optris infrared thermometers

## Bedienungsanleitung

# optris® CTlaser

**LT/ LTF/ 05M/ 1M/ 2M/ 3M/ MT/ F2/ F6/ G5/ P7**

**Infrarot-Thermometer**

**Optris GmbH**
Ferdinand-Buisson-Str. 14
13127 Berlin
Deutschland

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

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

optris
infrared thermometers

# Inhaltsverzeichnis

**Inhaltsverzeichnis** ..... **3**

**1 Allgemeine Informationen** ..... **8**

1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung ..... 8

1.2 Gewährleistung ..... 9

1.3 Lieferumfang ..... 10

1.4 Wartung ..... 10

1.5 Modellübersicht ..... 11

**2 Technische Daten** ..... **13**

2.1 Werksvoreinstellungen ..... 13

2.2 Allgemeine Spezifikationen ..... 16

2.3 Elektrische Spezifikationen ..... 17

2.4 Messtechnische Spezifikationen [LT-Modell] ..... 19

2.5 Messtechnische Spezifikationen [05M-Modell] ..... 20

2.6 Messtechnische Spezifikationen [1M-Modell] ..... 21

2.7 Messtechnische Spezifikationen [2M-Modell] ..... 22

2.8 Messtechnische Spezifikationen [3M-Modelle] ..... 23

2.9 Messtechnische Spezifikationen [3M/ MT/ F2-Modelle] ..... 24

2.10 Messtechnische Spezifikationen [F2/ F6/ P7-Modelle] ..... 25

2.11 Messtechnische Spezifikationen [G5-Modelle] ..... 26

2.12 Optische Diagramme ..... 27

**3 Mechanische Installation ..... 41**

3.1 Zubehör ..... 44

3.1.1 Freiblasvorsatz ..... 44

3.1.2 Montagewinkel ..... 45

3.1.3 Wasserkühlgehäuse ..... 46

3.1.4 Tragschienenmontageplatte für Elektronik-Box....47

**4 Elektrische Installation....48**

4.1 Anschluss der Kabel....48

4.2 Spannungsversorgung....53

4.3 Kabelmontage....54

4.4 Masseverbindung....55

4.4.1 05M, 1M, 2M, 3M Modelle....55

4.4.2 LT, LTF, MT, F2, F6, G5, P7 Modelle....57

4.5 Austauschen des Messkopfes....58

4.6 Austauschen des Messkopfkabels....59

4.7 Aus- und Eingänge....60

4.7.1 Analogausgänge....60

4.7.2 Digitale Schnittstellen....62

4.7.3 Relaisausgänge ....63

4.7.4 Funktionseingänge ....64

4.7.5 Alarme ....65

**5 Bedienung ....67**

5.1 Sensoreinstellungen ....67

5.2 Visierlaser ....74

5.3 Fehlermeldungen ....76

**6 Software CompactConnect ....77**

6.1 Installation ....77

6.2 Kommunikationseinstellungen ....79

6.2.1 Serielle Schnittstelle ....79

6.2.2 Protokoll ....79

6.2.3 ASCII-Protokoll ....80

6.2.4 Speichern von Parametereinstellungen ..... 81

**7 Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung ..... 82**

**8 Emissionsgrad ..... 83**

8.1 Definition ..... 83

8.2 Bestimmung des Emissionsgrades ..... 84

8.3 Charakteristische Emissionsgrade ..... 85

**Anhang A – Emissionsgradtabelle Metalle ..... 86**

**Anhang B – Emissionsgradtabelle Nichtmetalle ..... 88**

**Anhang C – Adaptive Mittelwertbildung ..... 89**

**Anhang D – Konformitätserklärung ..... 90**

# 1 Allgemeine Informationen

## 1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Vielen Dank, dass Sie sich für das **optris® CTlaser** Infrarot-Thermometer entschieden haben.
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 **[►7 Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung]**. Über ein integriertes Doppel-Laservisier kann der Messfleck auf der Objektoberfläche markiert werden. Dieser liegt innerhalb der beiden Laserpunkte.

Die CTlaser - 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.

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

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.

## 1.2 Gewährleistung

Sollten trotz sorgfältiger Qualitätskontrolle Gerätedefekte auftreten, dann setzen Sie sich umgehend mit unserem Kundendienst in Verbindung. 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 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.

## 1.3 Lieferumfang

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

## 1.4 Wartung

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.

Benutzen Sie niemals lösungsmittelhaltige Reinigungsmittel (weder für die Optik, noch für das Gehäuse).

## 1.5 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 05M | 05M | 1000 bis 2000 °C | 0,525 µm | Messung von flüssigen Metallen |
| CTlaser 1M | 1ML<br>1MH<br>1MH1 | 485 bis 1050 °C<br>650 bis 1800 °C<br>800 bis 2200 °C | 1,0 µm | Metalle und Keramiken |
| CTlaser 2M | 2ML<br>2MH<br>2MH1 | 250 bis 800 °C<br>385 bis 1600 °C<br>490 bis 2000 °C | 1,6 µm | Metalle und Keramiken |
| CTlaser 3M | 3ML<br>3MH<br>3MH1<br>3MH2<br>3MH3 | 50 bis 400 °C<br>100 bis 600 °C<br>150 bis 1000 °C<br>200 bis 1500 °C<br>250 bis 1800 °C | 2,3 µm | Metalle bei geringen Objekttemperaturen (ab 50 °C) |
| CTlaser MT | MT<br>MTH | 200 bis 1450 °C<br>400 bis 1650 °C | 3,9 µm | Messung durch Flammen |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| CTlaser F2 | F2<br>F2H | 200 bis 1450 °C<br>400 bis 1650 °C | 4,24 µm | Messung von $CO_2$-Flammengasen |
| CTlaser F6 | F6<br>F6H | 200 bis 1450 °C<br>400 bis 1650 °C | 4,64 µm | Messung von $CO_2$-Flammengasen |
| CTlaser G5 | G5L<br>G5H<br>G5HF | 100 bis 1200 °C<br>250 bis 1650 °C<br>200 bis 1650 °C | 5,0 µm | Glastemperaturen |
| CTlaser P7 | P7 | 0 bis 710 °C | 7,9 µm | Plastikfolien und Glasoberflächen |

**Tabelle 1:** Modellübersicht

**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.**

# 2 Technische Daten

## 2.1 Werksvoreinstellungen

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

| | |
|---|---|
| Signalausgabe Objekttemperatur | 0 – 5 V |
| Emissionsgrad | 0,970 [LT/ LTF/ MT/ F2/ F6/ G5, P7]<br>1,000 [05M, 1M/ 2M/ 3M] |
| Transmission | 1,000 |
| Mittelwertbildung (AVG) | 0,2 s [LT]; 0,1 s [LTF, MT, F2, F6, G5, P7]<br>inaktiv [05M/ 1M/ 2M/ 3M] |
| Smart Averaging | inaktiv [LT/ G5]; aktiv [05M/ 1M/ 2M/ 3M] |
| Maximalwertbildung (MAX) | inaktiv |
| Minimalwertbildung (MIN) | inaktiv |

| | LT/ LTF | 05M | 1ML | 1MH | 1MH1 | 2ML | 2MH | 2MH1 | 3ML | 3MH | 3MH1 | 3MH2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| untere Grenze Temperaturbereich [°C] | 0 | 1000 | 485 | 650 | 800 | 250 | 385 | 490 | 50 | 100 | 150 | 200 |
| obere Grenze Temperaturbereich [°C] | 500 | 2000 | 1050 | 1800 | 2200 | 800 | 1600 | 2000 | 400 | 600 | 1000 | 1500 |
| untere Alarmgrenze [°C] (Normal geschlossen) | 30 | 1200 | 600 | 800 | 1200 | 350 | 500 | 800 | 100 | 250 | 350 | 550 |
| obere Alarmgrenze [°C] (Normal offen) | 100 | 1600 | 900 | 1400 | 1600 | 600 | 1200 | 1400 | 300 | 500 | 600 | 1000 |
| untere Grenze Ausgang | 0 V | | | | | | | | | | | |
| obere Grenze Ausgang | 5 V | | | | | | | | | | | |
| Temperatureinheit | °C | | | | | | | | | | | |
| Umgebungstemperaturkompensation (LT, LTF, MT, F2, F6, G5, P7 Ausgabe an OUT-AMB als 0-5 V-Signal) | interner Messkopftemperaturfühler | | | | | | | | | | | |
| Baudrate [kBaud] | 115 | | | | | | | | | | | |
| Laser | inaktiv | | | | | | | | | | | |

| | 3MH3 | MT | MTH | F2 | F2H | F6 | F6H | G5L | G5H | G5HF | P7 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| untere Grenze Temperaturbereich [°C] | 250 | 200 | 400 | 200 | 400 | 200 | 400 | 100 | 250 | 200 | 0 | |
| obere Grenze Temperaturbereich [°C] | 1800 | 1450 | 1650 | 1450 | 1650 | 1450 | 1650 | 1200 | 400 | 600 | 710 | |
| untere Alarmgrenze [°C] (Normal geschlossen) | 750 | 400 | 600 | 400 | 600 | 400 | 600 | 200 | 350 | 350 | 30 | |
| obere Alarmgrenze [°C] (Normal offen) | 1200 | 1200 | 1400 | 1200 | 1400 | 1200 | 1400 | 500 | 900 | 900 | 100 | |
| untere Grenze Ausgang | 0 V | | | | | | | | | | | |
| obere Grenze Ausgang | 5 V | | | | | | | | | | | |
| Temperatureinheit | °C | | | | | | | | | | | |
| Umgebungstemperaturkompensation (LT, LTF, MT, F2, F6, G5, P7 Ausgabe an OUT-AMB als 0-5 V-Signal) | interner Messkopftemperaturfühler | | | | | | | | | | | |
| Baudrate [kBaud] | 115 | | | | | | | | | | | |
| Laser | inaktiv | | | | | | | | | | | |

## 2.2 Allgemeine Spezifikationen

| | Messkopf | Elektronik-Box |
|---|---|---|
| Schutzgrad | IP65 (NEMA-4) | |
| Umgebungstemperatur [1)] | -20...85 °C | |
| Lagertemperatur | -40...85 °C (3M: -40…125 °C) | -40...85 °C |
| Relative Luftfeuchtigkeit | 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 60068-2-6 (sinusförmig), IEC 60068-2-64 (Breitbandrauschen) | |

| | | |
|---|---|---|
| Schock | IEC 60068-2-27 (25G und 50G) | |
| Software (optional) | CompactConnect | |

*[1)] Der Laser schaltet sich automatisch bei Umgebungstemperaturen >50 °C ab. Die Funktion der LCD-Anzeige kann bei Umgebungstemperaturen unter 0 °C eingeschränkt sein.*

## 2.3 Elektrische Spezifikationen

| | |
|---|---|
| Spannungsversorgung | 8–36 VDC |
| Stromverbrauch | max. 160 mA |
| Visierlaser | 635 nm, 1 mW, Ein/ Aus über Programmiertasten 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/ P7) | 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] |
| Ausgangsimpedanzen | |
| mA | max. Schleifenwiderstand 500 Ω (bei 8-36 VDC) |
| mV | min. 100 kΩ 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:<br>- externe Emissionsgradeinstellung,<br>- Hintergrundstrahlungskompensation,<br>- Trigger (Rücksetzen der Haltefunktionen) |

## 2.4 Messtechnische Spezifikationen [LT-Modell]

| | LT | LTF |
|---|---|---|
| Temperaturbereich (skalierbar) | -50...975 °C | |
| Spektralbereich | 8...14 µm | |
| Optische Auflösung | 75:1 | 50:1 |
| Systemgenauigkeit [1),2)] (bei Umgebungstemperatur 23±5 °C) | ±1 °C oder ±1 % | ±1,5 °C oder ±1,5 % |
| Reproduzierbarkeit [1)] (bei Umgebungstemperatur 23±5 °C) | ±0,5 °C oder ±0,5 % | ±1 °C oder ±1 % |
| Temperaturauflösung (NETD) | 0,1 K | 0,5 K |
| Einstellzeit (90 % Signal) | 120 ms | 9 ms |
| Aufwärmzeit | 10 min | |
| Emissionsgrad/ Verstärkung, Transmissionsgrad | 0,100...1,100 (einstellbar über Programmiertasten oder Software) | |
| Signalverarbeitung | Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmiertasten oder Software) | |

*[1)] Genauigkeit bei Nutzung des Thermoelement-Ausgangs: ±2,5°C oder ±1%, es gilt der jeweils größere Wert*
*[2)] bei Objekttemperaturen >0 °C, $\varepsilon = 1$*

## 2.5 Messtechnische Spezifikationen [05M-Modell]

| | **05M** |
|---|---|
| Temperaturbereich (skalierbar) | 1000…2000 °C |
| Spektralbereich | 0,525 µm |
| Optische Auflösung | 150:1 |
| Systemgenauigkeit[1) 3)] (bei Umgebungstemperatur 23±5 °C) | ± 1 % $T_{Mess}$ (≤ 1100 °C)<br>± (0,3 % $T_{Mess}$ + 2°C) (> 1100 °C) |
| Reproduzierbarkeit (bei Umgebungstemperatur 23±5 °C) | ± 0,5 % $T_{Mess}$ (≤ 1100 °C)<br>± (0,1 % $T_{Mess}$ + 1°C) (> 1100 °C) |
| Temperaturauflösung (NETD) | 0,2 K |
| Einstellzeit [2)] (90 % Signal) | 1 ms |
| Emissionsgrad/ Verstärkung | 0,100…1,100 (einstellbar über Programmiertasten oder Software) |
| Transmissionsgrad | 0,100…1,000 (einstellbar über Programmiertasten oder Software) |
| Signalverarbeitung | Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmiertasten oder Software) |

*[1)] $\varepsilon$ = 1/ Ansprechzeit 1s, [2)] mit dynamischer Anpassung bei geringen Signalpegeln, [3)] Genauigkeit bei Nutzung des Thermoelement-Ausgangs: ±2,5°C oder ±1%, es gilt der jeweils größere Wert*

## 2.6 Messtechnische Spezifikationen [1M-Modell]

| | 1ML | 1MH | 1MH1 |
|---|---|---|---|
| Temperaturbereich (skalierbar) | 485...1050 °C | 650...1800 °C | 800...2200 °C |
| Spektralbereich | 1,0 µm | | |
| Optische Auflösung | 150:1 | 300:1 | |
| Systemgenauigkeit [1), 3)] (bei Umgebungstemperatur 23±5 °C) | ±(0,3 % $T_{Mess}$ +2 °C) | | |
| Reproduzierbarkeit (bei Umgebungstemperatur 23±5 °C) | ±(0,1 % $T_{Mess}$ +1 °C) | | |
| Temperaturauflösung (NETD) | 0,1 K | | |
| Einstellzeit [2)] (90 % Signal) | 1 ms | | |
| Emissionsgrad/ Verstärkung | 0,100…1,100 (einstellbar über Programmiertasten oder Software) | | |
| Transmissionsgrad | 0,100…1,000 (einstellbar über Programmiertasten oder Software) | | |
| Signalverarbeitung | Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmiertasten oder Software) | | |

*[1)] $\varepsilon$ = 1/ Ansprechzeit 1s, [2)] mit dynamischer Anpassung bei geringen Signalpegeln, [3)] Genauigkeit bei Nutzung des Thermoelement-Ausgangs: ±2,5°C oder ±1%*

## 2.7 Messtechnische Spezifikationen [2M-Modell]

| | 2ML | 2MH | 2MH1 |
|---|---|---|---|
| Temperaturbereich (skalierbar) | 250...800 °C | 385...1600 °C | 490...2000 °C |
| Spektralbereich | 1,6 µm | | |
| Optische Auflösung | 150:1 | 300:1 | |
| Systemgenauigkeit [1), 3)] (bei Umgebungstemperatur 23±5 °C) | ±(0,3 % $T_{Mess}$ +2 °C) | | |
| Reproduzierbarkeit (bei Umgebungstemperatur 23±5 °C) | ±(0,1 % $T_{Mess}$ +1 °C) | | |
| Temperaturauflösung (NETD) | 0,1 K | | |
| Einstellzeit [2)] (90 % Signal) | 1 ms | | |
| Emissionsgrad/ Verstärkung | 0,100…1,100 (einstellbar über Programmiertasten oder Software) | | |
| Transmissionsgrad | 0,100…1,000 (einstellbar über Programmiertasten oder Software) | | |
| Signalverarbeitung | Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmiertasten oder Software) | | |

*[1)] $\varepsilon$ = 1/ Ansprechzeit 1s, [2)] mit dynamischer Anpassung bei geringen Signalpegeln, [3)] Genauigkeit bei Nutzung des Thermoelement-Ausgangs: ±2,5°C oder ±1%*

## 2.8 Messtechnische Spezifikationen [3M-Modelle]

| | **3ML** [1] | **3MH** [1] | **3MH1** | **3MH2** |
|---|---|---|---|---|
| Temperaturbereich (skalierbar) [2] | 50...400 °C | 100...600 °C | 150...1000 °C | 200...1500 °C |
| Spektralbereich | 2,3 µm | | | |
| Optische Auflösung | 60:1 | 100:1 | 300:1 | |
| Systemgenauigkeit[3] [5] (bei Umgebungstemperatur 23±5 °C) | ±(0,3 % $T_{Mess}$ +2 °C) | | | |
| Reproduzierbarkeit (bei Umgebungstemperatur 23±5 °C) | ±(0,1 % $T_{Mess}$ +1 °C) | | | |
| Temperaturauflösung (NETD) | 0,1 K | | | |
| Einstellzeit [4] (90 % Signal) | 1 ms | | | |
| Emissionsgrad/ Verstärkung | 0,100...1,100 (einstellbar über Programmiertasten oder Software) | | | |
| Transmissionsgrad | 0,100...1,000 (einstellbar über Programmiertasten oder Software) | | | |
| Signalverarbeitung | Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmiertasten oder Software) | | | |

*[1] $T_{Objekt} > T_{Messkopf}$+25 °C, [2] Spezifikation gültig bei Objekttemperaturen ≥ Messbereichsanfang + 50°C, [3] $\varepsilon$ = 1/ Einstellzeit 1s, [4] mit dynamischer Anpassung bei geringen Signalpegeln, [5] Genauigkeit bei Nutzung des Thermoelement-Ausgangs: ±2,5°C oder ±1%*

## 2.9 Messtechnische Spezifikationen [3M/ MT/ F2-Modelle]

| | 3MH3 [4] | MT | MTH | F2 |
|---|---|---|---|---|
| Temperaturbereich (skalierbar) | 250...1800 °C | 200...1450 °C | 400...1650 °C | 200...1450 °C |
| Spektralbereich | 2,3 µm | 3,9 µm | | 4,24 µm |
| Optische Auflösung | 300:1 | 45:1 | | |
| Systemgenauigkeit [1), 6)] (bei Umgebungstemperatur 23±5 °C) | ±(0,3 % $T_{Mess}$ +2 °C) | ±1 % [2)] | | |
| Reproduzierbarkeit (bei Umgebungstemperatur 23±5 °C) | ±(0,1 % $T_{Mess}$ +1 °C) | ±0,5 % oder 0,5 °C [2)] | | |
| Temperaturauflösung (NETD) | 0,1 K | | | |
| Einstellzeit (90 % Signal) | 1 ms [3)] | 10 ms | | |
| Emissionsgrad/ Verstärkung | 0,100...1,100 (einstellbar über Programmiertasten oder Software) | | | |
| Transmissionsgrad | 0,100...1,000 (einstellbar über Programmiertasten oder Software) | | | |
| Signalverarbeitung | Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmiertasten oder Software) | | | |

*[1)] $\varepsilon$ = 1/ Einstellzeit 1s, [2)] bei Objekttemperaturen >300 °C, [3)] mit dynamischer Anpassung bei geringen Signalpegeln, [4)] Spezifikation gültig bei Objekttemperaturen ≥ Messbereichsanfang + 50°C , [5)] $T_{Objekt} > T_{Messkopf}$+25 °C, [6)] Genauigkeit Thermoelement: ±2,5°C oder ±1%*

## 2.10 Messtechnische Spezifikationen [F2/ F6/ P7-Modelle]

| | F2H | F6 | F6H | P7 |
|---|---|---|---|---|
| Temperaturbereich (skalierbar) | 400...1650 °C | 200...1450 °C | 400...1650 °C | 0…710 °C |
| Spektralbereich | 4,24 µm | 4,64 µm | | 7,9 µm |
| Optische Auflösung | 45:1 | | | |
| Systemgenauigkeit [2), 4)] (bei Umgebungstemperatur 23±5 °C) | ±1 % [3)] | | | ±1,5 °C oder ±1 % [1)] |
| Reproduzierbarkeit [1), 2)] (bei Umgebungstemperatur 23±5 °C) | ±0,5 °C oder ±0,5 %[2)] | | | |
| Temperaturauflösung (NETD) | 0,1 K | | | 0,5 K |
| Einstellzeit (90 % Signal) | 10 ms | | | 150 ms |
| Emissionsgrad/ Verstärkung | 0,100...1,100 (einstellbar über Programmiertasten oder Software) | | | |
| Transmissionsgrad | 0,100...1,000 (einstellbar über Programmiertasten oder Software) | | | |
| Signalverarbeitung | Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmiertasten oder Software) | | | |

*[1)] es gilt der jeweils größere Wert, [2)] $\varepsilon$ = 1/ Einstellzeit 1s, [3)] bei Objekttemperaturen >300 °C, [4)] Genauigkeit bei Nutzung des Thermoelement-Ausgangs: ±2,5°C oder ±1%, der jeweils größere Wert gilt*

## 2.11 Messtechnische Spezifikationen [G5-Modelle]

| | G5L | G5H | G5HF |
|---|---|---|---|
| Temperaturbereich (skalierbar) | 100...1200 °C | 250...1650 °C | 200...1650 °C |
| Spektralbereich | 5,0 µm | | |
| Optische Auflösung | 45:1 | 70:1 | 45:1 |
| Systemgenauigkeit [1), 2), 3)] (bei Umgebungstemperatur 23±5 °C) | ±1,5 °C oder ±1 % | | |
| Reproduzierbarkeit [1)] (bei Umgebungstemperatur 23±5 °C) | ±0,5 °C oder ±0,5 % | | |
| Temperaturauflösung (NETD) | 0,1 K | | |
| Einstellzeit (90 % Signal) | 120 ms | 80 ms | 10 ms |
| Emissionsgrad/ Verstärkung | 0,100...1,100 (einstellbar über Programmiertasten oder Software) | | |
| Transmissionsgrad | 0,100...1,100 (einstellbar über Programmiertasten oder Software) | | |
| Signalverarbeitung | Mittelwert, MAX, MIN (einstellbar über Programmiertasten oder Software) | | |

*[1)] es gilt der jeweils größere Wert, [2)] $\varepsilon$ = 1, Einstellzeit 1s, [3)] Genauigkeit bei Nutzung des Thermoelement-Ausgangs: ±2,5°C oder ±1%, es gilt der jeweils größere Wert*

## 2.12 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 Interseitseite verwendet werden http://www.optris.de/messfleck-kalkulator.

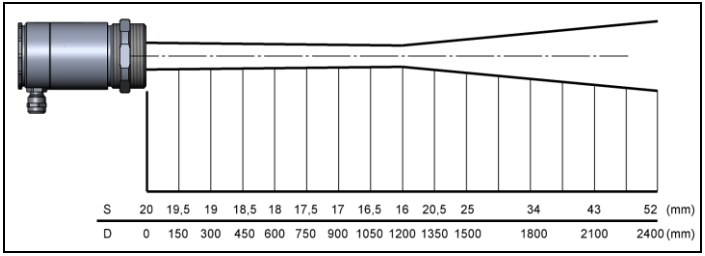
Die Größe des zu messenden Objektes und die optische Auflösung des IR-Thermometers bestimmen den Maximalabstand zwischen Messkopf und Objekt.
Zur Vermeidung von Messfehlern sollte das Messobjekt das Gesichtsfeld der Messkopfoptik vollständig ausfüllen.
Das bedeutet, der Messfleck muss immer mindestens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

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

LT

Optik: SF

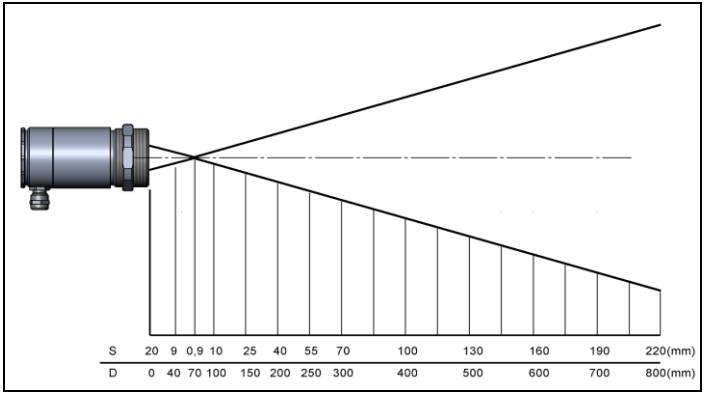
D:S (Fokusentfernung) = 75:1/ 16mm@1200mm
D:S (Fernfeld) = 24:1




LT

Optik: CF1

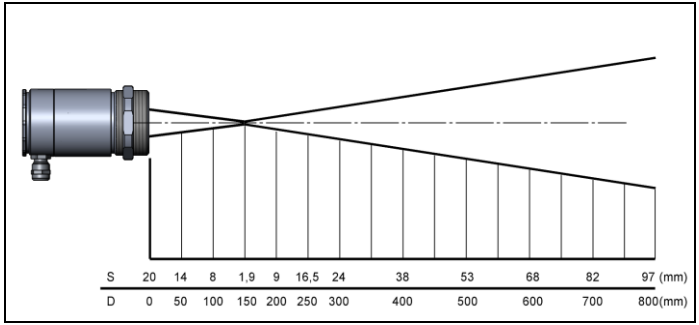
D:S (Fokusentfernung) = 75:1/ 0,9mm@70mm
D:S (Fernfeld) = 3,5:1



**LT**

Optik: CF2

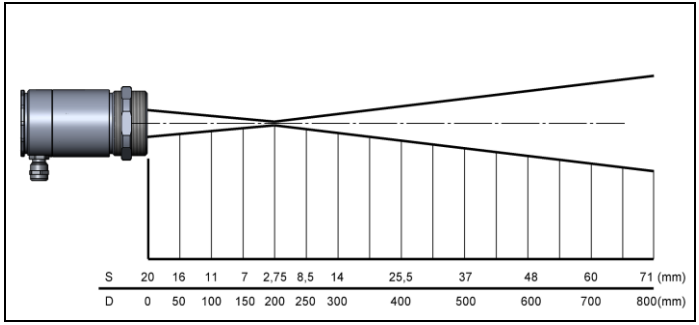
D:S (Fokusentfernung) = 75:1/ 1,9mm@150mm
D:S (Fernfeld) = 7:1




**LT**

Optik: CF3

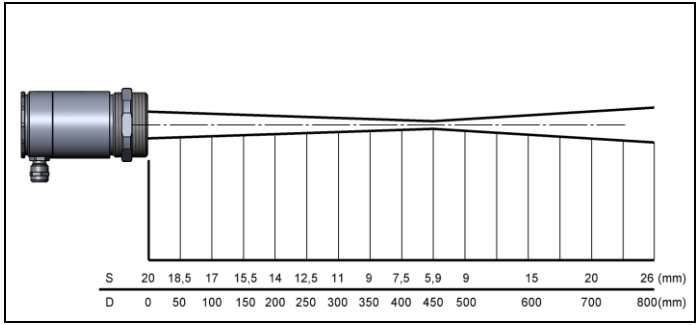
D:S (Fokusentfernung) = 75:1/ 2,75mm@200mm
D:S (Fernfeld) = 9:1



**LT**

Optik: CF4

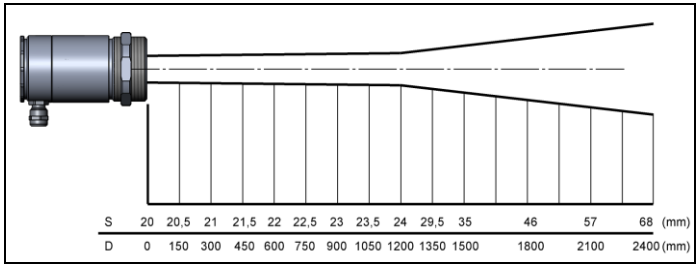
D:S (Fokusentfernung) = 75:1/ 5,9mm@450mm
D:S (Fernfeld) = 18:1




**LTF**

Optik: SF

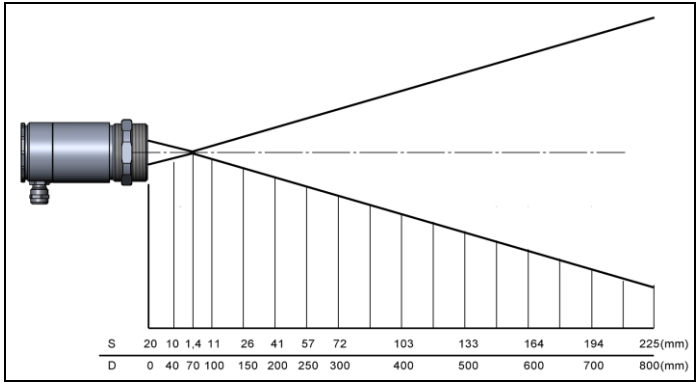
D:S (Fokusentfernung) = 50:1/ 24mm@1200mm
D:S (Fernfeld) = 20:1



**LTF**

Optik: CF1

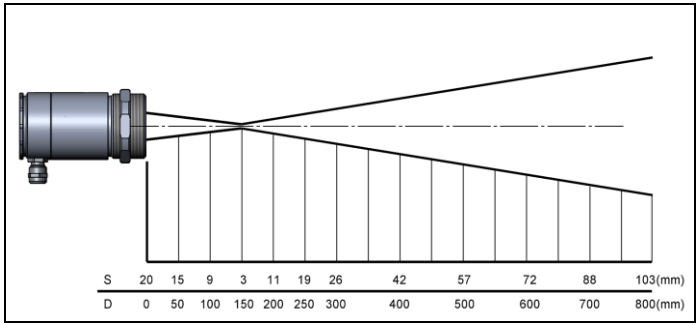
D:S (Fokusentfernung) = 50:1/ 1,4mm@70mm
D:S (Fernfeld) = 3,5:1




**LTF**

Optik: CF2

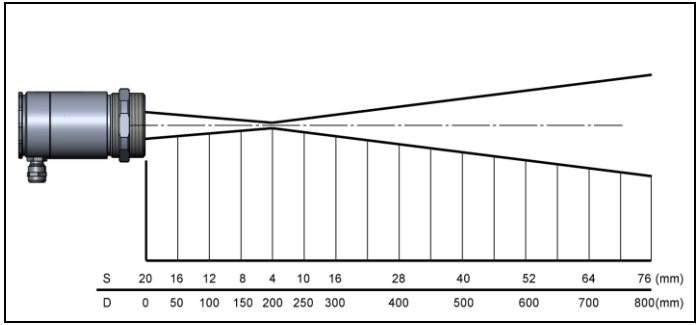
D:S (Fokusentfernung) = 50:1/ 3mm@150mm
D:S (Fernfeld) = 6:1



**LTF**

Optik: CF3

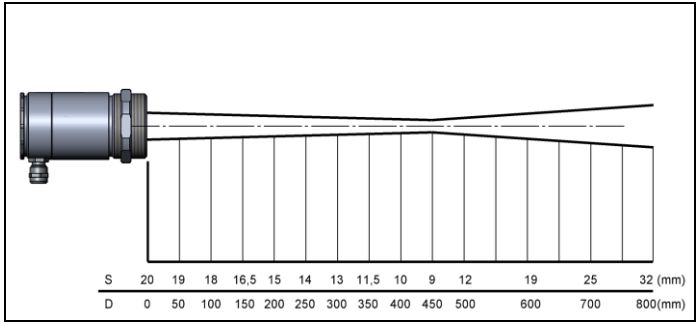
D:S (Fokusentfernung) = 50:1/ 4mm@200mm
D:S (Fernfeld) = 8:1




**LTF**

Optik: CF4

D:S (Fokusentfernung) = 50:1/ 9mm@450mm
D:S (Fernfeld) = 16:1



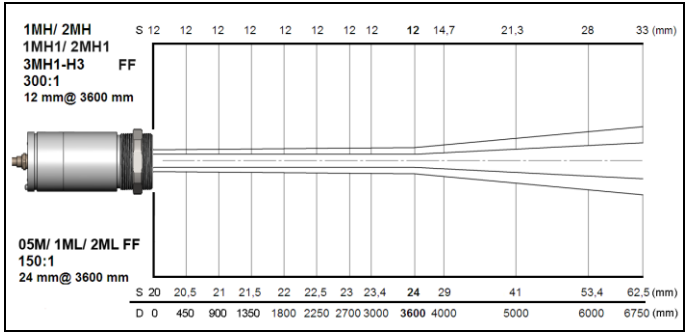
**1MH/ 1MH1/ 2MH/ 2MH1/ 3MH1-H3**

Optik: FF

D:S (Fokusentfernung) = 300:1/ 12mm@ 3600mm
D:S (Fernfeld) = 115:1

**05M/ 1ML/ 2ML** Optik: FF

D:S (Fokusentfernung) = 150:1/ 24mm@ 3600mm
D:S (Fernfeld) = 84:1



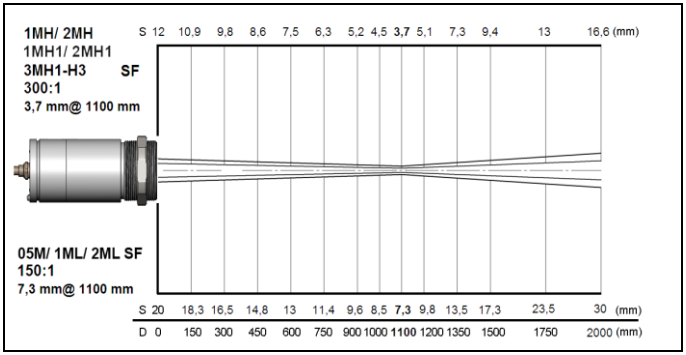

**1MH/ 1MH1/ 2MH/ 2MH1/ 3MH1-H3**

Optik: SF

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

**05M/ 1ML/ 2ML** Optik: SF

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



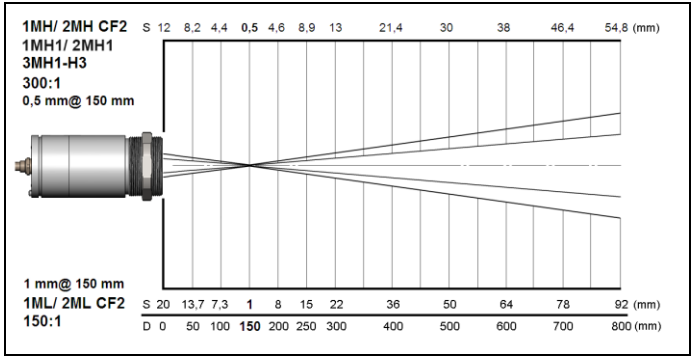
**1MH/ 1MH1/ 2MH/ 2MH1/ 3MH1-H3**

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



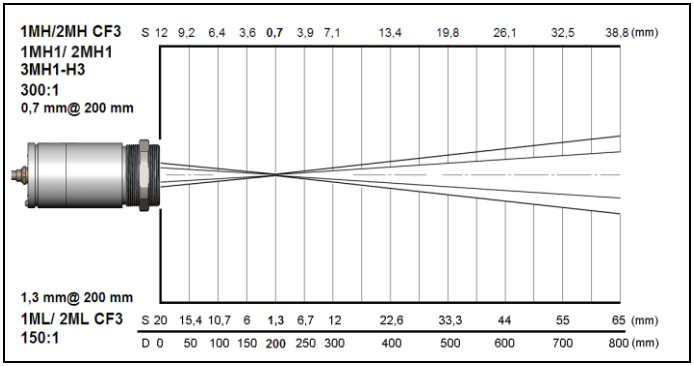

**1MH/ 1MH1/ 2MH/ 2MH1/ 3MH1-H3**

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



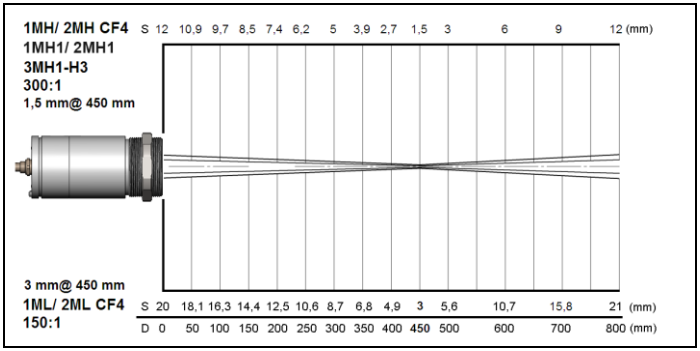
**1MH/ 1MH1/ 2MH/ 2MH1/ 3MH1-H3**

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

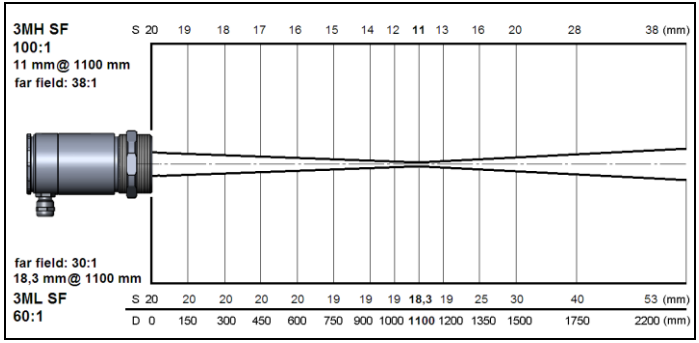



**3MH** Optik: SF

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

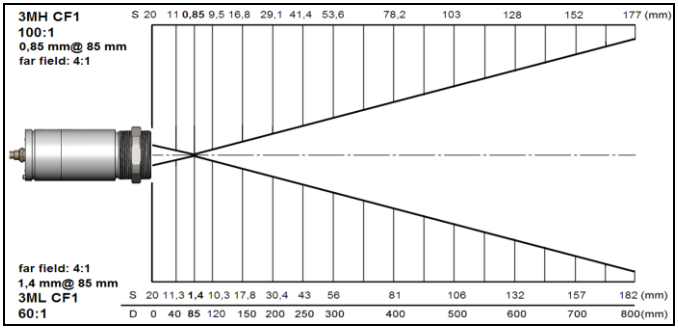


**3MH** Optik: CF1

D:S (Fokusentfernung) = 100:1/ 0,85mm@ 85mm
D:S (Fernfeld) = 4:1

**3ML** Optik: CF1

D:S (Fokusentfernung) = 60:1/ 1,4mm@ 85mm
D:S (Fernfeld) = 4:1

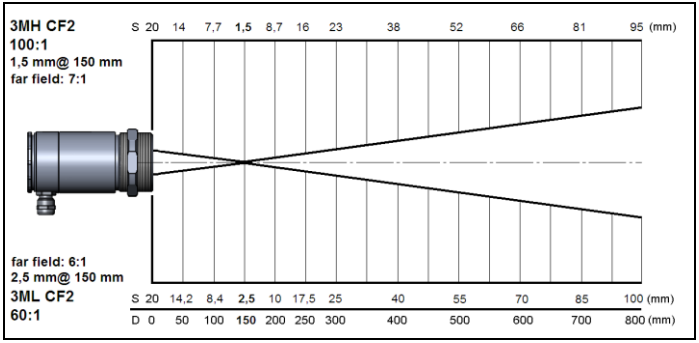



**3MH** Optik: CF2

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

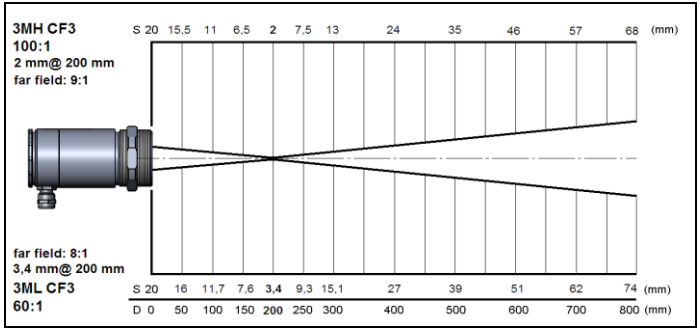


**3MH** Optik: CF3

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

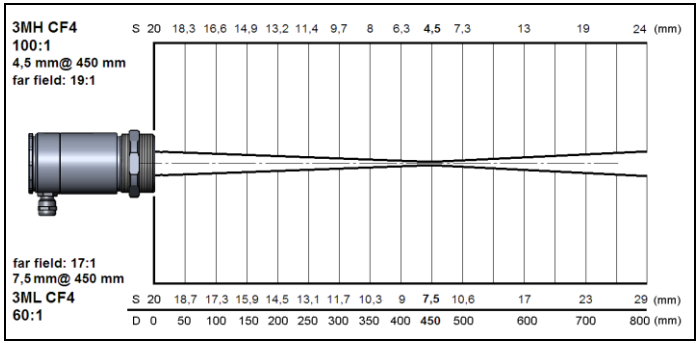



**3MH** Optik: CF4

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



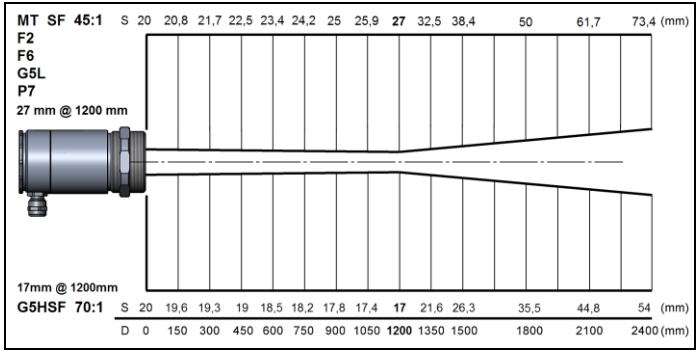
**MT/ MTH/ F2/ F2H/ F6/ F6H/ G5L/ G5HF/**

**P7** 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



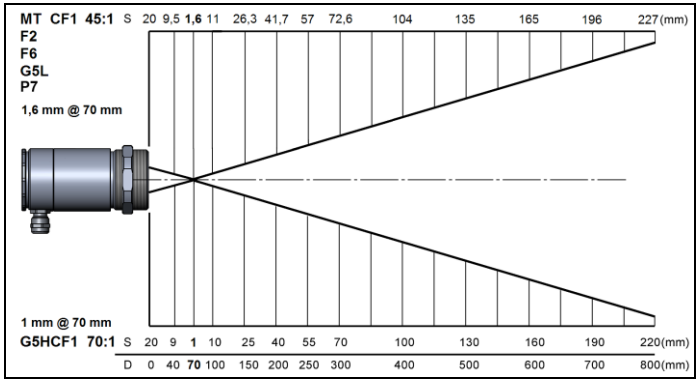

**MT/ MTH/ F2/ F2H/ F6/ F6H/ G5L/ G5HF/**

**P7** 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



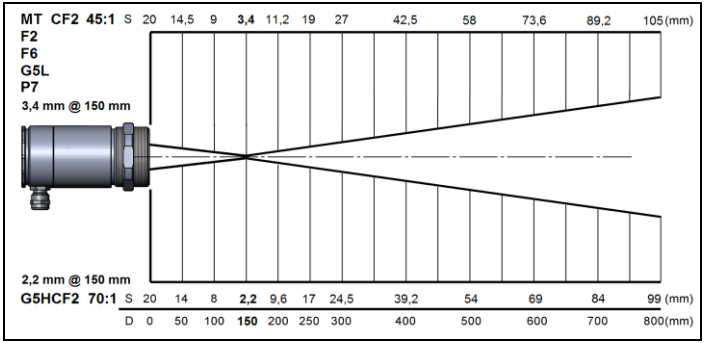
**MT/ MTH/ F2/ F2H/ F6/ F6H/ G5L/ G5HF/**

**P7** 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



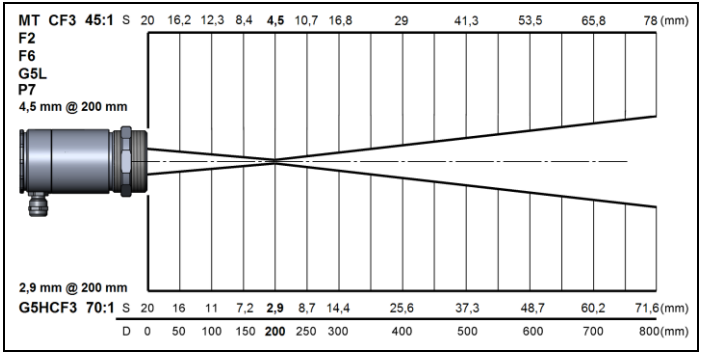

**MT/ MTH/ F2/ F2H/ F6/ F6H/ G5L/ G5HF/**

**P7** 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



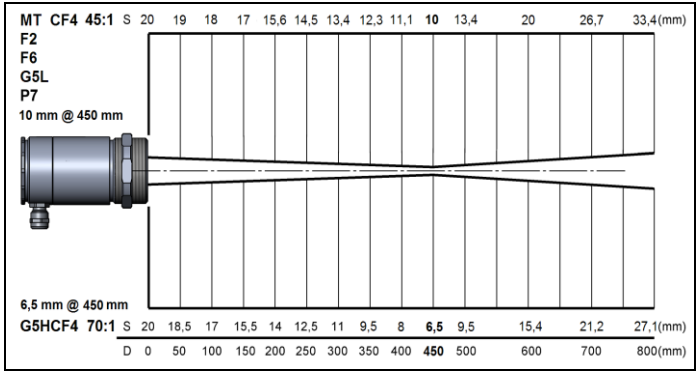
**MT/ MTH/ F2/ F2H/ F6/ F6H/ G5L/ G5HF/**

**P7** 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



# 3 Mechanische Installation

- Der optische Strahlengang muss frei von jeglichen Hindernissen sein.
- Für eine exakte Ausrichtung des Messkopfes auf das Objekt aktivieren Sie den integrierten Doppel-Laser. [►**5.2 Visierlaser**]

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.

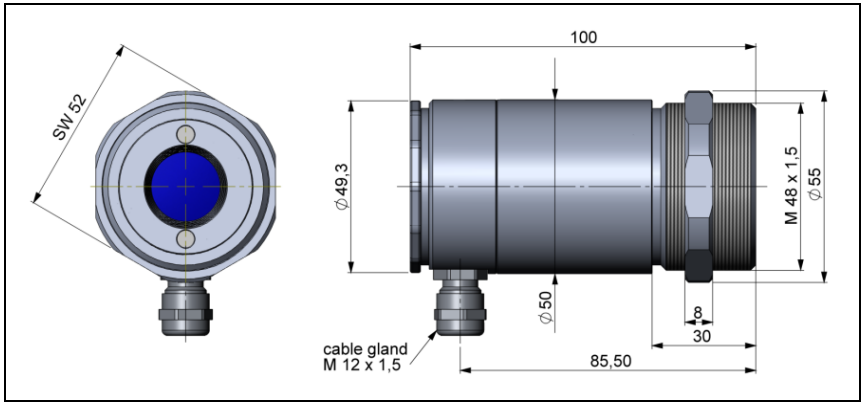



**Abbildung 1:** CTlaser-Messkopf

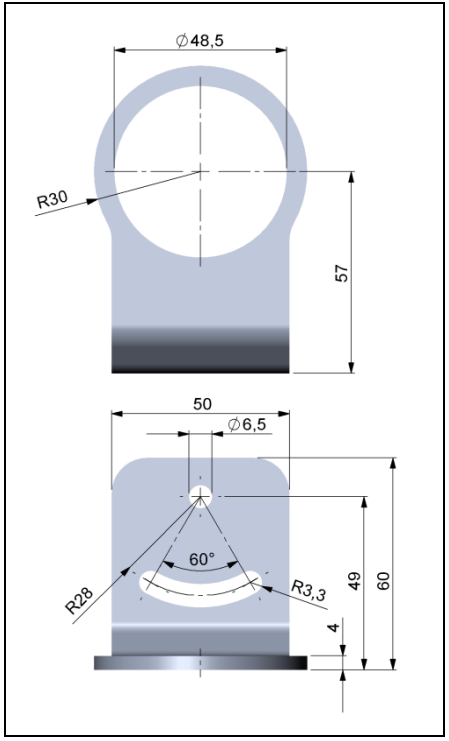



**Abbildung 2:** Montagewinkel, justierbar in einer Achse [**Bestell-Nr.: ACCTLFB**] – im Lieferumfang enthalten

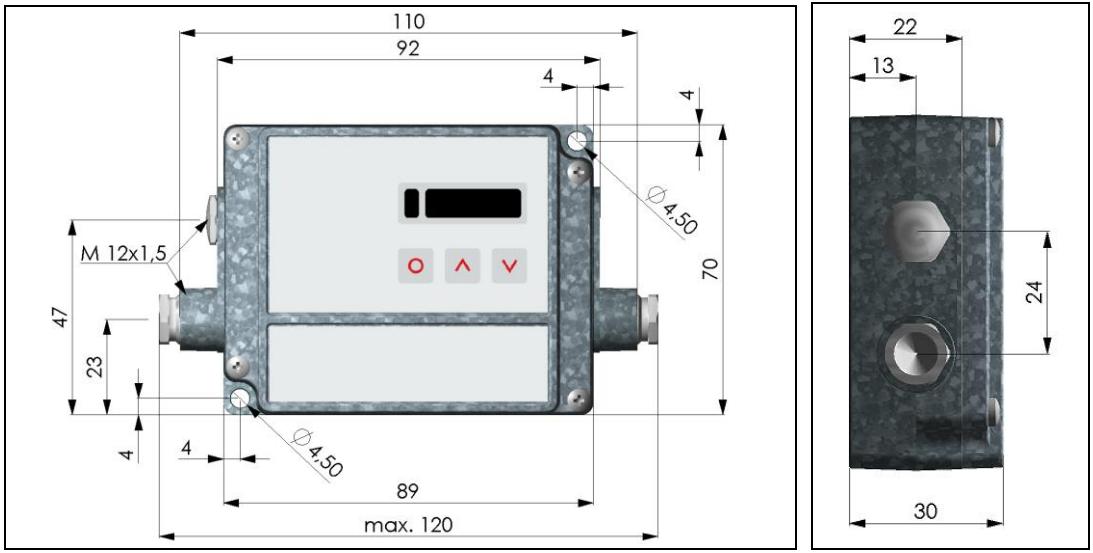



**Abbildung 3:** Elektronik-Box

## 3.1 Zubehör

### 3.1.1 Freiblasvorsatz

- Nur Öl freie, technisch reine Luft verwenden.
- Die benötigte Luftmenge (ca. 2...10 l/ min.) ist abhängig von der Applikation und den Bedingungen am Installationsort.

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.

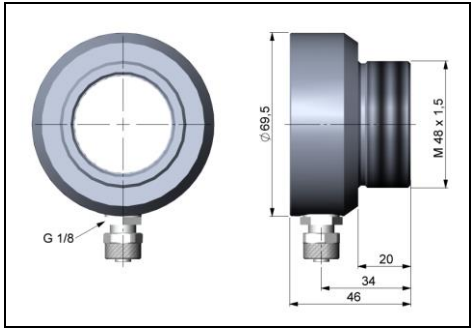


**Abbildung 4:** Freiblasvorsatz **[Bestell-Nr.: ACCTLAP]** Schlauchanschluss: 6x8 mm Gewinde (Fitting): G 1/8 Zoll

### 3.1.2 Montagewinkel

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

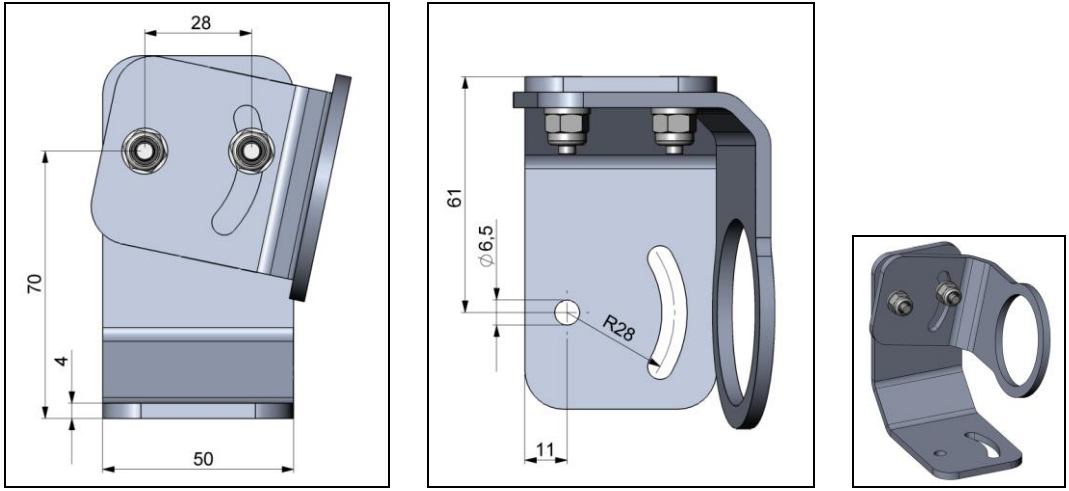
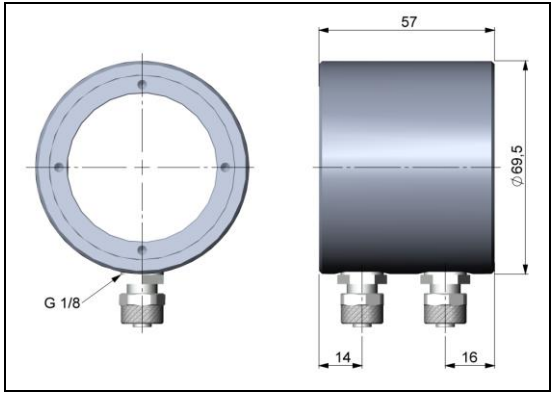



**Abbildung 5:** Montagewinkel, justierbar in zwei Achsen [**Bestell.-Nr.: ACCTLAB**]

### 3.1.3 Wasserkühlgehäuse

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

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).




Wasserdurchfluss: ca. 2 l/ min
(Kühlwassertemperatur sollte 30 °C nicht überschreiten)

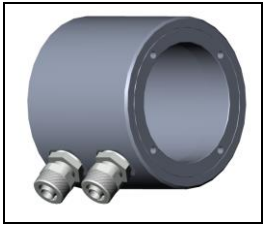


**Abbildung 6:** Wasserkühlgehäuse [**Bestell-Nr.: ACCTLW**], Schlauchanschluss: 6x8 mm, Gewinde (Fitting): G 1/8 Zoll

### 3.1.4 Tragschienenmontageplatte für Elektronik-Box

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

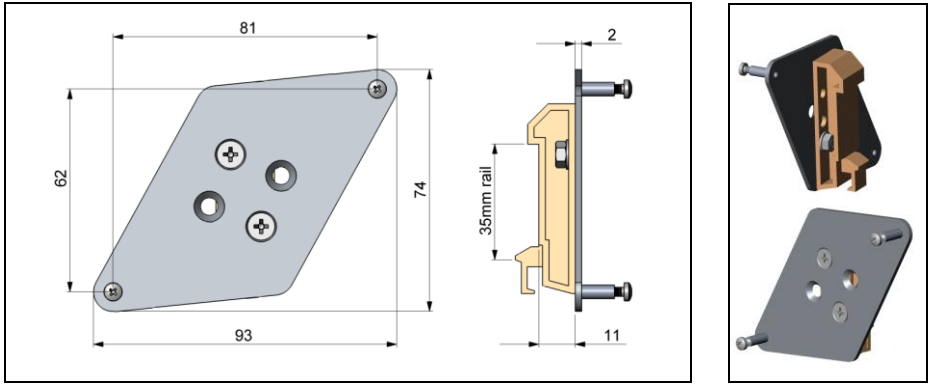



**Abbildung 7:** Tragschienenmontageplatte **[Bestell-Nr.: ACCTRAIL]**

# 4 Elektrische Installation

## 4.1 Anschluss der Kabel

Bei Verwendung des Cooling Jackets wird die Steckervariante benötigt.

**Standardvariante**

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

**Abbildung 8:** Anschluss Standardvariante

## Steckervariante

- Verwenden Sie als Zubehör nur die original erhältlichen, vorkonfektionierten und mit einem passenden Kupplungsstecker versehenen Anschlusskabel.
- Beachten Sie die Pin-Belegung des Steckers (siehe **Abbildung 10**).

Bei dieser Ausführung befindet sich in der Sensorrückwand bereits ein Gerätestecker.

**Abbildung 9:** Anschluss Steckervariante

## 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 |

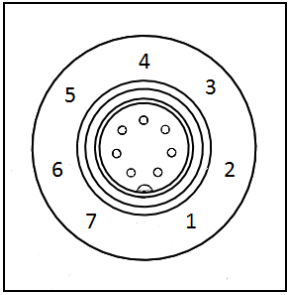



**Abbildung 10:** Gerätestecker (Außenansicht)

## Anschlusskennzeichnung [Modelle LT/ LTF/ MT/ F2/ F6/ G5/ P7]

| | |
|---|---|
| +8...36 VDC | Spannungsversorgung |
| GND | Masse (0 V) der Spannungsversorgung |
| GND | Masse (0 V) 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 (NTC) |
| WEISS | Masse Messkopf |
| GRÜN | Spannungsversorgung Messkopf |
| GELB | Detektorsignal |

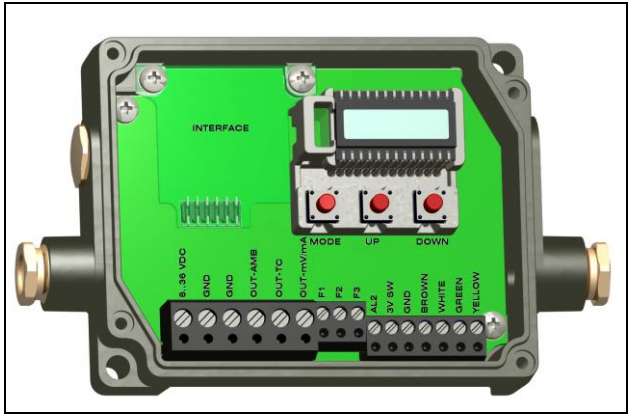



**Abbildung 11:** Geöffnete Elektronik-Box (LT/ LTF/ MT/ F2/ F6/ G5/ P7) mit Anschlussklemmen

## Anschlusskennzeichnung [Modelle 05M/ 1M/ 2M/ 3M]

| | |
|---|---|
| +8…36 VDC | Spannungsversorgung |
| GND | Masse (0 V) der Spannungsversorgung |
| GND | Masse (0 V) 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 (0 V) |
| 3V SW | ROSA/ Spannungsversorgung Laser (+) |
| GND | GRAU/ Spannungsversorgung Laser (–) |
| BRAUN | Temperaturfühler Messkopf (NTC) |
| WEISS | Masse Messkopf |
| GRÜN | Spannungsversorgung Messkopf |
| GELB | Detektorsignal |

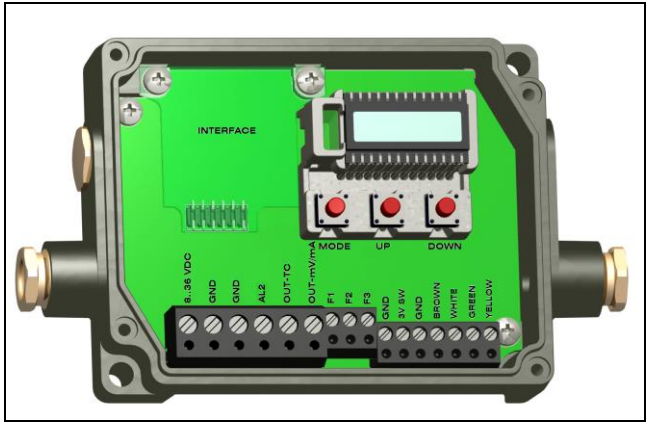



**Abbildung 12:** Geöffnete Elektronik-Box (05M/ 1M/ 2M/ 3M) mit Anschlussklemmen

## 4.2 Spannungsversorgung

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

Verwenden Sie ein separates, stabilisiertes Netzteil mit einer Ausgangsspannung von **8-36 VDC**, welches einen minimalen Strom von **160 mA** liefert. Die Restwelligkeit soll max. **200 mV** betragen.

## 4.3 Kabelmontage

Für alle Power- und Datenleitungen dürfen nur abgeschirmte Kabel verwendet werden. Der Schirm des Sensors muss geerdet sein.

Die vorhandene Kabelverschraubung M12x1,5 der Elektronikbox eignet sich für Kabel mit einem Außendurchmesser von 3 bis 5 mm.

1. 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.

2. Entfernen Sie ca. 4 mm der einzelnen Aderisolierungen und verzinnen Sie die Ader-Enden. Schieben Sie nacheinander die Druckschraube, Unterlegscheiben, Gummidichtung der Kabelverschraubung entsprechend **Abbildung 13** über das vorbereitete Kabelende.

3. Spreizen Sie das Schirmgeflecht auseinander und fixieren Sie den Kabelschirm zwischen zwei Metallscheiben.

4. Führen Sie das Kabel in die Kabelverschraubung bis zum Anschlag ein und schrauben Sie die Kappe fest an. Die einzelnen Adern können nun entsprechend ihren Farben in die vorgesehenen Schraubklemmen befestigt werden.

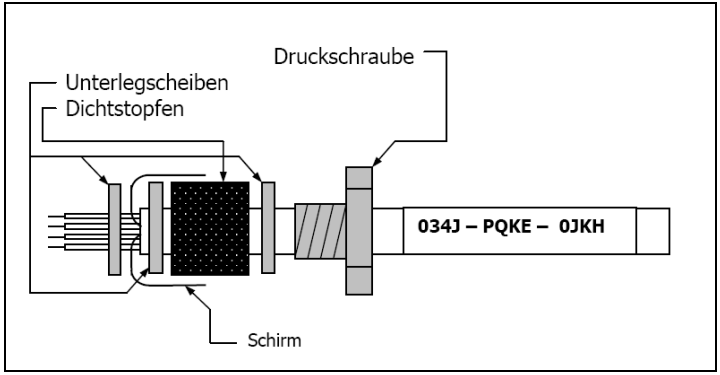



**Abbildung 13:** Kabelmontage

## 4.4 Masseverbindung

### 4.4.1 05M, 1M, 2M, 3M Modelle

Auf der Unterseite der Mainboard-Platine finden Sie einen Steckverbinder (Jumper), welcher werksseitig wie im Bild ersichtlich platziert ist [**unterer** und **mittlerer** Pin verbunden]. In dieser Position sind die Masse-klemmen (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 **oberer** Pin verbunden].

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

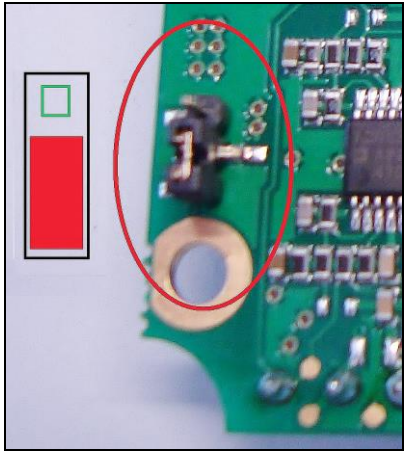


**Abbildung 14:** Masseverbindung

### 4.4.2 LT, LTF, MT, F2, F6, G5, P7 Modelle

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.

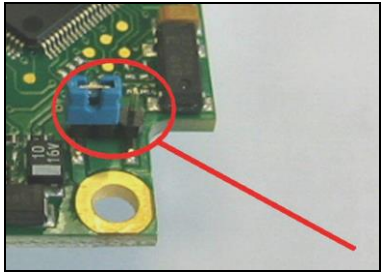


**Abbildung 15:** Masseverbindung

## 4.5 Austauschen des Messkopfes

- Bei Montage eines neuen Messkopfes muss der Kalibrier-Code des neuen Kopfes in die Elektronik eingegeben werden.
- Nach Modifikation des Kopf-Kalibriercodes ist ein Reset nötig, um die Änderungen zu aktivieren. [►**5 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.

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

**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 – 0OUD – 0A1B – A17U – 93OZ** | | | | |
| | 1.Block | 2.Block | 3.Block | 4.Block | 5.Block |

Zur Eingabe des Codes betätigen Sie 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.

**Abbildung 16:** Messkopf

## 4.6 Austauschen des Messkopfkabels

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

Das Messkopfkabel kann bei Bedarf ebenfalls ausgetauscht werden.

1. Zur Demontage am Messkopf öffnen Sie zunächst den Verschlussdeckel an der Rückseite des Messkopfes. Danach ziehen Sie die Schraubklemme ab und lösen die Anschlüsse.

2. Nach Anschluss des neuen Kabels verfahren Sie in umgekehrter Reihenfolge. Beachten Sie, dass der Schirm des Kabels mit dem Kopfgehäuse verbunden ist.

## 4.7 Aus- und Eingänge

### 4.7.1 Analogausgänge

Der CTlaser hat zwei Ausgabekanäle.

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

**Ausgabekanal 1**

Dieser Ausgang wird für die Ausgabe der Objekttemperatur genutzt. Die Auswahl des Ausgabesignals erfolgt über die Programmiertasten **[►5 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 |

### Ausgabekanal 2 [nur für Modelle LT/ G5/ P7]

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 $\mathbf{T_{Kopf}}$ auch die Objekttemperatur $\mathbf{T_{Obj}}$ oder Elektronikboxtemperatur $\mathbf{T_{Box}}$ als Alarmquelle genutzt werden.

### 4.7.2 Digitale Schnittstellen

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

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

1. 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.

2. 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.

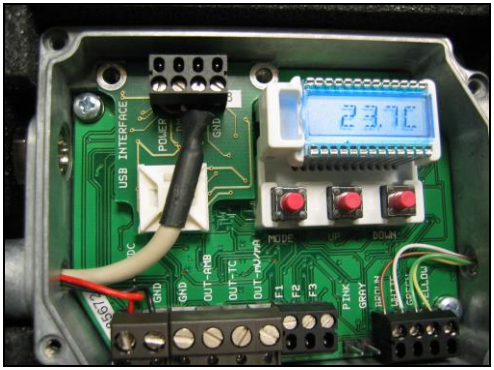



**Abbildung 17:** Digitale Schnittstellen

### 4.7.3 Relaisausgänge

- Die Schaltpunkte entsprechen den Werten für Alarm 1 und 2 **[►4.7.5 Alarme]** und sind gemäß der **►2.1 Werksvoreinstellungen** gesetzt. Für erweiterte Einstellungen (Änderung Low- und High-Alarm) wird eine Digitalschnittstelle (USB, RS232) und die Software CompactConnect benötigt.
- Eine gleichzeitige Installation einer Digitalschnittstelle und der Relaisausgänge ist nicht möglich.

Der CTlaser kann optional mit einem Relaisausgang ausgestattet werden. Die Relais-Platine wird in gleicher Weise wie die digitalen Schnittstellen installiert.

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.

### 4.7.4 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 ► ε = 0,1; 9 V ► ε = 1; 10 V ► ε = 1,1]** |
| **F3 (analog):** | externe Umgebungstemperaturkompensation/ der Bereich ist über die Software CompactConnect skalierbar<br>**[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:**<br>**F1 = High-Pegel \|F2, F3 = Low-Pegel**<br>**[High-Pegel: ≥ +3 V…+36 V \| Low-Pegel: ≤ +0,4 V…–36 V]** |

### 4.7.5 Alarme

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

Der CTlaser verfügt über folgende Alarmfunktionen:

**Ausgabekanal 1 und 2 [Kanal 2 nur bei LT/ G5/ P7]**

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 Relaisschnittstelle zur Verfügung. Der Alarm 2 kann zusätzlich am Pin **AL2** (auf dem Mainboard) als Open-collector-Ausgang **[24 V/ 50 mA]** genutzt werden.

Werksseitig sind die Alarme wie folgt definiert:

Beide Alarme wirken auf die Farbeinstellung des LCD-Displays:

**BLAU: Alarm 1 aktiv**

**ROT: Alarm 2 aktiv**

**GRÜN: kein Alarm aktiv**

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

Für erweiterte Einstellungen wie Definition als Low- oder High-Alarm **[über Änderung Normal offen/ geschlossen]**, Wahl der Signalquelle **[$T_{Obj}$, $T_{Kopf}$, $T_{Box}$]** wird eine Digitalschnittstelle (z. B. USB, RS232) inklusive der Software CompactConnect benötigt.

# 5 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 **[►4.7.5 Alarme]**.

## 5.1 Sensoreinstellungen

- Beim Betätigen der Mode-Taste gelangt man automatisch zur zuletzt aufgerufenen Funktion. Die Signalverarbeitungsfunktionen **Maximumsuche** und **Minimumsuche** sind nicht gleichzeitig wählbar.
- Um den CTlaser auf die werksseitig eingestellten Parameter zurück zu setzen, betätigen Sie zunächst die **Ab-** und dann die **Mode-Taste** und halten beide ca. 3 Sekunden lang gedrückt. Im Display erscheint als Bestätigung **RESET.**

Mit den drei Programmiertasten **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.

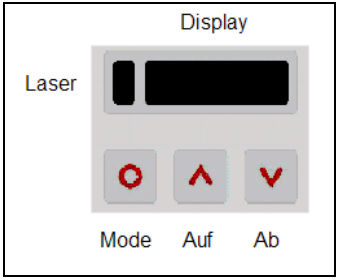



**Abbildung 18:** Anzeige des Gerätes

| 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 |
| **□ MV5** | Signalausgabe Ausgabekanal 1 [0-5 V] | □ **0-20** = 0–20 mA/ □ **4-20** = 4–20 mA/ □ **MV5** = 0–5 V/ □ **MV10** = 0-10 V/ □ **TCJ** = Thermoelementausgang Typ J/ □ **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 |

**Tabelle 2:** Einstellungsmöglichkeiten des Gerätes

**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 2**) 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 **[►8 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 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. Die kürzeste Zeit ist 0,001 s und kann nur mit Werten der 2er-Potenzreihe erhöht bzw. verringert werden (0,002, 0,004, 0,008, 0,016, 0,032, ...). Bei Einstellen von **0.0** erscheint im Display **---** (Funktion deaktiviert).

**P----** Einstellen der Zeit für die **Maximumsuche**. Bei Einstellen von **0.0** erscheint im Display **-** (Funktion deaktiviert).

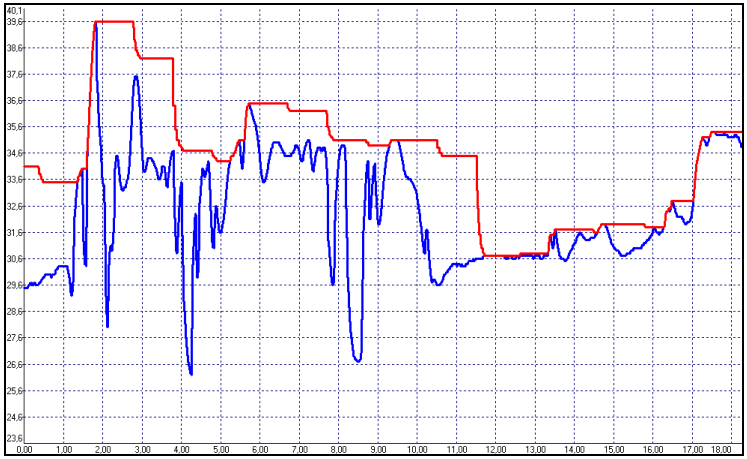
Bei dieser Funktion wird das jeweilige Signalmaximum gehalten; d. h. bei sinkender Temperatur hält der Algorithmus den Signalpegel für die eingestellte Zeit.

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----**




**— $T_{Prozess}$ mit Maximumsuche (Haltezeit = 1s)**

**— $T_{Aktuell}$ 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 ≥ 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 Temperatur-bereichs. 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 Temperatur-bereichs. 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 **[►4.7.5 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 **[►4.7.5 Alarme]** und dient damit auch der Einstellung des Schaltpunktes für Relais 2 (bei Verwendung der optionalen Relaisschnittstelle).

**XHEAD**

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

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. Bei Anzeige von **XHEAD** erfolgt die Kompensation über den messkopfinternen 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.

## 5.2 Visierlaser

Der CTlaser verfügt über ein Doppel-Laservisier welcher bei der Ausrichtung des Sensors helfen soll. Innerhalb der beiden Laserpunkte befindet sich der Messfleck. Im Scharfpunkt der jeweiligen Optik **[►2.12 Optische Diagramme]** liegen beide Laserpunkte übereinander und markieren somit als ein Laserpunkt den minimalen Messfleck. Somit lässt sich der Sensor 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!

Die beiden Laserpunkte markieren die Lage des Messflecks, allerdings nicht dessen exakte Größe. Die exakte Größe des Messflecks entnehmen Sie bitte den optischen Diagrammen **[►2.12 Optische Diagramme].** Alternativ zu den optischen Diagrammen kann auch der Messfleck-Kalkulator auf der optris Interseitseite verwendet werden http://www.optris.de/messfleck-kalkulator.

- Bei einer Umgebungstemperatur >50 °C schaltet sich der Laser automatisch ab.
- Die Laser nur für das Ausrichten und Positionieren des Sensors verwenden. Ein Dauerbetrieb des Lasers kann die Lebensdauer der Laserdioden verkürzen.
- Des Weiteren kann bei einem Dauerbetrieb des Lasers die Messgenauigkeit in Mitleidenschaft gezogen werden.

**Abbildung 19:** Kennzeichnung des Lasers

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

## 5.3 Fehlermeldungen

Im Display des CTlaser können folgende Fehlermeldungen erscheinen:

**Modelle LT/ LTF/ MT/ F2/ F6/ G5/ P7:**

| | |
|---|---|
| OVER | Objekttemperatur zu hoch |
| UNDER | Objekttemperatur zu niedrig |
| ^^^CH | Kopftemperatur zu hoch |
| vvvCH | Kopftemperatur zu niedrig |

**Modelle 05M/ 1M/ 2M/ 3M:**

**1. Stelle:**

| | |
|---|---|
| 0x | kein Fehler |
| 1x | Kopftemperatur-Fühler hat Kurzschluss nach Masse (bn) |
| 2x | Boxtemperatur zu niedrig |
| 4x | Boxtemperatur zu hoch |
| 6x | Boxtemperatur-Fühler unterbrochen |
| 8x | Boxtemperatur-Fühler hat Kurzschluss nach Masse |

**2. Stelle:**

| | |
|---|---|
| x0 | kein Fehler |
| x2 | Objekttemperatur zu hoch |
| x4 | Kopftemperatur zu niedrig |
| x8 | Kopftemperatur zu hoch |
| xC | Kopftemperatur-Fühler unterbrochen (bn) |

# 6 Software CompactConnect

**Minimale Systemvoraussetzungen:**

- Windows XP, Vista, 7, 8, 10
- USB-Schnittstelle
- Festplatte mit mind. 30 MByte freiem Speicherplatz
- Mindestens 128 MByte RAM
- CD-ROM-Laufwerk

Eine detaillierte Softwarebeschreibung befindet sich auf der Software-CD.

## 6.1 Installation

1. 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.

2. Andernfalls starten Sie die **`CDsetup.exe`** von der CD-ROM und folgen 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`**

Um die Software zu deinstallieren, nutzen Sie **`Uninstall`** im Startmenü.

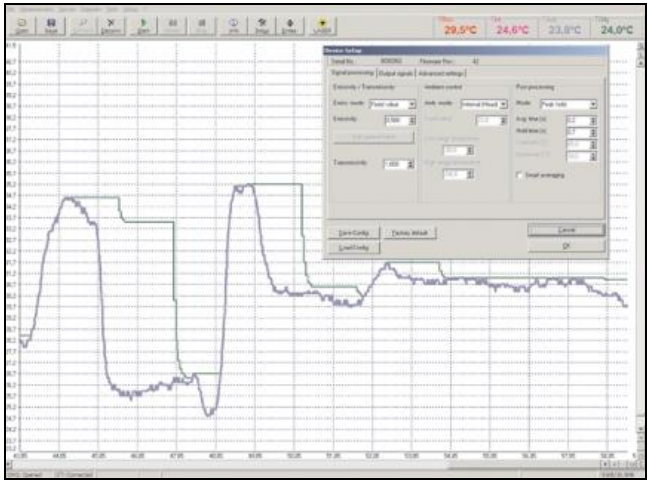


**Abbildung 20**: Software CompactConnect

**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

## 6.2 Kommunikationseinstellungen

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

### 6.2.1 Serielle Schnittstelle

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

### 6.2.2 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.

### 6.2.3 ASCII-Protokoll

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

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

### 6.2.4 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 Werte kontinuierlich geändert werden müssen, kann das Flashen der Parameter durch folgenden Befehl ausgeschaltet werden:

| | |
|---|---|
| Dezimal: | 112 |
| HEX: | 0x70 |
| Daten, Antwort: | byte 1 |
| Ergebnis: | 0 – Daten werden in den Flash geschrieben<br>1 – Daten werden nicht 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.

# 7 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 (►**8 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.

# 8 Emissionsgrad

## 8.1 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.

## 8.2 Bestimmung des 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 unterschiedliche Temperatur aufweisen.

## 8.3 Charakteristische Emissionsgrade

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

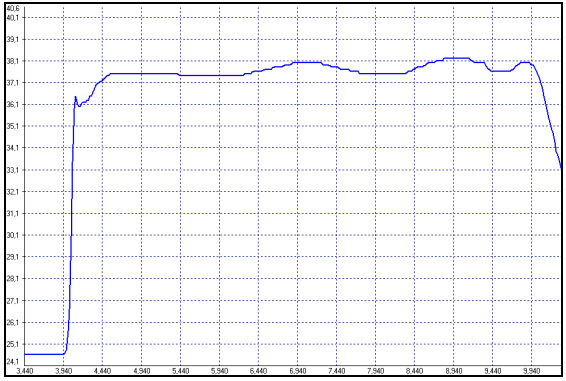
| Material | | typischer Emissionsgrad | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Spektrale Empfindlichkeit** | | **1,0 µm** | **1,6 µm** | **5,1 µm** | **8-14 µm** |
| Messing | poliert | 0,35 | 0,01-0,5 | 0,01-0,05 | 0,01-0,05 |
| | rau | 0,65 | 0,4 | 0,3 | 0,3 |
| | oxidiert | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,5 |
| 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

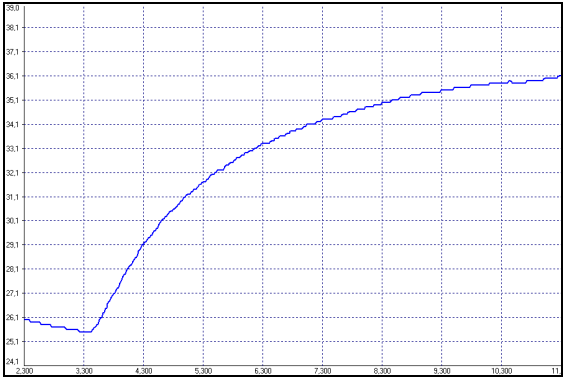
| Material | | typischer Emissionsgrad | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Spektrale Empfindlichkeit** | | **1,0 µm** | **2,2 µm** | **5,1 µm** | **8-14 µm** |
| Asbest | | 0,9 | 0,8 | 0,9 | 0,95 |
| Asphalt | | | | 0,95 | 0,95 |
| Basalt | | | | 0,7 | 0,7 |
| Beton | | 0,65 | 0,9 | 0,9 | 0,95 |
| 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**

# Anhang D – Konformitätserklärung

## EG-Konformitätserklärung
## EU Declaration of Conformity

Wir / We

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

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

**die Produktserie optris CTlaser**
**the product group optris CTlaser**

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:

**EN 61326-1:2013** (Grundlegende Prüfanforderungen / Basic requirements)
**EN 61326-2-3:2013**

Gerätesicherheit von Messgeräten / Safety of measurement devices:

**EN 61010-1:2010**
**EN 60825-1:2015** (Lasersicherheit / Laser safety)

Dieses Produkt erfüllt die Vorschriften der Richtlinie **2011/65/EU** (RoHS) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Juni 2011 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten.
This product is in conformity with Directive **2011/65/EU** (RoHS) of the European Parliament and of the Council of 8 June 2011 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment.

Berlin, 04.11.2015

Ort, Datum / place, date

Dr. Ulrich Kienitz
Geschäftsführer / General Manager