, TCK wahlweise: 0/ 4–20 mA, 0–5/ 10 V, Thermoelement (Typ K) oder Alarmausgang (Signalquelle: Objekttemperatur) Kopftemperatur als 0–5 V oder 0–10 V Ausgang, oder Alarmausgang (Signalquelle umschaltbar auf Objekttemperatur oder Elektronikboxtemperatur bei Nutzung als Alarmausgang)
Alarmausgang	Open-collector-Ausgang (NPN-Typ) am Pin AL2 [24 V/ 50 mA]
Ausgangsimpedanzen mA mV	max. Schleifenwiderstand 500 Ω min. 100 kΩ Lastwiderstand
Digitale Schnittstellen	USB, RS232, RS485, Modbus RTU, Ethernet TCP, Modbus TCP, EtherNet/IP, Profinet, EtherCAT, IO-Link (über optionale Steckmodule)
Relaisausgang	2 x 60 VDC/ 42 VAC _{RMS} , 0,4 A; optisch isoliert/potenzialfrei (optionales Steckmodul)
Funktionseingänge / I/O Pins	I/O1-3 Pins über Software frei wählbar

2.3 Messtechnische Spezifikation gemäß IEC/TS 62492-2 (2013-04)

2.3.1 LT Versionen

	LT02	LT15	LT22	LT02H	LT10H
Temperaturmessbereich	-50... 650 °C	-50... 800 °C	-50... 1050 °C	-50... 1050 °C	-50... 1050 °C
Betriebstemperatur (Kopf)	-20...120 °C	-20...180 °C		-20...250 °C	-20...250 °C
Lagertemperatur (Kopf)	-40...120 °C	-40...180 °C		-40...250 °C	-40...250 °C
Spektralbereich	8 -14 µm				
Optische Auflösung	2:1	15:1	22:1	2:1	10:1
Messunsicherheit	±1.0 °C oder ± 1.0 %			±1.5 °C oder ± 1.0 %	
Wiederholpräzision	±0.2 °C oder ± 0.1 %	±0.1 °C oder ± 0.1 %	±0.15 °C oder ± 0.1 %	±0.13 °C oder ± 0.1 %	±0.16 °C oder ± 0.1 %
Kurzzeitstabilität (typisch)	0.13 K/h	0.08 K/h	0.08 K/h	0.24 K/h	0.3 K/h
Umgebungstemperatureinfluss	±0.05 K/ K oder ±0.02 %/K	±0.05 K/K	±0.05 K/K	±0.1 K/K	±0.04 K/K
NETD (typisch)	25 mK	25 mK	35 mK	37 mK	45 mK
Einstellzeit (90 % des Signals)	40 ms	115 ms	115 ms	45 ms	40 ms
Belichtungszeit (90 % des Signals)	40 ms				
Aufwärmzeit	10 min				
Emissionsgradeinstellung	0,050...1,100 (einstellbar über Software)				
Tramsissionsgradeinstellung	0,050...1,100 (einstellbar über Software)				
Signalverarbeitung	Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmier Tasten oder Software)				

2.3.2 LTfast Versionen

	LT02F	LF15F	LF25F
Temperaturmessbereich	-50...+600 °C	-50...+1050 °C	
Betriebstemperatur (Kopf)	-20...+125 °C		
Lagertemperatur (Kopf)	-40...+125 °C		
Spektralbereich	8 – 14 µm		
Optische Auflösung	2:1	15:1	25:1
Messunsicherheit	± 2.0 °C oder ± 1 %	± 2.0 °C oder ± 1 %	± 2.0 °C oder ± 1 %
Wiederholpräzision	± 0.11 K	± 0.22 K	± 0.55 K
Kurzzeitstabilität (typisch)	0.07 K/h	0.12 K/h	0.25 K/h
Umgebungstemperatureinfluss	± 0.05 K/K		
NETD (typisch)	40 mK	75 mK	180 mK
Einstellzeit (90 % des Signals)	30 ms	9 ms	6 ms
Belichtungszeit (90 % des Signals)	30 ms	9 ms	6 ms
Aufwärmzeit	10 min		
Emissionsgradeinstellung	0,050...1,100 (einstellbar über Software)		
Transmissionsgradeinstellung	0,050...1,100 (einstellbar über Software)		
Signalverarbeitung	Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmier Tasten oder Software)		

2.3.3 G5 / P3 / P7 Versionen

	G5L	G5H	P3	P7
Temperaturmessbereich	50...1000 °C	100...1650 °C	35...600 °C	0...710 °C
Betriebstemperatur (Kopf)	-20... 85 °C			
Lagertemperatur (Kopf)	-40... 85 °C			
Spektralbereich	5.0 µm		3.43 µm	7.9 µm
Optische Auflösung	14:1	20:1	15:1	10:1
Messunsicherheit	± (1 % des Messwerts + 1.5 °C)		± (1 % des Messwerts + 2.5 °C)	± 1.5 °C oder ± 1 % des Messwerts
Wiederholpräzision	± 0.2 °C oder ± 0.2 %	± 0.5 °C oder ± 0.2 %	± 0.25 K	± 0.22 K
Kurzzeitstabilität (typisch)	0.9 K/h	1.0 K/h	0.15 K/h	0.4 K/h
Umgebungstemperatureinfluss	± (0.1 K/K oder 0.02 %/K)	± (0.1 K/K oder 0.02 %/K)	± 0.1 K/K	± 0.15 K/K
NETD (typisch)	60 mK	80 mK	90 mK	45 mK
Einstellzeit (90 % des Signals)	90 ms	70 ms	15 ms	150 ms
Belichtungszeit (90 % des Signals)	90 ms	70 ms	15 ms	150 ms
Aufwärmzeit	10 min			
Emissionsgradeinstellung	0,050...1,100 (einstellbar über Software)			
Transmissionsgradeinstellung	0,050...1,100 (einstellbar über Software)			
Signalverarbeitung	Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmier Tasten oder Software)			

2.3.4 xM Versionen

	1MXL	1ML	1MH	1MH1
Temperaturmessbereich	350...800 °C	485...1150 °C	650...1850 °C	800...2200 °C
Betriebstemperatur (Kopf)	-20... 125 °C			
Lagertemperatur (Kopf)	-40... 125 °C			
Spektralbereich	1.0 µm			
Optische Auflösung	15:1	40:1	75:1	75:1
Messunsicherheit	± 2.0 °C	± (1.5 °C + 0.3 % des Messwerts)	± (1.5 °C + 0.3 % des Messwerts)	± (2.0 °C + 0.3 % des Messwerts)
Wiederholpräzision	± 1.4 K	± 1.0 K	± 0.5 K	± 0.5 K
Kurzzeitstabilität (typisch)	0.3 K/h	0.06 K/h	0.11 K/h	0.11 K/h
Umgebungstemperatureinfluss	± 0.1 K/K	± 0.1 K/K	± 0.15 K/K	± 0.15 K/K
NETD (typisch)	600 mK	330 mK	220 mK	160 mK
Einstellzeit (90 % des Signals)	320 µs			
Belichtungszeit (90 % des Signals)	110 µs			
Aufwärmzeit	Keine			
Emissionsgradeinstellung	0,050...1,100 (einstellbar über Software)			
Transmissionsgradeinstellung	0,050...1,100 (einstellbar über Software)			
Signalverarbeitung	Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmier Tasten oder Software)			

	2MXL	2ML	2MH	2MH1
Temperaturmessbereich	150...500 °C	250...900 °C	385...1600 °C	490...2000 °C
Betriebstemperatur (Kopf)	-20...125 °C			
Lagertemperatur (Kopf)	-40...125 °C			
Spektralbereich	1.6 µm			
Optische Auflösung	15:1	40:1	75:1	75:1
Messunsicherheit	± 1.5 °C	± (1.5 °C + 0.3 % des Messwerts)	± (1.5 °C + 0.3 % des Messwerts)	± (1.5 °C + 0.3 % des Messwerts)
Wiederholpräzision	± 0.25 K	± 0.35 K	± 0.25 K	± 0.25 K
Kurzzeitstabilität (typisch)	0.05 K/h	0.05 K/h	0.1 K/h	0.1 K/h
Umgebungstemperatureinfluss	± 0.05 K/K	± 0.12 K/K	± 0.12 K/K	± 0.20 K/K
NETD (typisch)	110 mK	175 mK	105 mK	52 mK
Einstellzeit (90 % des Signals)	320 µs			
Belichtungszeit (90 % des Signals)	110 µs			
Aufwärmzeit	Keine			
Emissionsgradeinstellung	0,050...1,100 (einstellbar über Software)			
Transmissionsgradeinstellung	0,050...1,100 (einstellbar über Software)			
Signalverarbeitung	Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmier Tasten oder Software)			

	3MXL	3ML	3MH
Temperaturmessbereich	30 ... 350 °C	50... 475 °C	100... 600 °C
Betriebstemperatur (Kopf)	-20 °C ... 85 °C		
Lagertemperatur (Kopf)	-40 °C ... 125 °C		
Spektralbereich	2.3 µm		
Optische Auflösung	12:1	22:1	33:1
Messunsicherheit	± 1.5 °C		
Wiederholpräzision	± 0.25 K		
Kurzzeitstabilität (typisch)	0.10 K/h	0.09 K/h	0.13 K/h
Umgebungstemperatureinfluss	±0.08 K/ K	±0.08 K/ K	±0.05 K/ K
NETD (typisch)	85 mK	95 mK	105 mK
Einstellzeit (90 % des Signals)	320 µs		
Belichtungszeit (90 % des Signals)	110 µs		
Aufwärmzeit	Keine		
Emissionsgradeinstellung	0,050...1,100 (einstellbar über Software)		
Transmissionsgradeinstellung	0,050...1,100 (einstellbar über Software)		
Signalverarbeitung	Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmier Tasten oder Software)		

	3MH1	3MH2	3MH3	4ML
Temperaturmessbereich	150...1000 °C	200...1500 °C	250...1850 °C	0...500 °C
Betriebstemperaturbereich (Kopf) ¹⁾	-20...+85 °C			-20...+70 °C
Lagertemperatur (Kopf)	-40...+125 °C			-40...+85 °C
Spektralbereich	2.3 µm			2.0 ... 6.0 µm
Optische Auflösung	75:1			10:1
Messunsicherheit ^{3) 4) 5) 7)}	± (0.3% des Messwerts + 1.5 °C)			± (0.3% des Messwerts + 2.0 °C)
Wiederholpräzision ^{2) 3) 4) 5) 7)}	± 0.6 K	± 0.25 K	± 0.25 K	± 0.16 K
Kurzzeitstabilität ^{4), 5), 7), 8)} (typisch)	0.25 K/h			0.05 K/h
Umgebungstemperatureinfluss ⁵⁾	± 0.08 K/K	± 0.1 K/K	± 0.1 K/K	± (0.05 K/K oder 0.03 %/K)
NETD ^{4) 5) 6) 7)} (typisch)	200 mK	95 mK	70 mK	70 mK
Einstellzeit (90 % Signal)	320 µs			
Erfassungszeit (90% Signal)	110 µs			
Aufwärmzeit	Keine			
Emissionsgradeinstellung	0,050...1,100 (einstellbar über Software)			
Transmissionsgradeinstellung	0,050...1,100 (einstellbar über Software)			
Signalverarbeitung	Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmier Tasten oder Software)			

2.3.5 Messbedingungen gemäß IEC/TS 62492-2 (2013-04)

- | | |
|---|---|
| 1) Die LCD Anzeige kann bei Temperaturen unter 0 °C begrenzt sein
2) Größerer Wert gilt
3) Einstellzeit = 1 s (90%)
4) Einstellzeit = 200 ms (90%)
5) Einstellzeit = 100 ms (90%)
6) Einstellzeit = 1 ms (90%)
7) $\varepsilon = 1.000$ | 8) $T_{\text{obj}} > 0 \text{ °C}$
9) $T_{\text{obj}} > T_{\text{Kopf}} + 10 \text{ °C}$
10) $T_{\text{obj}} = T_{\text{min}} + 50 \text{ °C}$
11) $T_{\text{obj}} = 25 \text{ °C}$
12) $T_{\text{obj}} = 50 \text{ °C}$
13) $T_{\text{obj}} = 100 \text{ °C}$
14) bei Raumtemperatur ($23 \pm 5 \text{ °C}$)
15) gültig für Temperaturen oberhalb von 50 °C |
|---|---|

	1M / 2M	3M	4M	LT/LThot	LTfast	G5	P3	P7
Betriebstemperatur	1	1	1	1	1	1	1	1
Messungenauigkeit	4,7,14	2,4,7,14	2,4,7,14	2,4,7,8	2,5,7,8,14	3,4,7,14	2,3,7,14,15	2,3,7,14
Wiederholpräzision	6,7,10,14	6,7,10,14	6,7,10,14	2,4,7,8,14	5,7,11,14	2,4,7,14	5,7,13,14	4,7,12,14
Kurzzeitstabilität	4,7,10	4,7,10	4,7,10	4,7,13,14	7,8,11	4,7,10,14	3,7,13	4,7,12,14
Umgebungstemperatur-einfluss	4,7	4,7	2,4,7	2,7	2,7,8	2,7	7,9,15	3,7
NETD	6,7,10,14	6,7,10,14	6,7,10,14	4,7,11,14	5,7,11,14	4,7,10,14	5,7,13,14	4,7,12,14



Bei allen CTi LT(hot) und G5 Modellen darf das Kopfkabel während der Messung nicht bewegt werden.

2.4 CF Linse und Schutzfenster

Die optionale Nahfokussierlinse (CF-Linse) ermöglicht die präzise Temperaturmessung sehr kleiner Objekte und ist für verschiedene Messköpfe erhältlich. Die minimal erreichbare Messpunktgröße hängt vom jeweiligen Messkopf ab. Der Messabstand wird von der Vorderkante des Linsenhalters oder des Laminar-Freiblasvorsatzes definiert.

Ebenso erhältlich sind Schutzfenster.

Die CF-Linse oder das Schutzfenster werden auf den Messkopf geschraubt, bis der mechanische Anschlag erreicht ist. In Kombination mit dem Massivgehäuse bitte die Version mit Außengewinde verwenden.

Model	CF-Linse	CF-Linse mit Außengewinde	Freiblasvorsatz mit CF-Linse	Schutzfenster	Schutzfenster mit Außengewinde
LT/G5	ACCTCF	ACCTCFE	ACCTAPLCF	ACCTPW	ACCTPWE
1M/ 2M/ 3M	ACCTCFHT	ACCTCFHTE	ACCTAPLCFHT	ACCTPWHT	ACCTPWHT
4M	-	-	-	ACCTPWSI35M	ACCTPWSI35ME
P3	ACCTCFP3	ACCTCFP3E	-	-	-

Typical Transmission values of the CF lens (*deviations possible)

Model	CF lens	Protective window
LT	0.78	0.83
1M/ 2M/ 3M	0.92	0.93
4M	-	0.92
P3	tbd	-

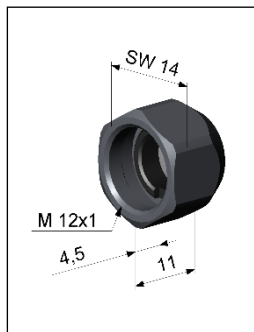


Figure 1: CF-Linse und Schutzfenster

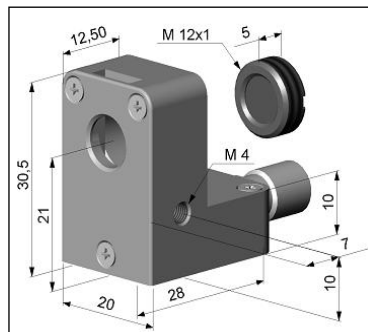


Figure 2: Laminar-Freiblasvorsatz mit integrierter CF-Linse

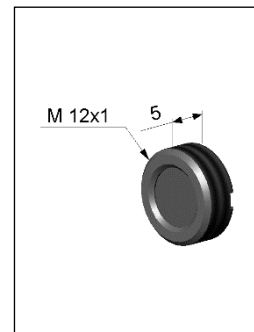


Figure 3: CF-Linse / Schutzfenster mit Außengewinde

2.5 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 Messkopfes gemessen.

Alternativ zu den optischen Diagrammen kann auch der [Messfleck-Kalkulator](#) auf der Optris Internetseite verwendet werden oder die [Optris Optikkalkulator App](#). Die App kann kostenlos im Google Play Store (siehe QR Code) heruntergeladen werden.



**D = Entfernung von der Vorderkante
des Gerätes zum Messobjekt**

S = Messfleckgröße

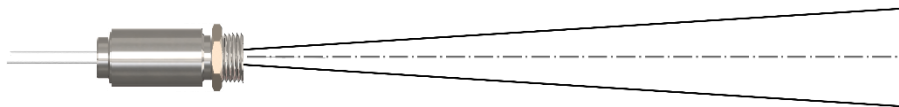


Die Größe des zu messenden Objektes und die optische Auflösung des IR-Thermometers bestimmen den Maximalabstand zwischen Messkopf und Objekt.

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

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

2.5.1 Standardfokus (SF – standard focus)

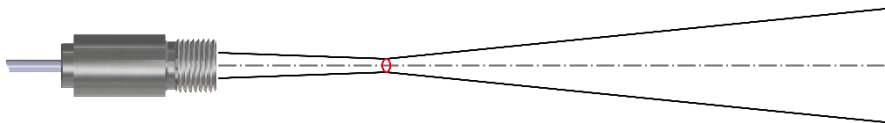


Modell	D:S	Optische Werte											
		0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	Abstand (mm)
LT02(H/F)	2:1	6.5	54.9	103.3	151.6	200	251.6	303.3	354.9	406.8	458.1	509.8	Spotgröße (mm)
LT10hot/4M/P7	10:1	6.5	14.9	23.3	31.6	40	51.6	63.3	74.9	86.5	98.1	109.8	Spotgröße (mm)
3MXL	12:1	6.5	13.2	19.9	26.6	33.3	43.3	53.3	63.2	73.2	83.1	93.1	Spotgröße (mm)
G5L	14:1	6.5	12.0	17.5	23.1	28.6	37.3	46.1	54.9	63.6	72.4	81.2	Spotgröße (mm)
LT15(F)/P3	15:1	6.5	11.5	16.6	21.6	26.7	35.0	43.3	51.5	59.8	68.1	76.4	Spotgröße (mm)
G5H	20 :1	6.5	9.9	13.3	16.6	20.0	26.6	33.3	39.9	46.5	53.1	59.8	Spotgröße (mm)

Modell	D:S	Optische Werte												
		0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	Abstand (mm)
3ML/LT22	22:1	6.5	10.5	14.4	18.4	22.3	26.3	30.2	34.2	38.1	42.1	46.0	50.0	Spotgröße (mm)
LT25F	25:1	6.5	14.9	23.3	31.6	40.0	51.6	63.3	74.9	86.5	98.1	109.8	121.4	Spotgröße (mm)

Modell	D:S	Optische Werte											
		0	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	Abstand (mm)
3MH	33:1	6.5	11.8	17	22.3	27.5	32.8	38.1	43.3	48.5	53.8	60.3	Spotgröße (mm)
3MH1/3MH2/3MH3	75:1	6.5	8.4	10.2	12.1	13.9	15.8	17.6	19.5	21.3	24.8	28.3	Spotgröße (mm)

2.5.2 Naher Fokus (CF – close focus)

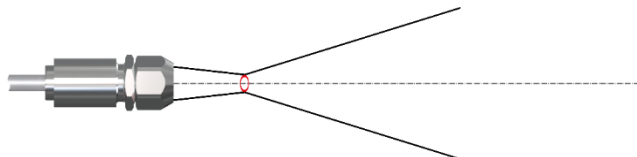


Modell	D:S	Optische Werte										
		0	15	30	50	75	100	125	150	175	200	Abstand (mm)
LT10hot CF1	10:1	6.5	4.8	3	9.3	17.3	25.2	33.1	41.8	48.9	56.8	Spotgröße (mm)
3MXL CF1	12:1	6.5	4.5	2.5	8.5	16.0	23.5	31.0	38.5	46.0	53.5	Spotgröße (mm)
3ML CF1	22:1	6.5	3.9	1.4	6.6	13.2	19.7	26.3	32.8	39.4	45.9	Spotgröße (mm)
3MH CF1	33:1	6.5	3.8	1	6	23.3	18.5	24.8	31	37.3	43.5	Spotgröße (mm)

Modell		D:S	Optische Werte											
			0	25	40	50	60	75	100	125	150	175	200	Abstand (mm)
4M CF	10:1	6.5	5.8	5.3	5.0	7.3	10.8	16.5	22.3	28.0	33.8	39.5	Spotgröße (mm)	
LT15 CF	15:1	6.5	4.9	4.0	3.4	5.4	8.4	13.3	18.3	23.2	28.2	33.1	Spotgröße (mm)	
LT22 CF	22:1	6.5	4.4	3.1	2.3	4.0	6.7	11.1	15.5	19.9	24.3	28.7	Spotgröße (mm)	

Modell	D:S	Optische Werte										
		0	40	80	110	150	200	250	300	350	400	Abstand (mm)
3MXL CF	12:1	6.5	7.5	8.4	9.2	14.9	22.0	29.1	36.2	43.3	50.5	Spotgröße (mm)
3ML CF	22:1	6.5	6.0	5.4	5.0	9.2	14.4	19.6	24.9	30.1	35.3	Spotgröße (mm)
3MH CF	33:1	6.5	5.3	4.2	3.3	6.9	11.4	15.8	20.3	24.8	29.3	Spotgröße (mm)
3MH1/3MH2/3MH3 CF	75:1	6.5	4.7	2.8	1.5	4.4	8.0	11.6	15.2	18.8	22.5	Spotgröße (mm)

2.5.3 Standardfokus + Naher Focus (SF + CF)



Modell	D:S	Optische Werte										
		0	5	10	20	23	30	35	40	50	60	Abstand (mm)
LT15	1.5:1	7.0	3.9	0.8	8.6	10.9	16.4	20.3	24.2	32.0	39.8	Spotgröße (mm)
LT22	2.2:1	7.0	3.8	0.6	8.2	10.5	15.8	19.6	23.4	31.0	38.6	Spotgröße (mm)
LT02	2.5:1	7.0	6.0	5.0	3.1	2.5	5.4	7.5	9.5	13.7	17.8	Spotgröße (mm)

*mit dem laminaren Freiblasvorsatz reduziert sich der Abstand um 2 mm

3 Mechanische Installation

Die CTi-Messköpfe verfügen über ein metrisches M12x1-Gewinde und lassen sich entweder direkt über das Sensorgewinde oder mit Hilfe der mitgelieferten Sechskantmutter an vorhandene Montagevorrichtungen installieren. Als Zubehör sind verschiedene Montagewinkel und -vorrichtungen erhältlich, die das Ausrichten des Messkopfes auf das Objekt erleichtern.



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

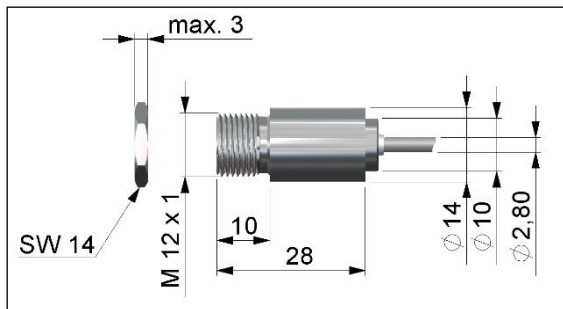


Figure 4: Maße des Messkopfes SF/CF

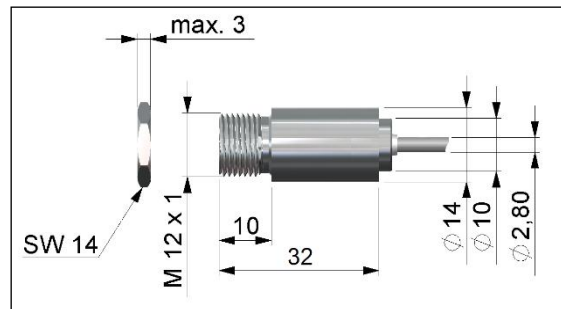


Figure 5: Maße des Messkopfes CF1

Alle CTi LThot Sensoren werden mit Massivgehäuse geliefert und können über das M18x1-Gewinde installiert werden.

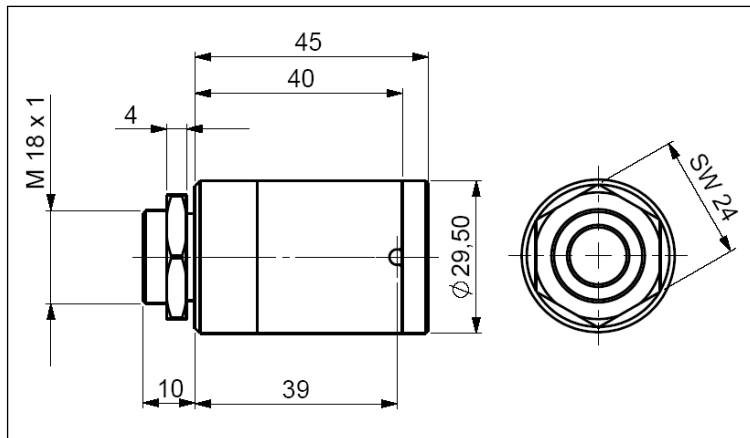
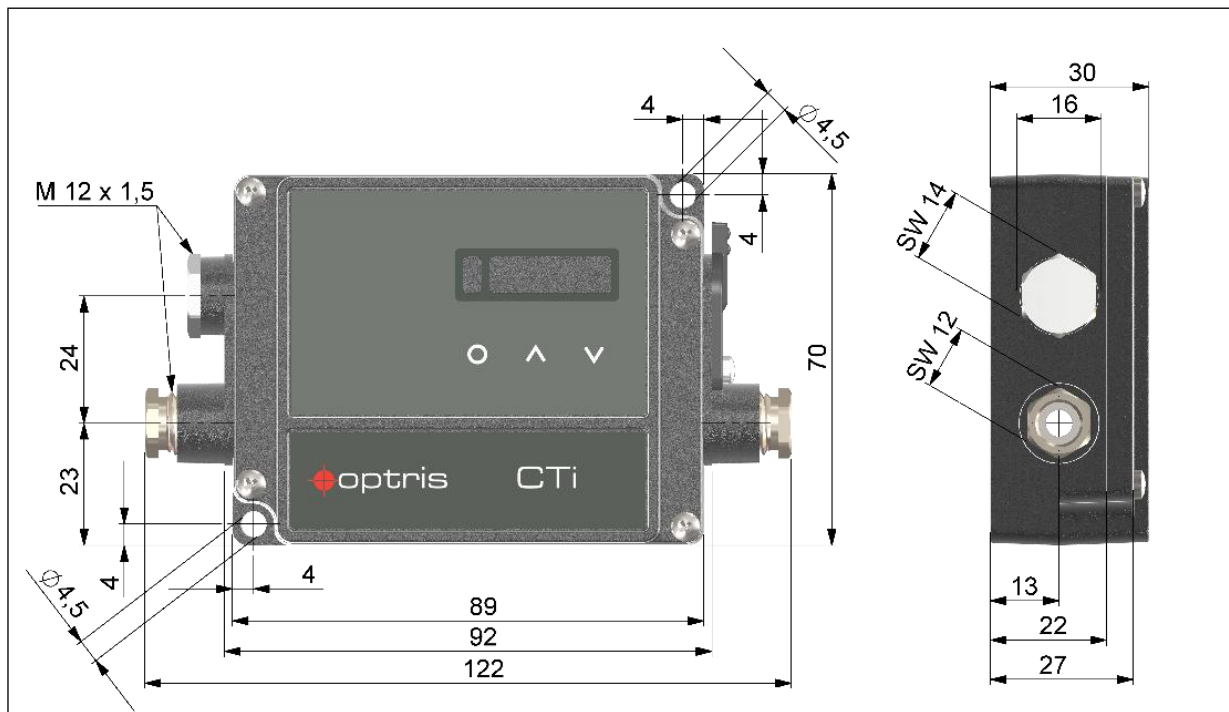


Figure 6 Massivgehäuse (Standard bei CTi LThot und P3/P7)



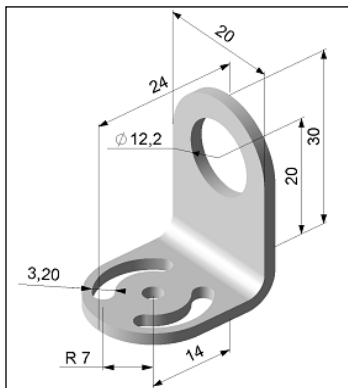
Der optische Strahlengang muss frei von jeglichen Objekten sein.



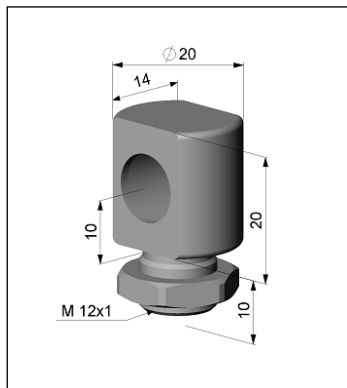
Elektronikgehäuse

Die Elektronikbox kann wahlweise auch mit geschlossenem Gehäusedeckel (Display und Programmier Tasten von außen nicht zugänglich) bestellt werden [ACCTCOV].

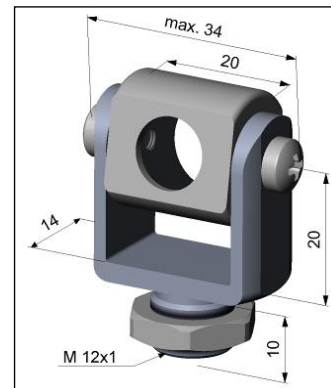
3.1 Montagezubehör



Montagewinkel, justierbar in einer Achse [ACCTFB]



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



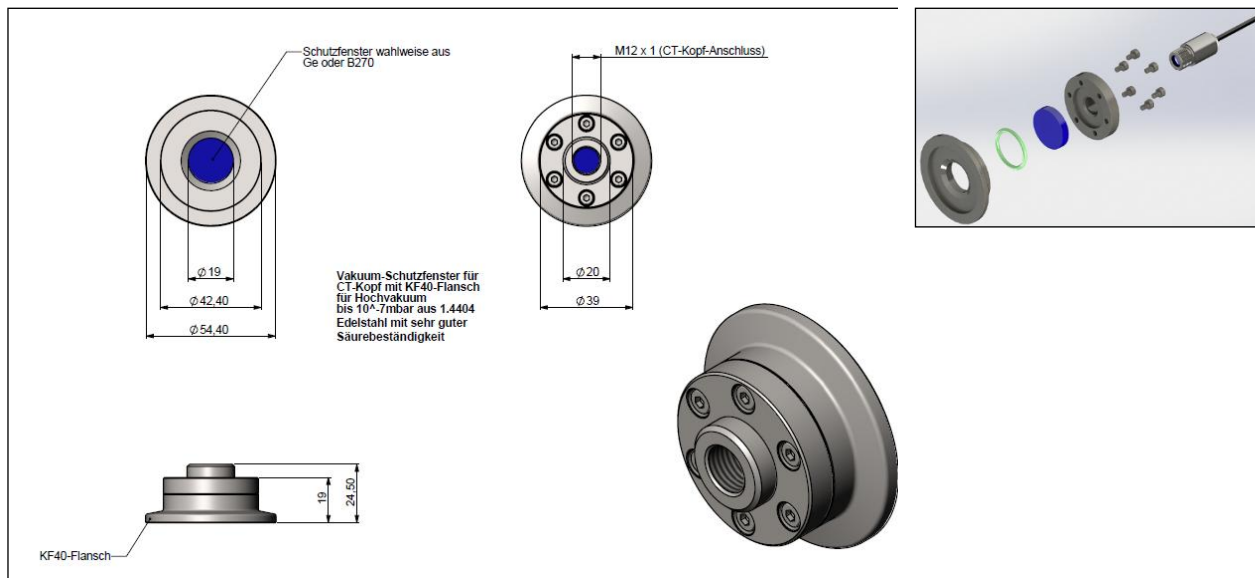
Montagegabel mit M12x1- Gewinde, justierbar in 2 Achsen [ACCTMG]



Montagewinkel, justierbar in zwei Achsen [ACCTAB] bestehend aus: ACCTFB und ACCTMB



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



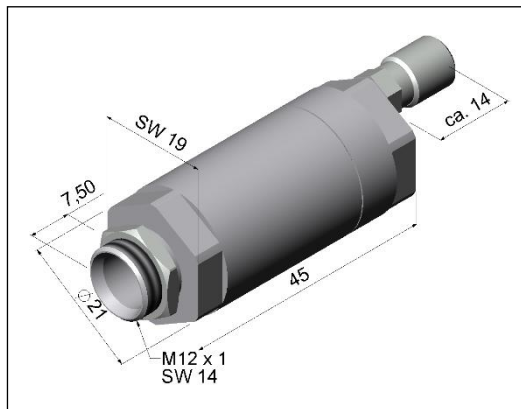
K40 Flansch [ACCTKF40GE] für CTi LT mit Germaniumfenster



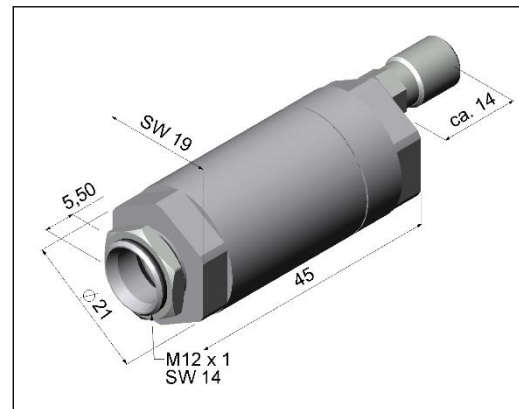
- Beim Wechseln des Fensters die Schrauben mit max. 1 Nm Anziehdrehmoment anziehen.
- Transmission: Ge $\approx 0,91$ und B270 $\approx 0,92$ (Abweichungen möglich)

3.2 Freiblasvorsatz

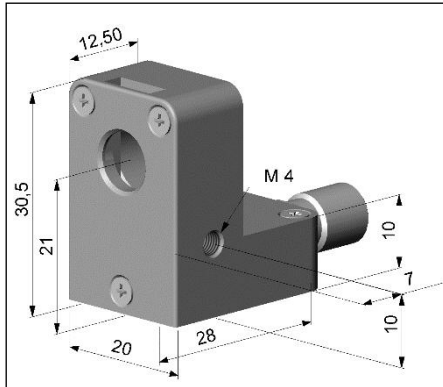
Ablagerungen (Staub, Partikel) auf der Linse sowie Rauch, Dunst und hohe Luftfeuchtigkeit (Kondensation) können zu Fehlmessungen führen. Durch die Nutzung eines Freiblasvorsatzes werden diese Effekte vermieden bzw. reduziert. Achten Sie darauf ölfreie, technisch reine Luft zu verwenden.



**Standard-Freiblasvorsatz [ACCTAP] für Optiken mit $D:S \geq 10:1$ (nicht für Messköpfe mit 32 mm Länge), kombinierbar mit Montagewinkel
Schlauchanschluss: 3x5 mm
Gewinde (Fitting): M5**



**Standard-Freiblasvorsatz [ACCTAP2] für Optiken mit $D:S \leq 2:1$ (nicht für Messköpfe mit 32 mm Länge), kombinierbar mit Montagewinkel
Schlauchanschluss: 3x5 mm
Gewinde (Fitting): M5**

**Laminar-Freiblasvorsatz [ACCTAPL]**

Der seitliche Luftaustritt verhindert ein Herunterkühlen des Objektes bei kleinen Messabständen.

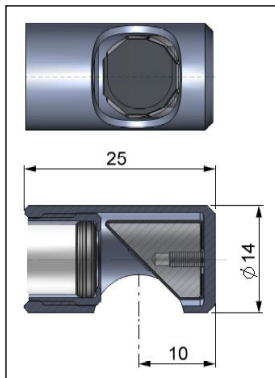
Schlauchanschluss: 3x5 mm

Gewinde (Fitting): M5

**Laminar-Freiblasvorsatz mit Montagegabel [ACCTAPLMF], justierbar in 2 Achsen**

- Die benötigte Luftmenge (ca. 2...10 l/ min., max. 8 bar) ist abhängig von der Applikation und den Bedingungen am Installationsort.
- Maximale Umgebungstemperatur **[ACCTAPL]** sind 150°C.

3.3 Weiteres Zubehör



Rechtwinkel-Spiegelvorsatz [ACCTRAM]

für Optiken mit D:S $\geq 10:1$;

ermöglicht Messungen im 90°-Winkel zur Sensorachse.

Der Spiegel hat eine Reflexion von 96 % bei Verwendung mit LT22 und LT15 sowie 88 % bei LT15F.

Bei Verwendung des Spiegels muss dieser Wert mit dem Emissionsgrad des Messobjektes multipliziert werden.

Beispiel: LT22 und Objekt mit Emissionsgrad = 0,85

$0,85 \times 0,96 = 0,816$

Im CTi muss somit als resultierender Emissionsgrad 0,816 eingestellt werden.



Laser-Visierhilfe [D08ACCTLST]

batteriebetrieben (2x Alkaline AA), zur Ausrichtung von CTi-Messköpfen. Der Laserkopf hat die gleichen Abmessungen wie der CTi-Messkopf.

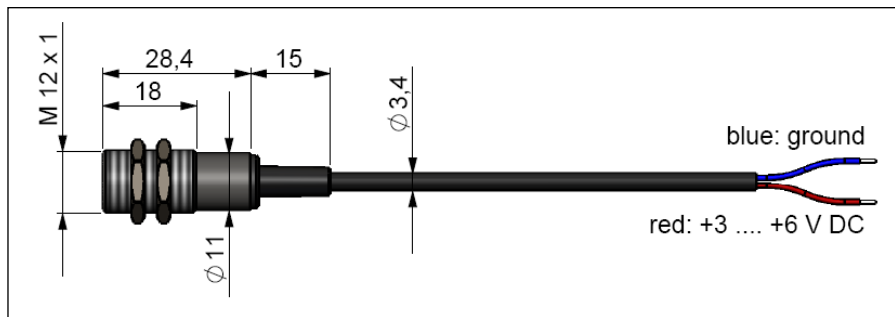
WARNUNG: Zielen Sie mit dem Laser nicht direkt in die Augen von Personen und Tieren! Blicken Sie nicht direkt bzw. indirekt wie z.Bsp. über reflektierende Flächen in den Laserstrahl!



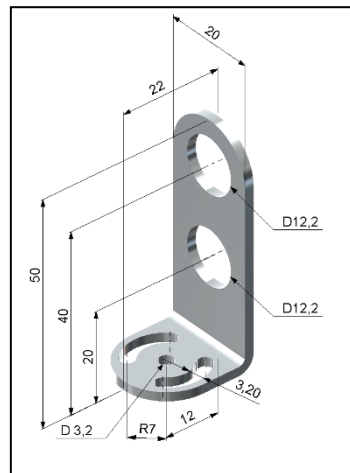
OEM-Laser-Visierhilfe

Die OEM-Laser-Visierhilfe ist mit 3,5 m **[ACCTOEMLST]** und 8 m Anschlusskabel **[ACCTOEMLSTCB8]** lieferbar. Der Laser kann an die Klemmen **3V SW** bzw. **PINK** und **GND** **[► 4 Elektrische Installation]** angeschlossen werden und über das Bedienungsmenü am Gerät oder über die Software ein- und ausgeschaltet werden.

Eine Montage von CTi-Messkopf und Laserkopf ist mit dem speziellen Doppellochmontagewinkel **[ACCTFB2]** möglich.

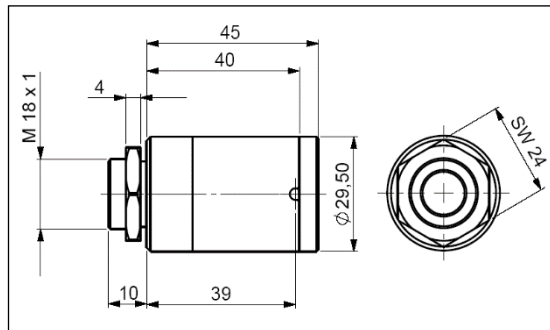


OEM-Laser-Visierhilfe [ACCTOEMLST bzw. ACCTOEMLSTCB8]

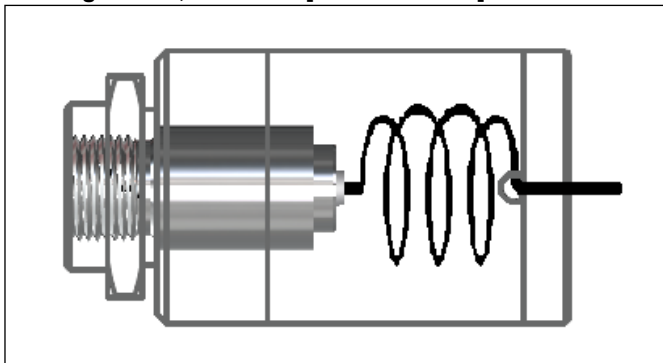


Montagewinkel [ACCTFB2]

Massivgehäuse



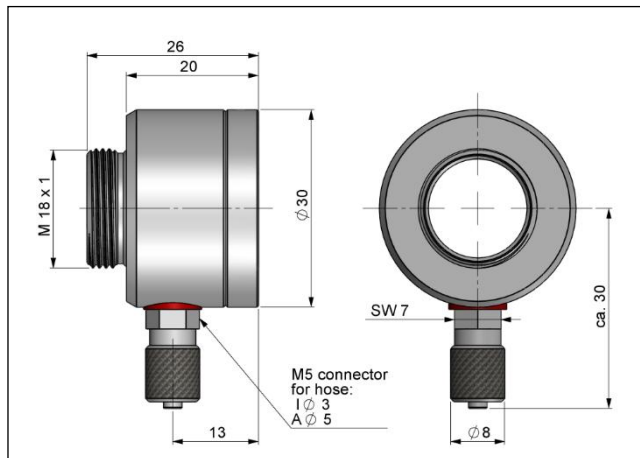
Massivgehäuse, Edelstahl [D06ACCTMHS] – alternativ auch in Aluminium (eloxiert) oder Messing lieferbar



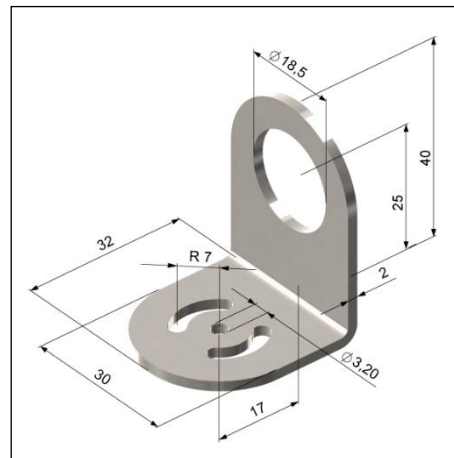
Das Massivgehäuse sorgt bei Applikationen mit dynamisch sich ändernden Umgebungstemperaturen für reproduzierbare und stabile Temperaturmessungen. Es ist kombinierbar mit der CF-Vorsatzoptik **[ACCTCFE]** oder mit dem Schutzfenster **[ACCTPWE]**.

WICHTIG: Um die Eigenschaften des Massiv-gehäuses optimal zu nutzen, müssen sich ca. 10 cm des Messkopfkabels im Inneren des Gehäuses (in Schlaufen) befinden.

Zubehör für Massivgehäuse



Freiblasvorsatz für Massivgehäuse (Gewinde M18x1)
[ACCTAPMH]



Montagewinkel für Massivgehäuse, justierbar in einer Achse [ACCTFBMH]



Die benötigte Luftmenge (ca. 2...10 l/ min., max. 8 bar) ist abhängig von der Applikation und den Bedingungen am Installationsort.

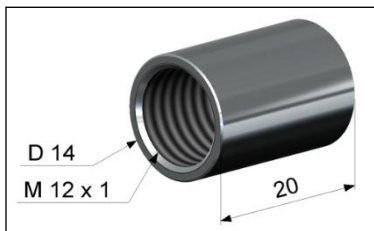
Rohradapter und Reflexionsschutzrohre

Der Rohradapter **[ACCTPA]** ermöglicht die Montage von Reflexionsschutzrohren am CTi-Messkopf. Die Reflexionsschutzrohre sind in 3 unterschiedlichen Längen lieferbar:

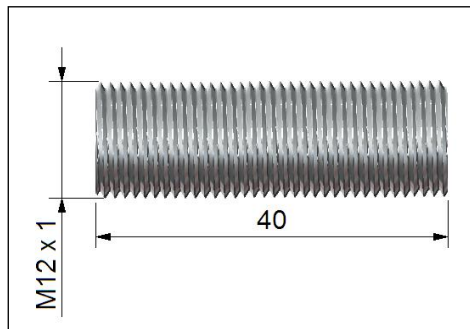
ACCTST20 20 mm

ACCTST40 40 mm

ACCTST88 88 mm



Rohradapter **[ACCTPA]**



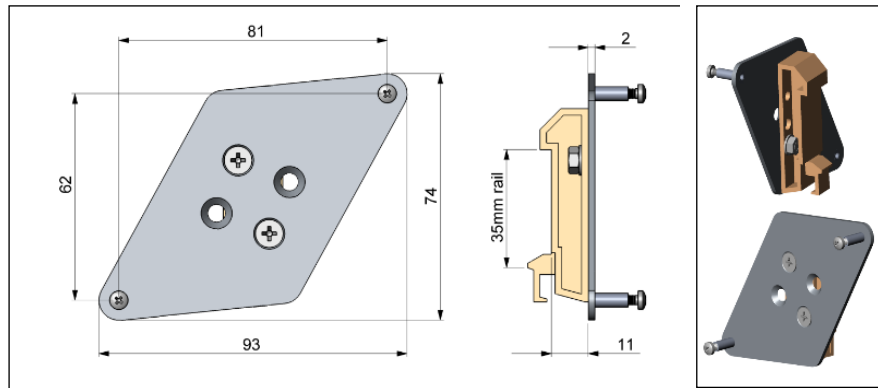
Reflexionsschutzrohr **[ACCTST40]**



Die Reflexionsschutzrohre sind nur für Messköpfe mit einem Distanz-Messfleck-Verhältnis (D:S) von $\geq 15:1$ geeignet.

Tragschienenmontageplatte für Elektronikgehäuse

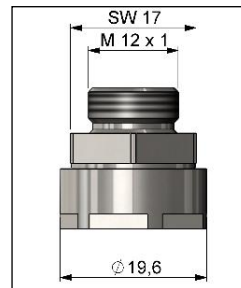
Mit Hilfe der Tragschienenmontageplatte kann die CTi-Elektronik an einer Hutschiene nach EN50022 (TS35) montiert werden.



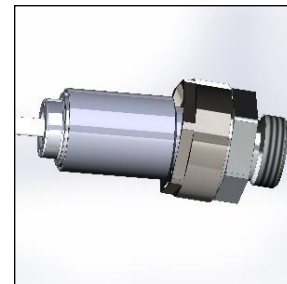
Tragschienenmontageplatte [ACCTRAIL]

Kippgelenk für CTi-Messköpfe

Mit diesem Montagezubehör kann eine Feinjustage des CTi-Messkopfes mit einem maximalen Winkel von $\pm 6,5^\circ$ zur mechanischen Achse erfolgen.



Kippgelenk [ACCTTAS]



4 Elektrische Installation

4.1 Anschluss der Kabel

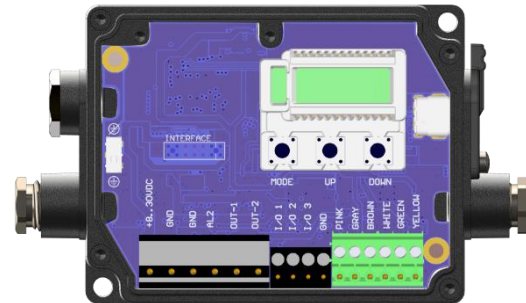
Zum Anschluss des CTi öffnen Sie bitte zunächst den Deckel der Elektronikbox (4 Schrauben). Im unteren Bereich befinden sich die Schraubklemmen für den Anschluss der Kabel.

Die CTi-Serie lässt sich in folgende Gruppen unterteilen:

- Grüne Elektronikplatine: LT, LThot, LTex und G5
- Blaue Elektronikplatine: LTfast, P3, P7 und xM



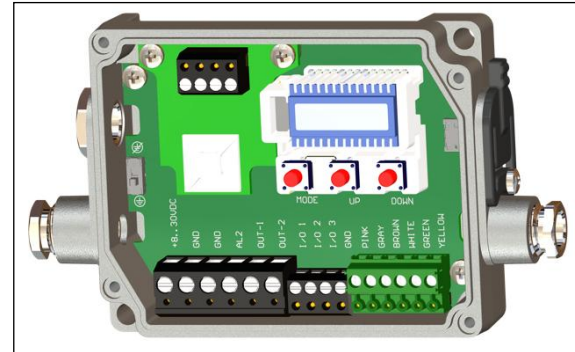
Grüne Elektronikplatine für LT, LThot, LTex und G5



Blaue Elektronikplatine für LTfast, P3, P7 und xM

4.1.1 Bezeichnung

+8...30 VDC	Spannungsversorgung
GND	Masse (0 V) der Spannungsversorgung
GND	Masse (0 V) der internen Ein- und Ausgänge
AL2	Alarm 2 (Open-collector Ausgang)
OUT-1	Analoger Ausgang mA, mV, TCK
OUT-2	Analoger Ausgang mA, mV, TCK
I/O1-I/O3	Ein- und Ausgänge
GND	Masse (0 V)
Pink	3 VDC, schaltbar, für Laser-Visierhilfe
GRAY - YELLOW	Kabel Sensorkopf



Geöffnete Elektronik-Box mit Anschlussklemmen

Das mitgelieferte USB-Kabel kann an der Seite von der Elektronikbox angeschlossen werden. Über die Software CompactPlus Connect oder der IRmobile App kann das Gerät direkt betrieben werden.



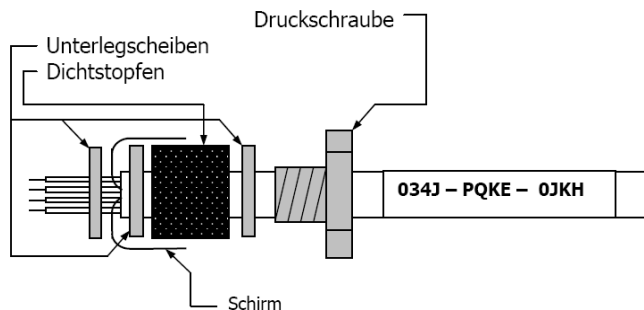
Die seitlich eingebaute USB-Buchse ist nur für Setup und Service gedacht und nicht für einen Dauereinsatz.

4.1.2 Stromversorgung

Bitte verwenden Sie ein stabilisiertes Netzteil mit einer Ausgangsspannung im Bereich von **8–36 VDC**, welches eine Leistung von **1,2 W** liefert. Die Restwelligkeit sollte max. **200 mV** betragen.

4.1.3 Kabelmontage

Die vorhandene Kabelverschraubung M12x1,5 der Elektronikbox eignet sich für Kabel mit einem Außendurchmesser von 3 bis 5 mm. Entfernen Sie die Kabelisolierung (40 mm Stromversorgung, 50 mm Signalausgänge, 60 mm Funktionseingänge). Kürzen Sie das Schirmgeflecht auf ca. 5 mm und entflechten Sie die Schirmdrähte. Entfernen Sie ca. 4 mm der einzelnen Aderisolierungen und verzinnen Sie die Aderenden. Schieben Sie nacheinander die Druckschraube, Unterlegscheiben, Gummidichtung der Kabelverschraubung entsprechend der Abbildung über das vorbereitete Kabelende. Spreizen Sie das Schirmgeflecht auseinander und fixieren Sie den Kabelschirm zwischen zwei Metallscheiben. Führen Sie das Kabel in die Kabelverschraubung bis zum Anschlag ein. Schrauben Sie die Kappe fest an. Die einzelnen Adern können nun entsprechend ihren Farben in die vorgesehenen Schraubklemmen befestigt werden.



Nur abgeschirmte Kabel verwendet werden. Der Schirm des Sensors muss geerdet sein.

4.2 Erdung

Auf der linken Seite der Hauptplatine befindet sich ein schwarzer Schalter, der werksseitig die Erdungsanschlüsse (GND-Stromversorgung/Ausgänge) mit der Erdung des Elektronikgehäuses verbindet.

Um Erdschleifen und damit verbundene Signalstörungen in industriellen Umgebungen zu vermeiden, kann es erforderlich sein, diese Verbindung zu unterbrechen. Zu diesem Zweck muss der Schalter umgestellt werden.



4.3 Tausch des Sensorkopfes

Werkseitig ist der Messkopf bereits an die Elektronik angeschlossen und die Kopf-ID mit ihren eindeutigen Kalibrierungsdaten wurde hinterlegt. Allerdings ist innerhalb einer bestimmten Modellgruppe ein Austausch von Messköpfen und Elektronik möglich. Die Geräte lassen sich in folgende Gruppen unterteilen:

- 4-adriges Kopfkabel: LT, LThot, LTex, und G5
- 5-adriges Kopfkabel: LTfast, P3, P7, und xM



Nach Montage eines neuen Messkopfes muss der Kalibriercode des neuen Kopfes in die Elektronik eingegeben werden.

4.3.1 Eingabe des Kalibriercodes

Jeder Kopf hat eine spezifische Kopf-ID mit seinen Kalibrierungsdaten. Die Kopf-ID ist über eine Datenbank eindeutig mit den tatsächlichen Kalibrierungsdaten verknüpft. Eine Internetverbindung und die Software (CompactPlus Connect oder IRmobile) sind erforderlich, um die Kalibrierungsdaten von dem Server herunterzuladen. Für eine korrekte Temperaturmessung und Funktionalität des Sensors muss diese Kopf-ID in der Elektronikbox gespeichert werden.

Der Kalibriercode besteht aus **3 Blöcken** mit jeweils **3 Zeichen**.

A screenshot of a software window. The window has a title bar with standard minimize, maximize, and close buttons. The main content area contains the text 'Enter 9 digit HeadID here' followed by three input fields separated by hyphens. Below the input fields are two buttons labeled 'OK' and 'Cancel'.

Die Eingabe einer neuen Kopf-ID erfolgt über die CompactPlus Connect-Software: Gehen Sie zu „Gerät“ und „Kopf-ID ändern“ und geben Sie die 9 Ziffern des Kabels in die Felder ein.



Der Kalibriercode befindet sich auf einem Label am Messkopfkabel (in der Nähe der Elektronikbox). Entfernen Sie dieses Label nicht bzw. notieren Sie sich den Code, da dieser bei einem Tausch der Elektronik bzw. bei einer eventuell notwendigen Kalibrierung des Sensors benötigt wird.



Nach Modifikation des Kopf-Kalibriercodes ist ein Reset nötig, um die Änderungen zu aktivieren.
[► 6 Bedienung]

4.3.2 Verkürzung des Messkopfkabels

Bei allen Modellen besteht die Möglichkeit die Messköpfe selbst zu tauschen und das dazugehörige Kabel zu verkürzen. Das Kürzen des Kabels verursacht einen zusätzlichen Messfehler von ca. **0,1 K/m**.

4.3.3 Messungenauigkeiten

Mit Kopftausch erhöht sich die Messungenauigkeit um die folgenden Werte:

Modell	Messunsicherheit ohne Kopftausch	Messunsicherheit mit Kopftausch
LT02	$\pm 1\text{ °C}$ oder $\pm 1\text{ %}$ des Messwerts	$\pm 1.5\text{ °C}$ oder $\pm 1\text{ %}$ des Messwerts
LT15	$\pm 1\text{ °C}$ oder $\pm 1\text{ %}$ des Messwerts	$\pm 1.5\text{ °C}$ oder $\pm 1\text{ %}$ des Messwerts
LT22	$\pm 1\text{ °C}$ oder $\pm 1\text{ %}$ des Messwerts	$\pm 1.5\text{ °C}$ oder $\pm 1\text{ %}$ des Messwerts
LT02H	$\pm 1.5\text{ °C}$ oder $\pm 1\text{ %}$ des Messwerts	$\pm 2.0\text{ °C}$ oder $\pm 1\text{ %}$ des Messwerts
LT10H	$\pm 1.5\text{ °C}$ oder $\pm 1\text{ %}$ des Messwerts	$\pm 2.0\text{ °C}$ oder $\pm 1\text{ %}$ des Messwerts
LT02F	$\pm 2.0\text{ °C}$ oder $\pm 1\text{ %}$ des Messwerts	$\pm 3.0\text{ °C}$ oder $\pm 1\text{ %}$ des Messwerts
LT15F	$\pm 2.0\text{ °C}$ oder $\pm 1\text{ %}$ des Messwerts	$\pm 3.0\text{ °C}$ oder $\pm 1\text{ %}$ des Messwerts
LT25F	$\pm 2.0\text{ °C}$ oder $\pm 1\text{ %}$ des Messwerts	$\pm 3.0\text{ °C}$ oder $\pm 1\text{ %}$ des Messwerts
G5H	$\pm (1.5\text{ °C} + 1\text{ % des Messwerts})$	$\pm (2.2\text{ °C} + 1\text{ % des Messwerts})$

G5L	$\pm (1.5\text{ °C} + 1\% \text{ des Messwerts})$	$\pm (2.2\text{ °C} + 1\% \text{ des Messwerts})$
P3	$\pm 2.5\text{ °C}$ oder $\pm 1\% \text{ des Messwerts}$	$\pm 3.3\text{ °C}$ oder $\pm 1\% \text{ des Messwerts}$
P7	$\pm 1.5\text{ °C}$ oder $\pm 1\% \text{ des Messwerts}$	$\pm 2.0\text{ °C}$ oder $\pm 1\% \text{ des Messwerts}$
1MXL	$\pm 2.0\text{ °C}$	$\pm 2.5\text{ °C}$
1ML	$\pm (1.5\text{ °C} + 0.3\% \text{ des Messwerts})$	$\pm (2.0\text{ °C} + 0.3\% \text{ des Messwerts})$
1MH	$\pm (1.5\text{ °C} + 0.3\% \text{ des Messwerts})$	$\pm (2.0\text{ °C} + 0.3\% \text{ des Messwerts})$
1MH1	$\pm (2.0\text{ °C} + 0.3\% \text{ des Messwerts})$	$\pm (2.5\text{ °C} + 0.3\% \text{ des Messwerts})$
2MXL	$\pm 1.5\text{ °C}$	$\pm 2.0\text{ °C}$
2ML	$\pm (1.5\text{ °C} + 0.3\% \text{ des Messwerts})$	$\pm (2.0\text{ °C} + 0.3\% \text{ des Messwerts})$
2MH	$\pm (1.5\text{ °C} + 0.3\% \text{ des Messwerts})$	$\pm (2.0\text{ °C} + 0.3\% \text{ des Messwerts})$
2MH1	$\pm (1.5\text{ °C} + 0.3\% \text{ des Messwerts})$	$\pm (2.0\text{ °C} + 0.3\% \text{ des Messwerts})$
3MXL	$\pm 1.5\text{ °C}$	$\pm 2.0\text{ °C}$
3ML	$\pm 1.5\text{ °C}$	$\pm 2.0\text{ °C}$
3MH	$\pm 1.5\text{ °C}$	$\pm 2.0\text{ °C}$
3MH1	$\pm (1.5\text{ °C} + 0.3\% \text{ des Messwerts})$	$\pm (2.0\text{ °C} + 0.3\% \text{ des Messwerts})$
3MH2	$\pm (1.5\text{ °C} + 0.3\% \text{ des Messwerts})$	$\pm (2.0\text{ °C} + 0.3\% \text{ des Messwerts})$
4M	$\pm (2.0\text{ °C} + 0.3\% \text{ des Messwerts})$	$\pm (2.0\text{ °C} + 0.3\% \text{ des Messwerts})$

5 Aus- und Eingänge

5.1 Analogausgänge

Die beiden Analogausgänge – OUT-1 und OUT-2 des CTi sind frei wählbar. Es besteht die Möglichkeit, zwischen verschiedenen Ausgangskanälen zu wählen, siehe ►6 Bedienung.

Ausgabekanal

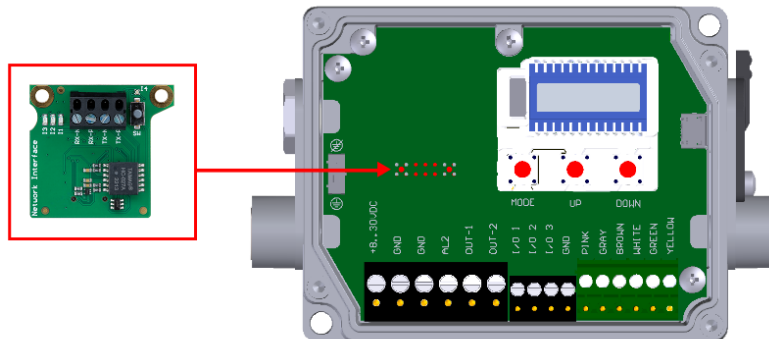
Die Ausgänge können für die Objekttemperatur, die Innentemperatur (Kopf) und die Temperatur des Elektronikgehäuses verwendet werden. Die Auswahl des Ausgangssignals erfolgt über die Software.

Ausgangssignal	Bereich	Verbindung auf CTi board
Spannung	0 ... (5)10 V	OUT-1 oder OUT-2
Strom	0 (4) ... 20 mA	OUT-1 oder OUT-2
Thermoelement	TC K	OUT-1 oder OUT-2
Alarm Spannung	On/Off skalierbar	OUT-1 oder OUT-2
Alarm Strom	On/Off skalierbar	OUT-1 oder OUT-2

5.2 Digitale Schnittstellen

CTi-Sensoren können optional mit einer IP67-USB-, RS232-, RS485-, Modbus RTU-, Modbus TCP-, Ethernet TCP-, Profinet- oder EtherNet/IP-Schnittstelle ausgestattet werden.

Zur Installation einer Schnittstelle, wird die Schnittstellenkarte in die dafür vorgesehene Position neben dem Display (siehe Abbildung unten) gesteckt. In der richtigen Position passen die Löcher der Schnittstelle mit den Gewindelöchern des Elektronikgehäuses überein. Zum Anschließen wird die Karte nach unten gedrückt und mit den beiden M3x5-Schrauben befestigt. Verbinden Sie das vormontierte Schnittstellenkabel mit dem Klemmenblock in den Stecker der Schnittstellenkarte.



Die digitale Kommunikation mit der Schnittstellenkarte wird unterbrochen, solange das integrierte USB-Kabel an den PC angeschlossen ist. Die Kommunikation wird wiederhergestellt, sobald das integrierte USB-Kabel abgezogen wurde.

5.3 Relais Ausgänge

Das CTi kann optional mit einem Relaisausgang ausgestattet werden. Die Relaisplatine wird auf die gleiche Weise wie die digitalen Schnittstellen installiert. Eine gleichzeitige Installation einer digitalen Schnittstelle und der Relaisausgänge ist nicht möglich. Die Relaisplatine verfügt über zwei vollständig isolierte Schalter, die maximal 60 V_{DC}/42 VAC_{RMS}, 0,4 A DC/AC schalten können. Eine rote LED zeigt den geschlossenen Schalter an.



Die Schaltpunkte entsprechen den Werten für Alarm 1 und 2 [► 5.5 Alarme] und sind gemäß der ► 1.6 Werksvoreinstellung gesetzt.

Für erweiterte Einstellungen (Änderung Low- und High-Alarm) wird eine Digitalschnittstelle (USB, RS232) und die Software benötigt.

5.4 I/O pins

Die CTi Serie hat drei digitale I/O-Pins welche mit Hilfe der Software CompactPlus Connect sowohl als Ausgang (digital) als auch als Eingang (digital oder analog) programmiert werden können. Folgende Funktionen sind möglich:

Funktion	I/O Pin als	Beschreibung
Alarm	Ausgang digital	Open-collector Ausgang/ Definition als High- oder Low- Alarm über Norm. offen/norm. geschl. im Software-Dialog
Gültig Low	Eingang digital	Der Ausgang folgt der Objekttemperatur, solange am I/O-Pin ein Low-Pegel anliegt; bei Wegfall des Low-Pegels wird der letzte Wert gehalten.
Gültig High	Eingang digital	Der Ausgang folgt der Objekttemperatur, solange am I/O-Pin ein High-Pegel anliegt; bei Wegfall des High-Pegels wird der letzte Wert gehalten.
Halte Low-High	Eingang digital	Bei steigender Flanke am I/O-Pin wird der letzte Wert gehalten.
Halte Low-High	Eingang digital	Bei fallender Flanke am I/O-Pin wird der letzte Wert gehalten.
Rücksetzen Low	Eingang digital	Zurücksetzen der Maximum- oder Minimumsuche (High-Low)
Rücksetzen High	Eingang digital	Zurücksetzen der Maximum- oder Minimumsuche (Low-High)
Externer Emissionsgrad	Eingang analog	Der Emissionsgrad kann über ein 0-10 V-Signal am I/O-Pin eingestellt werden (Skalierung über Software möglich).
Freie Größe	Eingang analog	Darstellung einer frei skalierbaren Größe
Laser an Low	Eingang digital	Laser einschalten (Low Signal)
Laser an High	Eingang digital	Laser einschalten (High Signal)
Externe Umgebungskompensation	Eingang analog	Durch eine Spannung am I/O Pin [0–10 V; Bereich skalierbar] wird die Umgebungstemperatur eingestellt.
Externe Transmissionskompensation	Eingang analog	Durch eine Spannung am I/O Pin [0–10 V; Bereich skalierbar] wird die transmittierte Umgebungstemperatur eingestellt.
*Low/High-level: über Software		

5.5 Alarme

Der CTi verfügt über folgende Alarmfunktionen.



Alle Alarme (Alarm 1, Alarm 2, Ausgangskanal 1 und 2 (als Alarmausgang verwendet) haben eine **Hysterese von 2 K**.

5.5.1 Visualisierung

Diese Alarme werden durch eine Änderung der Farbe der LCD-Anzeige visualisiert und ändern auch den Status der optionalen Relaischnittstelle. Darüber hinaus kann Alarm 2 als Open-Collector-Ausgang am Pin AL2 auf der Hauptplatine verwendet werden **[24 V/ 50 mA]**.

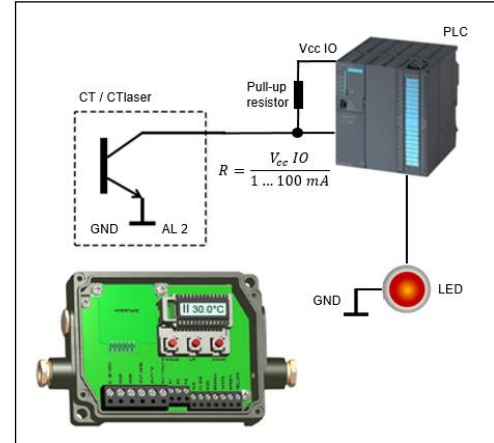
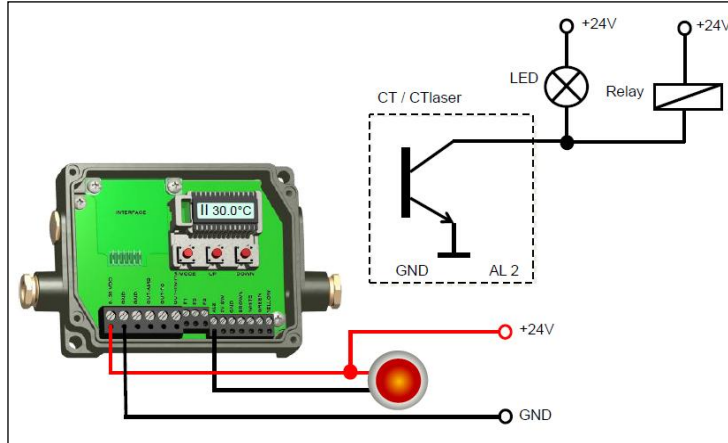
Für erweiterte Einstellungen wie die Definition als Low- oder High-Alarm [durch Änderung von normalerweise offen/geschlossen] ist die Auswahl der Signalquelle [TProc, THead, TBox] in der Software CompactPlus Connect erforderlich. Die optischen Alarme sind unabhängig von den Alarmeinstellungen. In der Software CompactPlus Connect können diese nach Wunsch definiert werden.

Visual alarm ranges

Source: TProc

From	To			
0,0 [°C]	5,0 [°C]	☒	☐	☐
10,0 [°C]	15,0 [°C]	☐	☒	☐
20,0 [°C]	25,0 [°C]	☐	☐	☒
30,0 [°C]	35,0 [°C]	☒	☒	☐
40,0 [°C]	45,0 [°C]	☐	☒	☒
50,0 [°C]	55,0 [°C]	☒	☐	☒
60,0 [°C]	65,0 [°C]	☐	☐	☐
70,0 [°C]	75,0 [°C]	☐	☐	☐

5.5.2 Open-collector Ausgang / AL2:



- Der Transistor wirkt als Schalter. Im Alarmfall wird der Kontakt geschlossen.
- Es muss immer eine Last/Verbraucher (Relay, LED oder ein Widerstand) angeschlossen werden.
- Die Alarmspannung (hier 24 V) darf nicht direkt an den Alarmausgang angeschlossen werden (Kurzschluss).

6 Bedienung

Nach Zuschalten der Versorgungsspannung startet der Sensor eine Initialisierungsroutine und zeigt für einige Sekunden **INIT** im Display. Danach wird die Objekttemperatur angezeigt. Die Farbe der Displaybeleuchtung ändert sich entsprechend der Alarmeinstellungen [5.5.1 Visualisierung].

6.1 Sensoreinstellungen

Mit den drei Programmier Tasten **Mode**, **Auf** und **Ab** können Sensorkonfigurationen vor Ort vorgenommen werden. Das Display zeigt den aktuellen Messwert bzw. die gewählte Funktion an. Mit der Taste **Mode** gelangen Sie zur gewünschten Funktion, mit **Auf** und **Ab** können die Funktionsparameter verändert werden – **eine Veränderung von Einstellungen wird sofort übernommen**. Wenn länger als 10 Sekunden keine Taste betätigt wurde, springt die Anzeige automatisch zur Darstellung der (gemäß der gewählten Signalverarbeitung) errechneten Objekttemperatur um.



Bei Betätigung der Mode-Taste gelangt man automatisch zur zuletzt aufgerufenen Funktion. Die Signalverarbeitungsfunktionen **Maximumsuche** und **Minimumsuche** sind nicht gleichzeitig wählbar.

Werksvoreinstellung

Um den CTi auf die werksseitig eingestellten Parameter zurückzusetzen, betätigen Sie bitte zunächst die **Ab**- und dann die **Mode**-Taste und halten beide ca. 3 Sekunden lang gedrückt.

Im Display erscheint als Bestätigung **RESET**.

	Mode [Sample]	Anzeige
TPROC 320.9	Prozesstemperatur (nach Signalverarbeitung) [320,9 °C]	fest
T AVG 320.5	Gemittelte Temperatur [320.5°C]	fest
T INT 50.1	Detektortemperatur [50,1 °C]	fest
T BOX 38.6	Elektronikboxtemperatur [38,6 °C]	fest
EMISS 1.000	Emissivität [1,000]	0.050 ... 1.100
TRANS 1.000	Transmission [1,000]	0.050... 1.100
AVG 0.020	Signalausgang gemittelt [0,020 s]	AVG 0.000 = inaktiv/ 0.1 ... 65 s
HOLD	OFF	OFF/ PEAK/ VALL/ APEAK/ AVALL
H TIM	PEAK/ VALL	0...65 s (65 = unendlich) Schwellenwert [°C/°F] Hysteresissettings in °C/°F
H TH	APEAK/ AVALL	
H HY	APEAK/ AVALL	
U °C	Temperaturreinheit [°C]	°C/ °F
M 01	Multidrop Adresse [1] (nur mit RS485 Schnittstelle) RS422 mode	01 ... 32 RS422 (M01 drücken)
BAUD 115.2K	Baud rate in kBaud [115]	115.2 / 921.6 kBaud
S ON	Laservisierhilfe	ON/ OFF

- EMISS 1.000** Einstellen des **Emissionsgrades**. Durch Betätigen von **Auf** wird der Wert erhöht; **Ab** verringert den Wert (gilt auch für alle weiteren Funktionen). Der Emissionsgrad (ϵ -Epsilon) ist eine Materialkonstante, die die Fähigkeit eines Körpers, infrarote Energie auszusenden, beschreibt [**► 10 Emissionsgrad**].
- TRANS 1.000** Einstellen des **Transmissionsgrades**. Diese Funktion wird verwendet, falls zwischen Sensor und Objekt eine optische Komponente (z.B. Schutzfenster; Zusatzoptik) montiert wird. Die Standardeinstellung ist 1.000 = 100 % (bei Messung ohne Schutzfenster etc.).
- AVG 0.020** Einstellung der gemittelten Zeit. In diesem Modus wird ein arithmetischer Algorithmus ausgeführt, um das Signal zu glätten. Die eingestellte Zeit ist die Zeitkonstante. Diese Funktion kann mit allen anderen Nachbearbeitungsfunktionen kombiniert werden. Der kürzeste Wert ist 0,001 s. Wenn der Wert auf 0,0 eingestellt ist, ist die Funktion deaktiviert.
- HOLD** Einstellung der **Signalverarbeitung**. Durch Betätigung von **Up** oder **Down** wird der Modus ausgewählt.
- PEAK:** Einstellungen von **Peak hold**. In diesem Modus wartet der Sensor auf fallende Signale. Wenn das Signal fällt, behält der Algorithmus den vorherigen Signalpeak für die angegebene Zeit bei.
Nach Ablauf der Haltezeit fällt das Signal auf den zweithöchsten Wert ab oder sinkt um 1/8 der Differenz zwischen dem vorherigen Spitzenwert und dem Mindestwert während der Haltezeit. Dieser Wert wird erneut für die festgelegte Zeit gehalten. Danach fällt das Signal mit langsamer Zeitkonstante ab und folgt der aktuellen Objekttemperatur.
Wenn der Wert auf 0,0 eingestellt ist, zeigt das Display --- an (Funktion deaktiviert).

VALL: Einstellungen von **Valley hold**: In diesem Modus wartet der Sensor auf ansteigende Signale. Die Definition des Algorithmus entspricht dem Peak-Hold-Algorithmus (invertiert). Wenn der Wert auf 0,0 gesetzt ist, ist die Funktion deaktiviert.

APEAK (Advanced Peak Hold): In diesem Modus wartet der Sensor auf lokale Spitzenwerte. Spitzenwerte, die niedriger sind als ihre Vorgänger, werden nur übernommen, wenn die Temperatur zuvor unter den Schwellenwert gefallen ist. Bei aktivierter Hysterese muss ein Spitzenwert zusätzlich um den Wert der Hysterese abfallen, bevor der Algorithmus ihn als neuen Spitzenwert übernimmt.

AVALL (Advanced Valley Hold): Dieser Modus ist die umgekehrte Funktion von Advanced Peak Hold. Der Sensor wartet auf lokale Minima. Minimalwerte, die höher sind als ihre Vorgänger, werden nur übernommen, wenn die Temperatur zuvor den Schwellenwert überschritten hat. Wenn die Hysterese aktiviert ist, muss ein zusätzliches Minimum um den Wert der Hysterese ansteigen, bevor der Algorithmus es als neuen Minimalwert übernimmt.

U °C

Einstellung der **Temperatureinheit** [°C oder °F].

M 01

Einstellung der **Multidrop-Adresse**. In einem **RS485** Netzwerk braucht jeder Sensor eine eigene Adresse. Dieses Menü erscheint nur, wenn eine RS485 Schnittstelle angeschlossen ist. Um den **RS422** Modus zu verwenden, den M01 Knopf drücken.

BAUD 115.2K

Einstellung der **Baud rate** für den digitalen Datentransfer.

S OFF

Aktiviert (**ON**) und deaktiviert (**OFF**) das **Laservisier** [► 3.3 Weiteres Zubehör]. Mit den Knöpfen **Up** oder **Down** wird eine Spannung von 3 V_{DC} am **PINK** Pin auf der Hauptplatine angelegt.

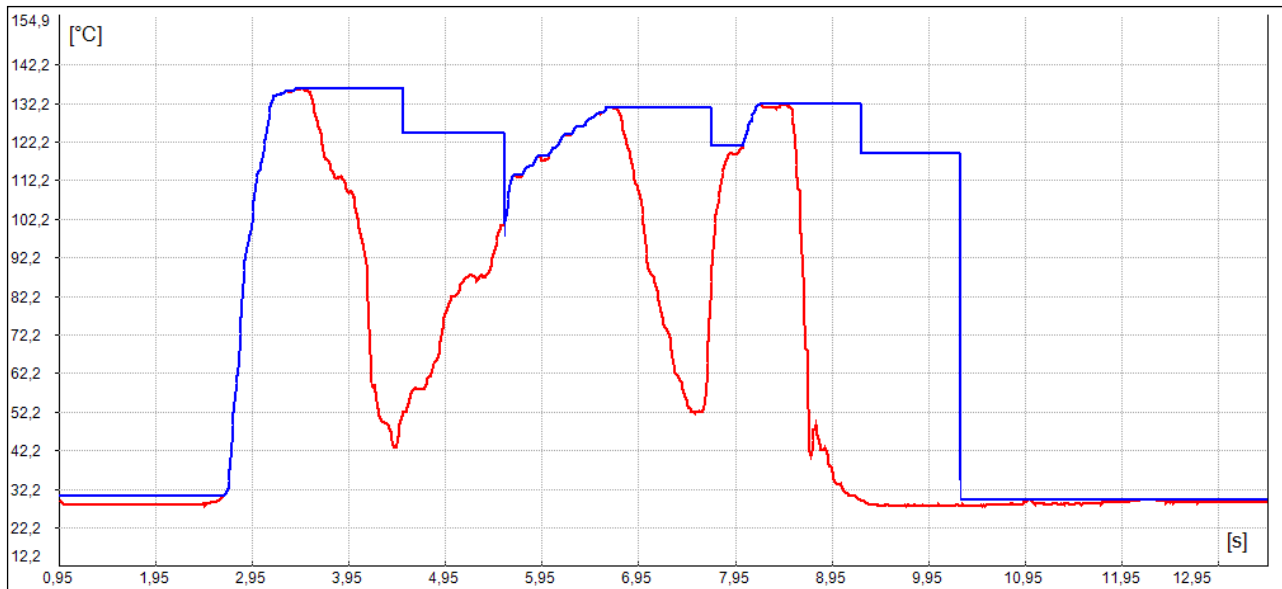
Spitzenwerterfassung

Für eine Erfassung von schnellen Hotspots (Erfassungszeit 110 μ s) muss die Mittelungskonstante auf 0,0 s gesetzt werden.



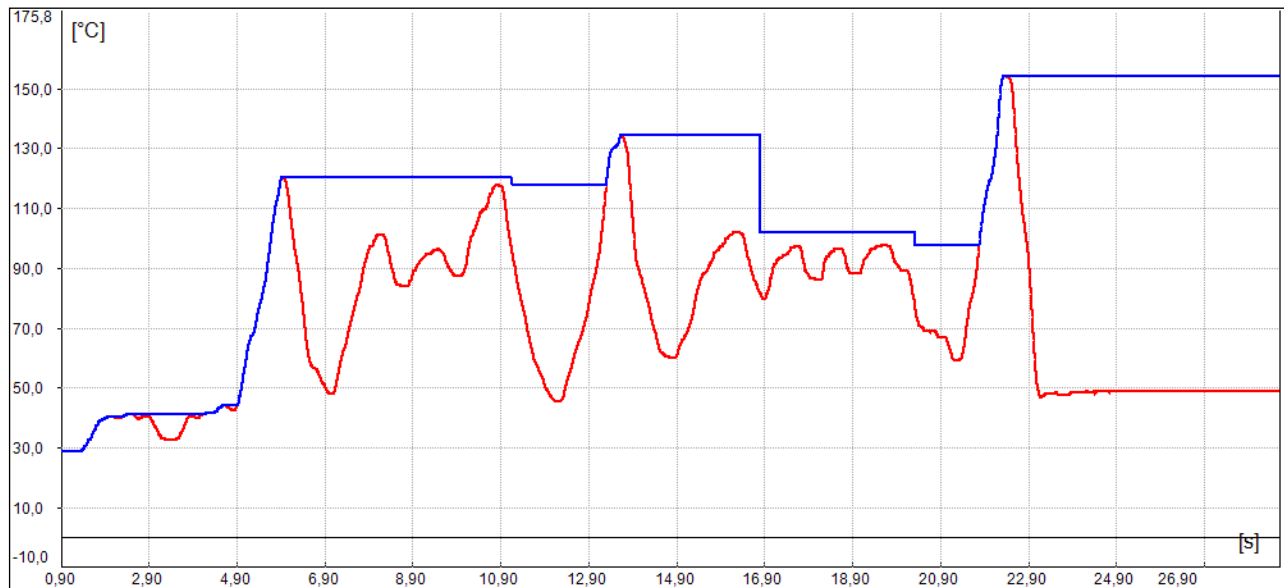
Die Prozesstemperatur T_{Proc} (mit Nachbearbeitung) und auch die aktuelle Durchschnittstemperatur T_{Avg} (ohne Nachbearbeitung) kann als Diagramm angezeigt werden. Auf diese Weise lassen sich das Ergebnis und die Funktionalität der ausgewählten Nachbearbeitungsfunktionen leichter nachvollziehen und kontrollieren.

Signal Graphen



— $T_{\text{Prozess mit Maximumssuche (Haltezeit = 1s)}}$

— $T_{\text{Aktuell ohne Nachverarbeitung}}$



- T_{Proc} mit Erw. Maximumsuche (Schwellwert = 80 °C/ Hysterese = 20 °C)
- T_{Avg} ohne Nachverarbeitung

7 IRmobile App

Die CTi-Sensoren verfügen über eine direkte Verbindung an ein Android Smartphone oder Tablet. Dafür muss die kostenlose [IRmobile App](#) im Google Play Store heruntergeladen werden. Dies kann auch über den QR-Code erfolgen.



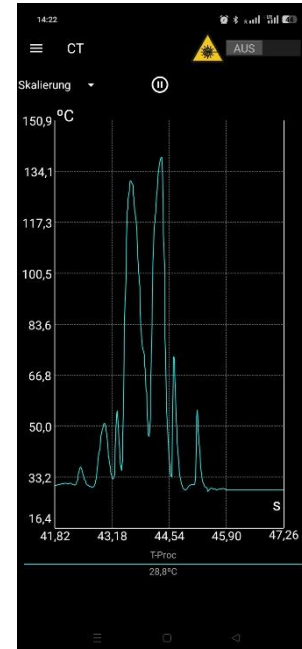
Mit IRmobile kann die Infrarot-Temperaturmessung direkt auf einem angeschlossenen Smartphone oder Tablet überwacht und analysiert werden. Diese App funktioniert auf den meisten Android-Geräten mit 5.0 oder höher mit einem Micro-USB- oder USB-C-Anschluss, der USB-OTG (On The Go) unterstützt. Die App ist einfach zu bedienen: Nachdem der CTi Sensor an das Smartphone oder Tablet angeschlossen wurde, startet die App automatisch. Das Gerät wird vom Smartphone mit Spannung versorgt. Im Temperatur-Zeit-Diagramm können verschiedene digitale Temperaturwerte angezeigt werden. Das Diagramm kann einfach vergrößert werden, um mehr Details und kleine Signaländerungen zu sehen.

Besonderheiten der IRmobile App:

- Temperatur-Zeit-Diagramm mit Zoomfunktion
- Digitale Temperaturanzeige
- Einstellung von Emissionsgrad, Transmissionsgrad und anderen Parametern
- Skalierung des Analogausgangs und Einstellung des Alarm-Ausgangs
- Änderung der Temperatureinheit: Celsius oder Fahrenheit
- Speichern/Laden von Konfigurationen und T/Z-Diagrammen
- Wiederherstellung der Werkseinstellungen des Sensor
- Integrierter Simulator

IRmobile wird unterstützt für:

- Optris Pyrometer: Kompaktserie, Hochleistungsserie und Videopyrometer
- Optris IR-Kameras: PI und Xi Serie
- Für Android-Geräte ab 5.0 oder höher mit einem Micro-USB- oder USB-C-Anschluss, der USB-OTG unterstützt (On The Go)



8 Software CompactPlus Connect

8.1 Installation

Die Software kann unter <https://www.optris.de/downloads-software> heruntergeladen werden. Entpacken und Öffnen Sie das Programm und starten Sie die **CDsetup.exe**. Folgen Sie bitte den Anweisungen des Assistenten bis die Installation abgeschlossen ist.

Minimale Systemvoraussetzungen

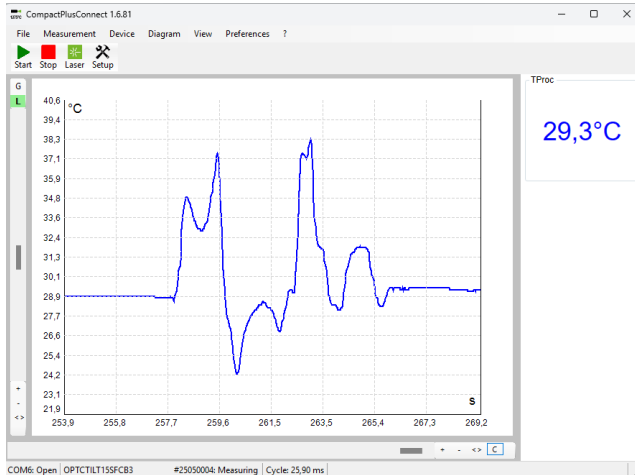
- Windows 8, 10, 11
- USB Schnittstelle
- Festplatte mit mindestens 60 MByte freiem Speicher
- Mind. 128 MByte RAM

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

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



- Eine detaillierte Softwarebeschreibung befindet sich im heruntergeladenen Software-Paket.
- Zu verwendende Software: CompactPlus Connect



Hauptmerkmale:

- Graphische Darstellung für Temperatur-tendenzen und automatisch
- Datenaufnahme für Analyse und Dokumentation.
- Einrichtung des Sensors und Fernsteuerung.Einstellung der Signalverarbeitung.
- Programmieren der Ausgänge und funktionalen Eingänge

8.2 Kommunikationseinstellungen

8.2.1 Serielle Schnittstelle

Baudrate:	115.2 oder 921.6 kBaud (über Software einzustellen)		
Datenbits:	8	Stoppbits:	1
Parität:	keine	Flusskontrolle	aus

8.2.2 Protokoll

Alle Sensoren der CTi Serie verwenden ein binäres Protokoll. Für schnelle Kommunikation verursacht das Protokoll keinen zusätzlichen Overhead mit CR-, LR- oder ACK-Bytes.

9 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 μm und 20 μm . Die Intensität der emittierten Strahlung ist materialabhängig. Die materialabhängige Konstante wird als Emissionsgrad (ε - Epsilon) bezeichnet und ist für die meisten Stoffe bekannt (► **10 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.

10 Emissionsgrad

10.1 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.

10.2 Bestimmung eines unbekannten 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.

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

10.3 Charakteristische Emissionsgrade

Sollte keine der oben beschriebenen Methoden zur Ermittlung Ihres Emissionsgrades anwendbar sein, können Sie sich auf die Emissionsgradtabellen ► **Anhang A – Emissionsgradtabelle Metalle** und **Anhang B – Emissionsgradtabelle Nichtmetalle** 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			
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
	aufgeraut	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
	aufgeraut	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
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
	aufgeraut	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

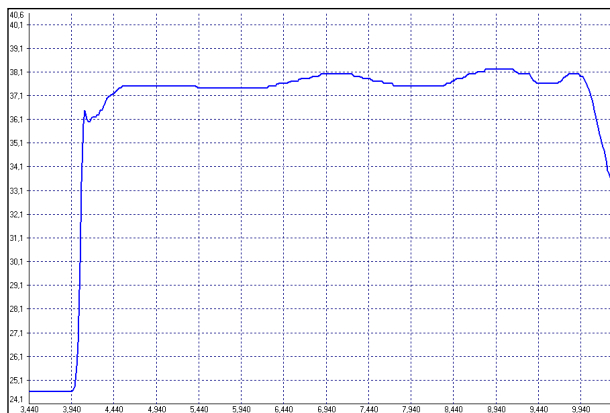
Material		typischer Emissionsgrad			
Spektrale Empfindlichkeit		1,0 µm	1,6 µm	5,1 µm	8-14 µm
Messing	poliert	0,35	0,01-0,5	0,01-0,05	0,01-0,05
	rau	0,65	0,4	0,3	0,3
	oxidiert	0,6	0,6	0,5	0,5
Molybdän	nicht oxidiert	0,25-0,35	0,1-0,3	0,1-0,15	0,1
	oxidiert	0,5-0,9	0,4-0,9	0,3-0,7	0,2-0,6
Monel (Ni-Cu)		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
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

Anhang B – Emissionsgradtabelle Nichtmetalle

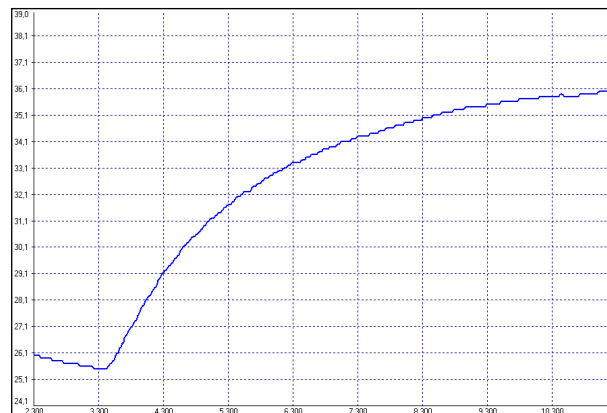
Material		typischer Emissionsgrad			
Spektrale Empfindlichkeit		1,0 µm	2,2 µm	5,1 µm	8-14 µm
Asbest		0,9	0,8	0,9	0,95
Asphalt				0,95	0,95
Basalt				0,7	0,7
Beton		0,65	0,9	0,9	0,95
Eis					0,98
Erde					0,9-0,98
Farbe	nicht alkalisch				0,9-0,95
Gips				0,4-0,97	0,8-0,95
Glas	Scheibe		0,2	0,98	0,85
	Schmelze		0,4-0,9	0,9	
Gummi				0,9	0,95
Holz	natürlich			0,9-0,95	0,9-0,95
Kalkstein				0,4-0,98	0,98
Karborund			0,95	0,9	0,9
Keramik		0,4	0,8-0,95	0,8-0,95	0,95
Kies				0,95	0,95
Kohlenstoff	nicht oxidiert		0,8-0,9	0,8-0,9	0,8-0,9
	Graphit		0,8-0,9	0,7-0,9	0,7-0,8
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

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 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.



Signalverlauf mit Smart Averaging-Funktion



Signalverlauf ohne Smart Averaging-Funktion

Anhang D – Konformitätserklärung

EG-Konformitätserklärung EU Declaration of Conformity



Wir / We

Optris GmbH & Co. KG
Ferdinand Buisson Str. 14
D-13127 Berlin

erklären in alleiniger Verantwortung, dass / declare on our own responsibility that

die **Produktserie optris CTi / the product group optris CTi**

den Anforderungen der EMV-Richtlinie **2014/30/EU** und der Niederspannungsrichtlinie **2014/35/EU** entspricht.

meets the provisions of the EMC Directive **2014/30/EU** and the Low Voltage Directive **2014/35/EU**.

Angewandte harmonisierte Normen: / Applied harmonized standards:

EMV Anforderungen / EMC General Requirements:
IEC 61326-1:2021 (Grundlegende Prüfanforderungen / Basic requirements)
EN 61326-2-3:2021

Gerätesicherheit von Messgeräten / Safety of measurement devices:

EN 61010-1:2010/A1:2019/AC:2019-04
EN 60825-1:2014 + AC:2017 + A11:2021 + A11:2021/AC:2022 (Lasersicherheit / Laser safety)

Beschränkung gefährlicher Stoffe / Restriction of hazardous substances:

EN IEC 63000:2018

Umgebungseinflüsse / Environmental testing

IEC 60068-2-27:2008 (Prüfung Ea und Leitfaden: Schocken / Test Ea and guidance: Shock)
IEC 60068-2-6:2008 (Schwingen, sinusförmig / Vibration (sinusoidal))
IEC 60068-2-64:2008 (Schwingen, Breitbandrauschen und Leitfaden / Vibration, broadband random and guidance)

Dieses Produkt erfüllt die Vorschriften der Richtlinie **2015/863/EU** (RoHS) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juni 2015 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten.

This product is in conformity with Directive **2015/863/EU** (RoHS) of the European Parliament and of the Council of 4 June 2015 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment.

Berlin, 29.04.2025

Ort, Datum / place, date

Dr. Ulrich Klenitz
CEO

optris CTi-MA-D2026-02-B