

optris[®] CTlaser

LT/ LTF/ 1M/ 2M/ 3M/ MT/ F2/ F6/ G5

Infrarotsensor



Bedienungsanleitung

 **optris**
infrared thermometers

CE-Konformitätserklärung

Das Gerät entspricht den folgenden Standards:

EMV: EN 61326-1:2006 (Grundlegende Anforderungen)
EN 61326-2-3:2006
Sicherheit: EN 61010-1:2001
Lasersicherheit: EN 60825-1:2007

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



Optris GmbH
Ferdinand-Buisson-Str. 14
D – 13127 Berlin

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

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

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. 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 Kostenvorschlag erstellt.

Inhalt

	Seite		Seite
Beschreibung	3	Austauschen des Messkopfes	42
Lieferumfang	3	Austauschen des Messkopfkabels	43
Wartung	3	Aus- und Eingänge	44
Hinweise	4	Analogausgänge	44
Modellübersicht	4	Digitale Schnittstellen	45
Werksvoreinstellung	5	Relaisausgänge	45
Technische Daten	7	Funktionseingänge	46
Allgemeine Spezifikation	7	Alarmer	47
Elektrische Spezifikation	8	Bedienung	48
Messtechnische Spezifikation [LT-Modelle]	9	Sensoreinstellungen	48
Messtechnische Spezifikation [1M-Modelle]	10	Laservisier	54
Messtechnische Spezifikation [2M-Modelle]	11	Fehlermeldungen	54
Messtechnische Spezifikation [3M-Modelle]	12	Software CompactConnect	55
Messtechnische Spezifikation [3M/ MT/ F2/ F6]	13	Installation	55
Messtechnische Spezifikation [G5-Modelle]	14	Kommunikationseinstellungen	56
Optische Diagramme	15	Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung	58
Mechanische Installation	31	Emissionsgrad	59
Zubehör	33	Definition	59
Freiblasvorsatz	33	Bestimmung eines unbekannten Emissionsgrades	59
Montagewinkel	34	Charakteristische Emissionsgrade	60
Wasserkühlgehäuse	35	Anhang A – Emissionsgradtabelle Metalle	61
Tragschienenmontageplatte für Elektronik-Box	36	Anhang B – Emissionsgradtabelle Nichtmetalle	63
Elektrische Installation	37	Anhang C – Adaptive Mittelwertbildung	64
Anschluss der Kabel	37		
Masseverbindung	41		

Beschreibung

Die Sensoren der Serie optris CTlaser sind berührungslos messende Infrarot-Temperatursensoren. Sie messen die von Objekten emittierte Infrarotstrahlung und berechnen auf dieser Grundlage die Oberflächentemperatur [**► Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung**]. Über ein integriertes Doppel-Laservisier wird der Messfleck in Größe und Lage auf der Objektoberfläche exakt markiert. Das Sensorgehäuse des CTlaser-Messkopfes besteht aus Edelstahl (Schutzgrad IP65/ NEMA-4) – die Auswerteelektronik ist in einem separaten Zink-Druckgussgehäuse untergebracht.

Die CTlaser - 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

- CTlaser-Messkopf mit Anschlusskabel und Auswerteelektronik
- Montagemutter und Montagewinkel (fest)
- Bedienungsanleitung

Wartung

Linsenreinigung: Lose Partikel können mit sauberer Druckluft weggeblasen werden. Die Linsenoberfläche kann mit einem weichen, feuchten Tuch (befeuchtet mit Wasser oder einem wasserbasierten Glasreiniger) gereinigt werden.

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

Hinweise

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

Modellübersicht

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

Modell	Kurzbezeichnung	Messbereich	spektrale Empfindlichkeit	typische Anwendungen
CTlaser LT	LT	-50 bis 975 °C	8-14 µm	nichtmetallische Oberflächen
CTlaser F	LTF	-50 bis 975 °C	8-14 µm	schnelle Prozesse
CTlaser 1M	1ML/ 1MH/ 1MH1	485 bis 2200 °C	1 µm	Metalle und Keramiken
CTlaser 2M	2ML/ 2MH/ 2MH1	250 bis 2000 °C	1,6 µm	Metalle und Keramiken
CTlaser 3M	3ML/ 3MH-H3	50 bis 1800 °C	2,3 µm	Metalle bei geringen Objekttemperaturen (ab 50 °C)
CTlaser MT	MT	200 bis 1450 °C	3,9 µm	Messung durch Flammen
CTlaser F2	F2	200 bis 1450 °C	4,24 µm	Messung von CO ₂ -Flammengasen
CTlaser F6	F6	200 bis 1450 °C	4,64 µm	Messung von CO-Flammengasen
CTlaser G5	G5L/ G5H	100 bis 1650 °C	5,2 µm	Glastemperaturen

In dieser Bedienungsanleitung werden im Folgenden ausschließlich die Kurzbezeichnungen verwendet. Bei den Modellen 1M, 2M, 3M und G5 wird der Gesamtmessbereich jeweils in mehrere Teilbereiche (L, H, H1 usw.) unterteilt.

Werksvoreinstellung

Die Geräte haben bei Auslieferung folgende Voreinstellungen:

Signalausgabe Objekttemperatur	0 – 5 V
Emissionsgrad	0,970 [LT/ LTF/ MT/ F2/ F6/ G5] 1,000 [1M/ 2M/ 3M]
Transmission	1,000
Mittelwertbildung (AVG)	0,2 s/ 0,1 s [LTF, MT, F2, F6]/ inaktiv [1M/ 2M/ 3M]
Smart Averaging	inaktiv [LT/ G5]
Maximalwertbildung (MAX)	inaktiv
Minimalwertbildung (MIN)	inaktiv
	LT/ LTF 1ML 1MH 1MH1 2ML 2MH 2MH1 3ML 3MH
untere Grenze Temperaturbereich [°C]	0 485 650 800 250 385 490 50 100
obere Grenze Temperaturbereich [°C]	500 1050 1800 2200 800 1600 2000 400 600
untere Alarmgrenze [°C] (Normal geschlossen)	30 600 800 1200 350 500 800 100 250
obere Alarmgrenze [°C] (Normal offen)	100 900 1400 1600 600 1200 1400 300 500
untere Grenze Ausgang	0 V
obere Grenze Ausgang	5 V
Temperatureinheit	°C
Umgebungstemperaturkompensation (bei LT und LTF Ausgabe an OUT-AMB als 0-5 V-Signal)	interner Messkopftemperaturfühler
Baudrate [kBaud]	115
Laser	inaktiv

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

	3MH1	3MH2	3MH3	MT	F2	F6	G5L	G5H
untere Grenze Temperaturbereich [°C]	150	200	350	200	200	200	100	250
obere Grenze Temperaturbereich [°C]	900	1200	1800	1450	1450	1450	1200	1650
untere Alarmgrenze [°C] (Normal geschlossen)	350	550	750	400	400	400	200	350
obere Alarmgrenze [°C] (Normal offen)	600	1000	1200	1200	1200	1200	500	900
untere Grenze Ausgang	0 V							
obere Grenze Ausgang	5 V							
Temperatureinheit	°C							
Umgebungstemperaturkompensation (bei MT, F2, F6 und G5 Ausgabe an OUT-AMB als 0-5 V-Signal)	interner Messkopftemperaturfühler							
Baudrate [kBaud]	115							
Laser	inaktiv							

Technische Daten

Allgemeine Spezifikation

	Messkopf	Elektronik-Box
Schutzgrad	IP65 (NEMA-4)	IP65 (NEMA-4)
Umgebungstemperatur ¹⁾	-20...85 °C	-20...85 °C
Lagertemperatur	-40...85 °C	-40...85 °C
Relative Luftfeuchtigkeit	10...95 %, nicht kondensierend	10...95 %, nicht kondensierend
Material	Edelstahl	Zink, gegossen
Abmessungen	100 mm x 50 mm, M48x1,5	89 mm x 70 mm x 30 mm
Gewicht	600 g	420 g
Kabellänge	3 m (Standard), 8 m, 15 m	
Kabeldurchmesser	5 mm	
Umgebungstemperatur Kabel	max. 105 °C [Hochtemperaturkabel (optional): 180 °C]	
Vibration	IEC 68-2-6: 3G, 11 – 200Hz, jede Achse	
Schock	IEC 68-2-27: 50G, 11ms, jede Achse	
EMV	89/336/EWG	
Software (optional)	CompactConnect	

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

Elektrische Spezifikation

Spannungsversorgung	8–36 VDC
Stromverbrauch	max. 160 mA
Visierlaser	635 nm, 1 mW, Ein/ Aus über Programmier Tasten oder Software
Ausgänge/ analog	
Kanal 1	wahlweise: 0/ 4–20 mA, 0–5/ 10 V, Thermoelement (J oder K) bzw. Alarmausgang (Signalquelle: Objekttemperatur)
Kanal 2 (nur LT/ LTF/ MT/ F2/ F6/ G5)	Messkopftemperatur [–20...180 °C] als 0–5 V oder 0–10 V bzw. Alarmausgang (Signalquelle umschaltbar auf Objekttemperatur oder Elektronikboxtemperatur bei Nutzung als Alarmausgang)
Alarmausgang	Open-collector-Ausgang am Pin AL2 [24 V/ 50 mA]
Ausgangs impedanzen	
mA	max. Schleifenwiderstand 500 Ω (bei 8 -36 VDC),
mV	min. 100 K Ω Lastwiderstand
Thermoelement	20 Ω
Digitale Schnittstellen	USB, RS232, RS485, CAN, Profibus DP, Ethernet (über optionale Steckmodule)
Relaisausgang	2 x 60 VDC/ 42 VAC _{eff} , 0,4 A; potentialfrei (optionales Steckmodul)
Funktionseingänge	F1 bis F3; über Software programmierbar für folgende Funktionen: <ul style="list-style-type: none">- externe Emissionsgradeinstellung,- Hintergrundstrahlungskompensation,- Trigger (Rücksetzen der Haltefunktionen)

Messtechnische Spezifikation [LT-Modelle]

	LT	LTF
Temperaturbereich (skalierbar)	-50...975 °C	-50...975 °C
Spektralbereich	8...14 µm	8...14 µm
Optische Auflösung	75:1	50:1
Systemgenauigkeit ^{1) 2)}	±1 °C oder ±1 % ³⁾	±1,5 °C oder ±1,5 % ⁴⁾
Reproduzierbarkeit ¹⁾	±0,5 °C oder ±0,5 % ³⁾	±1 °C oder ±1 % ⁴⁾
Temperaturauflösung	0,1 °C ³⁾	0,5 °C ⁴⁾
Einstellzeit (90% Signal)	120 ms	9 ms
Aufwärmzeit	10 min	10 min
Emissionsgrad/ Verstärkung	0,100...1,100 (einstellbar über Programmier Tasten oder Software)	
Transmissionsgrad	0,100...1,000 (einstellbar über Programmier Tasten oder Software)	
Signalverarbeitung	Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmier Tasten oder Software)	

¹⁾ bei Umgebungstemperatur 23±5 °C; der jeweils größere Wert gilt

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

³⁾ bei Objekttemperaturen >0 °C

⁴⁾ bei Objekttemperaturen ≥ 20 °C

Messtechnische Spezifikation [1M-Modelle]

	1ML	1MH	1MH1
Temperaturbereich (skalierbar)	485...1050 °C	650...1800 °C	800...2200 °C
Spektralbereich	1 µm	1 µm	1 µm
Optische Auflösung	150:1	300:1	300:1
Systemgenauigkeit ^{1) 2)}	-----	$\pm(0,3 \% T_{\text{Mess}} + 2 \text{ °C})$ ³⁾	-----
Reproduzierbarkeit ¹⁾	-----	$\pm(0,1 \% T_{\text{Mess}} + 1 \text{ °C})$ ³⁾	-----
Temperaturauflösung	-----	0,1 °C	-----
Erfassungszeit (90% Signal)	-----	1 ms ⁴⁾	-----
Emissionsgrad/ Verstärkung	0,100...1,100 (einstellbar über Programmier Tasten oder Software)		
Transmissionsgrad	0,100...1,000 (einstellbar über Programmier Tasten oder Software)		
Signalverarbeitung	Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmier Tasten oder Software)		

¹⁾ bei Umgebungstemperatur 23±5 °C

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

³⁾ $\varepsilon = 1 / \text{Ansprechzeit } 1\text{s}$

⁴⁾ mit dynamischer Anpassung bei geringen Signalpegeln

Messtechnische Spezifikation [2M-Modelle]

	2ML	2MH	2MH1
Temperaturbereich (skalierbar)	250...800 °C	385...1600 °C	490...2000 °C
Spektralbereich	1,6 µm	1,6 µm	1,6 µm
Optische Auflösung	150:1	300:1	300:1
Systemgenauigkeit ^{1) 2)}	-----	$\pm(0,3 \% T_{\text{Mess}} + 2 \text{ °C})$ ³⁾	-----
Reproduzierbarkeit ¹⁾	-----	$\pm(0,1 \% T_{\text{Mess}} + 1 \text{ °C})$ ³⁾	-----
Temperaturauflösung	-----	0,1 °C	-----
Erfassungszeit (90% Signal)	-----	1 ms ⁴⁾	-----
Emissionsgrad/ Verstärkung	0,100...1,100 (einstellbar über Programmier Tasten oder Software)		
Transmissionsgrad	0,100...1,000 (einstellbar über Programmier Tasten oder Software)		
Signalverarbeitung	Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmier Tasten oder Software)		

¹⁾ bei Umgebungstemperatur 23±5 °C

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

³⁾ $\varepsilon = 1$ / Ansprechzeit 1s

⁴⁾ mit dynamischer Anpassung bei geringen Signalpegeln

Messtechnische Spezifikation [3M-Modelle]

	3ML	3MH	3MH1	3MH2
Temperaturbereich (skalierbar)	50...400 °C ¹⁾	100...600 °C ¹⁾	150...900 °C	200...1200 °C
Spektralbereich	2,3 µm	2,3 µm	2,3 µm	2,3 µm
Optische Auflösung	60:1	100:1	300:1	300:1
Systemgenauigkeit ^{2) 3)}	-----	±(0,3 % T _{Mess} +2 °C) ⁴⁾ -----		
Reproduzierbarkeit ²⁾	-----	±(0,1 % T _{Mess} +1 °C) ⁴⁾ -----		
Temperaturauflösung	-----	0,1 °C ⁴⁾ -----		
Erfassungszeit (90 % Signal)	-----	1 ms ⁵⁾ -----		
Emissionsgrad/ Verstärkung	0,100...1,100 (einstellbar über Programmier Tasten oder Software)			
Transmissionsgrad	0,100...1,000 (einstellbar über Programmier Tasten oder Software)			
Signalverarbeitung	Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmier Tasten oder Software)			

¹⁾ T_{Objekt} > T_{Messkopf}+25 °C

²⁾ bei Umgebungstemperatur 23±5 °C

³⁾ Genauigkeit bei Nutzung des Thermoelement-Ausgangs: ±2,5°C oder ±1%

⁴⁾ ε = 1/ Einstellzeit 1s

⁵⁾ mit dynamischer Anpassung bei geringen Signalpegeln

Messtechnische Spezifikation [3M/ MT/ F2/ F6-Modelle]

	3MH3	MT	F2	F6
Temperaturbereich (skalierbar)	350...1800 °C	200...1450 °C	200...1450 °C	200...1450 °C
Spektralbereich	2,3 µm	3,9 µm	4,24 µm	4,64 µm
Optische Auflösung	300:1	45:1	45:1	45:1
Systemgenauigkeit ^{1) 2)}	$\pm(0,3 \% T_{\text{Mess}} + 2 \text{ °C})$ ³⁾	-----	$\pm 1 \%$ ^{3) 4)}	-----
Reproduzierbarkeit ¹⁾	$\pm(0,1 \% T_{\text{Mess}} + 1 \text{ °C})$ ³⁾	-----	$\pm 0,5 \%$ ^{3) 4)}	-----
Temperaturauflösung	0,1 °C ⁴⁾	0,1 °C	0,1 °C	0,1 °C
Erfassungszeit (90 % Signal)	1 ms ⁵⁾			
Einstellzeit (90 % Signal)		10 ms ⁵⁾	10 ms ⁵⁾	10 ms ⁵⁾
Emissionsgrad/ Verstärkung	0,100...1,100 (einstellbar über Programmier Tasten oder Software)			
Transmissionsgrad	0,100...1,000 (einstellbar über Programmier Tasten oder Software)			
Signalverarbeitung	Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmier Tasten oder Software)			

¹⁾ bei Umgebungstemperatur 23±5 °C

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

³⁾ $\varepsilon = 1$ / Einstellzeit 1s

⁴⁾ bei Objekttemperaturen >300 °C

⁵⁾ mit dynamischer Anpassung bei geringen Signalpegeln

Messtechnische Spezifikation [G5-Modelle]

	G5L	G5H
Temperaturbereich (skalierbar)	100...1200 °C	250...1650 °C
Spektralbereich	5,2 µm	5,2 µm
Optische Auflösung	45:1	70:1
Systemgenauigkeit ^{1) 2)}	----- ±1 °C oder ±1 % ^{3) 4)} -----	
Reproduzierbarkeit ¹⁾	----- ±0,5 °C oder ±0,5 % ^{3) 4)} ----	
Temperaturauflösung	0,1 °C ³⁾	0,2 °C ³⁾
Einstellzeit (90 % Signal)	120 ms	80 ms
Emissionsgrad/ Verstärkung	0,100...1,100 (einstellbar über Programmier Tasten oder Software)	
Transmissionsgrad	0,100...1,000 (einstellbar über Programmier Tasten oder Software)	
Signalverarbeitung	Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmier Tasten oder Software)	

¹⁾ bei Umgebungstemperatur 23±5 °C

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

³⁾ $\varepsilon = 1 / \text{Einstellzeit } 1\text{s}$

⁴⁾ der jeweils größere Wert gilt

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.

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.

D = Entfernung von der Vorderkante des Gerätes zum Messobjekt

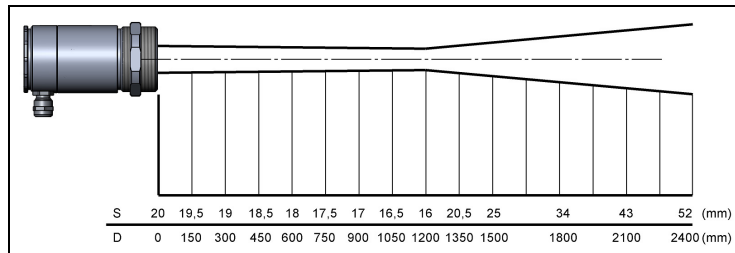
S = Messfleckgröße

LT

Optik: SF

D:S (Fokulentfernung) = 75:1/ 16mm@1200mm

D:S (Fernfeld) = 34:1

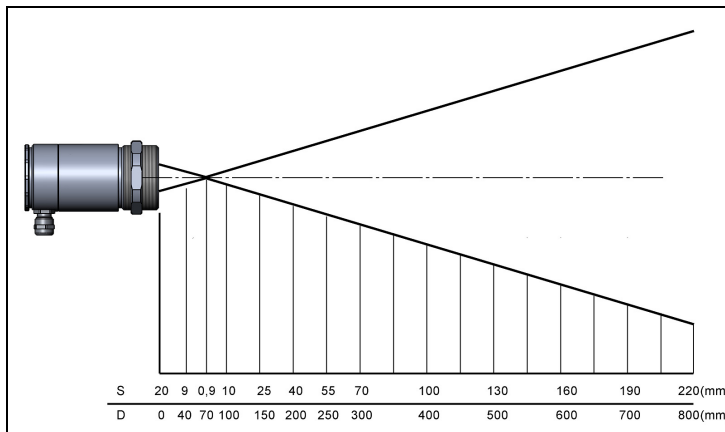




Optik: CF1

D:S (Fokusentfernung) = 75:1/ 0,9mm@70mm

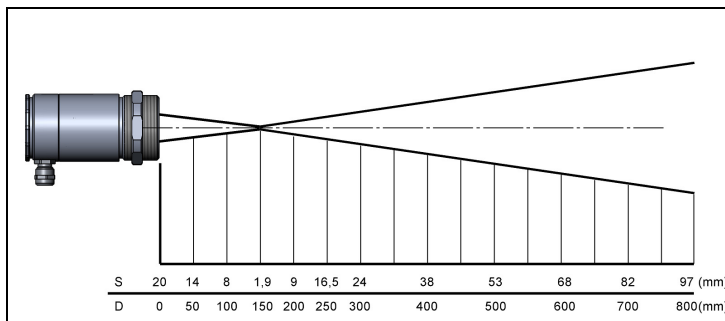
D:S (Fernfeld) = 3,5:1



Optik: CF2

D:S (Fokusentfernung) = 75:1/ 1,9mm@150mm

D:S (Fernfeld) = 7:1

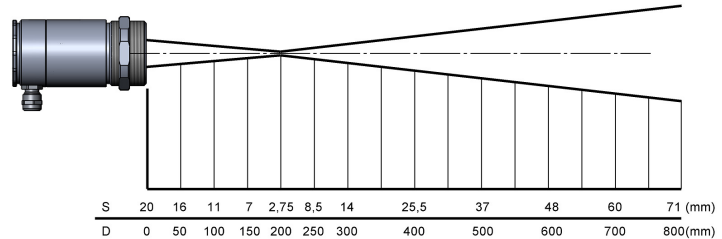




Optik: CF3

D:S (Fokusentfernung) = 75:1/ 2,75mm@200mm

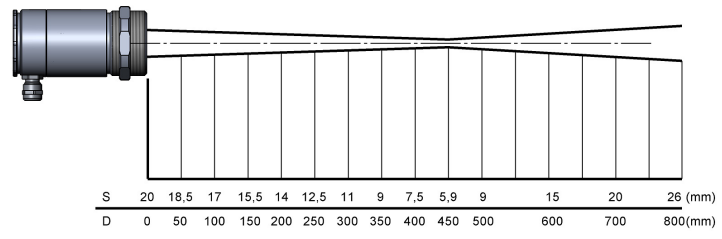
D:S (Fernfeld) = 9:1



Optik: CF4

D:S (Fokusentfernung) = 75:1/ 5,9mm@450mm

D:S (Fernfeld) = 18:1

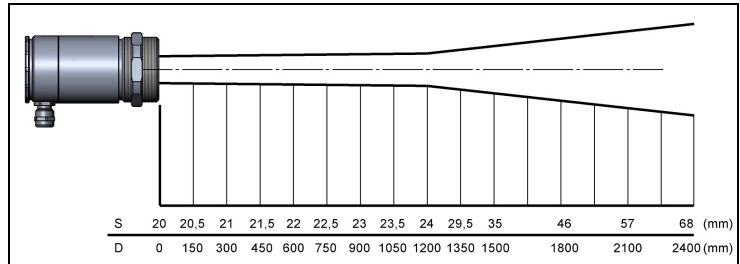


LTF

Optik: SF

D:S (Fokusentfernung) = 50:1/ 24mm@1200mm

D:S (Fernfeld) = 20:1

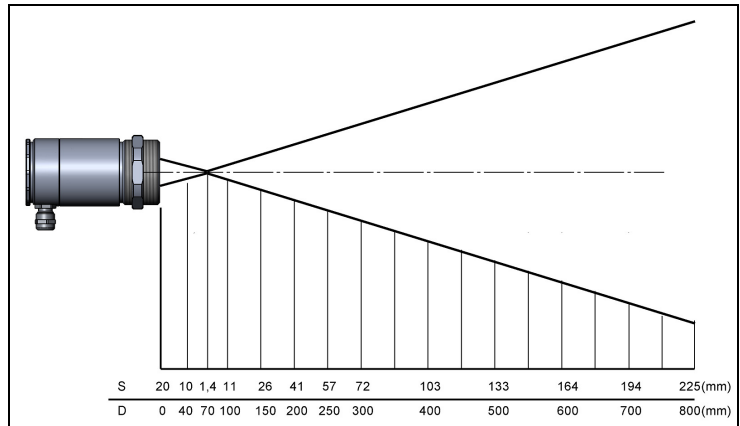


LTF

Optik: CF1

D:S (Fokusentfernung) = 50:1/ 1,4mm@70mm

D:S (Fernfeld) = 1,5:1

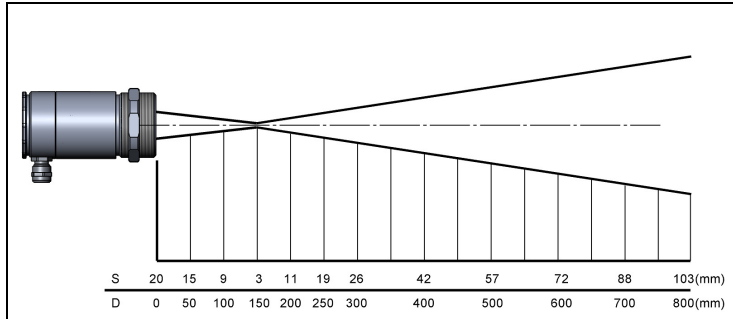


LTF

Optik: CF2

D:S (Fokusentfernung) = 50:1/ 3mm@150mm

D:S (Fernfeld) = 6:1

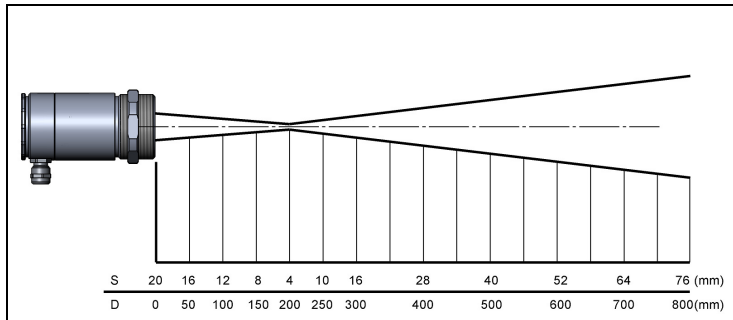


LTF

Optik: CF3

D:S (Fokusentfernung) = 50:1/ 4mm@200mm

D:S (Fernfeld) = 8:1

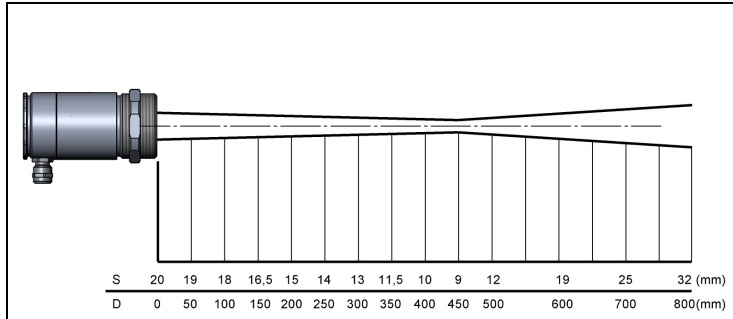


LTF

Optik: CF4

D:S (Fokusentfernung) = 50:1/ 9mm@450mm

D:S (Fernfeld) = 16:1



1MH/ 1MH1/ 2MH/ 2MH1 Optik: FF

D:S (Fokusentfernung) = 300:1

12mm@ 3600mm

D:S (Fernfeld) = 115:1

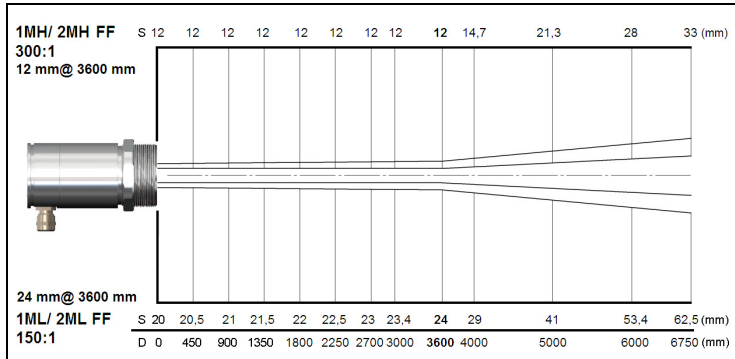
1ML/ 2ML

Optik: FF

D:S (Fokusentfernung) = 150:1

24mm@ 3600mm

D:S (Fernfeld) = 84:1



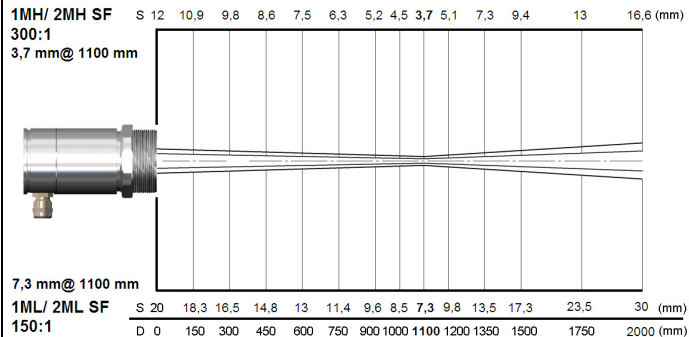
1MH/ 1MH1/ 2MH/ 2MH1 Optik: SF

D:S (Fokusentfernung) = 300:1
3,7mm@ 1100mm
D:S (Fernfeld) = 48:1

1ML/ 2ML

Optik: SF

D:S (Fokusentfernung) = 150:1
7,3mm@ 1100mm
D:S (Fernfeld) = 42:1



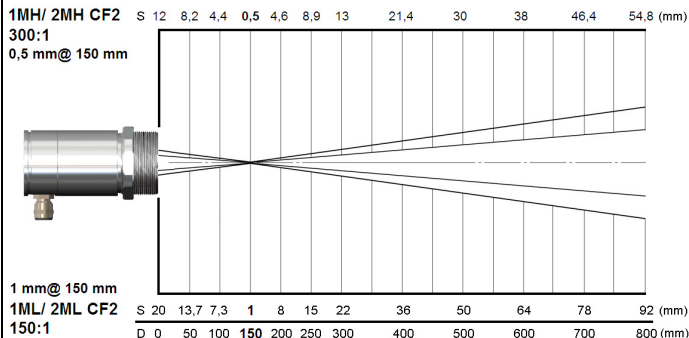
1MH/ 1MH1/ 2MH/ 2MH1 Optik: CF2

D:S (Fokusentfernung) = 300:1
0,5mm@ 150mm
D:S (Fernfeld) = 7,5:1

1ML/ 2ML

Optik: CF2

D:S (Fokusentfernung) = 150:1
1mm@ 150mm
D:S (Fernfeld) = 7:1



1MH/ 1MH1/ 2MH/ 2MH1

Optik: CF3

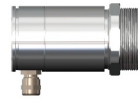
D:S (Fokusentfernung) = 300:1
 0,7mm@ 200mm
 D:S (Fernfeld) = 10:1

1ML/ 2ML

Optik: CF3

D:S (Fokusentfernung) = 150:1
 1,3mm@ 200mm
 D:S (Fernfeld) = 10:1

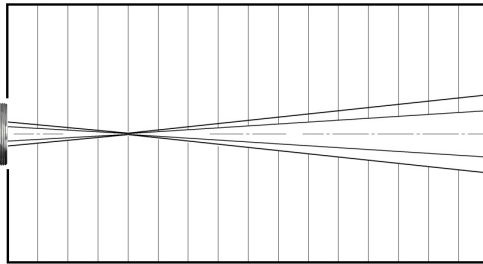
1MH/2MH CF3
 300:1
 0,7 mm@ 200 mm



1,3 mm@ 200 mm

1ML/ 2ML CF3
 150:1

S 12 9,2 6,4 3,6 0,7 3,9 7,1 13,4 19,8 26,1 32,5 38,8 (mm)



S 20 15,4 10,7 6 1,3 6,7 12 22,6 33,3 44 55 65 (mm)
 D 0 50 100 150 200 250 300 400 500 600 700 800 (mm)

1MH/ 1MH1/ 2MH/ 2MH1

Optik: CF4

D:S (Fokusentfernung) = 300:1
 1,5mm@ 450mm
 D:S (Fernfeld) = 22:1

1ML/ 2ML

Optik: CF4

D:S (Fokusentfernung) = 150:1
 3mm@ 450mm
 D:S (Fernfeld) = 20:1

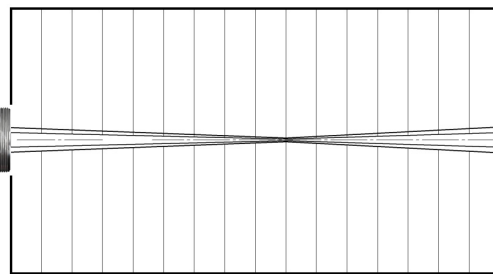
1MH/ 2MH CF4
 300:1
 1,5 mm@ 450 mm



3 mm@ 450 mm

1ML/ 2ML CF4
 150:1

S 12 10,9 9,7 8,5 7,4 6,2 5 3,9 2,7 1,5 3 6 9 12 (mm)



S 20 18,1 16,3 14,4 12,5 10,6 8,7 6,8 4,9 3 5,6 10,7 15,8 21 (mm)
 D 0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 600 700 800 (mm)

3MH

Optik: SF

D:S (Fokusentfernung) = 100:1
 11mm@ 1100mm
 D:S (Fernfeld) = 38:1

3ML

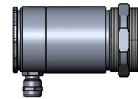
Optik: SF

D:S (Fokusentfernung) = 60:1
 18,3mm@ 1100mm
 D:S (Fernfeld) = 30:1

3MH SF

100:1

11 mm@ 1100 mm
 far field: 38:1



far field: 30:1

18,3 mm@ 1100 mm

3ML SF

60:1

S 20 19 18 17 16 15 14 12 11 13 16 20 28 38 (mm)

S 20 20 20 20 20 19 19 18,3 19 25 30 40 53 (mm)

D 0 150 300 450 600 750 900 1000 1100 1200 1350 1500 1750 2200 (mm)

3MH

Optik: CF1

D:S (Fokusentfernung) = 100:1
 0,7mm@ 70mm
 D:S (Fernfeld) = 3:1

3ML

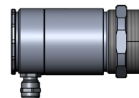
Optik: CF1

D:S (Fokusentfernung) = 60:1
 1,2mm@ 70mm
 D:S (Fernfeld) = 3:1

3MH CF1

100:1

0,7 mm@ 70 mm
 far field: 3:1



far field: 3:1

1,2 mm@ 70 mm

3ML CF1

60:1

S 20 9 0,7 9,6 24,4 39,2 54 69 99 128 158 187 217 (mm)

S 20 9,3 1,2 10,3 25,5 40,5 56 71 102 132 162 192 223 (mm)

D 0 40 70 100 150 200 250 300 400 500 600 700 800 (mm)

3MH

Optik: CF2

D:S (Fokusentfernung) = 100:1

1,5mm@ 150mm

D:S (Fernfeld) = 7:1

3ML

Optik: CF2

D:S (Fokusentfernung) = 60:1

2,5mm@ 150mm

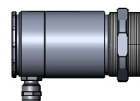
D:S (Fernfeld) = 6:1

3MH CF2

100:1

1,5 mm@ 150 mm

far field: 7:1



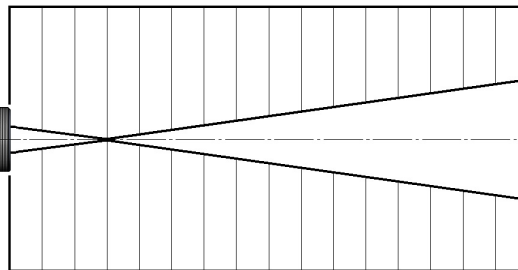
far field: 6:1

2,5 mm@ 150 mm

3ML CF2

60:1

S 20 14 7,7 1,5 8,7 16 23 38 52 66 81 95 (mm)



S 20 14,2 8,4 2,5 10 17,5 25 40 55 70 85 100 (mm)

D 0 50 100 150 200 250 300 400 500 600 700 800 (mm)

3MH

Optik: CF3

D:S (Fokusentfernung) = 100:1

2mm@ 200mm

D:S (Fernfeld) = 9:1

3ML

Optik: CF3

D:S (Fokusentfernung) = 60:1

3,4mm@ 200mm

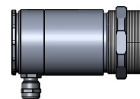
D:S (Fernfeld) = 8:1

3MH CF3

100:1

2 mm@ 200 mm

far field: 9:1



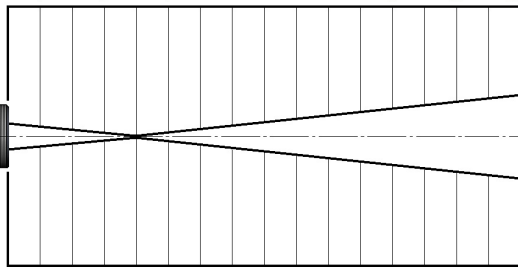
far field: 8:1

3,4 mm@ 200 mm

3ML CF3

60:1

S 20 15,5 11 6,5 2 7,5 13 24 35 46 57 68 (mm)



S 20 16 11,7 7,6 3,4 9,3 15,1 27 39 51 62 74 (mm)

D 0 50 100 150 200 250 300 400 500 600 700 800 (mm)

3MH

Optik: CF4

D:S (Fokusentfernung) = 100:1

4,5mm@ 450mm

D:S (Fernfeld) = 19:1

3ML

Optik: CF4

D:S (Fokusentfernung) = 60:1

7,5mm@ 450mm

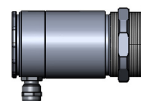
D:S (Fernfeld) = 17:1

3MH CF4

100:1

4,5 mm@ 450 mm

far field: 19:1



far field: 17:1

7,5 mm@ 450 mm

3ML CF4

60:1

S 20 18,3 16,6 14,9 13,2 11,4 9,7 8 6,3 4,5 7,3 13 19 24 (mm)



S 20 18,7 17,3 15,9 14,5 13,1 11,7 10,3 9 7,5 10,6 17 23 29 (mm)

D 0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 600 700 800 (mm)

3MH1-H3

Optik: FF

D:S (Fokusentfernung) = 300:1

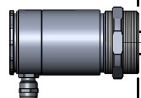
12mm@ 3600mm

D:S (Fernfeld) = 115:1

3MH1-H3 FF

300:1

12 mm@ 3600 mm



S 20 19 18 17 16 15 14 13,4 12 16,5 24,4 33,4 40 (mm)

D 0 450 900 1350 1800 2250 2700 3000 3600 4000 5000 6000 6750 (mm)

3MH1-H3

Optik: SF

D:S (Fokusentfernung) = 300:1

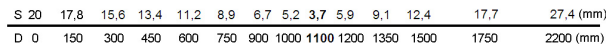
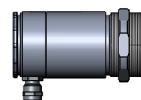
3,7mm@ 1100mm

D:S (Fernfeld) = 48:1

3MH1-H3 SF

300:1

3,7 mm@ 1100 mm

**3MH1-H3**

Optik: CF2

D:S (Fokusentfernung) = 300:1

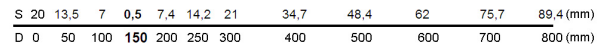
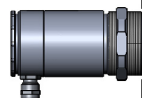
0,5mm@ 150mm

D:S (Fernfeld) = 7,5:1

3MH1-H3 CF2

300:1

0,5 mm@ 150 mm



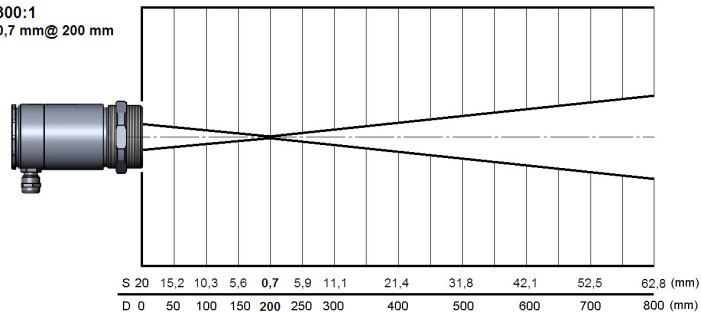
3MH1-H3

Optik: CF3

D:S (Fokusentfernung) = 300:1

0,7mm@ 200mm

D:S (Fernfeld) = 10:1

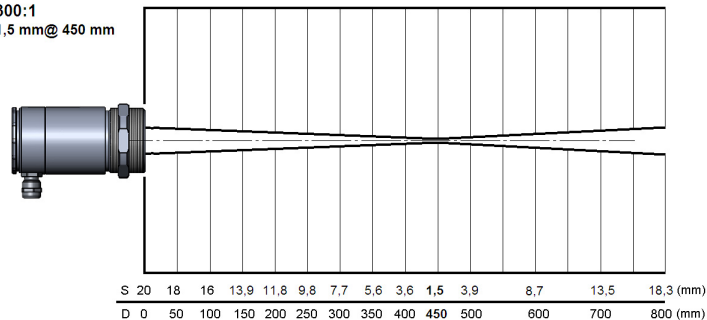
3MH1-H3 CF3
300:1
0,7 mm@ 200 mm**3MH1-H3**

Optik: CF4

D:S (Fokusentfernung) = 300:1

1,5mm@ 450mm

D:S (Fernfeld) = 22:1

3MH1-H3 CF4
300:1
1,5 mm@ 450 mm

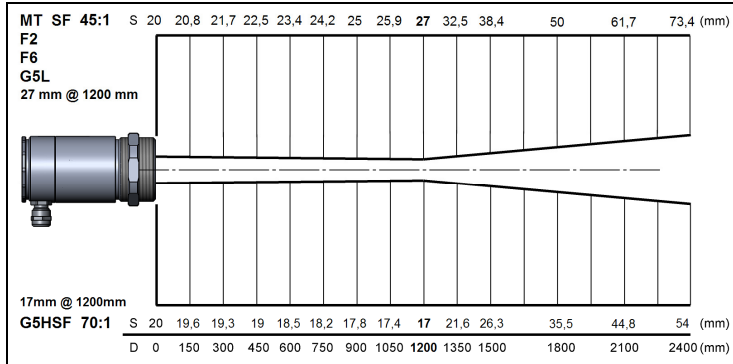
MT/ F2/ F6/ G5L Optik: SF

D:S (Fokusentfernung) = 45:1/ 27mm@1200mm
D:S (Fernfeld) = 25:1

G5H

Optik: SF

D:S (Fokusentfernung) = 70:1/ 17mm@1200mm
D:S (Fernfeld) = 33:1



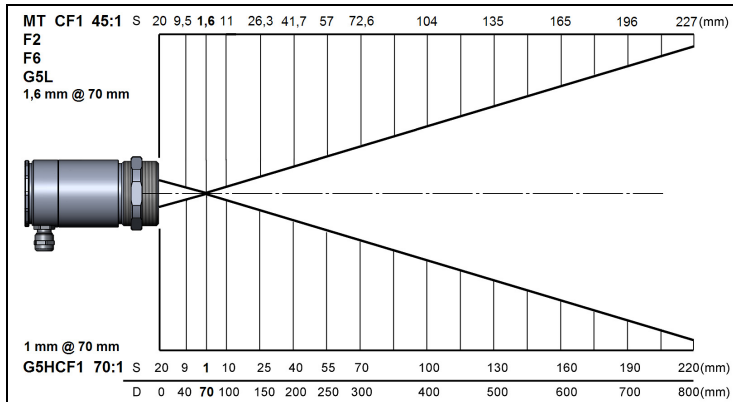
MT/ F2/ F6/ G5L Optik: CF1

D:S (Fokusentfernung) = 45:1/ 1,6mm@70mm
D:S (Fernfeld) = 3:1

G5H

Optik: CF1

D:S (Fokusentfernung) = 70:1/ 1mm@70mm
D:S (Fernfeld) = 3,4:1

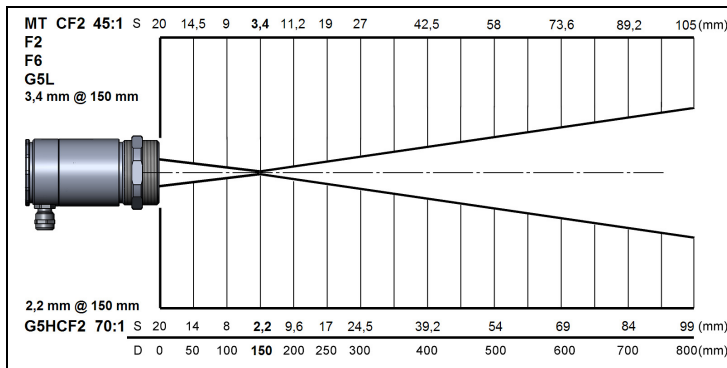


MT/ F2/ F6/ G5L Optik: CF2

D:S (Fokusentfernung) = 45:1/ 3,4mm@150mm
D:S (Fernfeld) = 6:1

G5H Optik: CF2

D:S (Fokusentfernung) = 70:1/ 2,2mm@150mm
D:S (Fernfeld) = 6,8:1

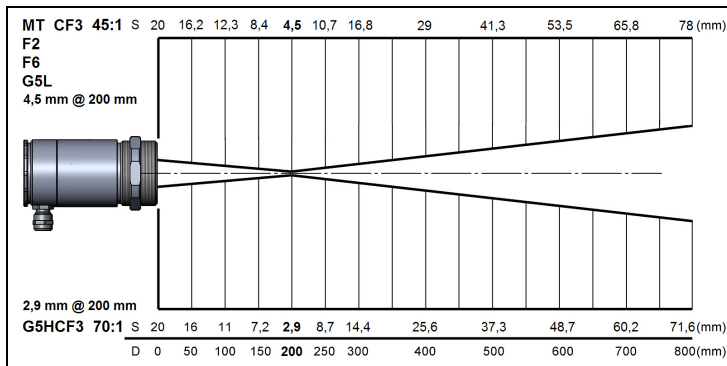


MT/ F2/ F6/ G5L Optik: CF3

D:S (Fokusentfernung) = 45:1/ 4,5mm@200mm
D:S (Fernfeld) = 8:1

G5H Optik: CF3

D:S (Fokusentfernung) = 70:1/ 2,9mm@200mm
D:S (Fernfeld) = 9,2:1



MT/ F2/ F6/ G5L

Optik: CF4

D:S (Fokusentfernung) = 45:1/ 10mm@450mm

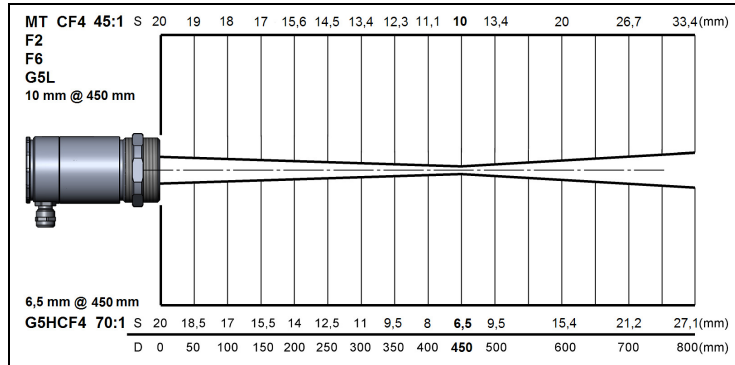
D:S (Fernfeld) = 15:1

G5H

Optik: CF4

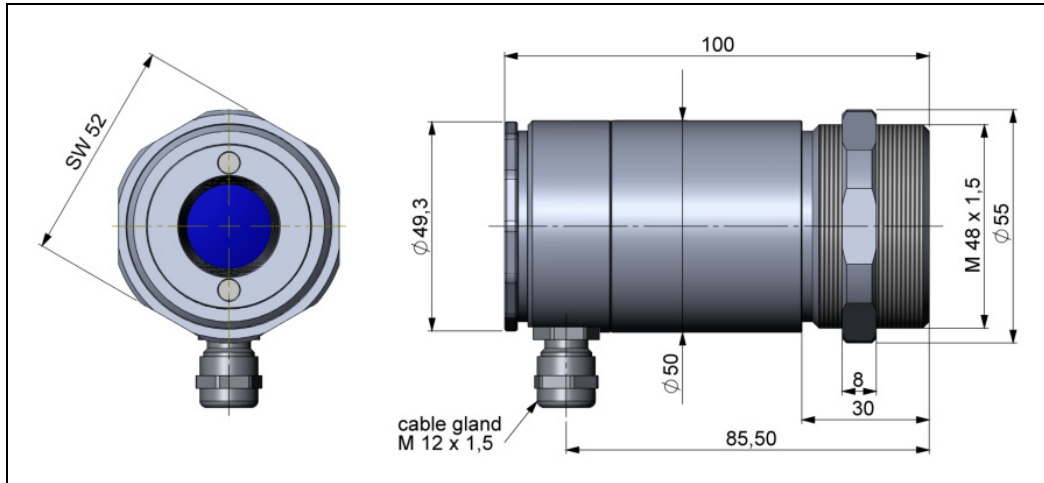
D:S (Fokusentfernung) = 70:1/ 6,5mm@450mm

D:S (Fernfeld) = 17,7:1



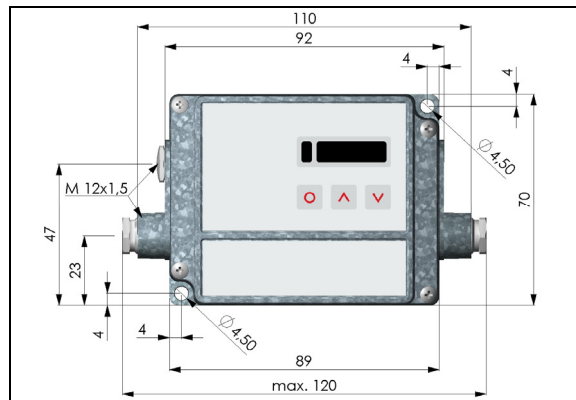
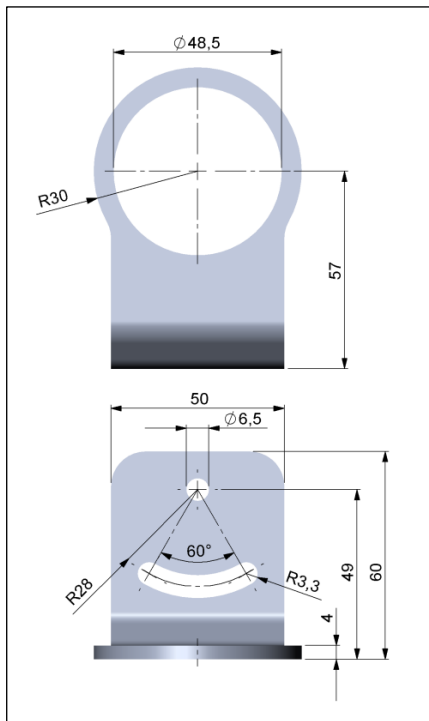
Mechanische Installation

Der CTlaser ist mit einem metrischen M48x1,5-Gewinde ausgestattet und kann entweder direkt über dieses Gewinde oder mit Hilfe der Sechskantmutter (Standard) und des festen Montagewinkels (Standard) an vorhandene Montagevorrichtungen installiert werden.

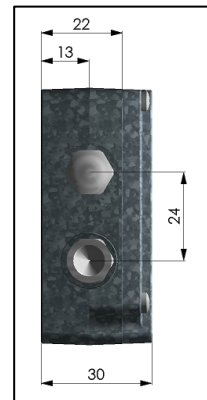


CTlaser- Messkopf

Der optische Strahlengang muss frei von jeglichen Hindernissen sein.



Elektronik-Box



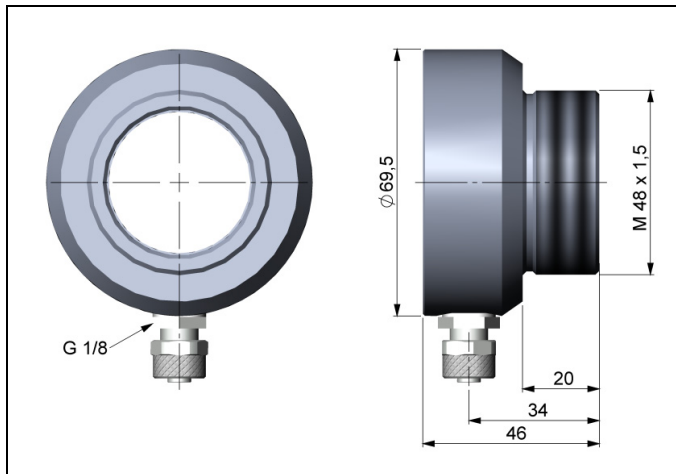
Für eine exakte Ausrichtung des Messkopfes auf das Objekt aktivieren Sie bitte den integrierten Doppel-Laser.
[► Bedienung/ Laservisier]

Montagewinkel, justierbar in einer Achse [ACCTLFB] – im Lieferumfang enthalten

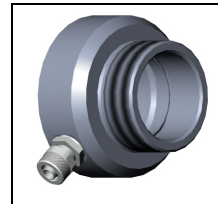
Zubehör

Freiblasvorsatz

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

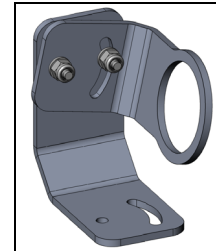
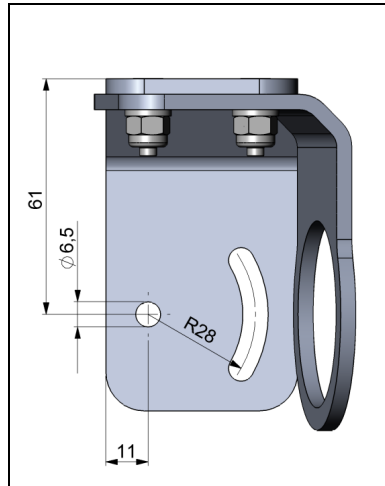
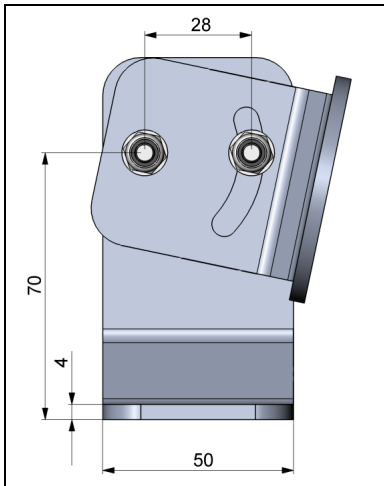


Die benötigte Luftmenge (ca. 2...10 l/ min.) ist abhängig von der Applikation und den Bedingungen am Installationsort.



Freiblasvorsatz [ACCTLAP]
Schlauchanschluss: 6x8 mm
Gewinde (Fitting): G 1/8 Zoll

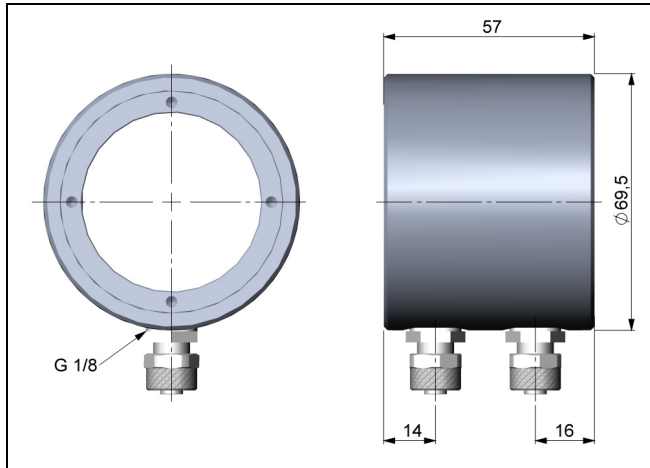
Montagewinkel



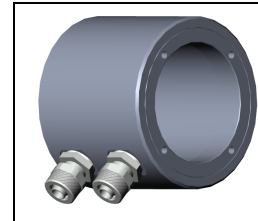
Montagewinkel, justierbar in zwei Achsen [ACCTLAB]

Mit Hilfe dieses Montagewinkels kann der Messkopf in 2 Achsen justiert werden.

Wasserkühlgehäuse



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

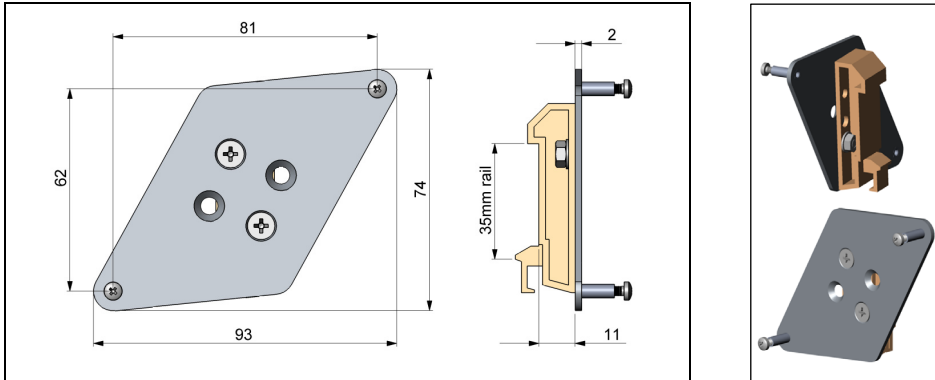


Wasserkühlgehäuse [ACCTLW]
Schlauchanschluss: 6x8 mm
Gewinde (Fitting): G 1/8 Zoll

Der Messkopf kann bei Umgebungstemperaturen bis zu 85 °C ohne Kühlung eingesetzt werden. Für Anwendungen, bei denen eine höhere Umgebungstemperatur auftreten kann, empfiehlt sich der Einsatz des optionalen Wasserkühlgehäuses (Einsatztemperatur bis 175 °C). Der Sensor sollte mit dem optional erhältlichen Hochtemperaturkabel ausgestattet sein (Einsatztemperatur bis 180 °C).

Tragschienenmontageplatte für Elektronik-Box

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



Tragschienenmontageplatte [ACCTRAIL]

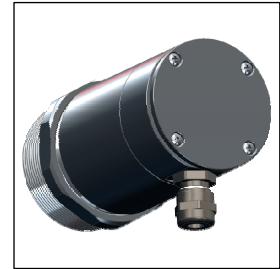
- Alle Zubehörteile können unter Verwendung der in Klammern [] angegebenen Artikelnummern bestellt werden.

Elektrische Installation

Anschluss der Kabel

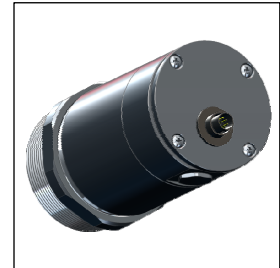
Standardvariante

Die Standardvariante wird inklusive Anschlusskabel (Verbindung Messkopf-Elektronik) geliefert. Zum Anschluss des CTlaser öffnen Sie bitte zunächst den Deckel der Elektronikbox (4 Schrauben). Im unteren Bereich befinden sich die Schraubklemmen für den Anschluss der Kabel.



Steckervariante

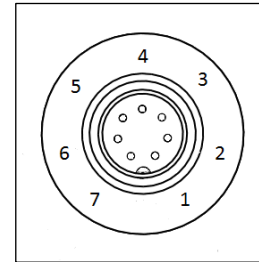
Bei dieser Ausführung befindet sich in der Sensorrückwand bereits ein Gerätestecker. Verwenden Sie bitte die original als Zubehör erhältlichen, vorkonfektionierten und mit einem passenden Kupplungsstecker versehenen Anschlusskabel. Beachten Sie bitte die Pin-Belegung des Steckers (siehe nächste Seite).



Bei Verwendung des Cooling Jackets wird die Steckervariante benötigt.

Pin-Belegung Gerätestecker (nur bei Steckervariante)

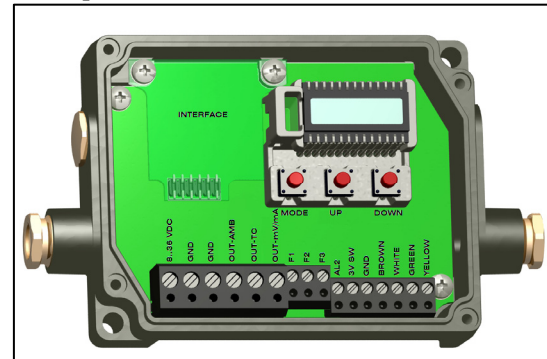
PIN	Bezeichnung	Aderfarbe (Original Sensorkabel)
1	Detektorsignal (+)	gelb
2	Temperaturfühler Messkopf	braun
3	Temperaturfühler Messkopf	weiß
4	Detektorsignal (–)	grün
5	Spannungsversorgung Laser (–)	grau
6	Spannungsversorgung Laser (+)	rosa
7	–	nicht belegt



Gerätestecker (Außenansicht)

Anschlusskennzeichnung [Modelle LT/ LTF/ MT/ F2/ F6/ G5]

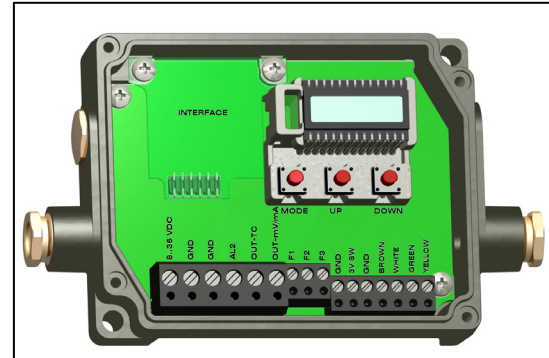
+8...36VDC	Spannungsversorgung
GND	Masse (0V) der Spannungsversorgung
GND	Masse (0V) der internen Ein- und Ausgänge
OUT-AMB	Analogausgang Messkopftemperatur (mV)
OUT-TC	Analogausgang Thermoelement (J oder K)
OUT-mV/mA	Analogausgang Objekttemperatur (mV oder mA)
F1-F3	Funktionseingänge
AL2	Alarm 2 (Open-collector Ausgang)
3V SW	ROSA/ Spannungsversorgung Laser (+)
GND	GRAU/ Spannungsversorgung Laser (–)
BRAUN	Temperaturfühler Messkopf
WEISS	Temperaturfühler Messkopf
GRÜN	Detektorsignal (–)
GELB	Detektorsignal (+)



Geöffnete Elektronik-Box (LT/ LTF/ MT/ F2/ F6/ G5) mit Anschlussklemmen

Anschlusskennzeichnung [Modelle 1M/ 2M/ 3M]

+8...36VDC	Spannungsversorgung
GND	Masse (0V) der Spannungsversorgung
GND	Masse (0V) der internen Ein- und Ausgänge
AL2	Alarm 2 (Open-collector Ausgang)
OUT-TC	Analogausgang Thermoelement (J oder K)
OUT-mV/mA	Analogausgang Objekttemperatur (mV oder mA)
F1-F3	Funktionseingänge
GND	Masse (0V)
3V SW	ROSA/ Spannungsversorgung Laser (+)
GND	GRAU/ Spannungsversorgung Laser (-)
BROWN	Temperaturfühler Messkopf (NTC)
WHITE	Masse Messkopf
GREEN	Spannungsversorgung Messkopf
YELLOW	Detektorsignal



**Geöffnete Elektronik-Box (1M/ 2M/ 3M)
mit Anschlussklemmen**

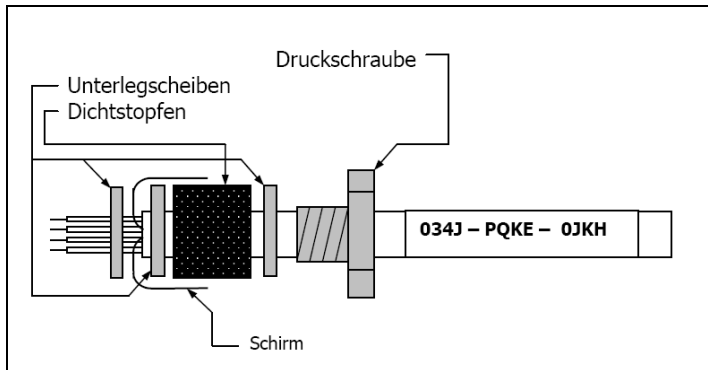
Spannungsversorgung

Bitte verwenden Sie ein Netzteil mit einer Ausgangsspannung von **8–36 VDC**, welches einen Strom von **160 mA** liefert.

ACHTUNG: An die Analogausgänge darf auf keinen Fall eine Spannung angelegt werden, da dies zur Zerstörung des Ausgangs führt !
Der CTlaser ist kein Zweileitersensor !

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 Ader-Enden. 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.



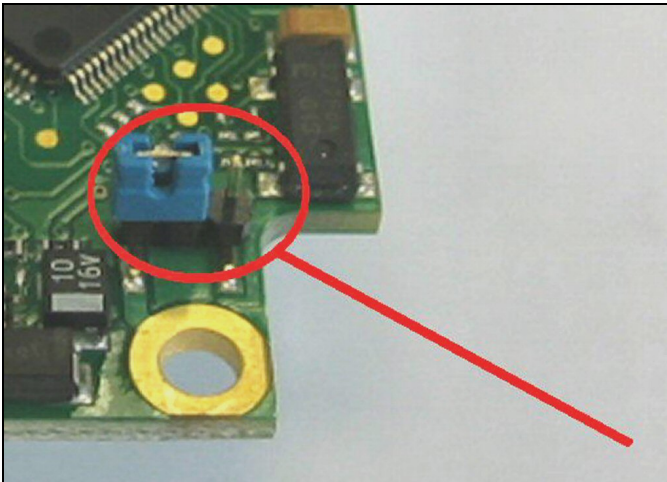
Es dürfen nur abgeschirmte Kabel verwendet werden. Der Schirm des Sensors muss geerdet sein.

Masseverbindung

Auf der Unterseite der Mainboard-Platine finden Sie einen Steckverbinder (Jumper), welcher werksseitig wie im Bild ersichtlich platziert ist [linker und mittlerer Pin verbunden]. In dieser Position sind die Masseklemmen (GND Versorgungsspannung/ Ausgang) mit der Gehäusemasse der Elektronikbox verbunden.

Um Masseschleifen und damit verbundene Signalstörungen zu vermeiden, ist in industrieller Umgebung ggf. ein Auftrennen dieser Verbindung erforderlich. Stecken Sie dazu den Jumper bitte in die andere Position [**mittlerer** und **rechter** Pin verbunden].

Bei Verwendung des Thermoelementausgangs empfiehlt sich generell ein Auftrennen der Masseverbindung GND – Gehäuse.



Austauschen des Messkopfes

Werkseitig ist das Messkopfkabel bereits an die Elektronikbox angeschlossen. Innerhalb ein und derselben Modellgruppe ist ein Austausch von Messköpfen und Elektroniken möglich.

Bei Montage eines neuen Messkopfes muss der Kalibrier-Code des neuen Kopfes in die Elektronik eingegeben werden.

Eingabe des Kalibriercodes

Jeder Kopf hat einen spezifischen Kalibrier-Code, welcher auf dem Messkopf vermerkt ist. Für eine korrekte Temperaturmessung und Funktionsweise des Sensors müssen diese Messkopfdaten in der Elektronikbox abgespeichert werden. Der Kalibrier-Code besteht aus fünf Blöcken mit jeweils 4 Zeichen.

Beispiel: **EKJ0 – 00UD – 0A1B – A17U – 93OZ**
 1.Block 2.Block 3.Block 4.Block 5.Block

Zur Eingabe des Codes betätigen Sie bitte die **Auf**- und **Ab**-Taste (beide gedrückt halten) und dann die **Mode**-Taste. Im Display erscheint **HCODE** und danach die 4 Zeichen des ersten Blocks. Mit **Auf** und **Ab** können die einzelnen Stellen geändert werden; **Mode** wechselt zum nächsten Zeichen bzw. zum nächsten Block.

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

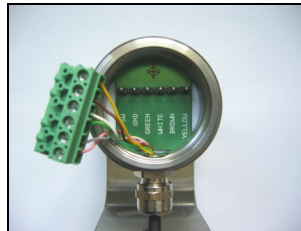


Der Kalibriercode befindet sich auf einem Label am Messkopf. Entfernen Sie dieses Label nicht bzw. notieren Sie sich den Code, da dieser bei einem Tausch der Elektronik benötigt wird.

Austauschen des Messkopfkabels

Das Messkopfkabel kann bei Bedarf ebenfalls ausgetauscht werden. Zur Demontage am Messkopf öffnen Sie bitte zunächst den Verschlussdeckel an der Rückseite des Messkopfes. Danach ziehen Sie die Schraubklemme ab und lösen die Anschlüsse. Nach Anschluss des neuen Kabels verfahren Sie bitte in umgekehrter Reihenfolge. Bitte beachten Sie, dass der Schirm des Kabels mit dem Kopfgehäuse verbunden ist.

Verwenden Sie bitte als Austauschkabel ein Kabel gleichen Querschnitts und gleicher Spezifikation, um Einflüsse auf die Messgenauigkeit zu vermeiden.



Aus- und Eingänge

Analogausgänge

Der CTlaser hat zwei Ausgabekanäle.

Ausgabekanal 1

Dieser Ausgang wird für die Ausgabe der Objekttemperatur genutzt. Die Auswahl des Ausgabesignals erfolgt über die Programmier Tasten **[► Bedienung]**. Über die Software CompactConnect kann der Ausgabekanal 1 auch als Alarmausgang programmiert werden.

Ausgabesignal	Bereich	Anschluss-Pin auf CTlaser-Platine
Spannung	0 ... 5 V	OUT-mV/mA
Spannung	0 ... 10 V	OUT-mV/mA
Strom	0 ... 20 mA	OUT-mV/mA
Strom	4 ... 20 mA	OUT-mV/mA
Thermoelement	TC J	OUT-TC
Thermoelement	TC K	OUT-TC

Beachten Sie bitte, dass je nach verwendetem Ausgang unterschiedliche Anschluss-Pins (**OUT-mV/mA** oder **OUT-TC**) verwendet werden.

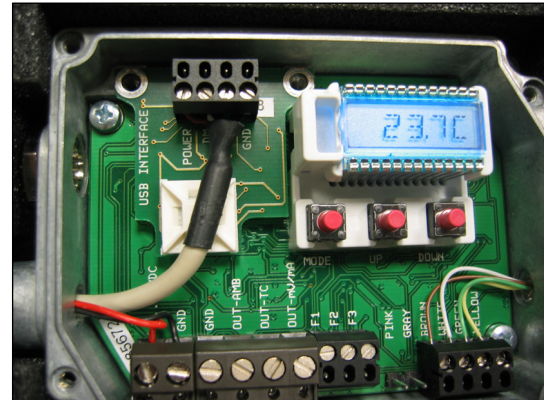
Ausgabekanal 2 [nur für Modelle LT/ G5]

Am Anschluss-Pin OUT AMB wird die Messkopftemperatur **[-20–180 °C als 0-5 V oder 0-10 V-Signal]** ausgegeben. Über die Software CompactConnect kann der Ausgabekanal 2 auch als Alarmausgang programmiert werden. Hierbei können anstelle der Messkopftemperatur **TKopf** auch die Objekttemperatur **TObjekt** oder Elektronikboxtemperatur **TBox** als Alarmquelle genutzt werden.

Digitale Schnittstellen

Der CTlaser kann optional mit einer USB-, RS232-, RS485-, CAN-Bus-, Profibus DP- oder Ethernet-Schnittstelle ausgestattet werden.

Zur Installation nehmen Sie zunächst die jeweilige Interface-Platine und stecken diese in die dafür vorgesehene Aufnahme in der Elektronik, welche sich links neben der Anzeige befindet. In der richtigen Lage stimmen die Schraubenlöcher des Interface mit denen der Elektronik-Box überein. Drücken Sie das Interface nun nach unten, um die Kontaktierung zu erreichen und befestigen es mittels der beiden mitgelieferten Schrauben M3x5. Stecken Sie das Interface-Kabel mit der vormontierten Schraubklemme auf die Steckerleiste der Interface-Platine.



**Die Ethernet-Schnittstelle benötigt eine Versorgungsspannung von mind. 12 V.
Bitte beachten Sie in jedem Fall die Hinweise der jeweiligen Schnittstellen-Anleitung.**

Relaisausgänge

Der CTlaser kann optional mit einem Relaisausgang ausgestattet werden. Die Relais-Platine wird in gleicher Weise wie die digitalen Schnittstellen installiert. **Eine gleichzeitige Installation einer Digitalschnittstelle und der Relaisausgänge ist nicht möglich.**

Beide Relais sind vollkommen isoliert ausgelegt und können mit maximal 60 VDC/ 42 VAC_{eff}, 0,4 A DC/AC schalten. Eine rote LED signalisiert jeweils einen geschlossenen Relaiskontakt.

Die Schaltpunkte entsprechen den Werten für Alarm 1 und 2 [► **Alarmer/ Visuelle Alarmer**] und sind gemäß der ► **Werksvoreinstellung** gesetzt.
Für erweiterte Einstellungen (Änderung Low- und High-Alarm) wird eine Digitalschnittstelle (USB, RS232) und die Software CompactConnect benötigt.

Funktionseingänge

Die drei Funktionseingänge F1 bis F3 können ausschließlich über die Software programmiert werden.

- F1 (digital):** Trigger (ein 0 V – Pegel an F1 setzt die Haltefunktionen zurück)
F2 (analog): Emissionsgrad extern [0–10 V: 0 V ► $\epsilon=0,1$; 9 V ► $\epsilon=1$; 10 V ► $\epsilon=1,1$]
F3 (analog): externe Umgebungstemperaturkompensation/ der Bereich ist über die Software CompactConnect skalierbar [0–10 V ► -40–900 °C/ voreingestellter Bereich: -20–200 °C]
F1-F3 (digital): Emissionsgrad (digitale Auswahl über Tabelle)

Ein nicht beschalteter Eingang wird wie folgt bewertet:

F1= High-Pegel | F2, F3= Low-Pegel

[High-Pegel: $\geq +3\text{ V} \dots +36\text{ V}$ | Low-Pegel: $\leq +0,4\text{ V} \dots -36\text{ V}$]

Alarme

Der CTlaser verfügt über folgende Alarmfunktionen:

Bei allen Alarmen (Alarm 1, Alarm 2, Ausgangskanal 1 und 2 bei Nutzung als Alarmausgang) ist eine **Hysterese von 2 K** fest eingestellt.

Ausgabekanal 1 und 2 [Kanal 2 nur bei LT/ G5]

Zur Aktivierung muss der jeweilige Ausgabekanal in den Digital-Modus umgeschaltet werden. Dies kann nur über die Software CompactConnect erfolgen.

Visuelle Alarme

Diese Alarme bewirken eine Änderung der Farbe des LCD-Displays und stehen über die optionale Relaischnittstelle zur Verfügung. Der Alarm 2 kann zusätzlich am Pin **AL2** (auf dem Mainboard) als Open-collector-Ausgang [**24V/ 50mA**] genutzt werden.

Werkseitig sind die Alarme wie folgt definiert:

Alarm 1	Normal geschlossen/ Low-Alarm
Alarm 2	Normal offen/ High-Alarm

Beide Alarme wirken auf die Farbeinstellung des LCD-Displays:

BLAU: Alarm 1 aktiv
ROT: Alarm 2 aktiv
GRÜN: kein Alarm aktiv

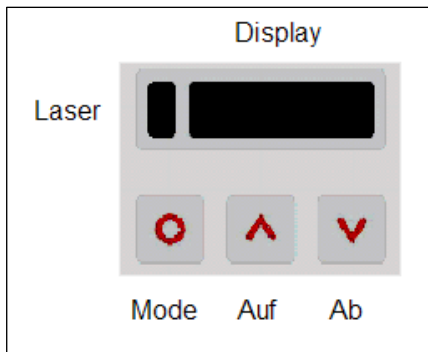
Für erweiterte Einstellungen wie Definition als Low- oder High-Alarm [**über Änderung Normal offen/ geschlossen**], Wahl der Signalquelle [**TObjekt, TKopf, TBox**] wird eine Digitalschnittstelle (z.B. USB, RS232) inklusive der Software CompactConnect benötigt.

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 [► **Alarmer/ Visuelle Alarmer**].

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

Werksvoreinstellung

Um den CTlaser auf die werksseitig eingestellten Parameter zurück zu setzen, 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**.

Anzeige	Modus [Beispiel]	Einstellbereich
S ON	Laser-Visier [Ein]	ON/ OFF
142.3C	Objekttemperatur (nach Signalverarbeitung) [142,3 °C]	unveränderbar
127CH	Kopftemperatur [127 °C]	unveränderbar
25CB	Boxtemperatur [25 °C]	unveränderbar
142CA	aktuelle Objekttemperatur [142 °C]	unveränderbar
<input type="checkbox"/> MV5	Signalausgabe Ausgabekanal 1 [0-5 V]	<input type="checkbox"/> 0-20 = 0–20 mA/ <input type="checkbox"/> 4-20 = 4–20 mA/ <input type="checkbox"/> MV5 = 0–5 V/ <input type="checkbox"/> MV10 = 0-10 V/ <input type="checkbox"/> TCJ = Thermoelementausgang Typ J/ <input type="checkbox"/> TCK = Thermoelementausgang Typ K
E0.970	Emissionsgrad [0,970]	0,100 ... 1,100
T1.000	Transmission [1,000]	0,100 ... 1,100
A 0.2	Signalausgabe Mittelwert [0,2 s]	A---- = inaktiv/ 0,1 ... 999,9 s
P----	Signalausgabe Maximalwert [inaktiv]	P---- = inaktiv/ 0,1 ... 999,9 s/ P oo oo oo oo = unendlich
V----	Signalausgabe Minimalwert [inaktiv]	V---- = inaktiv/ 0,1 ... 999,9 s/ V oo oo oo oo = unendlich
u 0.0	untere Grenze Temperaturbereich [0 °C]	modellabhängig/ inaktiv bei TCJ- und TCK-Ausgang
n 500.0	obere Grenze Temperaturbereich [500 °C]	modellabhängig/ inaktiv bei TCJ- und TCK-Ausgang
[0.00	untere Grenze Ausgabesignal [0 V]	entsprechend des Bereiches des gewählten Ausgangs
] 5.00	obere Grenze Ausgabesignal [5 V]	entsprechend des Bereiches des gewählten Ausgangs
U °C	Temperatureinheit [°C]	°C/ °F
 30.0	untere Alarmgrenze [30 °C]	modellabhängig
 100.0	obere Alarmgrenze [100 °C]	modellabhängig
XHEAD	Umgebungstemperaturkompensation [Messkopftemperatur]	XHEAD = Messkopftemperatur/ -40,0 ... 900,0 °C (bei LT) als fester Wert für die Kompensation/ Betätigen von Auf und Ab gleichzeitig wechselt zurück zu XHEAD (Messkopftemperatur)
M 01	Multidrop-Adresse [1] (nur mit RS485 Interface)	01 ... 32
B 9.6	Baudrate in kBaud [9,6]	9,6/ 19,2/ 38,4/ 57,6/ 115,2 kBaud

S ON

Aktivierung (**ON**) und Deaktivierung (**OFF**) des **Visierlasers**. Durch Betätigen von **Auf** bzw. **Ab** kann der Laser ein- und ausgeschaltet werden.

□ MV5

Auswahl des **Ausgabesignals**. Durch Betätigen von **Auf** bzw. **Ab** können die verschiedenen Ausgangssignale (siehe Tabelle) gewählt werden.

E0.970

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 [**► Emissionsgrad**].

T1.000

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.).

A 0.2

Einstellen der Zeit für die **Mittelwertbildung**. Bei Einstellen von **0.0** erscheint im Display --- (Funktion deaktiviert). Bei dieser Funktion wird ein arithmetischer Algorithmus ausgeführt, um das Signal zu glätten. Die eingestellte Zeit ist die Zeitkonstante. Diese Funktion kann auch mit allen weiteren Nachverarbeitungsfunktionen kombiniert werden.

P----

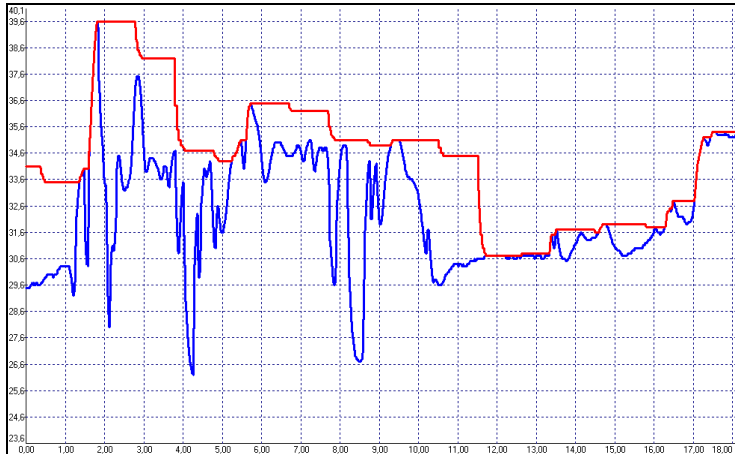
Einstellen der Zeit für die **Maximumsuche**. Bei Einstellen von **0.0** erscheint im Display --- (Funktion deaktiviert).
Bei dieser Funktion wird das jeweilige Signalmaximum gehalten; d.h. bei sinkender Temperatur hält der Algorithmus den Signalpegel für die eingestellte Zeit.
Nach Ablauf der Haltezeit fällt das Signal auf den zweithöchsten Wert bzw. sinkt um 1/8 der Differenz zwischen vorherigem Maximalwert und Minimalwert während der Haltezeit.

Dieser Wert wird wiederum für die eingestellte Zeit gehalten. Danach fällt das Signal mit langsamer Zeitkonstante und folgt dem Verlauf der Objekttemperatur.

V----

Einstellen der Zeit für die **Minimumsuche**. Bei Einstellen von **0.0** erscheint im Display --- (Funktion deaktiviert). Bei dieser Funktion wird das jeweilige Signalminimum gehalten. Der Algorithmus entspricht dabei dem für die Maximumsuche (invertiert).

Signalverlauf bei P----



— TProzess mit Maximumsuche (Haltezeit = 1s)
— Taktuell ohne Nachverarbeitung

u 0.0

Einstellen der **unteren Grenze des Temperaturbereiches**. Die minimale Differenz zwischen unterer und oberer Bereichsgrenze beträgt **20 K**. Wird die untere Grenze auf einen Wert \geq obere Grenze gewählt, so wird die obere Grenze automatisch auf **[untere Grenze + 20 K]** gesetzt.

n 500.0

Einstellen der **oberen Grenze des Temperaturbereiches**. Die minimale Differenz zwischen oberer und unterer Bereichsgrenze beträgt **20 K**. Die obere Grenze lässt sich nur auf einen Wert = untere Grenze + 20 K einstellen.

[0.00

Einstellen der **unteren Grenze des Ausgabesignals**. Diese Einstellung ermöglicht die Zuordnung eines bestimmten Ausgabesignalpegels zur unteren Grenze des Temperaturbereichs. Der Einstellbereich entspricht dem gewählten Ausgabemodus (z.B. 0-5 V).

] 5.00

Einstellen der **oberen Grenze des Ausgabesignals**. Diese Einstellung ermöglicht die Zuordnung eines bestimmten Ausgabesignalpegels zur oberen Grenze des Temperaturbereichs. Der Einstellbereich entspricht dem gewählten Ausgabemodus (z.B. 0-5 V).

U °C

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

] 30.0

Einstellen der **unteren Alarmgrenze**. Dieser Wert entspricht Alarm 1 [**► Alarme/ Visuelle Alarme**] und dient damit auch der Einstellung des Schaltpunktes für Relais 1 (bei Verwendung der optionalen Relaisschnittstelle).

|| 100.0

Einstellen der **oberen Alarmgrenze**. Dieser Wert entspricht Alarm 2 [**► Alarme/ Visuelle Alarme**] und dient damit auch der Einstellung des Schaltpunktes für Relais 2 (bei Verwendung der optionalen Relaisschnittstelle).

XHEAD

Einstellen der **Umgebungstemperaturkompensation**. In Abhängigkeit des Emissionsgrades des Messobjektes wird von der Oberfläche ein mehr oder weniger großer Anteil an Umgebungsstrahlung reflektiert. Um diesen Einfluss zu kompensieren, bietet diese Funktion die Möglichkeit, einen festen Wert für die Hintergrundstrahlung einzugeben.

Speziell bei großen Unterschieden zwischen der Umgebungstemperatur am Objekt und der Messkopftemperatur empfiehlt sich die Nutzung der **Umgebungstemperaturkompensation**.

Bei Anzeige von **XHEAD** erfolgt die Kompensation über den messkopffinternen Fühler. Ein Rückkehren zu **XHEAD** erfolgt durch gleichzeitiges Betätigen von **Auf** und **Ab**.

M 01

Einstellen der **Multidrop-Adresse**. In einem RS485-Netzwerk benötigt jeder Sensor eine eigene Adresse. Dieser Menüpunkt wird nur bei installierter RS485-Schnittstelle angezeigt.

B 9.6

Einstellen der **Baudrate** für die digitale Datenübertragung.

Laservisier

Der CTlaser verfügt über ein Doppel-Laservisier. Beide Laser markieren in jeder Messentfernung den exakten Durchmesser des Messflecks. Im Scharfpunkt der jeweiligen Optik **► Optische Diagramme** liegen beide Laserpunkte übereinander und markieren somit als ein Laserpunkt den minimalen Messfleck. Somit lässt sich der Sensor genau auf das zu messende Objekt positionieren.

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

Der Laser kann über die Programmier Tasten am Gerät oder die Software aktiviert/deaktiviert werden. Bei aktiviertem Laser leuchtet eine gelbe LED links neben der Temperaturanzeige.

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



Fehlermeldungen

Im Display des CTlaser können folgende Fehlermeldungen erscheinen:

- **OVER** Temperatur Überlauf
- **UNDER** Temperatur Unterlauf
- **^^^CH** Kopftemperatur zu hoch
- **vvvCH** Kopftemperatur zu niedrig

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 Installationsassistent (**Installation wizard**) automatisch. Andernfalls starten Sie bitte **setup.exe** von der CD-ROM. Folgen Sie bitte den Anweisungen des Assistenten, bis die Installation abgeschlossen ist.

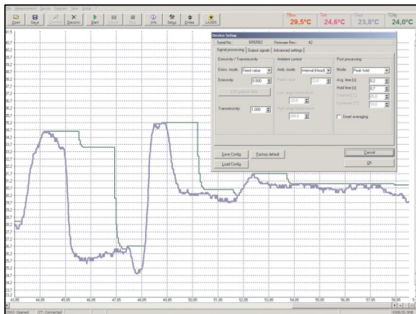
Nach der Installation finden Sie die Software auf Ihrem Desktop (als Programmsymbol) sowie im Startmenü unter: **[Start]\Programme\CompactConnect**.

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

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: 9,6...115,2 kBaud (einstellbar am Gerät oder über Software)
Datenbits: 8
Parität: keine
Stopp bits: 1
Flusskontrolle: aus

Protokoll

Alle CTlaser-Sensoren verwenden ein binäres Protokoll. Alternativ können die Geräte auch auf ein ASCII-Protokoll umgeschaltet werden. Um eine schnelle Kommunikation zu erreichen, wird auf einen zusätzlichen Overhead mit CR, LR oder ACK Bytes verzichtet.

ASCII-Protokoll

Zur Umschaltung auf das ASCII-Protokoll verwenden Sie bitte folgenden Befehl:

Dezimal: 131
HEX: 0x83
Daten, Antwort: byte 1
Ergebnis: 0 – Binär-Protokoll
1 – ASCII-Protokoll

Speichern von Parametereinstellungen

Nach Einschalten des CTlaser-Sensors ist der Flash-Modus aktiv, d.h. geänderte Parametereinstellungen werden im internen Flash-EEPROM gespeichert und bleiben auch nach Ausschalten der Spannungsversorgung erhalten.

Falls sehr oft bzw. kontinuierlich Werte geändert werden sollen, kann das flashen der Parameter durch folgenden Befehl ausgeschaltet werden:

Dezimal: 112

HEX: 0x70

Daten, Antwort: byte 1

Ergebnis: 1 – Daten werden nicht in den Flash geschrieben

2 – Daten werden in den Flash geschrieben

Bei ausgeschaltetem Flash-Modus bleiben Parameteränderungen nur aktiv, solange der CTlaser eingeschaltet ist. D.h. nach Ausschalten der Versorgungsspannung und Wiedereinschalten gehen die gesetzten Werte verloren.

Mit dem Kommando 0x71 kann man den aktuellen Zustand abfragen.

Eine detaillierte Beschreibung des Protokolls und der Befehle finden Sie auf der CD CompactConnect im Verzeichnis: **\Commands**.

Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung

In Abhängigkeit von der Temperatur sendet jeder Körper eine bestimmte Menge infraroter Strahlung aus. Mit einer Temperaturänderung des Objektes geht eine sich ändernde Intensität der Strahlung einher. Der für die Infrarotmesstechnik genutzte Wellenlängenbereich dieser so genannten „Wärmestrahlung“ liegt zwischen etwa $1\mu\text{m}$ und $20\mu\text{m}$. Die Intensität der emittierten Strahlung ist materialabhängig. Die materialabhängige Konstante wird als Emissionsgrad (ε - Epsilon) bezeichnet und ist für die meisten Stoffe bekannt (siehe Abschnitt Emissionsgrad).

Infrarot-Thermometer sind optoelektronische Sensoren. Sie ermitteln die von einem Körper abgegebene Infrarotstrahlung und berechnen auf dieser Grundlage die Oberflächentemperatur. Die wohl wichtigste Eigenschaft von Infrarot-Thermometern liegt in der berührungslosen Messung. So lässt sich die Temperatur schwer zugänglicher oder sich bewogender Objekte ohne Schwierigkeiten bestimmen. Infrarot-Thermometer bestehen im Wesentlichen aus folgenden Komponenten:

- Linse
- Spektralfilter
- Detektor
- Elektronik (Verstärkung/ Linearisierung/ Signalverarbeitung)

Die Eigenschaften der Linse bestimmen maßgeblich den Strahlengang des Infrarot-Thermometers, welcher durch das Verhältnis Entfernung (**D**istance) zu Messfleckgröße (**S**pot) charakterisiert wird. Der Spektralfilter dient der Selektion des Wellenlängenbereiches, welcher für die Temperaturmessung relevant ist. Der Detektor hat gemeinsam mit der nachgeschalteten Verarbeitungselektronik die Aufgabe, die Intensität der emittierten Infrarotstrahlung in elektrische Signale umzuwandeln.

Emissionsgrad

Definition

Die Intensität der infraroten Wärmestrahlung, die jeder Körper aussendet, ist sowohl von der Temperatur als auch von den Strahlungseigenschaften des zu untersuchenden Materials abhängig. Der Emissionsgrad (ϵ - Epsilon) ist die entsprechende Materialkonstante, die die Fähigkeit eines Körpers, infrarote Energie auszusenden, beschreibt. Er kann zwischen 0 und 100 % liegen. Ein ideal strahlender Körper, ein so genannter „Schwarzer Strahler“, hat einen Emissionsgrad von 1,0, während der Emissionsgrad eines Spiegels beispielsweise bei 0,1 liegt.

Wird ein zu hoher Emissionsgrad eingestellt, ermittelt das Infrarot-Thermometer eine niedrigere als die reale Temperatur, unter der Voraussetzung, dass das Messobjekt wärmer als die Umgebung ist. Bei einem geringen Emissionsgrad (reflektierende Oberflächen) besteht das Risiko, dass störende Infrarotstrahlung von Hintergrundobjekten (Flammen, Heizanlagen, Schamotte usw.) das Messergebnis verfälscht. Um den Messfehler in diesem Fall zu minimieren, sollte die Handhabung sehr sorgfältig erfolgen und das Gerät gegen reflektierende Strahlungsquellen abgeschirmt werden.

Bestimmung eines 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.

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			
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

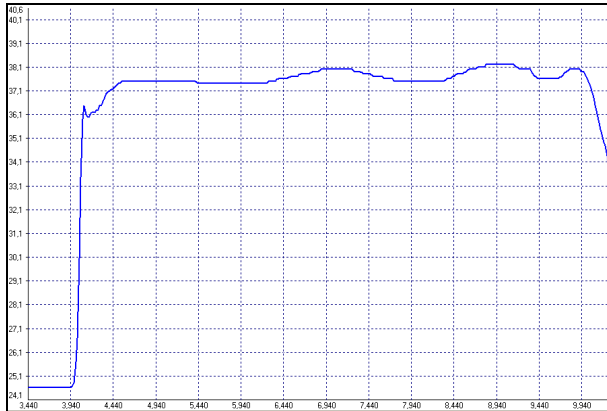
Material		typischer Emissionsgrad			
Spektrale Empfindlichkeit		1,0 µm	1,6 µm	5,1 µm	8-14 µm
Messing	poliert	0,35	0,01-0,5	0,01-0,05	0,01-0,05
	rau	0,65	0,4	0,3	0,3
	oxidiert	0,6	0,6	0,5	0,5
Molybdän	nicht oxidiert	0,25-0,35	0,1-0,3	0,1-0,15	0,1
	oxidiert	0,5-0,9	0,4-0,9	0,3-0,7	0,2-0,6
Monel (Ni-Cu)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

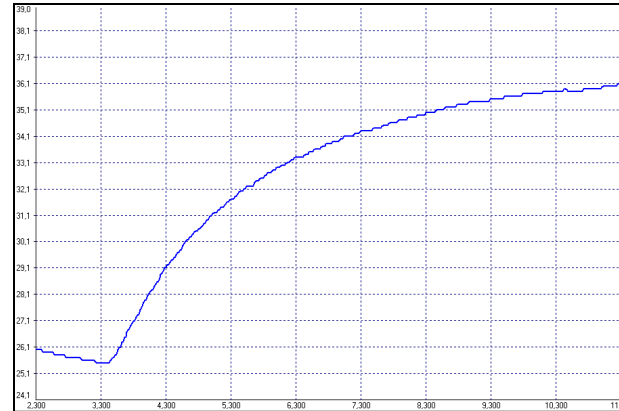
Material		typischer Emissionsgrad			
Spektrale Empfindlichkeit		1,0 µm	2,2 µm	5,1 µm	8-14 µm
Asbest		0,9	0,8	0,9	0,95
Asphalt				0,95	0,95
Basalt				0,7	0,7
Beton		0,65	0,9	0,9	0,95
Eis					0,98
Erde					0,9-0,98
Farbe	nicht alkalisch				0,9-0,95
Gips				0,4-0,97	0,8-0,95
Glas	Scheibe		0,2	0,98	0,85
	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 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