

## Bedienungsanleitung

optris® PI

160/ 200/ 230/ 400/ 450/ 450 G7/ 640/ 640 G7/ 1M



**Infrarotkamera**

**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](mailto:info@optris.de)  
Internet: [www.optris.de](http://www.optris.de)



# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>3</b>
<b>1 Allgemeine Informationen.....</b>	<b>7</b>
1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung .....	7
1.2 Gewährleistung.....	9
1.3 Lieferumfang.....	10
1.4 Wartung .....	10
1.4.1 Reinigung.....	10
1.5 Modellübersicht.....	11
<b>2 Technische Daten .....</b>	<b>12</b>
2.1 Allgemeine Spezifikationen.....	12
2.2 Elektrische Spezifikationen.....	16

2.3	Messtechnische Spezifikationen .....	17
2.4	Optische Spezifikationen .....	20
<b>3</b>	<b>Mechanische Installation .....</b>	<b>29</b>
3.1	Abmessungen .....	29
3.2	Montagezubehör .....	34
3.3	Zubehör für hohe Umgebungstemperaturen .....	35
3.3.1	CoolingJacket .....	35
3.3.2	CoolingJacket Advanced .....	37
3.3.3	Outdoor-Schutzgehäuse .....	41
<b>4</b>	<b>Elektrische Installation.....</b>	<b>42</b>
4.1	Prozess-Interface.....	43
4.1.1	PIN-Belegung der Stecker .....	45
4.1.2	Industrielles Prozess-Interface (optional) .....	47

4.2	Beispiele für eine Fail-Safe-Überwachung der PI mit einer SPS .....	50
4.3	USB-Kabelverlängerung .....	52
<b>5</b>	<b>Software PI Connect .....</b>	<b>54</b>
5.1	Installation und Inbetriebnahme .....	55
5.2	Softwarefenster .....	58
5.3	Grundfunktionen der Software PI Connect .....	60
<b>6</b>	<b>Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung .....</b>	<b>63</b>
<b>7</b>	<b>Emissionsgrad .....</b>	<b>69</b>
7.1	Definition .....	69
7.2	Bestimmung des Emissionsgrades .....	71
7.3	Charakteristische Emissionsgrade .....	73
<b>Anhang A – Emissionsgradtabelle Metalle .....</b>		<b>74</b>
<b>Anhang B – Emissionsgradtabelle Nichtmetalle .....</b>		<b>76</b>

<b>Anhang C – Kurzanleitung zur seriellen Kommunikation .....</b>	<b>77</b>
<b>Anhang D – Kurzanleitung zur DLL-Kommunikation (IPC) .....</b>	<b>79</b>
<b>Anhang E – PI Connect Resource Translator .....</b>	<b>80</b>
<b>Anhang F – Prozess-Interface-Schaltungen .....</b>	<b>81</b>
<b>Anhang G – Konformitätserklärung.....</b>	<b>85</b>

# 1 Allgemeine Informationen

## 1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Vielen Dank, dass Sie sich für die **optris® PI** Infrarotkamera entschieden haben.

Die optris PI misst die von Objekten emittierte Infrarotstrahlung und berechnet auf dieser Grundlage die Oberflächentemperatur [► **6 Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung**]. Durch den zweidimensionalen Detektor (FPA – focal plain array) erfolgt eine flächige Messung und wird über genormte Farbskalen als Thermografiebild dargestellt. Die radiometrische Verarbeitung der Bilddaten ermöglicht eine nachträgliche detaillierte Bildanalyse mit der komfortablen Software PI Connect.

Die optris PI ist ein Präzisionsinstrument und verwendet einen extrem empfindlichen Infrarotdetektor sowie ein hochwertiges Objektiv.



Das Ausrichten der Kamera auf **intensive Energiequellen** (z. B. Geräte, die eine Laserstrahlung emittieren oder Reflexionen solcher Geräte) kann zu **irreparablen Schäden** am Detektor führen. Dies gilt auch, wenn die Kamera ausgeschaltet ist.

Schäden dieser Art sind von der Gewährleistung ausgeschlossen.



- Vermeiden Sie abrupte Änderungen der Umgebungstemperatur.
- Vermeiden Sie statische Aufladungen und bringen Sie das Gerät nicht in die Nähe von starken elektromagnetischen Feldern (z. B. Lichtbogen-Schweißanlagen, Induktionsheizer).
- Bei Problemen oder Fragen wenden Sie sich an die Mitarbeiter unserer Serviceabteilung.



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



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

## 1.2 Gewährleistung

Sollten trotz sorgfältiger Qualitätskontrolle Gerätedefekte auftreten, 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

- PI 160, PI 200, PI 230, PI 400, PI 450, PI 450 G7, PI 640, PI 640 G7 oder PI 1M inkl. 1 Objektiv
- USB-Kabel: 1 m (Standard-Lieferumfang, kein IP67-Schutzgrad)  
1 m, 3 m, 5 m, 10 m, 20 m (optional erhältlich, für industrielle Anwendungen, mit IP67-Schutzgrad)
- Tischstativ
- Prozess-Interface-Kabel mit Anschlussklemmleiste (1 m)
- Softwarepaket PI Connect
- Bedienungsanleitung
- Aluminiumkoffer
- Nur PI 450/ 450 G7/ 640/ 640 G7: robuster Hartschalenkoffer (IP67)
- Nur PI 200/ 230: Fokussierwerkzeug für VIS-Kamera

## 1.4 Wartung



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

### 1.4.1 Reinigung

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

## 1.5 Modellübersicht

Die Kameras der PI-Serie sind in folgenden Basisvarianten lieferbar:

Modell	Typ	Temperaturbereiche	Spektralbereich	Bildfrequenz	Typische Anwendungen
PI 160	IR	-20 bis 900 °C 200 bis 1500 °C (optional)	7,5 - 13 µm	120 Hz	Flächenmessungen in der industriellen Anwendung
PI 200/ PI 230	BI-SPEKTRAL	-20 bis 900 °C 200 bis 1500 °C (optional)	7,5 - 13 µm	128 Hz	Kombination und zeitsynchrone Aufzeichnung von Echt- und Wärmebildern
PI 400/ PI 450	IR	-20 bis 900 °C 200 bis 1500 °C (optional für PI 400)	7,5 - 13 µm	80 Hz	Aufnahme von Echtzeit-Wärmebildern in Höchstgeschwindigkeit; Detektion feinsten Temperaturunterschiede (PI450)
PI 450 G7	IR	200 bis 1500 °C	7,9 µm	80 Hz/ 27 Hz	Messung von Glastemperaturen (mit Zeilenkamera-Funktion)
PI 640	IR	-20 bis 900 °C	7,5 - 13 µm	32 Hz	Gestochen scharfe Wärmebilder in Echtzeit
PI 640 G7	IR	200 bis 1500 °C	7,9 µm	32 Hz	Messung von Glastemperaturen (mit Zeilenkamera-Funktion)
PI 1M	IR	450 bis 1800 °C	0,85 - 1,1 µm	Bis 1 kHz	Messung von Metalloberflächen, Grafit oder Keramik bei kurzen Wellenlängen

**Tabelle 1:** Modellübersicht

## 2 Technische Daten

### 2.1 Allgemeine Spezifikationen

Schutzgrad:	IP67 (NEMA-4)
Umgebungstemperatur:	0...50 °C [PI 160/ PI 2xx/ PI 400/ PI 640/ PI 640 G7] 5...50 °C [PI 1M] 0...70 °C [PI 450/ PI 450 G7]
Lagertemperatur:	-40...70 °C/ -40...85 °C [PI 450/ PI 450 G7]
Relative Luftfeuchtigkeit:	10...95 %, nicht kondensierend
Material (Gehäuse):	Aluminium, eloxiert/ Kunststoff
Abmessungen:	PI 160/ PI 200/ PI 230: 45 x 45 x 62 - 65 mm (abhängig vom Objektiv) PI 400/ 450 (450 G7)/ 640 (640 G7)/1M: 46 x 56 x 86 - 90 mm (abhängig vom Objektiv)
Gewicht:	PI 160: 195 g, PI 200/ 230: 215 g, PI 400/ PI 450 (450 G7)/ PI 640 (640 G7)/ PI 1M: 320 g
Kabellänge (USB 2.0):	1 m (Standard), 3 m, 5 m, 10 m, 20 m
Vibration <sup>1)</sup> :	IEC 60068-2-6 (sinus förmig) IEC 60068-2-64 (Breitbandrauschen)

Schock <sup>1)</sup> :	IEC 60068-2-27 (25 g und 50 g)
------------------------	--------------------------------

1) Verwendete Normen bei Vibration und Schock:

<b>IEC 60068-1:1988 + Corr. 1988 + A1: 1992</b>	<b>DIN EN 60068-1:1995-03</b>
„Umweltprüfungen - Teil 1: Allgemeines und Leitfaden“	
<b>IEC 60068-2-6:2007</b>	<b>DIN EN 60068-2-6; VDE 0468-2-6:2008-10</b>
„Umgebungseinflüsse - Teil 2-6: Prüfverfahren - Prüfung Fc: Schwingen (sinusförmig)“	
<b>IEC 60068-2-27:2008</b>	<b>DIN EN 60068-2-27; VDE 0468-2-27:2010-02</b>
„Umgebungseinflüsse - Teil 2-27: Prüfverfahren - Prüfung Ea und Leitfaden: Schocken“	
<b>IEC 60068-2-47:2005</b>	<b>DIN EN 60068-2-47:2006-03</b>
„Umgebungseinflüsse - Teil 2-47: Prüfverfahren - Befestigung von Prüflingen für Schwing-, Stoß- und ähnliche dynamische Prüfungen“	
<b>IEC 60068-2-64:2008</b>	<b>DIN EN 60068-2-64; VDE 0468-2-64:2009-04</b>
„Umgebungseinflüsse - Teil 2-64: Prüfverfahren - Prüfung Fh: Schwingen, Breitbandraschen (digital geregelt) und Leitfaden“	

Abbildung 1: Verwendete Normen

Beanspruchungsprogramm Kamera (jeweils in Funktion):

Schocken, halbsinus 25 g – Prüfung Ea 25 g (gem. IEC 60068-2-27)			
Beschleunigung	245 m/s <sup>2</sup>	(25 g)	
Impulsdauer	11 ms		

Anzahl der Richtungen	6	(3 Achsen mit je 2 Richtungen)	
Dauer	600 Schocks	(100 Schocks in jede Richtung)	
<b>Schocken, halbsinus 50 g – Prüfung Ea 50 g (gem. IEC 60068-2-27)</b>			
Beschleunigung	490 m/s <sup>2</sup>	(50 g)	
Impulsdauer	11 ms		
Anzahl der Richtungen	6	(3 Achsen mit je 2 Richtungen)	
Dauer	18 Schocks	(3 Schocks in jede Richtung)	
<b>Schwingen, sinusförmig – Prüfung Fc (gem. IEC60068-2-6)</b>			
Frequenzbereich	10 - 500 Hz		
Beschleunigung	29,42 m/s <sup>2</sup>	(3 g)	
Frequenzänderung	1 Oktave/ min		
Anzahl der Achsen	3		
Beanspruchungsdauer	1:30 h	(3 x 0.30 h)	

Schwingen, Breitbandrauschen – Prüfung Fh (gem. IEC60068-2-64)			
Frequenzbereich	10 - 2000 Hz		
Beschleunigung	39,3 m/s <sup>2</sup>	(4,01 g <sub>RMS</sub> )	
Frequenzspektrum	10 - 106 Hz	0,9610 (m/s <sup>2</sup> ) <sup>2</sup> /Hz	(0,010 g <sup>2</sup> /Hz)
	106 - 150 Hz	+6 dB/ Oktave	
	150 - 500 Hz	1,9230 (m/s <sup>2</sup> ) <sup>2</sup> /Hz	(0,020 g <sup>2</sup> /Hz)
	500 - 2000 Hz	-6 dB/ Oktave	
	2000 Hz	0,1245 (m/s <sup>2</sup> ) <sup>2</sup> /Hz	(0,00126 g <sup>2</sup> /Hz)
Anzahl der Achsen	3		
Beanspruchungsdauer	3 h	(3 x 1 h)	

## 2.2 Elektrische Spezifikationen

Spannungsversorgung	5 VDC (Versorgung über USB 2.0-Schnittstelle)
Stromverbrauch	max. 500 mA
Ausgang Prozess Interface (PIF out)	0 - 10 V (Hauptmessfeld, Messfeld, Innentemperatur, Flagstatus, Alarm, Framesynchronisation, Fail-Safe, Externe Kommunikation) ▶ <b>Anhang F – Prozess-Interface-Schaltungen</b>
Eingang Prozess Interface (PIF in)	0 - 10 V (Emissionsgrad, Umgebungstemperatur, Referenztemperatur, Flagsteuerung, getriggerte Aufnahme, Schnappschüsse und Zeilenkamera, Freie Größe) ▶ <b>Anhang F – Prozess-Interface-Schaltungen</b>
Digitaler Eingang Prozess Interface	Flagsteuerung, getriggerte Aufnahme, Schnappschüsse und Zeilenkamera ▶ <b>Anhang F – Prozess-Interface-Schaltungen</b>
Digitale Schnittstelle	USB 2.0

## 2.3 Messtechnische Spezifikationen

	<u>PI 160</u>	<u>PI 200<sup>1)</sup></u>	<u>PI 230<sup>1)</sup></u>
Temperaturbereich (skalierbar)	-20...100 °C; 0...250 °C; 150...900 °C; Option: 200...1500 °C		
Spektralbereich	7,5 - 13 µm		
Detektor	UFPA, 160 x 120 Pixel @ 120 Hz	UFPA, 160 x 120 Pixel @ 128 Hz <sup>3)</sup> 640 x 480 Pixel (visuelle Kamera)	UFPA, 160 x 120 Pixel @ 128 Hz <sup>3)</sup> 640 x 480 Pixel (visuelle Kamera)
Objektive (FOV)	6° x 5°; 23° x 17°; 41° x 31°; 72° x 52°		
Systemgenauigkeit <sup>2)</sup>	±2°C oder ±2 %		
Temperaturaufösung (NETD)	0,08 K mit 23°; 0,3 K mit 6°; 0,1 K mit 41° und 72°		
Aufwärmzeit	10 min		
Emissionsgrad	0,100...1,100		
Software	PI Connect		

<sup>1)</sup> Zur optimalen Kombination von IR- und VIS-Bild empfehlen wir das 41°-Objektiv für die PI200 und das 23°-Objektiv für die PI230

<sup>2)</sup> Bei Umgebungstemperatur 23±5 °C; der jeweils größere Wert gilt,

<sup>3)</sup> Folgende Varianten können eingestellt werden: Variante 1 (IR mit 96 Hz bei 160 x 120 px; VIS mit 32 Hz bei 640 x 480 px); Variante 2 (IR mit 128 Hz bei 160 x 120 px; VIS mit 32 Hz bei 596 x 447 px)

	<u>PI 400</u>	<u>PI 450</u>	<u>PI 450 G7</u>
Temperaturbereich (skalierbar)	-20...100 °C; 0...250 °C; 150...900 °C; Option: 200...1500 °C	-20...100 °C; 0...250 °C; 150...900 °C	200...1500 °C
Spektralbereich	7,5 - 13 µm		7,9 µm
Detektor	UFPA, 382 x 288 Pixel @ 80 Hz (umschaltbar auf 27 Hz)	UFPA, 382 x 288 Pixel @ 80 Hz (umschaltbar auf 27 Hz)	UFPA, 382 x 288 Pixel @ 80 Hz (umschaltbar auf 27 Hz)
Objektive (FOV)	13° x 10°, 29° x 22°, 38° x 29°; 53° x 40°; 62° x 49°; 80° x 56°	13° x 10°, 29° x 22°, 38° x 29°; 53° x 40°; 62° x 49°; 80° x 56°	13° x 10°, 29° x 22°; 53° x 40°; 80° x 56°
Systemgenauigkeit <sup>2)</sup>	±2°C oder ±2 %		
Temperaturaufösung (NETD)	0,08 K <sup>1)</sup> mit 29°, 38°, 53°, 62° und 80°; 0,1 K <sup>1)</sup> mit 13°	0,04 K <sup>1)</sup> mit 29°, 38°, 53°, 62° und 80°; 0,06 K <sup>1)</sup> mit 13°	130 mK (T <sub>obj</sub> = 650 °C)
Aufwärmzeit	10 min		
Emissionsgrad	0,100...1,100		
Software	PI Connect		

<sup>1)</sup> Wert gilt bei 40 Hz und 25°C Raumtemperatur

<sup>2)</sup> Bei Umgebungstemperatur 23±5 °C; der jeweils größere Wert gilt

	<u>PI 640</u>	<u>PI 640 G7</u>	<u>PI 1M</u>
Temperaturbereich (skalierbar)	-20...100 °C; 0...250 °C; 150...900 °C	200...1500 °C	450 <sup>3)</sup> ...1800 °C (27 Hz-Modus) 500 <sup>3)</sup> ...1800 °C (80 Hz- und 32 Hz-Modus) 600 <sup>3)</sup> ...1800 °C (1 kHz-Modus)
Spektralbereich	7,5 - 13 µm	7,9 µm	0,85 - 1,1 µm
Detektor	UFPA, 640 x 480 Pixel @ 32 Hz 640 x 120 Pixel @ 125Hz	UFPA, 640 x 480 Pixel @ 32 Hz 640 x 120 Pixel @ 125Hz	CMOS, 764 x 480 Pixel @ 32 Hz 382 x 288 Pixel @ 80 Hz/ (umschaltbar auf 27 Hz) 72x56 Pixel @ 1 kHz 764 x 8 Pixel @ 1 kHz (schnelle Linescan-Modus)
Objektive (FOV)	15° x 11°; 33° x 25°; 60° x 45°; 90° x 64°	15° x 11°; 33° x 25°; 60° x 45°; 90° x 64°	<b>FOV@382x288 px:</b> 20°x 15°, 13°x 10°, 7°x 5°, 4°x 3° <b>FOV@764x480 px:</b> 39°x 25°, 26°x 16°, 13°x 8°, 9°x 5°
Systemgenauigkeit	±2°C oder ±2 % <sup>2)</sup>		±1 % vom Messwert (Objekttemperatur < 1400 °C)
Temperaturaufösung (NETD)	0,075 K <sup>1)</sup> mit 33°	130 mK (T <sub>obj</sub> = 650 °C)	< 1K (700 °C), < 2K (1000 °C)
Aufwärmzeit	10 min		
Emissionsgrad	0,100...1,100		
Software	PI Connect		

<sup>1)</sup> Wert gilt bei 32 Hz und 25°C Raumtemperatur

<sup>2)</sup> Bei Umgebungstemperatur 23±5 °C; der jeweils größere Wert gilt

<sup>3)</sup> Anfangstemperatur +75 °C bei Optiken mit Brennweite f=50mm und f=75mm

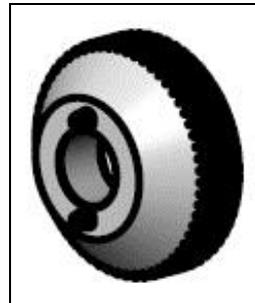
## 2.4 Optische Spezifikationen



Stellen Sie sicher, dass das thermische Bild korrekt fokussiert ist. Die Wärmebildkamera, wenn notwendig, mit der Optik fokussieren (**Abbildung 2**). Das Herausdrehen der Optik führt zur Fokuseinstellung „nah“ und das Hereindrehen zur Fokuseinstellung „unendlich“. Die visuelle Kamera (nur PI 200/ 230) wird mit dem mitgelieferten Fokussierwerkzeug eingestellt (**Abbildung 3**). Dazu wird das Fokussierwerkzeug mit den zwei Stiften auf die visuelle Kamera gesteckt und durch eine Linksdrehung auf „nah“ fokussiert und durch eine Rechtsdrehung auf „unendlich“ fokussiert.



**Abbildung 2:** PI 200/ 230 mit visueller Kamera

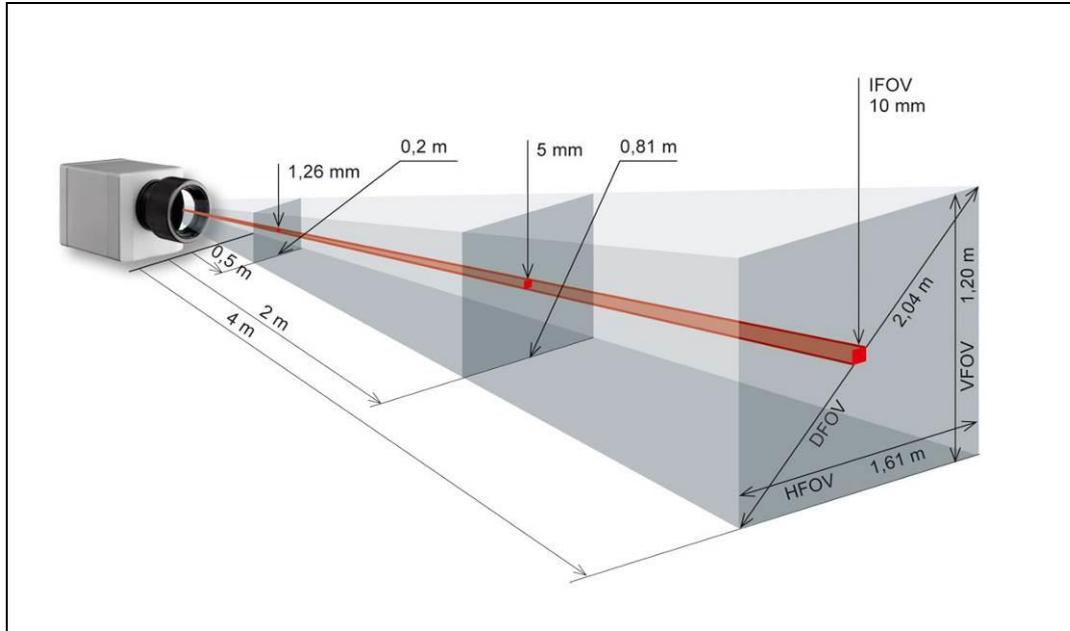


**Abbildung 3:** Fokussierwerkzeug für die visuelle Kamera

1 IR-Kanal    2 VIS-Kanal

Eine Auswahl von Optiken macht es Ihnen möglich, Objekte in **verschiedenen Entfernungen** präzise zu messen; von Nah- und Standard-Entfernungen bis hin zu großen Distanzen. Bei Wärmebildkameras gibt es verschiedene Parameter, welche den Zusammenhang zwischen der Messobjektentfernung und der Pixelgröße auf der Objektebene darstellen (**Tabelle 2**).

Die PI200/ 230 verfügt zusätzlich über eine visuelle Kamera (BI-SPECTRAL Technologie). Über den visuellen Kanal kann ein Echtbild (VIS) mit einem Wärmebild (IR) kombiniert und zeitsynchron aufgezeichnet werden.



**Abbildung 4:** Messfeld der Wärmebildkamera optris® PI am Beispiel der Optik 23° x 17°

- **HFOV:** Horizontale Ausdehnung des Gesamtmessfeldes auf der Objektebene
- **VFOV:** Vertikale Ausdehnung des Gesamtmessfeldes auf der Objektebene
- **IFOV:** Größe der einzelnen Pixel auf der Objektebene
- **DFOV:** Diagonale Ausdehnung des Gesamtmessfeldes auf der Objektebene
- **MFOV:** Empfohlene, kleinste Messobjektgröße von 3 x 3 Pixel

Die nachfolgenden Tabellen sind mit Beispielen versehen, in welcher Entfernung welche Messfeldgröße und Pixelgröße erreicht wird. Zur optimalen Konfiguration der Kameras stehen mehrere Objektive zur Auswahl. Weitwinkelobjektive weisen aufgrund ihres großen Öffnungswinkels eine radiale Verzeichnung auf; die Software PI Connect enthält einen Algorithmus, welcher diese Verzeichnung korrigiert. Alternativ zu den nachfolgenden Tabellen kann ebenfalls der Optikkalkulator auf der optris Internetseite verwendet werden (<http://www.optris.de/optikkalkulator-fuer-waermebildkameras>).

Tabelle 2:

PI 160 / 200 160 x 120 px	Brennweite [mm]	Winkel	Minimaler Messabstand*	Entfernung zum Messobjekt [m]												
				0,02	0,1	0,2	0,3	0,5	1	2	4	6	10	30	100	
O23 Standardoptik	10	23°	0,2 m	HFOV [m]	0,012	0,043	0,08	0,12	0,21	0,41	0,81	1,62	2,44	4,1	12,2	40,6
		17°		VFOV [m]	0,009	0,032	0,06	0,09	0,15	0,30	0,60	1,21	1,81	3,0	9,0	30,1
		29°		DFOV [m]	0,015	0,054	0,10	0,16	0,26	0,51	1,01	2,02	3,03	5,1	15,2	50,5
		2,48 mrad		IFOV [mm]	0,1	0,3	0,5	0,8	1,3	2,5	5,0	9,9	14,9	24,8	74,4	248,0
O6 Teleoptik	35,5	6°	0,5 m	HFOV [m]					0,06	0,11	0,23	0,45	0,68	1,1	3,4	11,3
		5°		VFOV [m]					0,04	0,09	0,17	0,34	0,51	0,8	2,5	8,5
		8°		DFOV [m]					0,07	0,14	0,28	0,57	0,85	1,4	4,2	14,2
		0,70 mrad		IFOV [mm]					0,4	0,7	1,4	2,8	4,2	7,0	21,1	70,4
O48 Weitwinkeloptik	5,7	41°	0,2 m	HFOV [m]	0,022	0,082	0,16	0,23	0,38	0,76	1,51	3,00	4,50	7,5	22,5	74,9
		31°		VFOV [m]	0,016	0,059	0,11	0,17	0,28	0,55	1,10	2,19	3,28	5,5	16,4	54,5
		51°		DFOV [m]	0,027	0,101	0,19	0,29	0,47	0,94	1,86	3,72	5,57	9,3	27,8	92,7
		4,39 mrad		IFOV [mm]	0,1	0,4	0,9	1,3	2,2	4,4	8,8	17,5	26,3	43,9	131,6	438,6
O72 Weitwinkeloptik	3,3	72°	0,2 m	HFOV [m]	0,039	0,152	0,29	0,43	0,72	1,42	2,84	5,66	8,49	14,1	42,4	141,4
		52°		VFOV [m]	0,027	0,106	0,20	0,30	0,50	0,99	1,98	3,95	5,92	9,9	29,6	98,6
		89°		DFOV [m]	0,048	0,186	0,36	0,53	0,87	1,74	3,46	6,91	10,35	17,2	51,7	172,3
		7,51 mrad		IFOV [mm]	0,2	0,8	1,5	2,3	3,8	7,5	15,0	30,0	45,0	75,1	225,2	750,8

\* Hinweis: Für Entfernungen unterhalb des minimalen Messabstandes kann die Messgenauigkeit der Kamera außerhalb der Spezifikation liegen.

PI 400 / 450 PI 450 G7	Brennweite [mm]	Winkel	Minimaler Messabstand*	Entfernung zum Messobjekt [m]												
					0,02	0,1	0,2	0,3	0,5	1	2	4	6	10	30	100
O 29 Standardoptik	18,7	29°	0,2 m	HFOV [m]		0,080	0,11	0,16	0,27	0,53	1,0	2,1	3,1	5,2	15,6	52,1
		22°		VFOV [m]		0,045	0,08	0,12	0,20	0,40	0,78	1,6	2,3	3,9	11,7	39,0
		37°		DFOV [m]		0,074	0,14	0,20	0,33	0,66	1,3	2,6	3,9	6,5	19,5	65,1
		1,34 mrad		IIFOV [mm]		0,1	0,3	0,4	0,7	1,3	2,7	5,4	8,0	13,4	40,1	133,7
O38 Standardoptik (nicht für G7)	15	38°	0,2 m	HFOV [m]	0,024	0,079	0,15	0,21	0,35	0,70	1,39	2,76	4,14	6,9	20,7	68,9
		29°		VFOV [m]	0,018	0,060	0,11	0,16	0,26	0,52	1,04	2,07	3,11	5,2	15,5	51,7
		48°		DFOV [m]	0,030	0,099	0,18	0,27	0,44	0,87	1,73	3,46	5,18	8,6	25,9	86,2
		1,67 mrad		IIFOV [mm]	0,1	0,2	0,4	0,5	0,9	1,7	3,4	6,7	10,0	16,7	50,0	166,7
O13 Teleoptik	41	13°	0,5 m	HFOV [m]					0,12	0,23	0,47	0,94	1,40	2,3	7,0	23,4
		10°		VFOV [m]					0,09	0,17	0,35	0,70	1,05	1,7	5,2	17,5
		17°		DFOV [m]					0,15	0,29	0,58	1,17	1,75	2,9	8,8	29,2
		0,61 mrad		IIFOV [mm]					0,3	0,6	1,2	2,5	3,7	6,1	18,4	61,2
O53 Weitwinkeloptik	10,5	53°	0,2 m	HFOV [m]		0,11	0,21	0,31	0,51	1,0	2,0	4,0	6,0	9,9	29,7	99,0
		40°		VFOV [m]		0,08	0,15	0,23	0,37	0,73	1,4	2,9	4,3	7,2	21,6	71,9
		68°		DFOV [m]		0,14	0,26	0,38	0,63	1,2	2,5	4,9	7,4	12,2	36,7	122,3
		2,38 mrad		IIFOV [mm]		0,2	0,5	0,7	1,2	2,4	4,8	9,5	14,3	23,8	71,5	238,4
O62 Weitwinkeloptik (nicht für G7)	8	62°	0,5 m	HFOV [m]	0,040	0,136	0,26	0,38	0,62	1,22	2,42	4,83	7,23	12,0	36,1	120,3
		49°		VFOV [m]	0,030	0,103	0,19	0,28	0,47	0,92	1,83	3,65	5,47	9,1	27,3	90,9
		79°		DFOV [m]	0,050	0,170	0,32	0,47	0,77	1,53	3,03	6,05	9,06	15,1	45,2	150,8
		2,27 mrad		IIFOV [mm]	0,1	0,2	0,5	0,7	1,2	2,29	4,6	9,1	13,7	22,7	68,2	227,3
O80 Superweitwinkel- optik	7,7	80°	0,2 m	HFOV [m]		0,182	0,35	0,84	0,84	1,65	3,29	6,55	9,82	16,4	49,0	163,4
		56°		VFOV [m]		0,119	0,23	0,55	0,54	1,08	2,14	4,28	6,41	10,7	32,0	106,6
		97°		DFOV [m]		0,218	0,41	1,00	1,00	1,97	3,92	7,83	11,73	19,5	58,5	195,1
		3,25 mrad		IIFOV [mm]		0,3	0,7	1,6	1,6	3,3	6,5	13,0	19,5	32,5	97,4	324,7

\* Hinweis: Für Entfernungen unterhalb des minimalen Messabstandes kann die Messgenauigkeit der Kamera außerhalb der Spezifikation liegen.

PI 640 / PI 640 G 7	Brennweite [mm]	Winkel	Minimaler Messabstand*	Entfernung zum Messobjekt [m]											
				0,1	0,2	0,3	0,5	1	2	4	6	10	30	100	
640 x 480 px O33 Standardoptik	18,7	33°	0,2 m	HFOV [m]	0,068	0,13	0,19	0,31	0,60	1,20	2,38	3,57	5,9	17,8	59,3
		25°		VFOV [m]	0,051	0,09	0,14	0,23	0,45	0,89	1,77	2,65	4,4	13,2	44,2
		41°		DFOV [m]	0,085	0,16	0,23	0,38	0,75	1,49	2,97	4,45	7,4	22,2	74,0
		0,91 mrad		IFOV [mm]	0,1	0,2	0,3	0,5	0,9	1,8	3,6	5,5	9,1	27,3	90,9
O15 Teleoptik	41,5	15°	0,5 m	HFOV [m]				0,13	0,26	0,52	1,05	1,57	2,6	7,8	26,1
		11°		VFOV [m]				0,10	0,20	0,39	0,79	1,18	2,0	5,9	19,6
		19°		DFOV [m]				0,17	0,33	0,66	1,31	1,96	3,3	9,8	32,7
		0,41 mrad		IFOV [mm]				0,2	0,4	0,8	1,6	2,5	4,1	12,3	41,0
O60 Weitwinkeloptik	10,5	60°	0,2 m	HFOV [m]	0,128	0,25	0,36	0,59	1,17	2,32	4,63	6,94	11,6	34,6	115,4
		45°		VFOV [m]	0,091	0,18	0,26	0,42	0,83	1,66	3,31	4,96	8,3	24,7	82,4
		75°		DFOV [m]	0,157	0,30	0,44	0,72	1,43	2,85	5,69	8,52	14,2	42,6	141,8
		1,62 mrad		IFOV [mm]	0,2	0,3	0,5	0,8	1,6	3,2	6,5	9,7	16,2	48,6	161,9
O90 Superweitwinkeloptik	7,7	90°	0,2 m	HFOV [m]	0,220	0,43	0,63	1,03	2,03	4,04	8,06	12,07	20,1	60,3	200,8
		64°		VFOV [m]	0,138	0,27	0,39	0,64	1,27	2,53	5,05	7,57	12,6	37,8	125,9
		111°		DFOV [m]	0,260	0,50	0,73	1,21	2,39	4,76	9,50	14,24	23,7	71,1	237,0
		2,21 mrad		IFOV [mm]	0,2	0,4	0,7	1,1	2,2	4,4	8,8	13,2	22,1	66,2	220,8

\* Hinweis: Für Entfernungen unterhalb des minimalen Messabstandes kann die Messgenauigkeit der Kamera außerhalb der Spezifikation liegen.

PI 1M 382 x 288 px	Brennweite [mm]	Winkel	Minimaler Messabstand*	Entfernung zum Messobjekt [m]											
					0,1	0,2	0,3	0,5	1	2	4	6	10	30	100
OF16	16	20°	0,2 m	HFOV [m]		0,07	0,11	0,18	0,36	0,72	1,43	2,15	3,6	10,7	35,8
		15°		VFOV [m]		0,05	0,08	0,14	0,27	0,54	1,08	1,62	2,7	8,1	27,0
		25°		DFOV [m]		0,09	0,13	0,22	0,45	0,90	1,79	2,69	4,5	13,5	44,9
		0,94 mrad		IFOV [mm]		0,2	0,3	0,5	0,9	1,9	3,8	5,6	9,4	28,1	93,8
OF25	25	13°	0,5 m	HFOV [m]	0,023	0,05	0,07	0,11	0,23	0,46	0,92	1,38	2,3	6,9	22,9
		10°		VFOV [m]	0,017	0,03	0,05	0,09	0,17	0,35	0,69	1,04	1,7	5,2	17,3
		16°		DFOV [m]	0,029	0,06	0,09	0,14	0,29	0,57	1,15	1,72	2,9	8,6	28,7
		0,60 mrad		IFOV [mm]	0,1	0,1	0,2	0,3	0,6	1,2	2,4	3,6	6,0	18,0	60,0
OF50	50	7°	1,5 m	HFOV [m]				0,06	0,11	0,23	0,46	0,69	1,1	3,4	11,5
		5°		VFOV [m]				0,04	0,09	0,17	0,35	0,52	0,9	2,6	8,6
		8°		DFOV [m]				0,07	0,14	0,29	0,57	0,86	1,4	4,3	14,4
		0,30 mrad		IFOV [mm]				0,2	0,3	0,6	1,2	1,8	3,0	9,0	30,0
OF75	75	4°	2,0 m	HFOV [m]					0,08	0,15	0,31	0,46	0,8	2,3	7,6
		3°		VFOV [m]					0,06	0,12	0,23	0,35	0,6	1,7	5,8
		5°		DFOV [m]					0,10	0,19	0,38	0,57	1,0	2,9	9,6
		0,20 mrad		IFOV [mm]					0,2	0,4	0,8	1,2	2,0	6,0	20,0

\* Hinweis: Für Entfernungen unterhalb des minimalen Messabstandes kann die Messgenauigkeit der Kamera außerhalb der Spezifikation liegen.

PI 1M mit VGA Auflösung 764 x 480 px	Brennweite [mm]	Winkel	Minimaler Messabstand*	Entfernung zum Messobjekt [m]											
				0,1	0,2	0,3	0,5	1	2	4	6	10	30	100	
OF16	16	39°	0,2 m	HFOV [m]		0,14	0,21	0,36	0,72	1,43	2,87	4,30	7,2	21,5	71,6
		25°		VFOV [m]		0,09	0,14	0,23	0,45	0,90	1,80	2,70	4,5	13,5	45,0
		46°		DFOV [m]		0,17	0,25	0,42	0,85	1,69	3,38	5,08	8,5	25,4	84,6
		0,94 mrad		IFOV [mm]		0,2	0,3	0,5	0,9	1,9	3,8	5,6	9,4	28,1	93,8
OF25	25	26°	0,5 m	HFOV [m]	0,046	0,09	0,14	0,23	0,46	0,92	1,83	2,75	4,6	13,8	45,8
		16°		VFOV [m]	0,029	0,06	0,09	0,14	0,29	0,58	1,15	1,73	2,9	8,6	28,8
		30°		DFOV [m]	0,054	0,11	0,16	0,27	0,54	1,08	2,17	3,25	5,4	16,2	54,1
		0,60 mrad		IFOV [mm]	0,1	0,1	0,2	0,3	0,6	1,2	2,4	3,6	6,0	18,0	60,0
OF50	50	13°	1,5 m	HFOV [m]				0,11	0,23	0,46	0,92	1,38	2,3	6,9	22,9
		8°		VFOV [m]				0,07	0,14	0,29	0,58	0,86	1,4	4,3	14,4
		15°		DFOV [m]				0,14	0,27	0,54	1,08	1,62	2,7	8,1	27,1
		0,30 mrad		IFOV [mm]				0,2	0,3	0,6	1,2	1,8	3,0	9,0	30,0
OF75	75	9°	2,0 m	HFOV [m]					0,15	0,31	0,61	0,92	1,5	4,6	15,3
		5°		VFOV [m]					0,10	0,19	0,38	0,58	1,0	2,9	9,6
		10°		DFOV [m]					0,18	0,36	0,72	1,08	1,8	5,4	18,0
		0,20 mrad		IFOV [mm]					0,2	0,4	0,8	1,2	2,0	6,0	20,0

\* Hinweis: Für Entfernungen unterhalb des minimalen Messabstandes kann die Messgenauigkeit der Kamera außerhalb der Spezifikation liegen.

## 3 Mechanische Installation

### 3.1 Abmessungen

Die PI ist an der Gehäuseunterseite mit zwei metrischen M4-Gewindebohrungen ausgestattet (6 mm tief) und kann entweder direkt über dieses Gewinde oder über das Stativanschlussgewinde (ebenfalls gehäuseunterseitig) montiert werden.



Das Anzugsdrehmoment der M4 Schrauben zur Befestigung der PI Kamera sollte zwischen **1 ... 1,5 Nm** liegen und darf **2 Nm** nicht überschreiten.

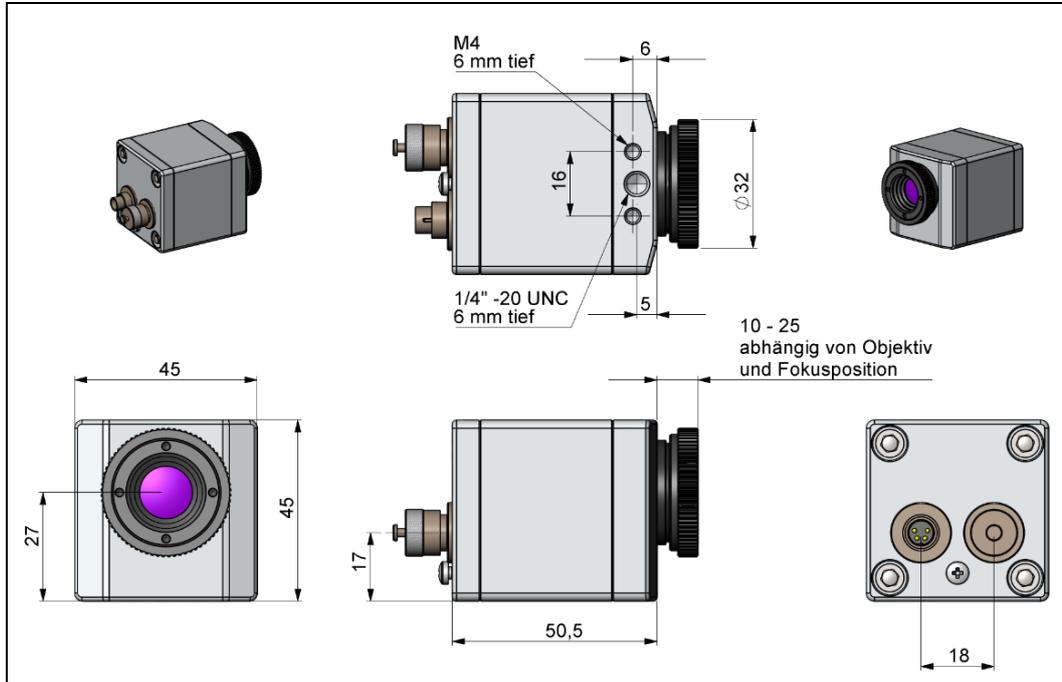


Abbildung 5: PI 160, Abmessungen [mm]

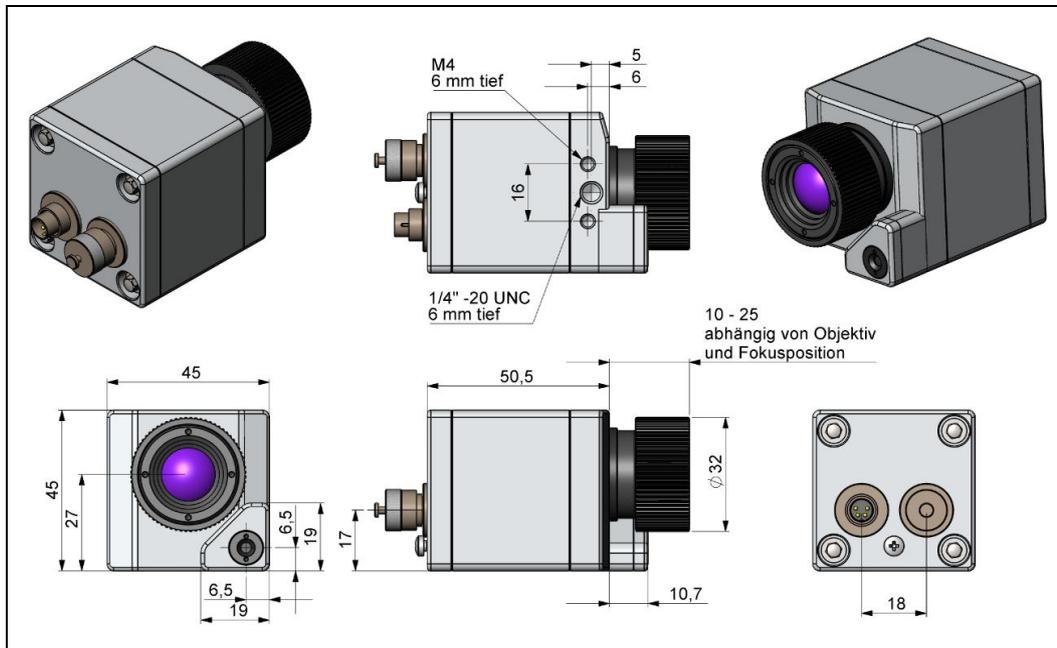


Abbildung 6: PI 200/ 230, Abmessungen [mm]

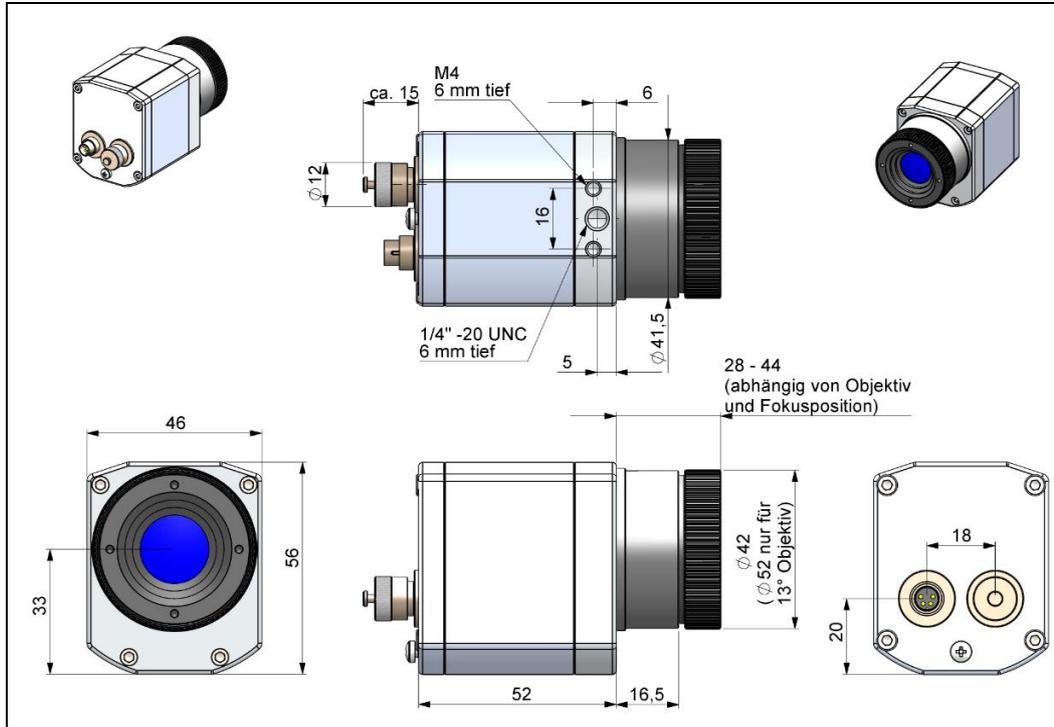


Abbildung 7: PI 400/ PI 450/ PI 450G7/ PI 640/ PI 640 G7, Abmessungen [mm]

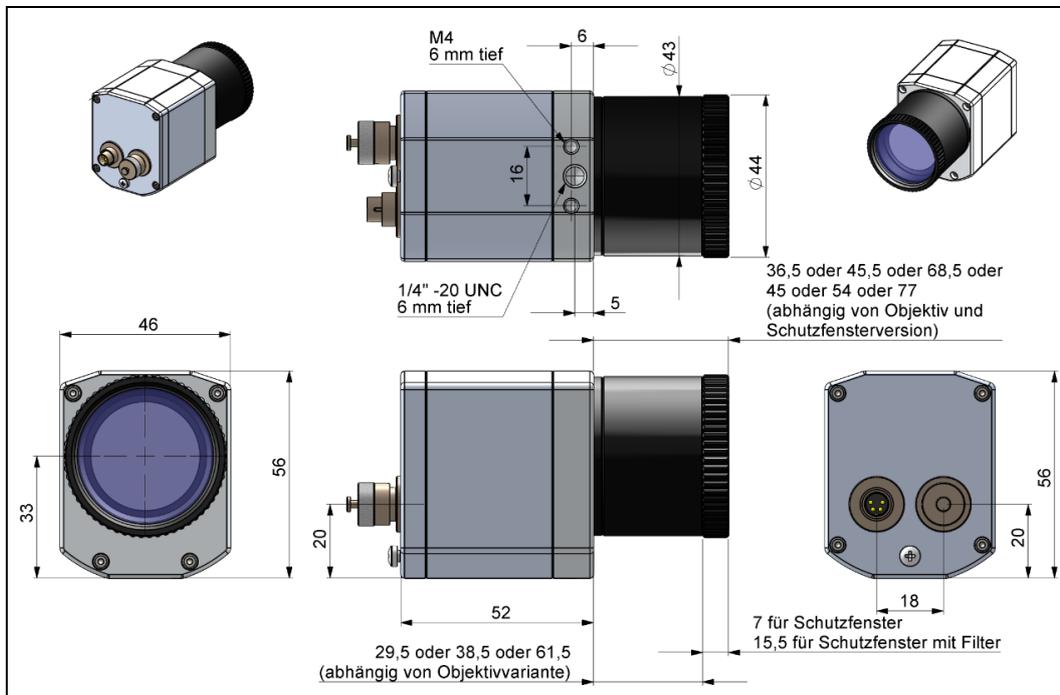


Abbildung 8: PI 1M, Abmessungen [mm]

## 3.2 Montagezubehör

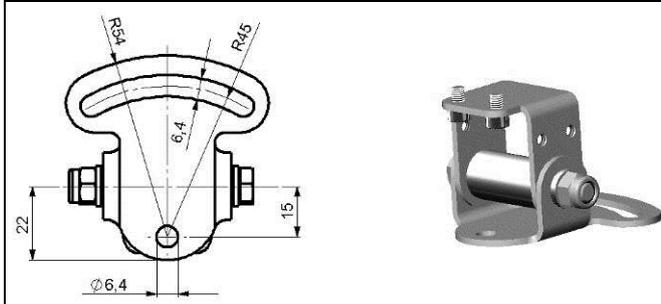


Abbildung 9: Edelstahl-Montagefuß, justierbar in zwei Achsen [Artikel-Nr.: ACPIMB]

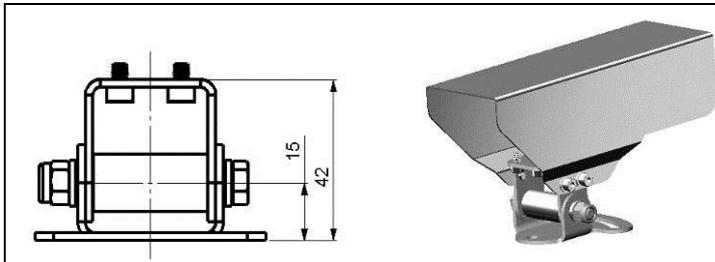


Abbildung 10: Edelstahl-Schutzgehäuse, inkl. Montagefuß [Artikel-Nr.: ACPIPH]

### 3.3 Zubehör für hohe Umgebungstemperaturen

#### 3.3.1 CoolingJacket



- Die Infrarotkamera PI kann in einer Umgebungstemperatur bis zu 50 °C (bis zu 70 °C mit PI 450/ PI 450 G7) eingesetzt werden. Für höhere Umgebungstemperaturen (bis 180 °C) bieten wir für die Kamera das CoolingJacket (Kühlgehäuse) an.
- Detaillierte Informationen erhalten Sie in der Installationsanleitung.

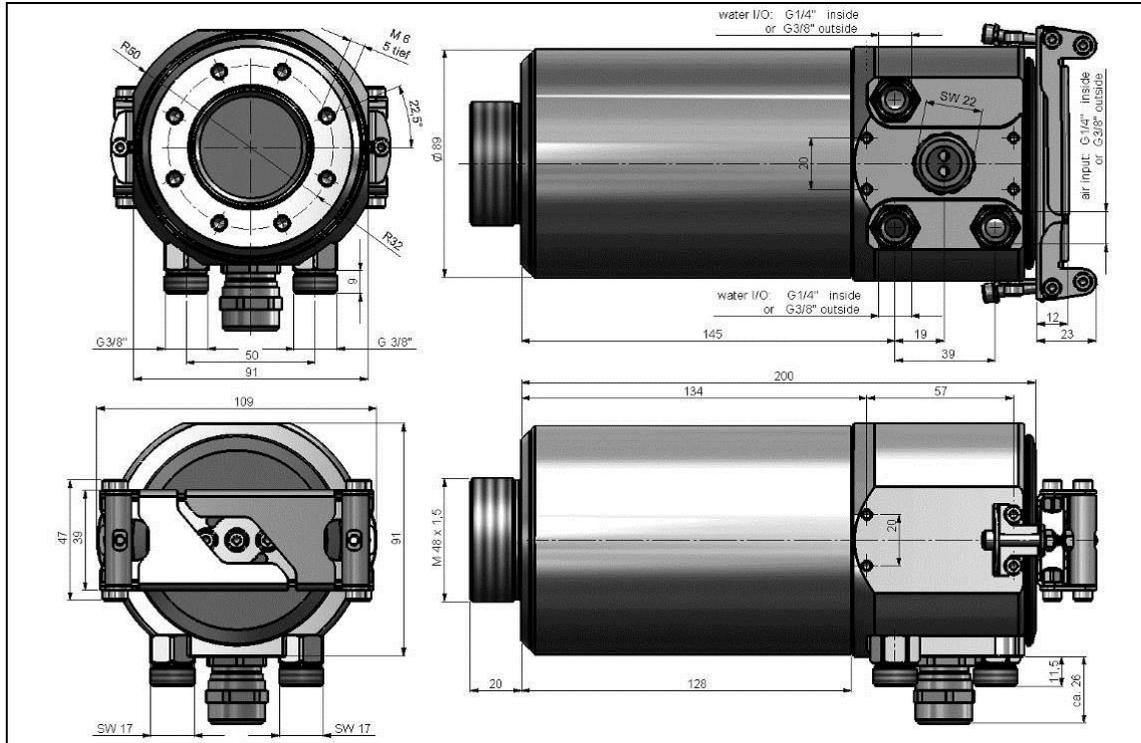
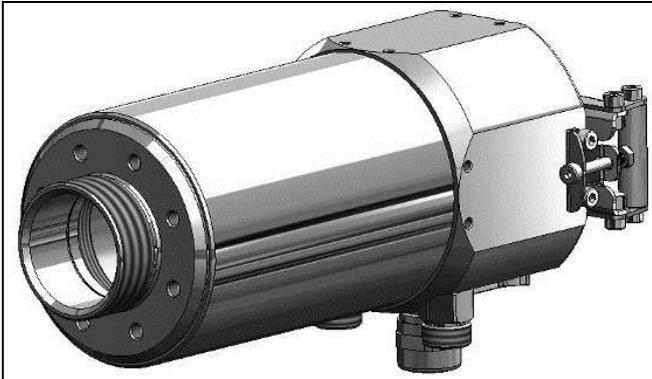


Abbildung 11: CoolingJacket – Abmessungen



**Abbildung 12:** Kühlgehäuse (CoolingJacket) für PI  
[Artikel-Nr.: ACPIxxxCJ]



**Abbildung 13:** Kühlgehäuse (CoolingJacket) mit  
Montagewinkel

### 3.3.2 CoolingJacket Advanced



- Das CoolingJacket Advanced ist als Standard-Version und Extended-Version erhältlich.
- Die Infrarotkamera PI kann in einer Umgebungstemperatur bis zu 50 °C (bis zu 70 °C mit PI 450/ PI 450 G7) eingesetzt werden. Für höhere Umgebungstemperaturen (bis 315 °C) bieten wir für die Kamera das CoolingJacket Advanced (Kühlgehäuse) an.
- Detaillierte Informationen erhalten Sie in der Installationsanleitung.

## Standard-Version

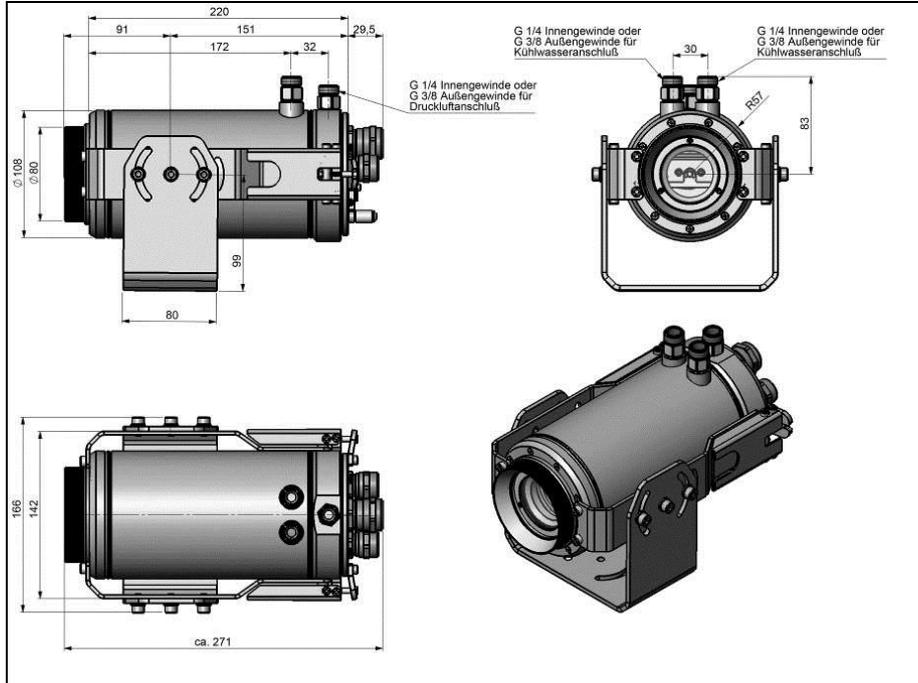


Abbildung 14: CoolingJacket Advanced [Artikel-Nr.: ACPIxxxCJAS], Standard-Version – Abmessungen

## Extended-Version



Die Extended-Version bietet die Möglichkeit die PI Serie mit Netbox und Industrie-PIF oder USB-Server Gigabit und Industrie-PIF einzusetzen. PI Netbox und Industrie-PIF oder USB-Server Gigabit und Industrie-PIF können jeweils im CoolingJacket integriert werden.



**Abbildung 15:** Cooling Jacket Advanced (Extended-Version) mit PI Netbox und Industrie PIF



**Abbildung 16:** Cooling Jacket Advanced (Extended-Version) mit USB-Server und Industrie PIF

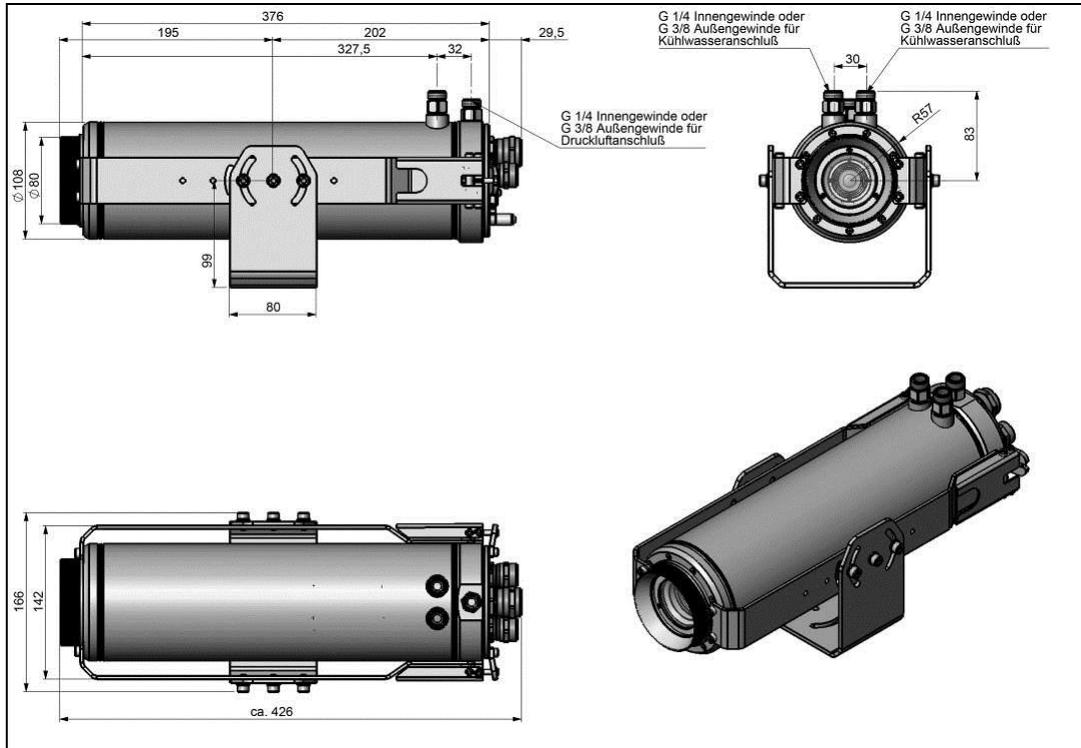


Abbildung 17: CoolingJacket Advanced [Artikel-Nr.: ACPIxxxCJAE], Extended-Version – Abmessungen

### 3.3.3 Outdoor-Schutzgehäuse



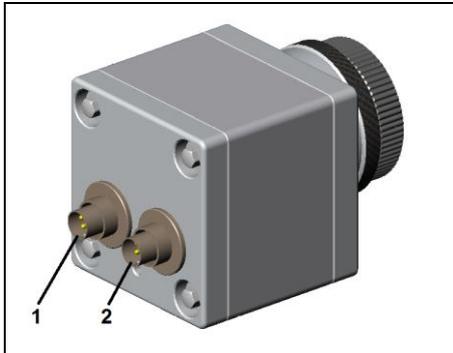
- Die Infrarotkamera PI und der USB-Server können unter Verwendung des Outdoor-Schutzgehäuses unter anderem auch für Outdoor-Anwendungen verwendet werden.
- Das Outdoor-Schutzgehäuse kann für jede PI Kamera verwendet werden (Objektive bis 90° FOV)
- Zusätzlich kann als Zubehör das industrielle PIF ohne Gehäuse mit eingebaut werden
- Detaillierte Informationen erhalten Sie in der Installationsanleitung.



Abbildung 18: Outdoor-Schutzgehäuse für PI und USB-Server

## 4 Elektrische Installation

An der Rückseite des PI befinden sich zwei Gerätestecker. Verbinden Sie zur Spannungsversorgung den linken Stecker mit dem mitgelieferten USB-Kabel. Der rechte Stecker wird nur bei Nutzung des Prozess-Interfaces benötigt.



**Abbildung 19:** Kamerarückseite mit Anschlussmöglichkeiten

- 1 Stecker für USB-Kabel
- 2 Stecker für PIF-Kabel

## 4.1 Prozess-Interface

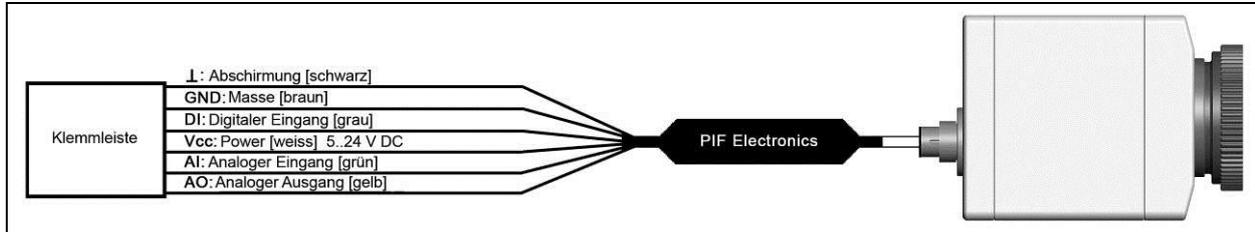


Das Prozess-Interface (sowohl Elektronik im Kabel als auch das industrielle Interface) muss separat mit Spannung (5-24 V DC) versorgt werden. Verbinden Sie zuerst das PIF mit der Kamera und schließen Sie danach die Spannungsversorgung an.

Die PI Wärmebildkamera ist mit einem Prozessinterface ausgestattet (Kabel mit integrierter Elektronik und Anschlussklemmleiste), das einen analogen Eingang (AI), einen digitalen Eingang (DI) zur Kamerakontrolle und einen analogen Ausgang (AO) zur Prozesskontrolle besitzt. Der Signalpegel beträgt jeweils 0-10 V (DI = 24 V).

Das Prozessinterface kann durch die Software mit der folgenden Funktionalität belegt werden:

Analoge Eingänge (AI):	Emissionsgrad, Umgebungstemperatur, Referenztemperatur, Flagsteuerung, getriggerte Aufnahme, Schnappschüsse und Zeilenkamera, Freie Größe
Analoge Ausgänge (AO):	Hauptmessfeld, Messfeld, Innentemperatur, Flagstatus, Alarm, Framesynchronisation, Fail-Safe, Externe Kommunikation
Digitale Eingänge (DI):	Flagsteuerung, getriggerte Aufnahme, Schnappschüsse und Zeilenkamera



**Abbildung 20:** Anschlussplan Standard-Prozess-Interface (PIF)

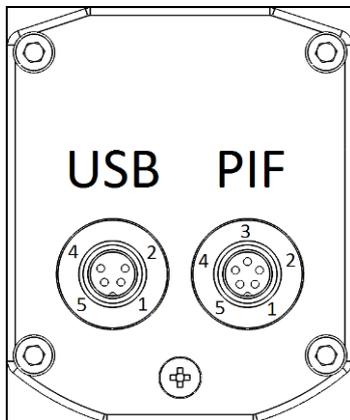
Das Standard-Prozess-Interface bietet die folgenden Ein- und Ausgänge:

<u>Name</u>	<u>Beschreibung</u>	<u>max. Bereich<sup>1)</sup>/ Status</u>
AI	Analogeingang	0-10 V <sup>2)</sup>
DI	Digitaleingang (Low-aktiv = 0...0,6 V)	24 V
AO	Analogausgang Alarmausgang	0-10 V 0/ 10 V

<sup>1)</sup> abhängig von der Versorgungsspannung; für 0-10 V am AO muss das PIF mindestens mit 12 V versorgt werden.

<sup>2)</sup> der AI ist ausgelegt für max. 24 V, der Spannungspegel über 10 V wird nicht interpretiert

### 4.1.1 PIN-Belegung der Stecker



#### USB

- 1 VCC
- 2 GND
- 4 D -
- 5 D +

#### PIF

- 1 INT
- 2 SDA (I<sup>2</sup>C)
- 3 SCL (I<sup>2</sup>C)
- 4 DGND
- 5 3,3 V (Out)

Abbildung 21: Kamerarückseite

Für den Fall, dass Sie das Prozess-Interface der Kamera direkt an externe Hardware<sup>1)</sup> anschließen möchten (ohne Verwendung des mitgelieferten PIF-Kabels), setzen Sie in der PIconnect-Software den Haken bei „**Proprietäres PIF-Kabel unterstützen**“ im Menü **Extras/ Konfiguration/ Gerät (PIF)**.



The image shows a screenshot of a software configuration window. At the top, there is a label 'FS:' followed by a dropdown menu currently set to 'Aktiv'. Below this, there is a checkbox labeled 'Proprietäres PIF-Kabel unterstützen' which is checked with a blue square containing a white checkmark.

**Abbildung 22:** Proprietäres PIF-Kabel unterstützen



Beachten Sie, dass der Eingang des PIF in diesem Fall nicht geschützt ist! Eine Spannung > 3 V am INT-Pin zerstört das Gerät!

<sup>1)</sup> Wir empfehlen, nur einen Schaltkontakt (Taster, Relais) zwischen INT und DGND zu verwenden.

### 4.1.2 Industrielles Prozess-Interface (optional)

Für den Einsatz in industrieller Umgebung ist ein industrielles Prozess-Interface mit 500 V AC<sub>eff</sub> Isolationsspannung zwischen PI und Prozess erhältlich (Anschluss-Box mit IP65, 5 m, 10 m oder 20 m Standard- oder Hochtemperaturkabel zur Kameraanbindung, Klemmblock zur Prozesseinbindung).

[► Anhang F – Prozess-Interface-Schaltungen]

#### Aderbelegung Anschlusskabel industrielles PIF

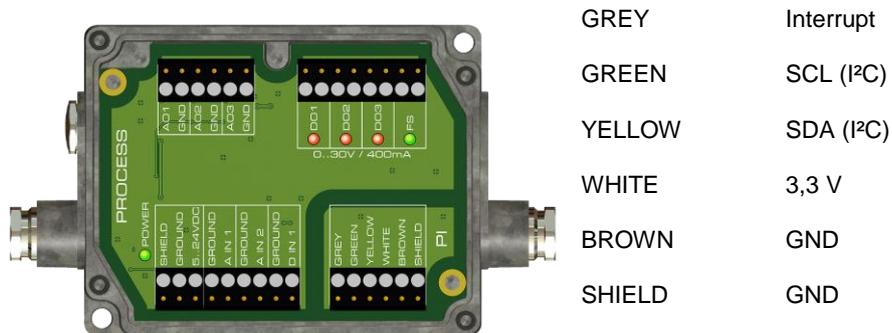


Abbildung 23: Anschlüsse des industriellen Prozess-Interfaces

Das industrielle Prozess-Interface bietet die folgenden Ein- und Ausgänge:

<u>Name</u>	<u>Beschreibung</u>	<u>Max. Bereich<sup>1)</sup>/ Status</u>
A IN 1 / 2	Analogeingang 1 und 2	0-10 V <sup>2)</sup>
D IN 1	Digitaleingang (Low-aktiv = 0...0,6 V)	24 V
AO1 / 2 / 3	Analogausgang 1, 2 und 3 Alarmausgang 1, 2 und 3	0-10 V 0/ 10 V
DO1 / 2 / 3	Relaisausgang 1, 2 und 3 <sup>3)</sup>	offen/ geschlossen (rote LED an)/ 0...30 V, 400 mA
FS	Fail-Safe-Relais	offen/ geschlossen (grüne LED an)/ 0...30 V, 400 mA

<sup>1)</sup> abhängig von der Versorgungsspannung; für 0-10 V am AO muss das PIF mindestens mit 12 V versorgt werden.

<sup>2)</sup> der AI ist ausgelegt für max. 24 V, der Spannungspegel über 10 V wird nicht interpretiert

<sup>3)</sup> aktiv, wenn AO1, 2 oder 3 als Alarmausgang programmiert ist/ sind

Das Prozessinterface ist mit einer Selbstüberwachung (Fail-Safe-Mode) ausgestattet, d.h. Zustände wie Unterbrechungen der Kabelverbindung, Beendigung der Software usw. werden erfasst und können als Alarm ausgegeben werden.

Überwachte Zustände an Kamera und Software	Standard-Prozessinterface ACPIPIF	Industrielles Prozessinterface ACPIPIF500V2CBxx
Unterbrechung USB-Leitung zur Kamera	√	√
Unterbrechung Datenleitung Kamera - PIF	√	√
Unterbrechung Versorgungsspannung PIF	√	√
Beendigung der PIConnect-Software	√	√
Absturz der PIConnect-Software	-	√
Fail-Safe-Ausgabe	0 V am Analogausgang (AO)	geöffneter Kontakt (Fail-Safe-Relais)/ grüne LED aus

## 4.2 Beispiele für eine Fail-Safe-Überwachung der PI mit einer SPS

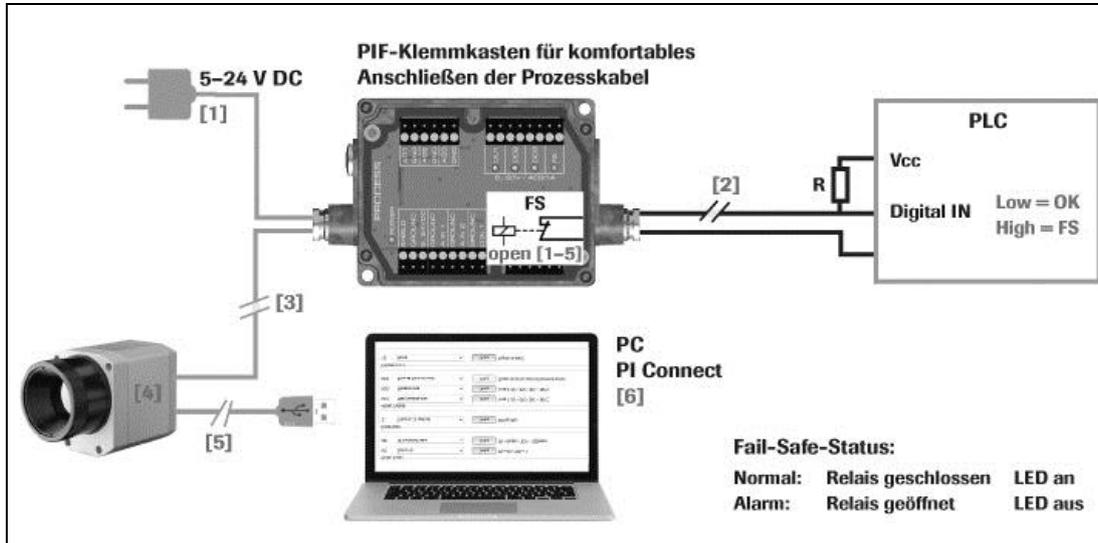


Abbildung 24: Fail-Safe Überwachungszustände

### Fail-Safe Überwachungszustände

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| [1] Ausfall Spannungsversorgung PIF | [4] Fehlfunktion der Kamera                                     |
| [2] Kabelbruch am Fail-Safe-Kabel   | [5] Ausfall Spannungsversorg. PI/ Unterbrechung der USB-Leitung |
| [3] Kabelunterbrechung PI-PIF       | [6] Fehlfunktion der PIconnect-Software                         |

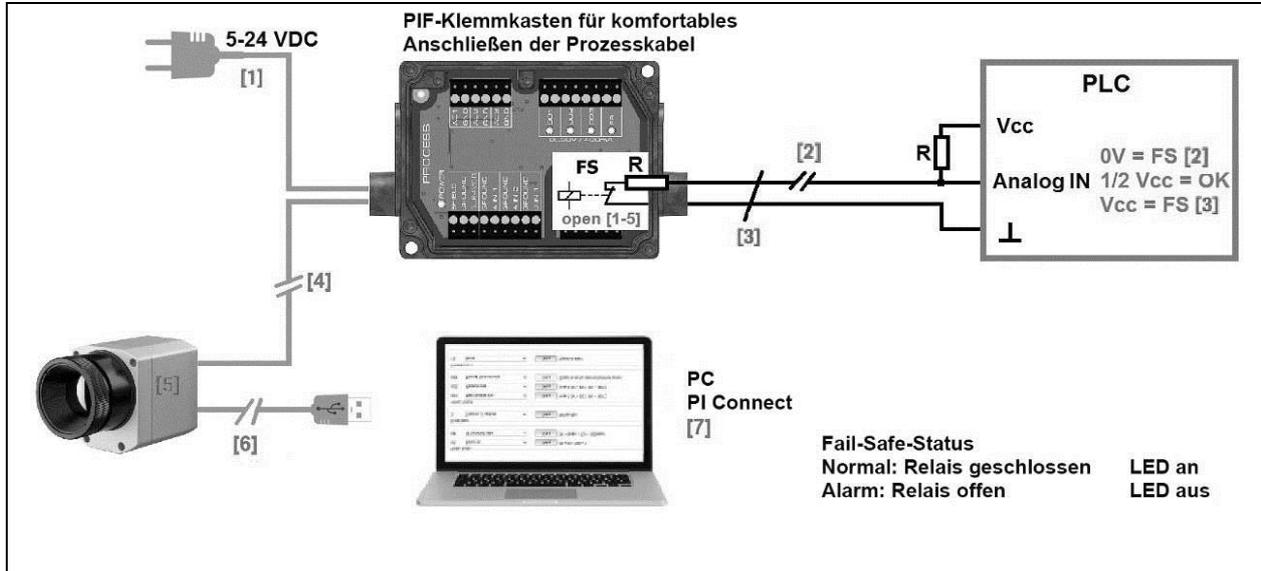


Abbildung 25: Fail-Safe Überwachungszustände

**Fail-Safe monitoring states**

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| [1] Ausfall Spannungsversorgung PIF | [5] Fehlfunktion der Kamera                                     |
| [2] Kabelbruch am Fail-Safe-Kabel   | [6] Ausfall Spannungsversorg. PI/ Unterbrechung der USB-Leitung |
| [3] Kurzschluss am Fail-Safe-Kabel  | [7] Fehlfunktion der PIConnect-Software                         |
| [4] Kabelunterbrechung des PI-PIF   |   |

### 4.3 USB-Kabelverlängerung

Die maximale USB-Kabellänge beträgt 20 m. Für größere Entfernungen zwischen PI und Computer oder für Stand-Alone-Lösungen sollten Sie die optionale PI NetBox oder den USB-Server Gigabit verwenden:

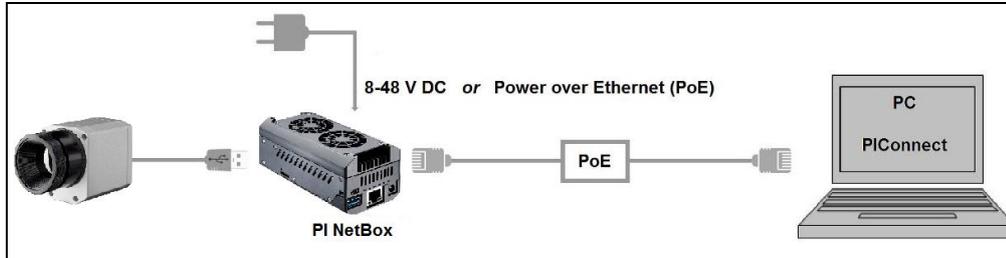


Abbildung 26: Direkte Ethernet Kommunikation mit der PI Netbox

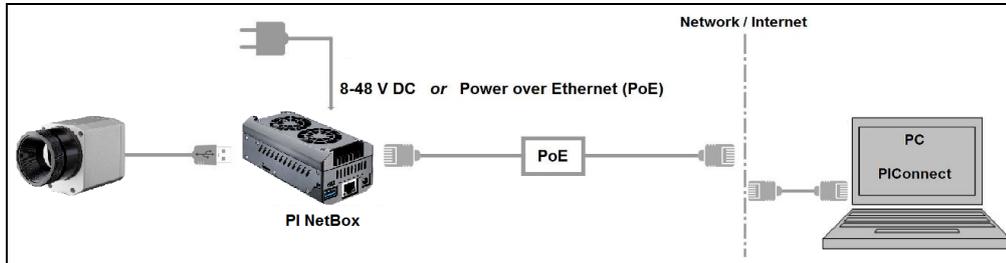


Abbildung 27: Ethernet Kommunikation über Netzwerk mit der PI Netbox

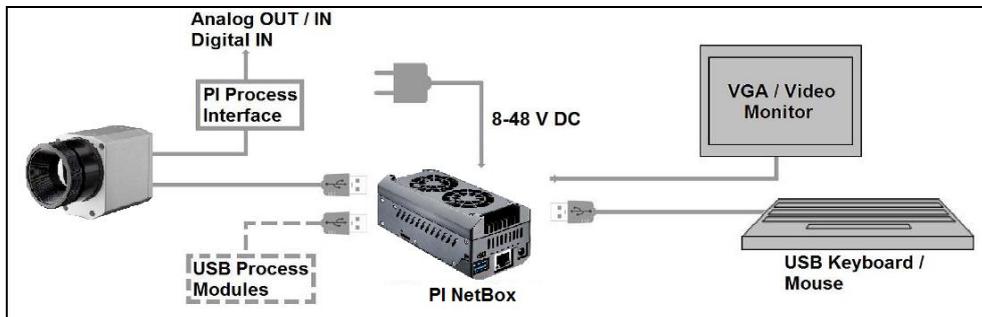


Abbildung 28: Stand-Alone Betrieb mit der PI Netbox

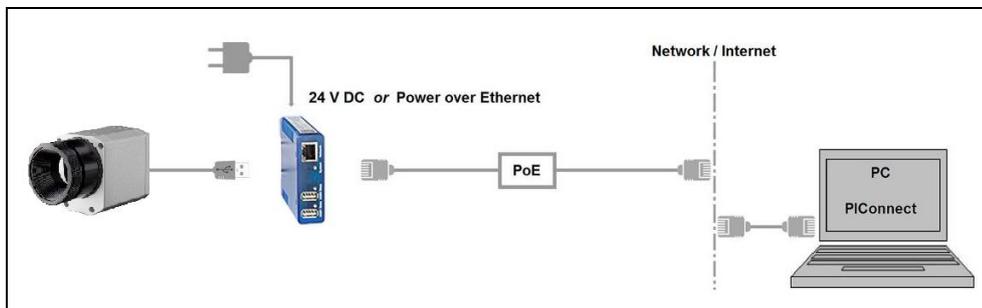


Abbildung 29: USB-Server Gigabit

## 5 Software PI Connect

### Minimale Systemvoraussetzungen:



- Windows Vista, Windows 7, Windows 8, Windows 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 und im Hilfe-Menü in der Software unter **Hilfe** → **Dokumentation**.

## 5.1 Installation und Inbetriebnahme



- Deinstallieren Sie ältere Versionen der PI Connect vor Installation einer neuen Software. Nutzen Sie dafür die **uninstall** Option im Startmenü.
- Alle Treiber werden automatisch vom Windows Betriebssystem geladen. Es ist keine Treiberinstallation nötig.
- Die Software startet automatisch in der installierten Sprache.

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 **setup.exe** von der CD-ROM und folgen den Anweisungen des Assistenten, bis die Installation abgeschlossen ist.

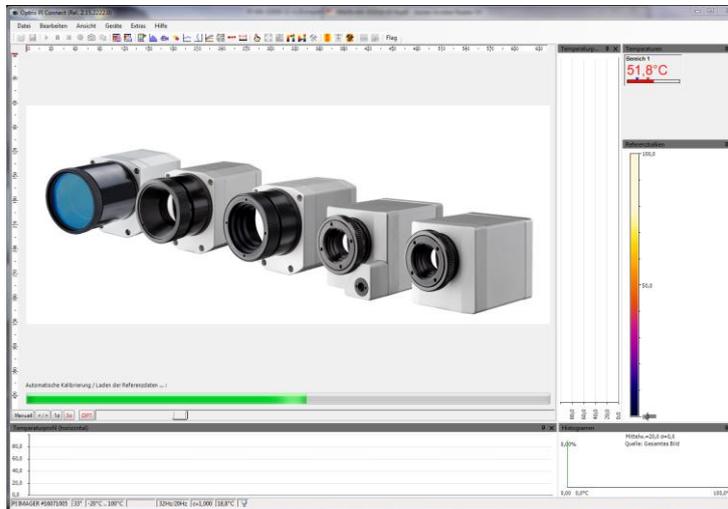
Nach der Installation finden Sie die Software auf Ihrem Desktop (als Programmsymbol) sowie im Startmenü unter: **Start\Programme\PIConnect**

3. Schließen sie dann mit dem USB-Kabel die Kamera an den Computer an. Achten Sie darauf, zuerst das USB-Kabel an die PI Kamera anzuschließen und danach mit dem PC zu verbinden (verfahren Sie in umgekehrter Reihenfolge, um die PI Kamera vom PC zu trennen).

#### 4. Starten Sie die Software.

Die Software fragt beim ersten Start nach den Kalibrierdateien, welche über das Internet oder direkt von der CD geladen werden können.

#### 5. Installieren Sie die Kalibrierdateien beim ersten Start der Software.



**Abbildung 30:** Übertragung der Kalibrierdateien

Nach dem Installieren der Kalibrierdateien sehen Sie das Livebild der Kamera in einem Fenster auf Ihrem PC-Bildschirm.

6. Wählen Sie im Menü **Extras** → **Sprache** die gewünschte Sprache aus.
7. Korrigieren Sie die Bildschärfe durch Drehen des vorderen Objektivringes.

## 5.2 Softwarefenster

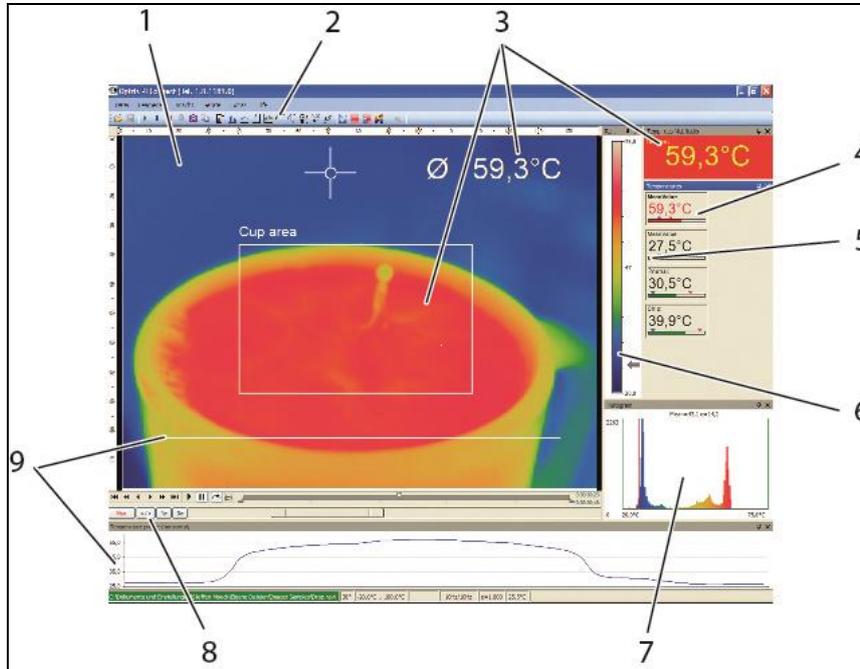


Abbildung 31: Softwarefenster

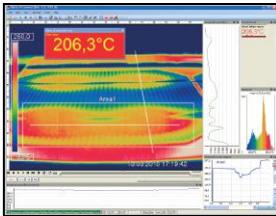
- 1 IR-Livebild der Kamera
- 2 Werkzeugleiste
- 3 Temperatur des Hauptmessfeldes: Analysiert die Temperatur gemäß der gewählten Form des Feldes, z. B. den Mittelwert des Rechtecks. Dieser Wert wird ebenfalls im Live-Bild (rechts oben) und in der Digitalanzeige dargestellt
- 4 Digitalanzeigengruppe: Mögliche Darstellung aller Temperaturen von z. B. definierten Messfeldern, Cold Spots, Hot Spots, Temperatur am Mauszeiger, der internen Temperatur und der Chiptemperatur
- 5 Alarmeinstellungen: Balken mit graphischer Darstellung einer definierten unteren Temperaturschwelle (blauer Pfeil) und einer oberen Schwelle (roter Pfeil). Die Farbe der Ziffern der angezeigten Temperatur wechselt bei Überschreitung des oberen Alarmwertes auf **ROT** und bei Unterschreitung auf **BLAU**
- 6 Referenzbalken: Zeigt eine Farbskala mit den entsprechenden Temperaturwerten
- 7 Histogramm: Statistische Verteilung einzelner Temperaturwerte im Bild
- 8 Automatische / manuelle Skalierung des Referenzbalkens und somit des angezeigten Temperaturbereichs: Man.,  $\langle / \rangle$  (min, max.),  $1 \sigma$ : 1 Sigma,  $3 \sigma$ : 3 Sigma
- 9 Temperaturprofil: Temperaturverteilung auf max. zwei Linien, welche in Größe und Lage beliebig im Bild positioniert werden können

## 5.3 Grundfunktionen der Software PI Connect

### Umfangreiche IR-Kamerasoftware

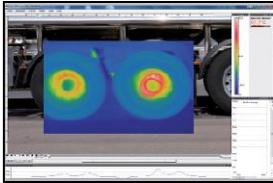


- Keine Lizenzbeschränkungen
- Moderne Software mit intuitiver Bedienoberfläche
- Fernsteuerung der Kamera über die Software
- Darstellung mehrerer Kamerabilder in verschiedenen Fenstern
- Kompatibel mit Windows Vista, 7, 8 und 10



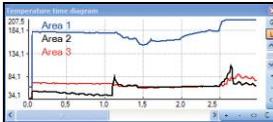
### Hoher Anpassungsgrad zur kundenspezifischen Darstellung

- Verschiedene Layout Optionen zur individuellen Gestaltung
- Temperaturanzeige in °C oder °F
- Diverse Sprachoptionen, inkl. Übersetzungsfunktion
- Auswahl individueller Messparameter passend für jeweilige Anwendung
- Bearbeitung des Wärmebilds (spiegeln, rotieren)
- Individuelle Startoptionen (Vollbild, unsichtbar, etc.)



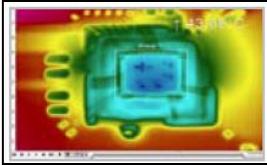
### Videoaufnahme und Schnappschuss-Funktion (IR oder BI-SPECTRAL)

- Aufnahme von Videosequenzen und Einzelbildern zur späteren Analyse oder Dokumentation
- BI-SPECTRAL Videoanalyse (IR und VIS) zum Hervorheben kritischer Temperaturen
- Anpassung der Aufnahmefrequenz zur Verringerung des Datenvolumens
- Darstellung eines Schnappschuss-Verlaufs zur direkten Analyse



### Ausführliche Online- und Offline-Datenanalyse

- Detaillierte Analyse mit Hilfe von Messfeldern, Hotspot- und Coldspot-Suche, Bildsubtraktion
- Echtzeit-Temperaturinformationen im Hauptfenster, als Digitalanzeige oder grafische Darstellung (Linienprofil, Temperatur-Zeit-Diagramm)
- Zeitlupenwiederholung radiometrischer Dateien und Analyse auch ohne angeschlossene Kamera
- Bearbeitung von Sequenzen (Schneiden / Speichern einzelner Bilder)
- Verschiedene Farbpaletten zum Hervorheben thermischer Kontraste



## Automatische Prozess- und Qualitätskontrolle

- Individuelle Einstellung von Alarmschwellen
- BI-SPECTRAL Überwachungs-Modus (IR und VIS) zur leichten Orientierung an der Messstelle
- Definition visueller oder akustischer Alarme und analoge Datenausgabe
- Analoges und digitaler Signaleingang (Parameter)
- Externe Kommunikation der Software über COM-Ports und DLL
- Korrektur des Wärmebildes über Referenzwerte

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	114.7	114.1	112.4	112.4	112.7	111.2	110.0	112.4	111.6	111.6
2	114.4	114.4	114.4	114.4	114.7	113.2	110.0	112.4	111.6	111.6
3	114.9	114.9	114.9	114.9	114.9	113.5	110.0	112.4	111.7	111.6
4	115.2	115.2	115.2	115.2	115.2	113.8	110.0	112.4	111.8	111.6
5	115.7	115.7	115.7	115.7	115.7	114.2	110.0	112.4	111.9	111.6
6	116.2	116.2	116.2	116.2	116.2	114.6	110.0	112.4	112.0	111.6
7	116.7	116.7	116.7	116.7	116.7	115.0	110.0	112.4	112.1	111.6
8	117.2	117.2	117.2	117.2	117.2	115.4	110.0	112.4	112.2	111.6
9	117.7	117.7	117.7	117.7	117.7	115.8	110.0	112.4	112.3	111.6
10	118.2	118.2	118.2	118.2	118.2	116.2	110.0	112.4	112.4	111.6
11	118.7	118.7	118.7	118.7	118.7	116.6	110.0	112.4	112.5	111.6
12	119.2	119.2	119.2	119.2	119.2	117.0	110.0	112.4	112.6	111.6
13	119.7	119.7	119.7	119.7	119.7	117.4	110.0	112.4	112.7	111.6
14	120.2	120.2	120.2	120.2	120.2	117.8	110.0	112.4	112.8	111.6
15	120.7	120.7	120.7	120.7	120.7	118.2	110.0	112.4	112.9	111.6
16	121.2	121.2	121.2	121.2	121.2	118.6	110.0	112.4	113.0	111.6
17	121.7	121.7	121.7	121.7	121.7	119.0	110.0	112.4	113.1	111.6
18	122.2	122.2	122.2	122.2	122.2	119.4	110.0	112.4	113.2	111.6
19	122.7	122.7	122.7	122.7	122.7	119.8	110.0	112.4	113.3	111.6
20	123.2	123.2	123.2	123.2	123.2	120.2	110.0	112.4	113.4	111.6
21	123.7	123.7	123.7	123.7	123.7	120.6	110.0	112.4	113.5	111.6
22	124.2	124.2	124.2	124.2	124.2	121.0	110.0	112.4	113.6	111.6
23	124.7	124.7	124.7	124.7	124.7	121.4	110.0	112.4	113.7	111.6
24	125.2	125.2	125.2	125.2	125.2	121.8	110.0	112.4	113.8	111.6
25	125.7	125.7	125.7	125.7	125.7	122.2	110.0	112.4	113.9	111.6
26	126.2	126.2	126.2	126.2	126.2	122.6	110.0	112.4	114.0	111.6
27	126.7	126.7	126.7	126.7	126.7	123.0	110.0	112.4	114.1	111.6
28	127.2	127.2	127.2	127.2	127.2	123.4	110.0	112.4	114.2	111.6
29	127.7	127.7	127.7	127.7	127.7	123.8	110.0	112.4	114.3	111.6
30	128.2	128.2	128.2	128.2	128.2	124.2	110.0	112.4	114.4	111.6
31	128.7	128.7	128.7	128.7	128.7	124.6	110.0	112.4	114.5	111.6
32	129.2	129.2	129.2	129.2	129.2	125.0	110.0	112.4	114.6	111.6
33	129.7	129.7	129.7	129.7	129.7	125.4	110.0	112.4	114.7	111.6
34	130.2	130.2	130.2	130.2	130.2	125.8	110.0	112.4	114.8	111.6
35	130.7	130.7	130.7	130.7	130.7	126.2	110.0	112.4	114.9	111.6
36	131.2	131.2	131.2	131.2	131.2	126.6	110.0	112.4	115.0	111.6
37	131.7	131.7	131.7	131.7	131.7	127.0	110.0	112.4	115.1	111.6
38	132.2	132.2	132.2	132.2	132.2	127.4	110.0	112.4	115.2	111.6
39	132.7	132.7	132.7	132.7	132.7	127.8	110.0	112.4	115.3	111.6
40	133.2	133.2	133.2	133.2	133.2	128.2	110.0	112.4	115.4	111.6
41	133.7	133.7	133.7	133.7	133.7	128.6	110.0	112.4	115.5	111.6
42	134.2	134.2	134.2	134.2	134.2	129.0	110.0	112.4	115.6	111.6
43	134.7	134.7	134.7	134.7	134.7	129.4	110.0	112.4	115.7	111.6
44	135.2	135.2	135.2	135.2	135.2	129.8	110.0	112.4	115.8	111.6
45	135.7	135.7	135.7	135.7	135.7	130.2	110.0	112.4	115.9	111.6
46	136.2	136.2	136.2	136.2	136.2	130.6	110.0	112.4	116.0	111.6
47	136.7	136.7	136.7	136.7	136.7	131.0	110.0	112.4	116.1	111.6
48	137.2	137.2	137.2	137.2	137.2	131.4	110.0	112.4	116.2	111.6
49	137.7	137.7	137.7	137.7	137.7	131.8	110.0	112.4	116.3	111.6
50	138.2	138.2	138.2	138.2	138.2	132.2	110.0	112.4	116.4	111.6
51	138.7	138.7	138.7	138.7	138.7	132.6	110.0	112.4	116.5	111.6
52	139.2	139.2	139.2	139.2	139.2	133.0	110.0	112.4	116.6	111.6
53	139.7	139.7	139.7	139.7	139.7	133.4	110.0	112.4	116.7	111.6
54	140.2	140.2	140.2	140.2	140.2	133.8	110.0	112.4	116.8	111.6
55	140.7	140.7	140.7	140.7	140.7	134.2	110.0	112.4	116.9	111.6
56	141.2	141.2	141.2	141.2	141.2	134.6	110.0	112.4	117.0	111.6
57	141.7	141.7	141.7	141.7	141.7	135.0	110.0	112.4	117.1	111.6
58	142.2	142.2	142.2	142.2	142.2	135.4	110.0	112.4	117.2	111.6
59	142.7	142.7	142.7	142.7	142.7	135.8	110.0	112.4	117.3	111.6
60	143.2	143.2	143.2	143.2	143.2	136.2	110.0	112.4	117.4	111.6
61	143.7	143.7	143.7	143.7	143.7	136.6	110.0	112.4	117.5	111.6
62	144.2	144.2	144.2	144.2	144.2	137.0	110.0	112.4	117.6	111.6
63	144.7	144.7	144.7	144.7	144.7	137.4	110.0	112.4	117.7	111.6
64	145.2	145.2	145.2	145.2	145.2	137.8	110.0	112.4	117.8	111.6
65	145.7	145.7	145.7	145.7	145.7	138.2	110.0	112.4	117.9	111.6
66	146.2	146.2	146.2	146.2	146.2	138.6	110.0	112.4	118.0	111.6
67	146.7	146.7	146.7	146.7	146.7	139.0	110.0	112.4	118.1	111.6
68	147.2	147.2	147.2	147.2	147.2	139.4	110.0	112.4	118.2	111.6
69	147.7	147.7	147.7	147.7	147.7	139.8	110.0	112.4	118.3	111.6
70	148.2	148.2	148.2	148.2	148.2	140.2	110.0	112.4	118.4	111.6
71	148.7	148.7	148.7	148.7	148.7	140.6	110.0	112.4	118.5	111.6
72	149.2	149.2	149.2	149.2	149.2	141.0	110.0	112.4	118.6	111.6
73	149.7	149.7	149.7	149.7	149.7	141.4	110.0	112.4	118.7	111.6
74	150.2	150.2	150.2	150.2	150.2	141.8	110.0	112.4	118.8	111.6
75	150.7	150.7	150.7	150.7	150.7	142.2	110.0	112.4	118.9	111.6
76	151.2	151.2	151.2	151.2	151.2	142.6	110.0	112.4	119.0	111.6
77	151.7	151.7	151.7	151.7	151.7	143.0	110.0	112.4	119.1	111.6
78	152.2	152.2	152.2	152.2	152.2	143.4	110.0	112.4	119.2	111.6
79	152.7	152.7	152.7	152.7	152.7	143.8	110.0	112.4	119.3	111.6
80	153.2	153.2	153.2	153.2	153.2	144.2	110.0	112.4	119.4	111.6
81	153.7	153.7	153.7	153.7	153.7	144.6	110.0	112.4	119.5	111.6
82	154.2	154.2	154.2	154.2	154.2	145.0	110.0	112.4	119.6	111.6
83	154.7	154.7	154.7	154.7	154.7	145.4	110.0	112.4	119.7	111.6
84	155.2	155.2	155.2	155.2	155.2	145.8	110.0	112.4	119.8	111.6
85	155.7	155.7	155.7	155.7	155.7	146.2	110.0	112.4	119.9	111.6
86	156.2	156.2	156.2	156.2	156.2	146.6	110.0	112.4	120.0	111.6
87	156.7	156.7	156.7	156.7	156.7	147.0	110.0	112.4	120.1	111.6
88	157.2	157.2	157.2	157.2	157.2	147.4	110.0	112.4	120.2	111.6
89	157.7	157.7	157.7	157.7	157.7	147.8	110.0	112.4	120.3	111.6
90	158.2	158.2	158.2	158.2	158.2	148.2	110.0	112.4	120.4	111.6
91	158.7	158.7	158.7	158.7	158.7	148.6	110.0	112.4	120.5	111.6
92	159.2	159.2	159.2	159.2	159.2	149.0	110.0	112.4	120.6	111.6
93	159.7	159.7	159.7	159.7	159.7	149.4	110.0	112.4	120.7	111.6
94	160.2	160.2	160.2	160.2	160.2	149.8	110.0	112.4	120.8	111.6
95	160.7	160.7	160.7	160.7	160.7	150.2	110.0	112.4	120.9	111.6
96	161.2	161.2	161.2	161.2	161.2	150.6	110.0	112.4	121.0	111.6
97	161.7	161.7	161.7	161.7	161.7	151.0	110.0	112.4	121.1	111.6
98	162.2	162.2	162.2	162.2	162.2	151.4	110.0	112.4	121.2	111.6
99	162.7	162.7	162.7	162.7	162.7	151.8	110.0	112.4	121.3	111.6
100	163.2	163.2	163.2	163.2	163.2	152.2	110.0	112.4	121.4	111.6

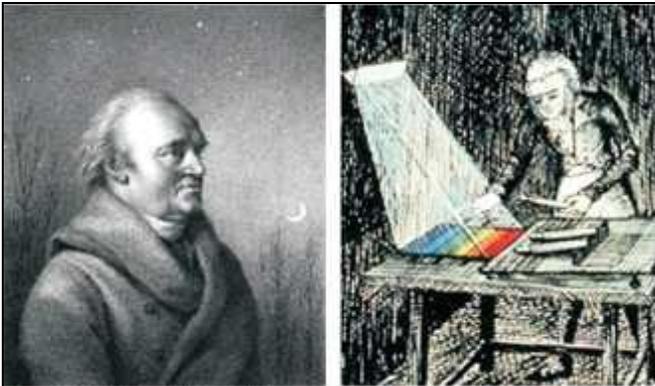
## Temperaturdatenanalyse und -dokumentation

- Getriggerte Datenerfassung
- Radiometrische Videos (\*.ravi) und Schnappschüsse (\*.tiff)
- Textdateien inkl. Temperaturinformation für Analysen in Excel (\*.csv, \*.dat)
- Dateien mit Farbinformationen für Standard-Programme wie Photoshop oder Windows Media Player (\*.avi, \*.tiff)
- Datenübertragung in Echtzeit zu anderen Software-Programmen über DLL oder COM-Port-Schnittstellen

## 6 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.

Auf der Suche nach neuen optischen Materialien entdeckte William Herschel im Jahre 1800 durch Zufall die Infrarotstrahlung.

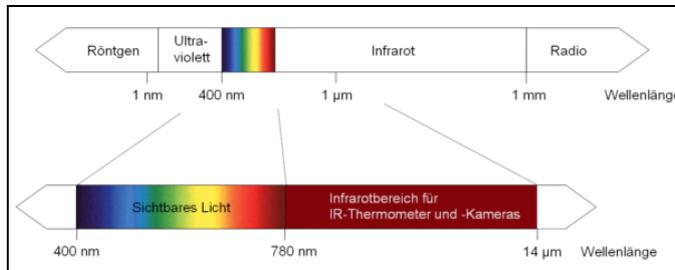


**Abbildung 32:** William Herschel (1738-1822)

Er schwärzte die Spitze eines empfindlichen Quecksilberthermometers und testete damit als Messeinrichtung die Erwärmung der verschiedenen Farben des Spektrums, die sich auf einem Tisch

bildeten, indem Sonnenlicht durch ein Glasprisma geleitet wurde. Beim langsamen Bewegen des schwarz gefärbten Thermometers durch die Farben des Spektrums zeigte sich, dass die Temperatur von Violett nach Rot kontinuierlich anstieg. Durch das Bewegen des Thermometers in den dunklen Bereich hinter dem roten Ende des Spektrums sah Herschel, dass die Erwärmung weiter zunahm. Er fand den Punkt der maximalen Erwärmung schließlich weit hinter dem roten Bereich.

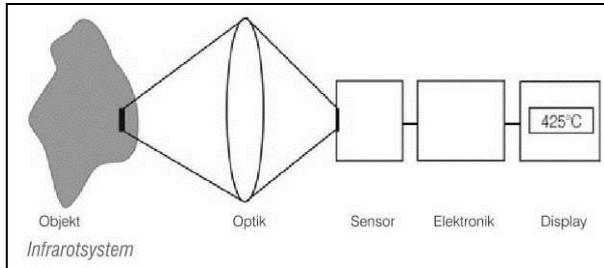
Heute wird dieser Bereich infraroter Wellenlängenbereich genannt.



**Abbildung 33:** Das elektromagnetische Spektrum mit dem für Pyrometer genutzten Infrarotbereich

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 ( $\varepsilon$  - Epsilon) bezeichnet und ist für die meisten Stoffe bekannt (► **7 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 bewegnender Objekte ohne Schwierigkeiten bestimmen.



**Abbildung 34:** Prinzip der berührungslosen Temperaturmessung

Infrarot-Thermometer bestehen im Wesentlichen aus folgenden Komponenten:

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

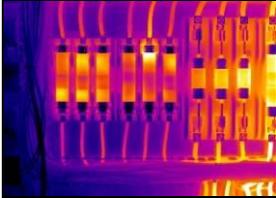
Die Eigenschaften der Linse bestimmen maßgeblich den Strahlengang des Infrarot-Thermometers, welcher durch das Verhältnis Entfernung (**D**istance) zu Messfleckgröße (**S**pot) charakterisiert wird. Der Spektralfilter dient der Selektion des Wellenlängenbereiches, welcher für die Temperaturmessung relevant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

Die Vorteile der berührungslosen Temperaturmessung:

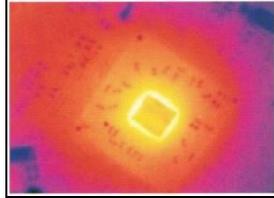
- Messung an bewegten, schwer zugänglichen oder sehr heißen Objekten möglich
- sehr kurze Mess- und Ansprechzeiten
- rückwirkungsfreie Messung,
- keine Beeinflussung des Messobjektes
- zerstörungsfreie Messung
- Langlebigkeit der Messstelle, kein Verschleiß



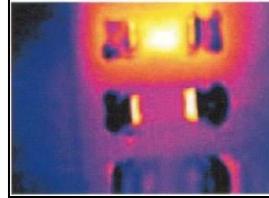
**Abbildung 35:** Berührungslose Temperaturmessung

**Anwendungsbeispiele:**

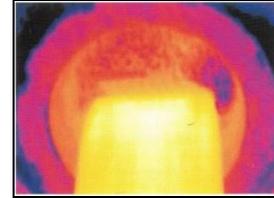
Überwachung von  
Schaltschrankanlagen



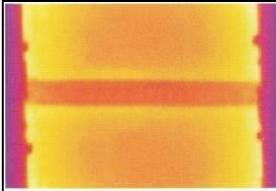
Elektronikentwicklung



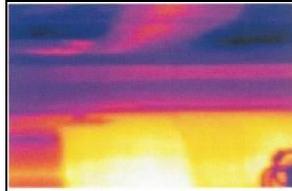
Entwicklung elektronischer  
Bauelemente



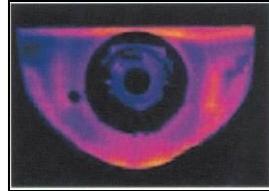
Prozesskontrolle beim  
Extrudieren



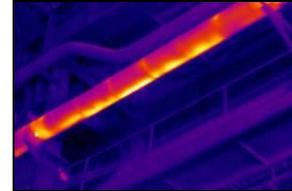
Prozesskontrolle bei der  
Solarzellenfertigung



Prozesskontrolle beim  
Kalandrieren



Entwicklung mechanischer  
Komponenten

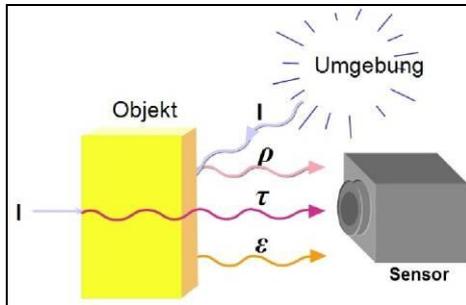


Überwachung von  
Leitungen

## 7 Emissionsgrad

### 7.1 Definition

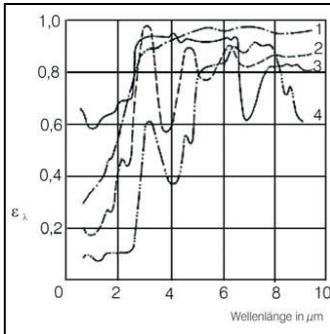
Die Intensität der infraroten Wärmestrahlung, die jeder Körper aussendet, ist sowohl von der Temperatur als auch von den Strahlungseigenschaften des zu untersuchenden Materials abhängig. Der Emissionsgrad ( $\epsilon$  - Epsilon) ist die entsprechende Materialkonstante, die die Fähigkeit eines Körpers,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



- $I$  IR-Strahlung
- $\epsilon$  Emission
- $\rho$  Reflexion
- $\tau$  Transmission

$$\epsilon + \rho + \tau = 1$$

Abbildung 36: Zusammensetzung der IR-Strahlung



**Abbildung 37:** Spektraler Emissionsgrad einiger Stoffe: 1 Emaille, 2 Gips, 3 Beton, 4 Schamotte

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.

## 7.2 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 – **Artikel-Nr.: ACLSED**), anzubringen, der den Messfleck vollständig bedeckt.

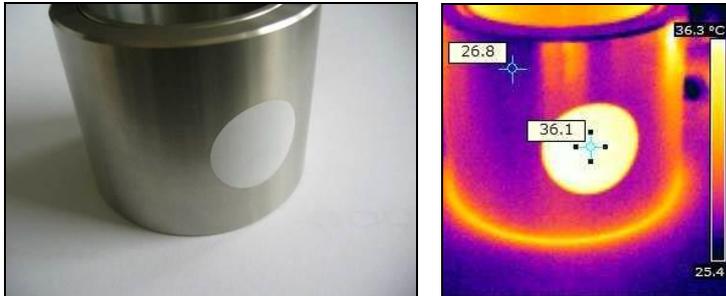
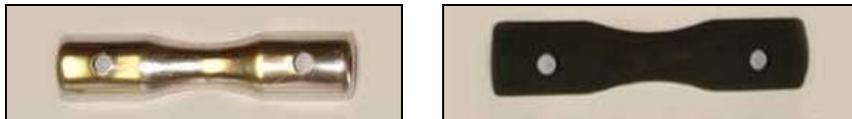


Abbildung 38: Emissionsgradaufkleber auf einem Metallzylinder

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. Bestimmen Sie anschließend die Temperatur einer direkt angrenzenden Fläche und verändern die Einstellung des Emissionsgrades soweit, bis die gemessene Temperatur der an der gefärbten Stelle entspricht.



**Abbildung 39:** Blanke Metalloberfläche **links** und Metalloberfläche mit aufgetragener schwarzer Farbe **rechts**

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

### 7.3 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. Es handelt sich in den Tabellen lediglich um Durchschnittswerte.

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)

Radiometrische Festwerte

Emissionsgrad: 1,000

Transmission:  
(IR-Fenster-Kompensation) 1,000

Umgebungstemperatur  23,0

**Abbildung 40:** Einstellung des Emissionsgrades in der Software PI Connect unter dem Menüpunkt **Extras/ Konfiguration/ Gerät**

## Anhang A – Emissionsgradtabelle Metalle

Material		typischer Emissionsgrad			
		1,0 $\mu\text{m}$	1,6 $\mu\text{m}$	5,1 $\mu\text{m}$	8-14 $\mu\text{m}$
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			
		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			
		1,0 µm	2,2 µm	5,1 µm	8-14 µm
Spektrale Empfindlichkeit					
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 – Kurzanleitung zur seriellen Kommunikation

### Einleitung

Eine Funktion der PI Connect Software beinhaltet die Kommunikation über die serielle COM-Port-Schnittstelle. Dies kann ein physischer oder ein virtueller COM-Port (VCP) sein. Der entsprechende COM-Port muss an dem Computer vorhanden sein, auf dem die PI Connect Software installiert wurde.

### Einrichten der Schnittstelle

1. Öffnen Sie im Menü Optionen die Registerkarte „**Ext. Kommunikation**“ um die Software für die serielle Kommunikation zu aktivieren.
2. Wählen Sie hier den Mode „**COM-Port**“ und den entsprechenden Port, den Sie benutzen wollen.
3. Geben Sie die Baudrate ein, die von der Schnittstelle des anderen Gerätes genutzt wird. Die Schnittstellenparameter sind: 8 Data-Bits, no parity und ein Stop-Bit (8N1).

Diese Parameter werden von vielen Geräten benutzt. Die Gegenstelle muss 8-Bit-Data unterstützen.

4. Verbinden Sie den Computer mit dem anderen Kommunikationsgerät. Falls dies auch ein Computer ist, verwenden Sie ein Null-Modem-Kabel.

## Befehlsliste



Die Befehlsliste finden Sie auf der mitgelieferten Software-CD und in der PI Connect Software unter **Hilfe** → **SDK**. Jeder Befehl muss mit einem CR/LF (0x0D, 0x0A) enden.

## Anhang D – Kurzanleitung zur DLL-Kommunikation (IPC)



- Eine Beschreibung des Initialisierungsprozesses sowie die Kommandoliste finden Sie auf der mitgelieferten Software-CD und in der PI Connect Software unter **Hilfe** → **SDK**.
- 2 SDK Pakete sind verfügbar (zu finden auf der mitgelieferten Software-CD):
  1. **Connect SDK**: benötigt die PI Connect Software
  2. **Direct SDK**: keine PI Connect Software nötig, unterstützt Linux und Windows

Die Geräte-Kommunikation wird von der Software PI Connect abgewickelt (**Imager.exe**). Eine dll-Bibliothek (**ImagerIPC2.dll**) dient der Interprozess-Kommunikation (IPC) für andere Prozesse. Die DLL kann dynamisch mit einer zweiten Applikation verknüpft werden. Beide Komponenten, also das Programm **Imager.exe** und die DLL **ImagerIPC2.dll** sind mit Windows Vista/ 7/ 8/ 10 kompatibel. Die Anwendung unterstützt Call-back Funktionen und den Polling-Modus.

Die **ImagerIPC2.dll** stellt ein Bündel von Funktionen bereit, die der Initialisierung der Kommunikation, der Rückgewinnung von Daten und dem Setzen von einigen Kontroll-Parametern dienen.

Der wesentliche Unterschied zur Vorgängerversion (Version 1, **ImagerIPC.dll**) besteht darin, dass mehrere PI Kameras über Mehrfachinstanzen der PI Connect Software unterstützt werden.

## Anhang E – PI Connect Resource Translator



Eine detaillierte Beschreibung finden Sie auf der mitgelieferten Software-CD.

PI Connect ist eine **.Net-Applikation**. Deshalb kann die Software lokalisiert werden. Lokalisierung meint eine Anpassung an die jeweilige Kultur. Wenn Sie mehr über den Bereich „Internationale Gestaltung“ erfahren möchten, folgen Sie dem Link

<http://msdn.microsoft.com/en-us/goglobal/bb688096.aspx>.

Falls gewünscht, kann der Lokalisierungsprozess sehr detailliert dargestellt werden.

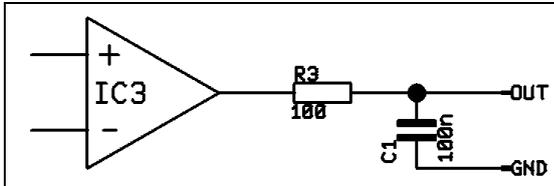
Ebenfalls wird die Darstellung der Buttons oder anderer visueller Komponenten, sowie die Rechts- und Linksschrift-Darstellung unterstützt. Diese Bearbeitung sollte von Experten, die über entsprechende Tools verfügen, durchgeführt werden.

Um diesen Bereich einzuschränken und jedem die Möglichkeit einer Übersetzung der PI Connect-Software zu ermöglichen, gibt es ein Tool namens „**Resource Translator**“.

Dieses Tool hilft, jeden sichtbaren Text in der Software PI Connect zu übersetzen.

## Anhang F – Prozess-Interface-Schaltungen

### Analog Ausgang:



**Abbildung 41:** Analoger Ausgang

Für Messungen der Spannung sollte die kleinste Ladungsimpedanz 10 kOhm betragen.

Der Analog-Ausgang kann auch als digitaler Ausgang benutzt werden. Der Spannungswert für „kein Alarm“ und „Alarm aktiviert“ kann über die Software eingestellt werden. Der Analog-Ausgang (0 ... 10 V) hat einen 100 Ohm-Widerstand in Reihe. Bei einem maximalen Durchlauf von 10 mA beträgt der Spannungsabfall 1 V.

Um eine Alarm-LED mit einer Spannung von 2 V zu benutzen, sollte der Wert für den Analogausgang für „Alarm an“ maximal 3 V betragen.

### Digital Eingang:

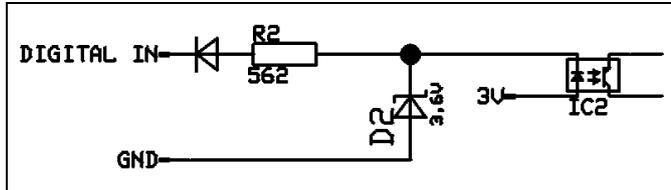


Abbildung 42: Digitaler Eingang

Der Digitaleingang kann mit einem Taster zum PI GND-Pin oder mit einem „Low“-Signal (CMOS/TTL – Signal) aktiviert werden: Low-Pegel 0...0,6 V; High-Pegel 2...24 V

Beispiel Taster:

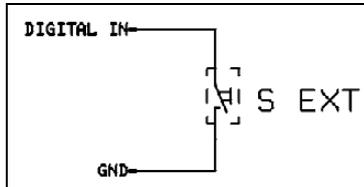


Abbildung 43: Taster

Analog Eingang (Verwendbarer Spannungsbereich: 0 ... 10 V):

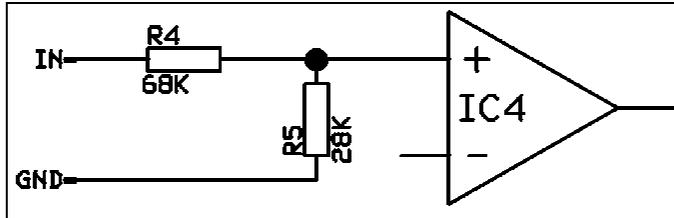


Abbildung 44: Analoger Eingang

### Relaisausgang am industriellen Prozess-Interface [Artikel-Nr.: ACPIPIF500V2CBxx]

Der Analogausgang muss auf „Alarm“ eingestellt sein. Die Spannungspegel für AO1-AO3 können in der Software eingestellt werden (kein Alarm: 0 V/ Alarm: 2-10 V)

REL1-3 (DO1-DO3):  $U_{\max} = 30 \text{ VDC}$

$I_{\max} = 400 \text{ mA}$

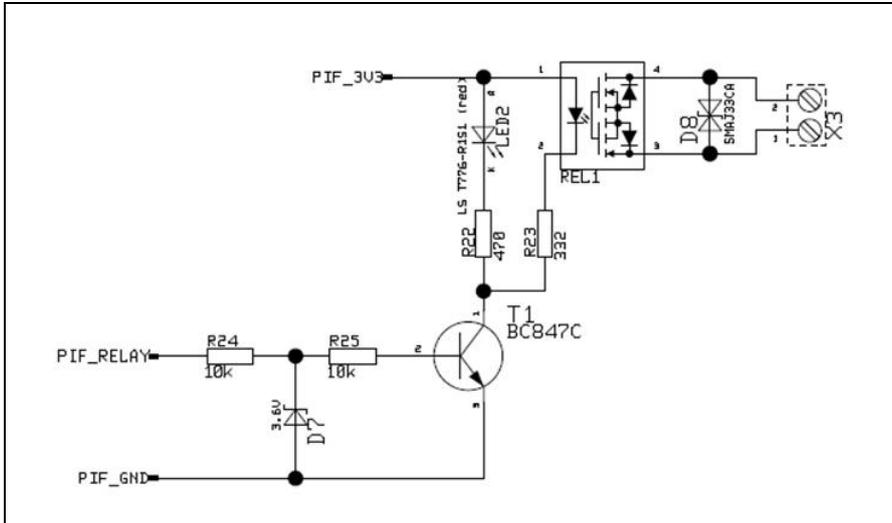


Abbildung 45: Relaisausgang am industriellen Prozess-Interface

# Anhang G – 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 Produktserte optris PI  
the product group optris PI

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 Kientz  
Geschäftsführer / General Manager

optris PI-MA-D2017-01-A