

Bedienungsanleitung

optris® PI

400i/ 450i/ 450i G7/ 640i/ 640i G7/ 05M/ 08M/ 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
Internet: www.optris.de



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	3
1 Allgemeine Informationen.....	7
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
2 Technische Daten	12
2.1 Allgemeine Spezifikationen.....	12
2.2 Elektrische Spezifikationen.....	16

2.3	Messtechnische Spezifikationen	17
2.4	Optische Spezifikationen	21
3	Mechanische Installation	29
3.1	Abmessungen	30
3.2	Objektiv wechseln	37
3.3	Fokus des Objektivs fest fixieren (nur bei PI 05M/ 08M/ 1M)	38
3.4	Montagezubehör	40
3.5	Zubehör für hohe Umgebungstemperaturen	41
3.5.1	CoolingJacket Advanced	41
3.5.2	Laminarer Freiblasvorsatz für CoolingJacket	45
3.5.3	Outdoor-Schutzgehäuse	46
4	Elektrische Installation.....	47
4.1	Prozess-Interface	48

4.1.1	PIN-Belegung der Stecker	50
4.1.2	Industrielles Prozess-Interface (optional)	52
4.2	Beispiele für eine Fail-Safe-Überwachung der PI mit einer SPS	55
4.3	USB-Kabelverlängerung	56
5	IRmobile App	58
6	Software PIX Connect	60
6.1	Installation und Inbetriebnahme	61
6.2	Softwarefenster	63
6.3	Grundfunktionen der Software PIX Connect	64
7	Prinzip der Infrarot-Temperaturmessung	68
8	Emissionsgrad	74
8.1	Definition	74
8.2	Bestimmung des Emissionsgrades	76

8.3	Charakteristische Emissionsgrade	78
Anhang A	– Emissionsgradtabelle Metalle	79
Anhang B	– Emissionsgradtabelle Nichtmetalle	81
Anhang C	– Kurzanleitung zur seriellen Kommunikation	82
Anhang D	– Kurzanleitung zur DLL-Kommunikation (IPC)	84
Anhang E	– PIX Connect Resource Translator	85
Anhang F	– Prozess-Interface-Schaltungen	86
Anhang G	– Konformitätserklärung.....	90

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 [► **7 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 PIX 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 Gerätekomponten. Nicht unter die Gewährleistung fallen Schäden, die durch unsachgemäße Behandlung, Öffnung des Gerätes oder Gewalteinwirkung entstanden sind. Der Hersteller haftet nicht für etwaige Folgeschäden oder bei nicht bestimmungsgemäßem Einsatz des Produktes. Im Falle eines Gerätefehlers während der Gewährleistungszeit erfolgt eine kostenlose Instandsetzung bzw. Kalibrierung des Gerätes. Die Frachtkosten werden vom jeweiligen Absender getragen. Der Hersteller behält sich den Umtausch des Gerätes oder von Teilen des Gerätes anstelle einer Reparatur vor. Ist der Fehler auf eine missbräuchliche Verwendung oder auf Gewalteinwirkung zurückzuführen, werden die Kosten vom Hersteller in Rechnung gestellt. In diesem Fall wird vor Beginn der Reparatur auf Wunsch ein Kostenvoranschlag erstellt.

1.3 Lieferumfang

- PI 400i, PI 450i, PI 450i G7, PI 640i, PI 640i G7, PI 1M, PI 08M oder PI 05M 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 PIX Connect
- Bedienungsanleitung
- Aluminiumkoffer
- Nur PI 450i/ 450i G7/ 640i/ 640i G7: robuster Hartschalenkoffer (IP67)

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 Linsenreiniger (z.B. Purosol oder B+W Lens Cleaner) gereinigt werden.

1.5 Modellübersicht

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

Modell	Typ	Temperaturbereiche	Spektralbereich	Bildfrequenz	Typische Anwendungen
PI 400i/ PI 450i	IR	-20 bis 900 °C 200 bis 1500 °C (optional)	8 – 14 µm	80 Hz	Aufnahme von Echtzeit-Wärmebildern in Höchstgeschwindigkeit; Detektion feinsten Temperaturunterschiede (PI 450i)
PI 450i G7	IR	200 bis 1500 °C 150 bis 900 °C	7,9 µm	80 Hz/ 27 Hz	Messung von Glastemperaturen (mit Zeilenkamera-Funktion)
PI 640i	IR	-20 bis 900 °C 200 bis 1500 °C (optional)	8 – 14 µm	32 Hz	Gestochen scharfe Wärmebilder in Echtzeit, Detektion feinsten Temperaturunterschiede
PI 640i G7	IR	200 bis 1500 °C 150 bis 900 °C	7,9 µm	32 Hz	Messung von Glastemperaturen (mit Zeilenkamera-Funktion)
PI 05M	IR	900 bis 2450 °C	500 – 540 nm	Bis 1 kHz	Messung von Metalloberflächen, Grafit oder Keramik bei kurzen Wellenlängen
PI 08M	IR	575 ...1900 °C	780 – 820 nm	Bis 1 kHz	Messung von Metalloberflächen, Grafit oder Keramik bei kurzen Wellenlängen, speziell für Laser Applikationen
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 400i/ PI 640i/ PI 640i G7] 5...50 °C [PI 05M/ PI 08M/ PI 1M] 0...70 °C [PI 450i/ PI 450i G7]
Lagertemperatur:	-40...70 °C/ -40...85 °C [PI 450i/ PI 450i G7]
Relative Luftfeuchtigkeit:	10...95 %, nicht kondensierend
Material (Gehäuse):	Aluminium, eloxiert/ Kunststoff
Abmessungen:	PI 400i/ PI 450i (450i G7): 46 x 56 x 68 - 77 mm (abhängig vom Objektiv u. Fokusposition) PI 640i (640i G7): 46 x 56 x 76 - 100 mm (abhängig vom Objektiv u. Fokusposition) PI 640i Mikroskopoptik: 46 x 56 x 119 – 126 mm (abhängig von Fokusposition) PI 05M/ PI 08M/ PI 1M: 46 x 56 x 88 - 129 mm (abhängig vom Objektiv u. Fokusposition)
Gewicht:	PI 400i/ PI 450i (450i G7): 237-251 g (abhängig vom Objektiv) PI 640i (640i G7): 269-340 g (abhängig vom Objektiv) PI 05M/ PI 08M/ PI 1M: 245-311 g (abhängig vom Objektiv) PI 640i Mikroskopoptik: 370 g

Kabellänge (USB 2.0):	1 m (Standard), 3 m, 5 m, 10 m, 20 m
Vibration ¹⁾ :	IEC 60068-2-6 (sinus förmig) IEC 60068-2-64 (Breitbandrauschen)
Schock ¹⁾ :	IEC 60068-2-27 (25 G und 50 G)

1) Verwendete Normen bei Vibration und Schock:

IEC 60068-1:1988 + Corr. 1988 + A1: 1992	DIN EN 60068-1:1995-03
„Umweltprüfungen - Teil 1: Allgemeines und Leitfaden“	
IEC 60068-2-6:2007	DIN EN 60068-2-6; VDE 0468-2-6:2008-10
„Umgebungseinflüsse - Teil 2-6: Prüfverfahren - Prüfung Fc: Schwingen (sinusförmig)“	
IEC 60068-2-27:2008	DIN EN 60068-2-27; VDE 0468-2-27:2010-02
„Umgebungseinflüsse - Teil 2-27: Prüfverfahren - Prüfung Ea und Leitfaden: Schocken“	
IEC 60068-2-47:2005	DIN EN 60068-2-47:2006-03
„Umgebungseinflüsse - Teil 2-47: Prüfverfahren - Befestigung von Prüflingen für Schwing-, Stoß- und ähnliche dynamische Prüfungen“	
IEC 60068-2-64:2008	DIN EN 60068-2-64; VDE 0468-2-64:2009-04
„Umgebungseinflüsse - Teil 2-64: Prüfverfahren - Prüfung Fh: Schwingen, Breitbandrauschen (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 ²	(25 G)	
Impulsdauer	11 ms		
Anzahl der Richtungen	6	(3 Achsen mit je 2 Richtungen)	
Dauer	600 Schocks	(100 Schocks in jede Richtung)	
Schocken, halbsinus 50 G – Prüfung Ea 50 G (gem. IEC 60068-2-27)			
Beschleunigung	490 m/s ²	(50 G)	
Impulsdauer	11 ms		
Anzahl der Richtungen	6	(3 Achsen mit je 2 Richtungen)	
Dauer	18 Schocks	(3 Schocks in jede Richtung)	
Schwingen, sinusförmig – Prüfung Fc (gem. IEC60068-2-6)			
Frequenzbereich	10 - 500 Hz		

Beschleunigung	29,42 m/s ²	(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 ²	(4,01 G _{RMS})	
Frequenzspektrum	10 - 106 Hz	0,9610 (m/s ²) ² /Hz	(0,010 G ² /Hz)
	106 - 150 Hz	+6 dB/ Oktave	
	150 - 500 Hz	1,9230 (m/s ²) ² /Hz	(0,020 G ² /Hz)
	500 - 2000 Hz	-6 dB/ Oktave	
	2000 Hz	0,1245 (m/s ²) ² /Hz	(0,00126 G ² /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 Standard Prozess Interface (PIF out)	0 - 10 V (Hauptmessfeld, Messfeld, Innentemperatur, Flagstatus, Aufnahmestatus, Zeilenkamerastatus, Alarm, Framesynchronisation, Fail-Safe, Externe Kommunikation) ► Anhang F – Prozess-Interface-Schaltungen
Eingang Standard Prozess Interface (PIF in)	0 - 10 V (Emissionsgrad, Umgebungstemperatur, Referenztemperatur, Freie Größe, Flagsteuerung, getriggerte Aufnahme, getriggerte Schnappschüsse, getriggerte Zeilenkamera, getriggelter Ereignis-Grabber, Max./Min.-Suche zurücksetzen, Temperaturbereich umschalten) ► Anhang F – Prozess-Interface-Schaltungen
Digitaler Eingang Standard Prozess Interface	Flagsteuerung, getriggerte Aufnahme, getriggerte Schnappschüsse, getriggerte Zeilenkamera, getriggelter Ereignis-Grabber, Max./Min.-Suche zurücksetzen, Temperaturbereich umschalten ► Anhang F – Prozess-Interface-Schaltungen
Digitale Schnittstelle	USB 2.0

2.3 Messtechnische Spezifikationen

	<u>PI 400i</u>	<u>PI 450i</u>	<u>PI 450i G7</u>
Temperaturbereich (skalierbar)	-20...100 °C; 0...250 °C; (20) 150...900 °C ¹⁾ ; Option: 200...1500 °C		200...1500 °C 150...900 °C
Visierbereich / Low energy Bereich ²⁾	-		0...250 °C
Spektralbereich	8 - 14 µm		7,9 µm
Detektor	UFPA, 382 x 288 Pixel @ 80 Hz (umschaltbar auf 27 Hz)		
Objektive (FOV)	18° x 14° (F-Zahl=1,1), 29° x 22° (F-Zahl=0,9), 53° x 38° (F-Zahl=0,9); 80° x 54° (F-Zahl=0,9)		
Systemgenauigkeit ³⁾	±2°C oder ±2 %		
Temperaturkoeffizient ⁴⁾	± 0,05 %/K		
Thermische Empfindlichkeit (NETD)	75 mK ⁵⁾ mit 29°, 53° und 80°; 0,1 K ⁵⁾ mit 18°	40 mK ⁵⁾ mit 29°, 53° und 80°; 60 mK ⁵⁾ mit 18°	150 mK (T _{obj} = 650 °C) mit 29°, 53°, 80° 175 mK (T _{obj} = 650 °C) mit 18°
Aufwärmzeit	10 min		
Emissionsgrad	0,100...1,100		
Software / App	PIX Connect / IRmobile		

¹⁾ Die Genauigkeitsspezifikation gilt ab 150 °C

²⁾ Der Visierbereich dient der Ausrichtung der G7-Kameras; bei $\varepsilon < 1$ und Aktivierung des erw. Temperaturbereichs ist eine Temperaturmessung bis 1500 °C möglich

³⁾ Bei Umgebungstemperatur 23±5 °C; der jeweils größere Wert gilt

⁴⁾ Für T_{Umg} 10...50 °C und T_{obj} ≤ 500 °C; sonst: ± 0,1 K/K oder 0,1%/K (der jeweils größere Wert gilt)

⁵⁾ Wert gilt bei 40 Hz und 25 °C Raumtemperatur

	<u>PI 640i</u>	<u>PI 640i G7</u>
Temperaturbereich (skalierbar)	-20...100 °C; 0...250 °C; (20) 150...900 °C ¹⁾ ; Option: 200...1500 °C	200...1500 °C 150...900 °C
Visierbereich / Low energy Bereich ²⁾	-	0...250 °C
Spektralbereich	8 - 14 µm	7,9 µm
Detektor	UFPA, 640 x 480 Pixel @ 32 Hz 640 x 120 Pixel @ 125Hz	
Objektive (FOV)	15° x 11° (F-Zahl=1); 33° x 25° (F-Zahl=0,8); 60° x 45° (F-Zahl=0,8); 90° x 64° (F-Zahl=0,8)	
Mikroskop Optik (FOV)	12° x 9° (F=1,1)	-
Systemgenauigkeit ³⁾	±2°C oder ±2 %	
Temperaturkoeffizient ⁴⁾	± 0,05 %/K	
Thermische Empfindlichkeit (NETD)	40 mK	80 mK
Aufwärmzeit	10 min	
Emissionsgrad	0,100...1,100	
Software / App	PIX Connect / IRmobile	

¹⁾ Die Genauigkeitsspezifikation gilt ab 150 °C

²⁾ Der Visierbereich dient der Ausrichtung der G7-Kameras; bei $\varepsilon < 1$ und Aktivierung des erw. Temperaturbereichs ist eine Temperaturmessung bis 1500 °C möglich

³⁾ Bei Umgebungstemperatur 23±5 °C; der jeweils größere Wert gilt

⁴⁾ Für T_{Umg} 10...50 °C und $T_{Obj} \leq 500$ °C; sonst: ± 0,1 K/K oder 0,1%/K (der jeweils größere Wert gilt)

	<u>PI 05M</u>	<u>PI 08M</u>	<u>PI 1M</u>
Temperaturbereich (skalierbar)	900 ... 2450 °C (27 Hz-Modus) 950 ... 2450 °C (80 Hz- u. 32 Hz-Modus) 1100 ... 2450 °C (1 kHz-Modus)	575 ... 1900 °C (27 Hz-Modus) 625 ... 1900 °C (80 Hz- u. 32 Hz-Modus) 750 ... 1900 °C (1 kHz-Modus)	450 ¹⁾ ...1800 °C (27 Hz-Modus) 500 ¹⁾ ...1800 °C (80 Hz- u. 32 Hz-Modus) 600 ¹⁾ ...1800 °C (1 kHz-Modus)
Spektralbereich	500 - 540 nm	780 – 820 nm	0,85 - 1,1 µm
Detektor	CMOS, 764 x 480 Pixel @ 32 Hz 382 x 288 Pixel @ 80 Hz/ (umschaltbar auf 27 Hz) 72x56 Pixel @ 1 kHz (1 ms-Echtzeit-Analogausgang (0-10 V) von 8x8 Pixel (frei wählbar)) 764 x 8 Pixel @ 1 kHz (schneller Line scan-Modus, 1 ms-Echtzeit-Analogausgang (0-10 V) von 8x8 Pixel (frei wählbar))		
Objektive (FOV) ²⁾	FOV@764x480 px: 26°x 16° (F-Zahl=1,4) FOV@382x288 px: 13°x 10°	FOV@764x480 px: 26°x 16° (F-Zahl=1,4), 39°x 25° (F-Zahl=1,4) FOV@382x288 px: 13°x 10°, 20°x 15°	FOV@764x480 px: 9°x 5° (F-Zahl=2,8), 13°x 8° (F-Zahl=2,4), 26°x16° (F-Zahl=1,4), 39°x 25° (F-Zahl=1,4) FOV@382x288 px: 4°x 3°, 7°x 5°, 13°x 10°, 20°x 15°
Systemgenauigkeit ³⁾	Für Objekttemperatur < 2000 °C: ±1 % vom Messwert für 27/32/80 Hz ±1,5 % vom Messwert für 1 kHz Für Objekttemperatur > 2000 °C: ±2 % vom Messwert für 27/32/80 Hz ±2,5 % vom Messwert für 1 kHz	Für Objekttemperatur < 1500 °C: ±1 % vom Messwert für 27/32/80 Hz ±1,5 % vom Messwert für 1 kHz Für Objekttemperatur > 1500 °C: ±2 % vom Messwert für 27/32/ 80 Hz ±2,5 % vom Messwert für 1 kHz	Für Objekttemperatur < 1400 °C: ±1 % vom Messwert für 27/32/80 Hz ±1,5 % vom Messwert für 1 kHz Für Objekttemperatur < 1600 °C: ±2 % vom Messwert für 27/32/80 Hz ±2,5 % vom Messwert für 1 kHz
Thermische Empfindlichkeit (NETD) ⁴⁾	< 2 K (< 1400 °C) < 4 K (> 1400 °C)	< 2 K (< 1000 °C) < 4 K (> 1000 °C)	< 2 K (< 900 °C) < 4 K (< 1400 °C)

Aufwärmzeit	10 min
Emissionsgrad	0,100...1,100
Software / App	PIX Connect / IRmobile

¹⁾ Anfangstemperatur +75 °C bei Optiken mit Brennweite $f=50$ mm und $f=75$ mm

²⁾ Bei einem zusätzlich erworbenen Objektiv für die PI 05M/ 08M/ 1M-Kamera ist der dazugehörige Schutztubus mit dabei

³⁾ Bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C

⁴⁾ Angegebene NETD-Wert gilt für alle Frequenzen

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“.



Abbildung 2: Fokussierung durch Drehen des vorderen Objektivringes



Abbildung 3: PI 05M/ PI 08M / PI 1M



Bei der PI 05M, PI 08M und PI 1M Kamera muss zunächst das Schutzrohr abgedreht werden, um die Kamera fokussieren zu können (**Abbildung 3**).

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**).

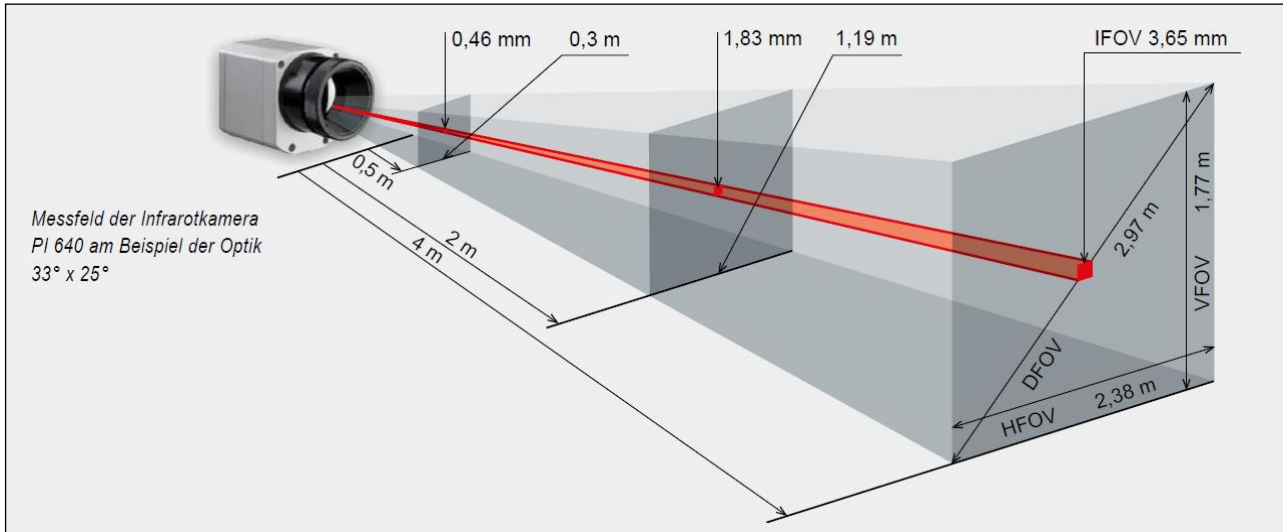


Abbildung 4: Messfeld der Wärmebildkamera optris® PI 640i am Beispiel der Optik 33° x 25°

- **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

Geometrische Auflösung für ideale Temperaturmessung

Beim Design von Optiken für messende IR-Kameras muss besonderes Augenmerk daraufgelegt werden, wie gut der Detailkontrast eines Objektes im Bild dargestellt werden kann. Dies wird mit der Modulationsübertragungsfunktion (MTF) beschrieben. Da im Gegensatz zu visuellen Kameras bei IR-Kameras eher der thermische Kontrast wichtig ist, wird in diesem Zusammenhang die Slit Response Function (SRF) angewendet. Als Ergebnis wird ermittelt, wie viele Pixel ein Objekt ausfüllen muss, damit seine Temperatur exakt gemessen werden kann. Bei hochwertigen Infrarotoptiken wie Sie Optris verwendet, sind dies **3x3 Pixel**, bei minderwertigeren Optiken können unter Umständen sogar 10x10 Pixel erforderlich sein, um **90 %** der Energie zu erhalten. Eine hochwertige Kameraoptik ermöglicht also bei gleicher Pixelanzahl des Detektors

eine größere Messentfernung bzw. die exakte Temperaturmessung kleinerer Strukturen und Objekte. Die **3x3-Pixel**-Geometrie bezeichnet man als **MFOV (Measurement Field of View)** – ein Einzelpixel auf der Objektebene wird als **IFOV (Instantaneous Field of View)** bezeichnet. Der MFOV ist vergleichbar mit der Messfleckdefinition bei Infrarot-Thermometern.

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 PIX Connect enthält einen Algorithmus, welcher diese Verzeichnung korrigiert. Alternativ zu den nachfolgenden Tabellen kann ebenfalls der [Optikkalkulator](#) auf der optris Interseitseite verwendet werden oder die [optris Optikkalkulator App](#). Die App kann kostenlos im Google Play Store (siehe QR Code) heruntergeladen werden.

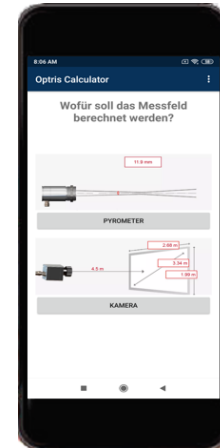


Tabelle 2:

PI 400i / 450i PI 450i G7	Brennweite [mm]	Minimaler Messabstand*	Winkel	Entfernung zum Messobjekt [m]												
					0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	1	2	4	6	10	30	100
382 x 288 px																
O29 Standardoptik	13	0,35 m	29°	HFOV [m]		0,057	0,111	0,16	0,27	0,53	1,06	2,1	3,2	5,3	15,7	52,5
			22°	VFOV [m]		0,042	0,081	0,12	0,20	0,40	0,80	1,6	2,4	4,0	11,9	39,6
			37°	DFOV [m]		0,071	0,137	0,20	0,34	0,67	1,32	2,6	4,0	6,6	19,7	65,7
			1,3 mrad	IFOV [mm]		0,1	0,3	0,4	0,7	1,3	2,7	5,4	8,0	13,4	40,2	133,9
O18 Teleoptik	20	0,45 m	18°	HFOV [m]			0,066	0,099	0,16	0,33	0,65	1,3	1,9	3,2	9,7	32,4
			14°	VFOV [m]			0,050	0,075	0,12	0,25	0,49	1,0	1,5	2,5	7,4	24,6
			23°	DFOV [m]			0,083	0,124	0,20	0,41	0,82	1,6	2,4	4,1	12,2	40,7
			0,9 mrad	IFOV [mm]			0,2	0,3	0,4	0,9	1,7	3,5	5,2	8,6	25,9	86,3
O53 Weitwinkeloptik	8	0,25 m	53°	HFOV [m]		0,103	0,20	0,30	0,50	1,0	2,0	4,0	5,9	9,9	29,6	98,6
			38°	VFOV [m]		0,073	0,14	0,21	0,35	0,70	1,4	2,8	4,1	6,9	20,7	68,9
			66°	DFOV [m]		0,127	0,25	0,37	0,61	1,22	2,4	4,8	7,2	12,0	36,1	120,3
			2,2 mrad	IFOV [mm]		0,2	0,4	0,7	1,1	2,2	4,4	8,8	13,2	21,9	65,8	219,4
O80 Superweitwinkel- optik	6	0,2 m	80°	HFOV [m]	0,087	0,17	0,33	0,49	0,82	1,7	3,3	6,7	10,0	16,6	49,9	166,4
			54°	VFOV [m]	0,056	0,11	0,21	0,31	0,51	1,0	2,0	4,1	6,1	10,2	30,6	101,9
			96°	DFOV [m]	0,103	0,20	0,39	0,58	0,97	2,0	3,9	7,8	11,7	19,5	58,5	195,1
			3,0 mrad	IFOV [mm]	0,2	0,3	0,6	0,9	1,5	3,0	6,0	12,0	18,1	30,1	90,3	300,9

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

PI 640i / PI 640i G7	Brennweite [mm]	Minimaler Messabstand [*]	Winkel	Entfernung zum Messobjekt [m]												
					0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	1	2	4	6	10	30	100
640 x 480 px																
O33 Standardoptik	19	0,2 m	33°	HFOV [m]		0,064	0,12	0,18	0,30	0,60	1,20	2,4	3,6	6,0	17,9	59,7
			25°	VFOV [m]		0,047	0,09	0,14	0,23	0,45	0,9	1,8	2,7	4,5	13,4	44,5
			42°	DFOV [m]		0,079	0,15	0,23	0,38	0,75	1,5	3,0	4,5	7,5	22,4	74,5
			0,9 mrad	IFOV [mm]		0,1	0,2	0,3	0,5	0,9	1,9	3,7	5,6	9,3	28,0	93,3
O15 Teleoptik	42	0,5 m	15°	HFOV [m]					0,14	0,27	0,53	1,0	1,6	2,6	7,8	26,2
			11°	VFOV [m]					0,10	0,20	0,40	0,8	1,2	2,0	5,9	19,6
			19°	DFOV [m]					0,17	0,33	0,66	1,3	2,0	3,3	9,8	32,7
			0,4 mrad	IFOV [mm]					0,2	0,4	0,8	1,6	2,4	4,1	12,3	40,9
O60 Weitwinkeloptik	11	0,2 m	60°	HFOV [m]	0,07	0,13	0,24	0,35	0,60	1,2	2,3	4,7	7,0	11,7	34,9	116,4
			45°	VFOV [m]	0,05	0,09	0,17	0,26	0,42	0,8	1,7	3,3	5,0	8,3	24,9	82,9
			75°	DFOV [m]	0,09	0,16	0,30	0,44	0,73	1,4	2,9	5,7	8,6	14,3	42,9	142,9
			1,9 mrad	IFOV [mm]	0,1	0,2	0,4	0,6	0,9	1,8	3,7	7,3	10,9	18,2	54,6	182
O90 Superweitwinkel- optik	8	0,2 m	90°	HFOV [m]	0,11	0,22	0,42	0,62	1,0	2,0	4,0	8,1	12,1	20,2	60,4	201,4
			64°	VFOV [m]	0,07	0,14	0,26	0,39	0,6	1,3	2,5	5,0	7,6	12,6	37,7	125,7
			110°	DFOV [m]	0,14	0,26	0,49	0,73	1,2	2,4	4,8	9,5	14,2	23,8	71,3	237,4
			3,2 mrad	IFOV [mm]	0,2	0,3	0,7	1,0	1,6	3,2	6,3	12,6	18,9	31,5	94,4	315

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

Mikroskop-optik PI 640i 640 x 480 px	Brennweite [mm]	Minimaler Messabstand*	Winkel	Entfernung zum Messobjekt [m]			
					0,08	0,09	0,1
MO44 Mikroskop-Optik	44,2	0,08 m	12°	HFOV [m]	0,018	0,021	0,023
			9°	VFOV [m]	0,014	0,016	0,017
			15°	DFOV [m]	0,023	0,026	0,029
			0,36 mrad	IFOV [mm]	0,028	0,032	0,036

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

PI 05M PI 08M PI 1M 382 x 288 px	Brennweite [mm]	Minimaler Fokusabstand	Minimaler Messabstand	Winkel	Entfernung zum Messobjekt [m]											
						0,1	0,2	0,3	0,5	1	2	4	6	10	30	100
O27 Standardoptik	25	0,1 m	0,3 m	14°	HFOV [m]	0,026	0,050	0,07	0,12	0,24	0,48	1,0	1,4	2,4	7,2	24,2
				11°	VFOV [m]	0,02	0,04	0,06	0,09	0,18	0,36	0,7	1,1	1,8	5,5	18,2
				17°	DFOV [m]	0,03	0,06	0,09	0,15	0,31	0,60	1,2	1,8	3,0	9,0	30,3
				0,6 mrad	IIFOV [mm]*	0,1	0,1	0,2	0,3	0,6	1,3	2,5	3,8	6,3	18,9	63,4
O9 Superteleoptik	75	1,0 m	1,0 m	4°	HFOV [m]					0,07	0,15	0,29	0,4	0,8	2,3	7,7
				3°	VFOV [m]					0,06	0,12	0,23	0,4	0,6	1,8	5,8
				6°	DFOV [m]					0,09	0,19	0,37	0,56	1,0	2,9	9,7
				0,2 mrad	IIFOV [mm]*					0,2	0,4	0,8	1,2	2,0	6,0	20,1
O13 Teleoptik	50	0,5 m	0,5 m	7°	HFOV [m]				0,06	0,12	0,24	0,47	0,70	1,19	3,57	11,9
				5°	VFOV [m]				0,04	0,09	0,18	0,36	0,54	0,9	2,7	8,9
				9°	DFOV [m]				0,07	0,15	0,29	0,6	0,9	1,5	4,5	14,9
				0,3 mrad	IIFOV [mm]*				0,15	0,31	0,62	1,2	1,8	3,1	9,3	31,1
O41 Weitwinkeloptik	16	0,1 m	0,3 m	20°	HFOV [m]	0,040	0,075	0,11	0,18	0,36	0,72	1,4	2,1	3,6	10,7	35,6
				15°	VFOV [m]	0,029	0,06	0,08	0,14	0,27	0,5	1,1	1,6	2,7	8,1	27,0
				25°	DFOV [m]	0,05	0,09	0,14	0,23	0,45	0,9	1,8	2,7	4,5	13,4	44,7
				1,0 mrad	IIFOV [mm]*	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,9	3,7	5,6	9,3	28,0	93,3

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

PI 05M ist nur mit O27-Optik erhältlich und PI 08M ist nur mit O27 und O41-Optik erhältlich

Pi 05M Pi 08M Pi 1M 768 x 480 px	Brennweite [mm]	Minimaler Fokusabstand*	Minimaler Messabstand*	Winkel	Entfernung zum Messobjekt [m]											
						0,1	0,2	0,3	0,5	1	2	4	6	10	30	100
O27 Standardoptik	25	0,1 m	0,3 m	27°	HFOV [m]	0,052	0,100	0,15	0,25	0,48	0,97	1,9	2,9	4,8	14,5	48,4
				17°	VFOV [m]	0,03	0,06	0,09	0,15	0,30	0,60	1,2	1,8	3,0	9,0	30,1
				32°	DFOV [m]	0,06	0,12	0,18	0,29	0,57	1,14	2,3	3,4	5,7	17,1	57,0
				0,6 mrad	IFOV [mm]*	0,1	0,1	0,2	0,3	0,6	1,3	2,5	3,8	6,3	18,9	63,0
O9 Superteleoptik	75	1,0 m	1,0 m	9°	HFOV [m]					0,15	0,30	0,61	0,9	1,5	4,6	15,4
				6°	VFOV [m]					0,09	0,19	0,38	0,6	1,0	2,9	9,6
				10°	DFOV [m]					0,17	0,36	0,72	1,08	1,8	5,4	18,1
				0,2 mrad	IFOV [mm]*					0,2	0,4	0,8	1,2	2,0	6,0	20,0
O13 Teleoptik	50	0,5 m	0,5 m	13°	HFOV [m]				0,11	0,23	0,46	0,94	1,41	2,35	7,05	23,5
				8°	VFOV [m]				0,07	0,14	0,29	0,59	0,88	1,5	4,4	14,7
				16°	DFOV [m]				0,13	0,27	0,55	1,1	1,7	2,8	8,3	27,7
				0,3 mrad	IFOV [mm]*				0,15	0,30	0,60	1,2	1,8	3,1	9,2	30,6
O41 Weitwinkeloptik	16	0,1 m	0,3 m	41°	HFOV [m]	0,082	0,156	0,23	0,38	0,75	1,49	3,0	4,5	7,4	22,3	74,2
				25°	VFOV [m]	0,050	0,09	0,14	0,23	0,45	0,9	1,8	2,7	4,5	13,4	44,7
				48°	DFOV [m]	0,10	0,18	0,27	0,44	0,88	1,7	3,5	5,2	8,7	26,0	86,6
				1,0 mrad	IFOV [mm]*	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,9	3,9	5,8	9,7	29,0	96,6

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

PI 05M ist nur mit O27-Optik erhältlich und PI 08M ist nur mit O27 und O41-Optik erhältlich

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.

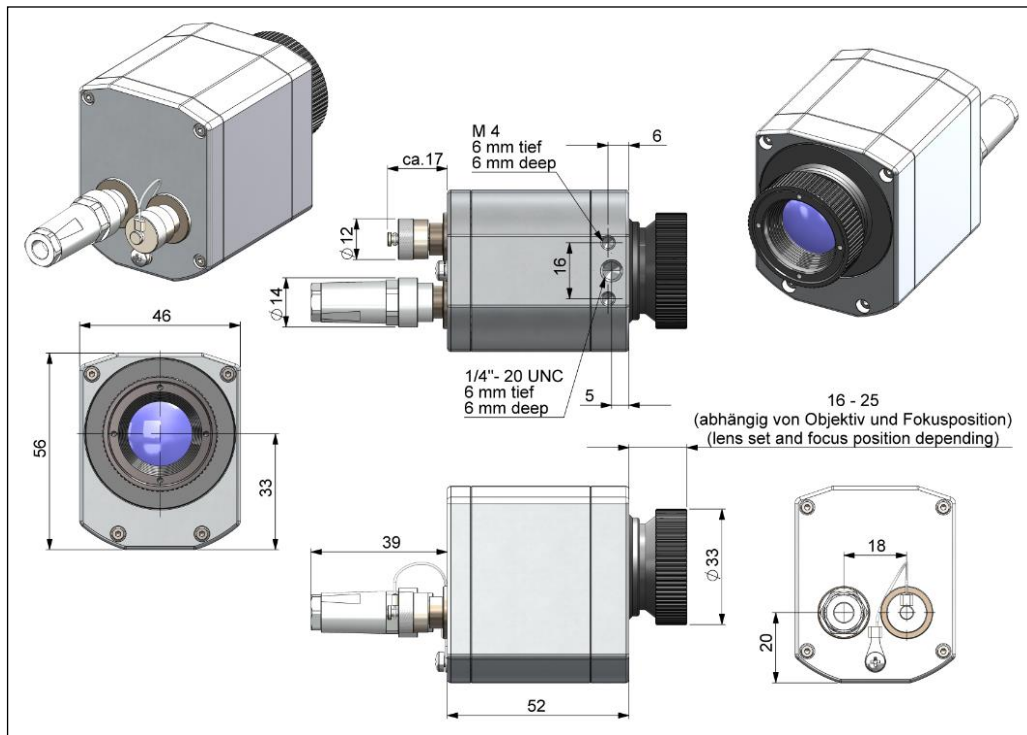


Abbildung 5: PI 400i/ PI 450i/ PI 450i G7, Abmessungen [mm]

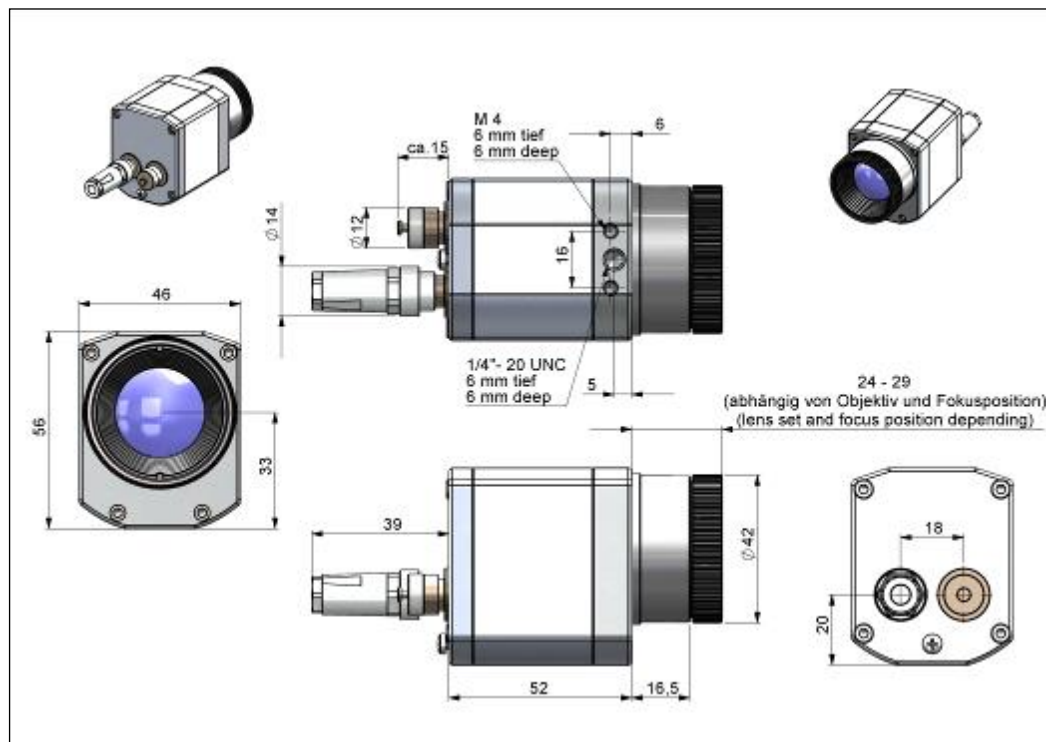


Abbildung 6: PI 640i/ PI 640i G7, Objektiv 29°/33° & 53°/60°, Abmessungen [mm]

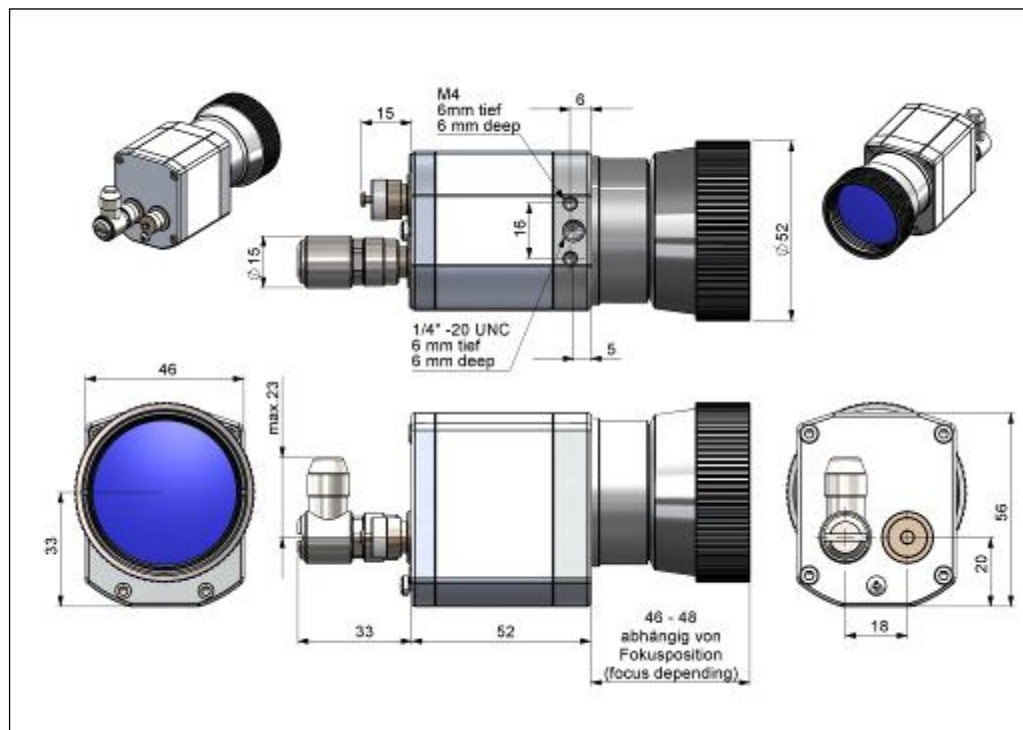


Abbildung 7: PI 640i/ PI 640i G7, Objektiv 13°/15°, Abmessungen [mm]

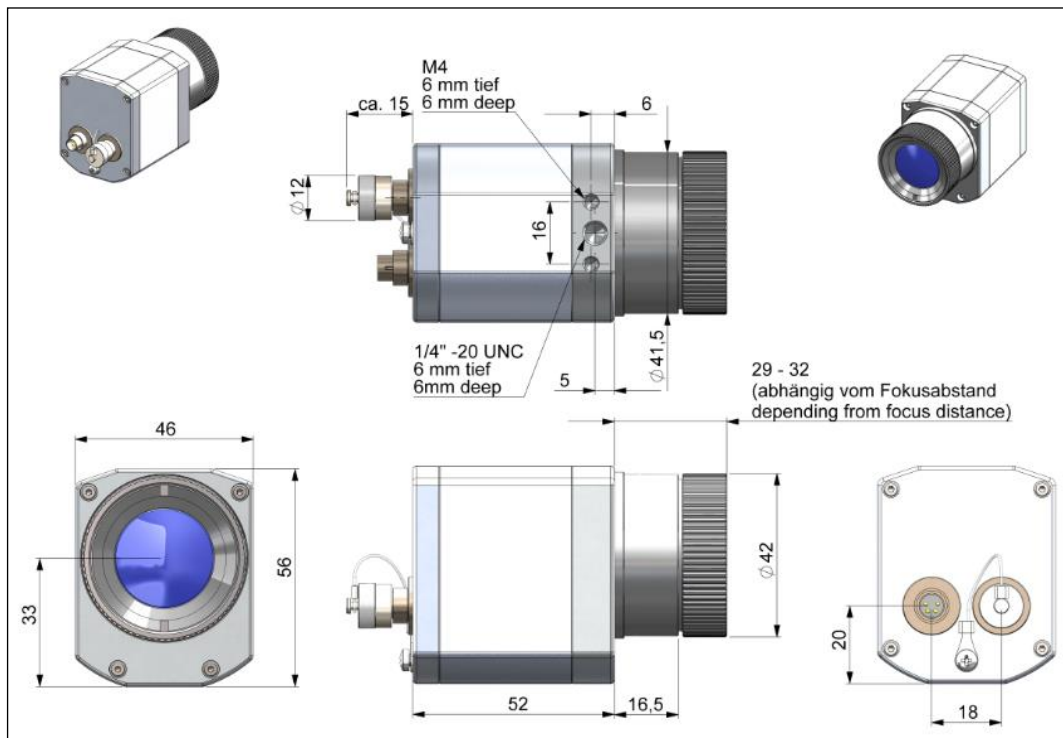


Abbildung 8: PI 640i/ PI 640i G7, Objektiv 80°/90°, Abmessungen [mm]

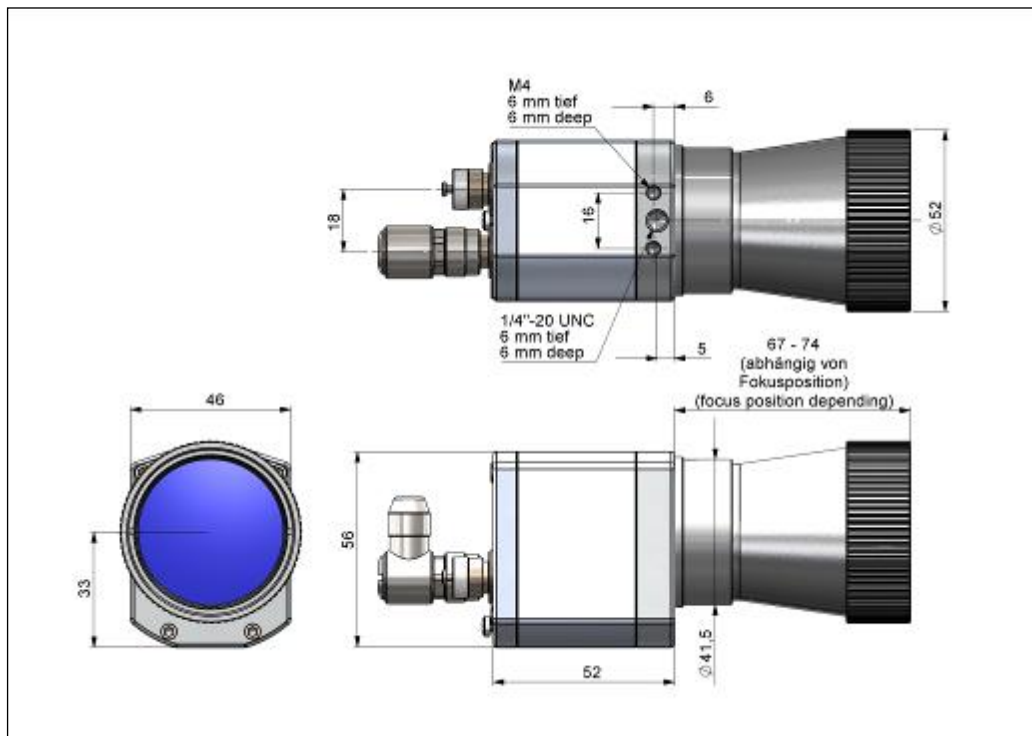


Abbildung 9: PI 640i, Mikroskop-Optik 10°/12°, Abmessungen [mm]

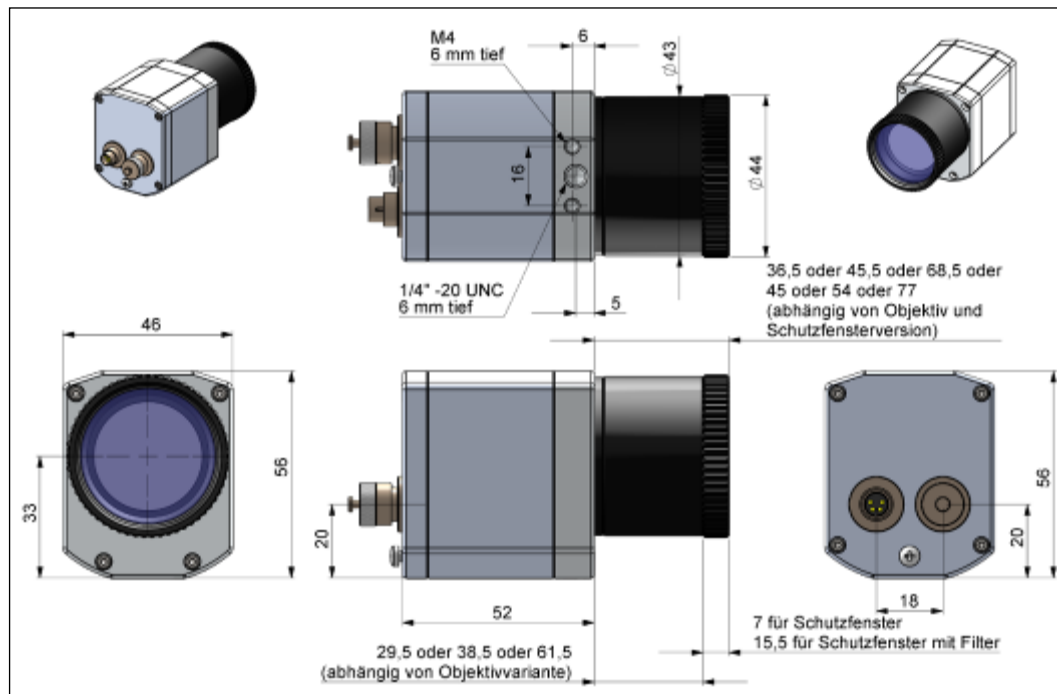


Abbildung 10: PI 05M/ PI 08M/ PI 1M, Abmessungen [mm]

3.2 Objektiv wechseln

Die PI-Kamera wird mit mehreren verschiedenen Objektiven angeboten¹⁾ (Objektive abhängig von der Kameravariante). Um ein Objektiv zu wechseln, drehen Sie es wie unten gezeigt aus seiner Befestigung. Bei der PI 05M, PI 08M und PI 1M muss zunächst das Schutzrohr abgedreht werden (siehe **Abbildung 3**).



Abbildung 11: Objektiv wechseln für PI 400i/ 450i/ 640i



Abbildung 12: Objektive wechseln für PI 05M/ 08M/ 1M



Abbildung 13: Einsetzen des Objektivs

Um bestmögliche Messungen zu erzielen ist beim Einsetzen des Objektivs in das Kameragehäuse darauf zu achten, dass das Label auf dem Objektiv auf gleicher Höhe wie das Label vom Gehäuse eingeschraubt wird (siehe **Abbildung 13**).

¹⁾ Bei einem zusätzlich erworbenen Objektiv für die PI 05M/ 08M/ 1M-Kamera ist der dazugehörige Schutztubus mit dabei.

3.3 Fokus des Objektivs fest fixieren (nur bei PI 05M/ 08M/ 1M)

Bei der PI 05M, PI 08M und PI 1M besteht die Möglichkeit den Fokus des Objektivs fest zu fixieren. Dazu muss zunächst das Schutzrohr der Kamera abgeschraubt werden (siehe **Abbildung 3**). An dem Objektiv sind drei kleine Löcher zu finden. Nehmen Sie die drei mitgelieferten Schrauben und befestigen Sie diese an den drei vorgesehenen Löchern. Der Fokus des Objektivs ist somit fest fixiert. Alternativ können auch die beiden mitgelieferten Rändelschrauben verwendet werden.



Abbildung 14: Objektiv für PI 05M/ 08M/ 1M



Abbildung 15: Fixierung des Fokus für PI 05M/ 08M/ 1M

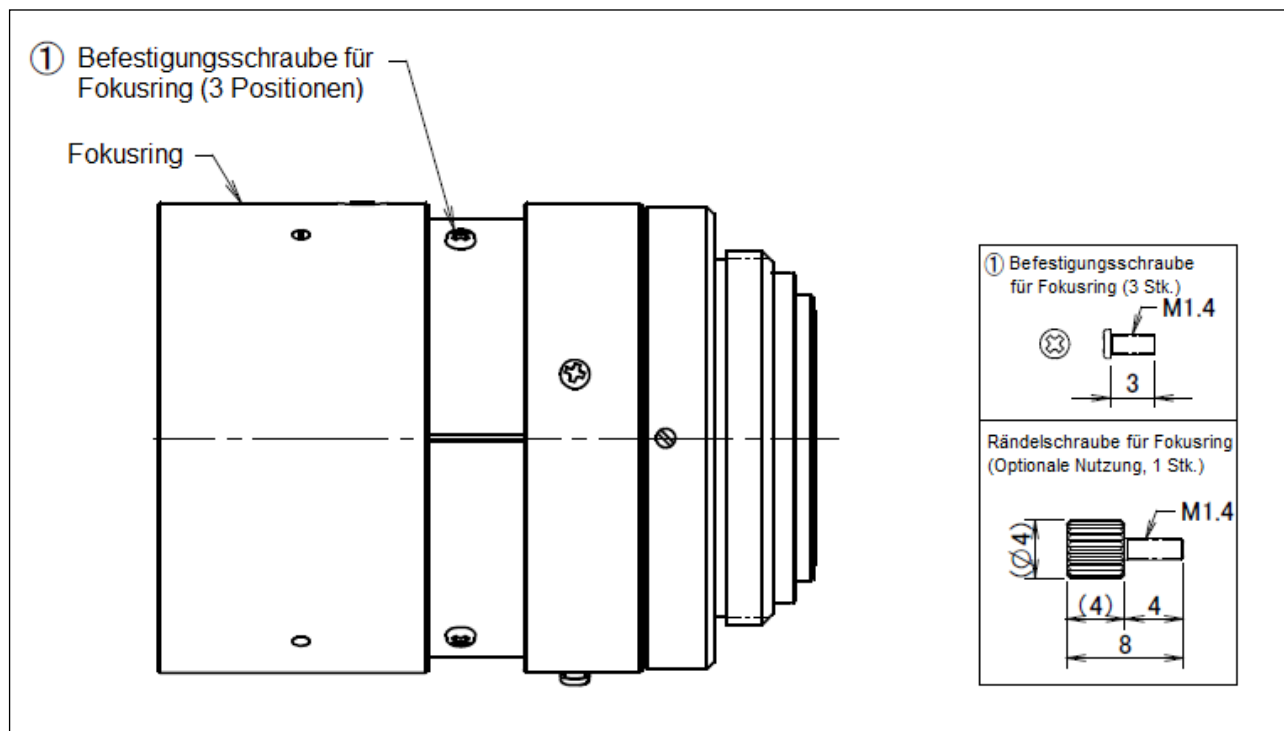


Abbildung 16: Fokussierschrauben für Fokusring

3.4 Montagezubehör

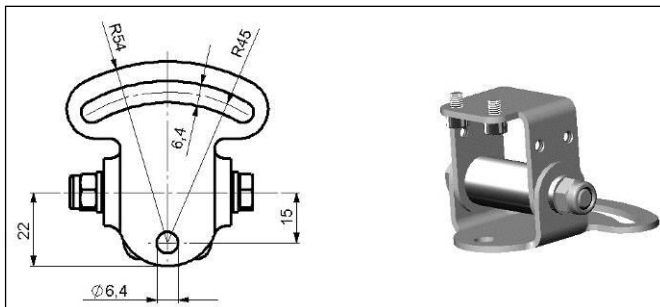


Abbildung 17: Edelstahl-Montagefuß, justierbar in zwei Achsen [Artikel-Nr.: ACPIMB]

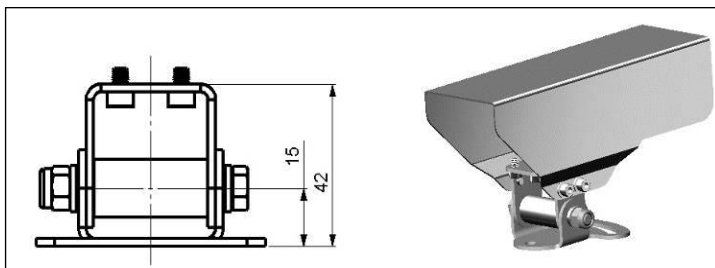


Abbildung 18: Edelstahl-Schutzgehäuse, inkl. Montagefuß [Artikel-Nr.: ACPIPH]

3.5 Zubehör für hohe Umgebungstemperaturen

3.5.1 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 450i/ PI 450i 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.

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 20: Cooling Jacket Advanced (Extended-Version) mit PI Netbox und Industrielles PIF



Abbildung 21: Cooling Jacket Advanced (Extended-Version) mit USB-Server und Industrielles PIF

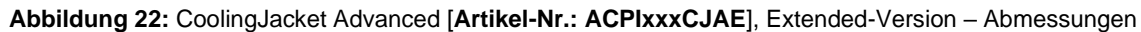


Abbildung 22: CoolingJacket Advanced [Artikel-Nr.: ACPIxxxCJAE], Extended-Version – Abmessungen

3.5.2 Laminarer Freiblasvorsatz für CoolingJacket

Laminarer Freiblasvorsatz für Frontmontage des CoolingJacket Advanced (Standard und Extended). Zwei unterschiedliche Versionen sind verfügbar: Eine für die Standard IR-Kamera Applikationen [**Artikel-Nr.: ACCJAAPLS**] und eine für die Linescanning Applikationen [**Artikel-Nr.: ACCJAAPLL**].

Diese beiden Versionen sind passend zu allen Fokussiereinheiten mit Produktionsdatum $\geq 01/2018$. Ein Schutzfenster (67 x 3 mm) muss separat bestellt werden. Wenn Sie den Freiblasvorsatz an einem älteren CoolingJacket Advanced montieren möchten, muss die Fokussiereinheit gegen die aktuelle Version ausgetauscht werden.



3.5.3 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
- Auch für CSLaser LT oder CTlaser LT erhältlich
- Detaillierte Informationen erhalten Sie in der Installationsanleitung.



Abbildung 23: Outdoor-Schutzgehäuse für PI Kamera, USB-Server und industrielles PIF

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.

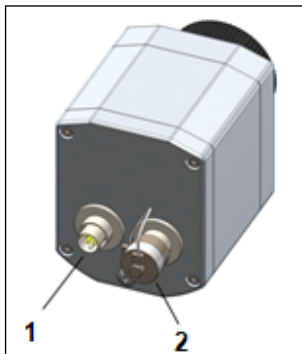


Abbildung 24: Kamerarückseite mit Anschlussmöglichkeiten

- 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, Freie Größe, Flagsteuerung, getriggerte Aufnahme, getriggerte Schnappschüsse, getriggerte Zeilenkamera, getriggelter Ereignis-Grabber, Max./Min.-Suche zurücksetzen, Temperaturbereich umschalten
Analoge Ausgänge (AO):	Hauptmessfeld, Messfeld, Innentemperatur, Flagstatus, Aufnahmestatus, Zeilenkamerastatus, Alarm, Framesynchronisation, Fail-Safe, Externe Kommunikation
Digitale Eingänge (DI):	Flagsteuerung, getriggerte Aufnahme, getriggerte Schnappschüsse, getriggerte Zeilenkamera, getriggelter Ereignis-Grabber, Max./Min.-Suche zurücksetzen, Temperaturbereich umschalten

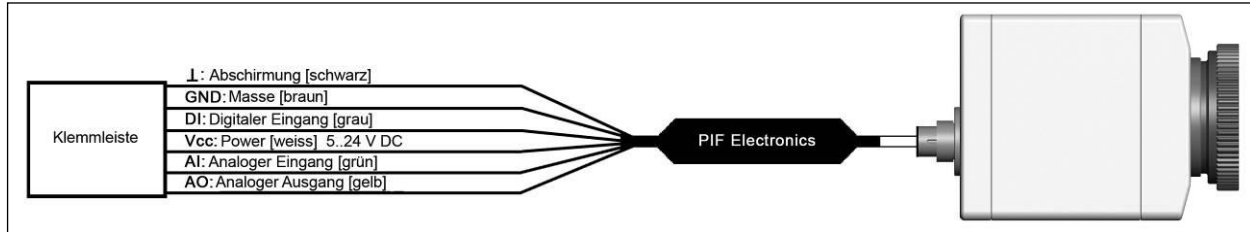


Abbildung 25: Anschlussplan Standard-Prozess-Interface (PIF)

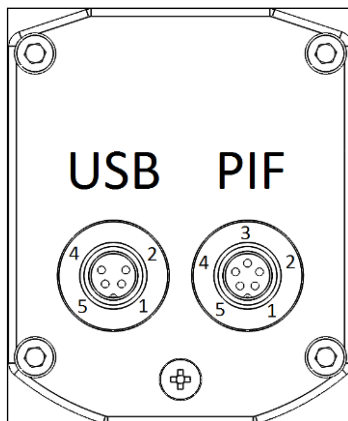
Das Standard-Prozess-Interface bietet die folgenden Ein- und Ausgänge:

<u>Name</u>	<u>Beschreibung</u>	<u>max. Bereich¹⁾/ Status</u>
AI	Analogeingang	0-10 V ²⁾
DI	Digitaleingang (Low-aktiv = 0...0,6 V)	24 V
AO	Analogausgang Alarmausgang	0-10 V 0/ 10 V

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

²⁾ 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 (I²C)

3 SCL (I²C)

4 DGND

5 3,3 V (Out)

Abbildung 26: Kamerarückseite

Für den Fall, dass Sie das Prozess-Interface der Kamera direkt an externe Hardware¹⁾ anschließen möchten (ohne Verwendung des mitgelieferten PIF-Kabels), setzen Sie in der PIX Connect-Software den Haken bei „**Proprietäres PIF-Kabel unterstützen**“ im Menü **Extras/ Konfiguration/ Gerät (PIF)**.

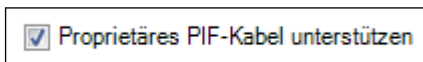


Abbildung 27: Proprietäres PIF-Kabel unterstützen



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

¹⁾ 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_{eff} 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

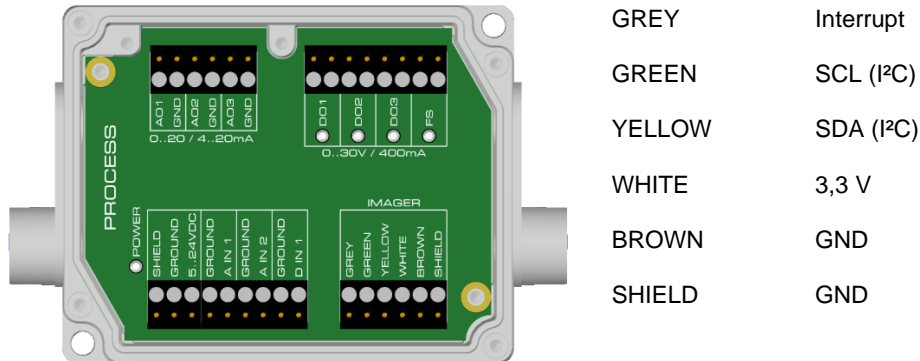


Abbildung 28: Anschlüsse des industriellen Prozess-Interfaces

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

<u>Name</u>	<u>Beschreibung</u>	<u>Max. Bereich¹⁾/ Status</u>
A IN 1 / 2	Analogeingang 1 und 2	0-10 V ²⁾
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	0/4-20 mA
DO1 / 2 / 3	Relaisausgang 1, 2 und 3 ³⁾	offen/ geschlossen (rote LED an)/ 0...30 V, 400 mA
FS	Fail-Safe-Relais	offen/ geschlossen (grüne LED an)/ 0...30 V, 400 mA

¹⁾ abhängig von der Versorgungsspannung; für 0-20 mA am AO muss das PIF mindestens mit $5V < (1.5 + \text{Bürde} * 0.021) < 24 V$ versorgt werden; Bürde = Last bzw. Messwiderstand; Beispiel: $R_{\text{Last}} = 500 \text{ Ohm} \rightarrow U_{\text{min}} = 1.5 + 500 * 0.021 = 12V$, $R_{\text{Last}} = 100 \text{ Ohm} \rightarrow U_{\text{min}} = 1.5 + 100 * 0.021 = 3.6 V \rightarrow \text{min. } 5 V$

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

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



Der Alarmausgang kann als Schwellwert zwischen **0-4 mA** für **kein Alarm** konfiguriert werden und zwischen **10-20 mA** als **Alarm**. Bei Werten, die außerhalb des jeweiligen Bereiches liegen, schaltet das Relais am DO nicht.

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. Die Zeitkonstante vom Fail-Safe beträgt 1,5 Sekunden.

Überwachte Zustände an Kamera und Software	Standard-Prozessinterface ACPIPIF	Industrielles Prozessinterface ACPIPIFMACBxx
Unterbrechung USB-Leitung zur Kamera	✓	✓
Unterbrechung Datenleitung Kamera - PIF	✓	✓
Unterbrechung Versorgungsspannung PIF	✓	✓
Beendigung der PIX Connect-Software	✓	✓
Absturz der PIX Connect-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

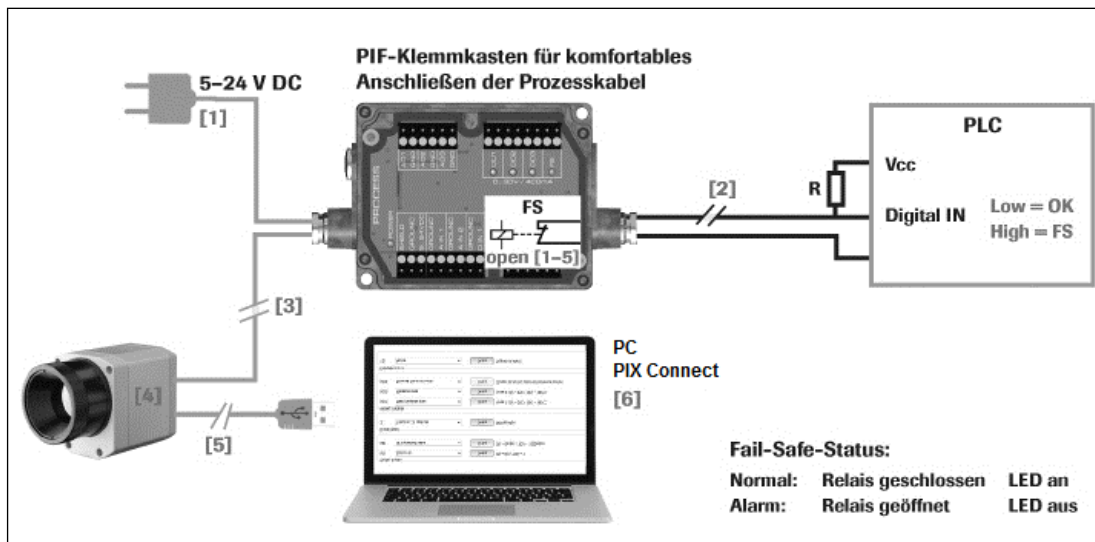


Abbildung 29: Fail-Safe Überwachungszustände

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 PIX Connect-Software |

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:

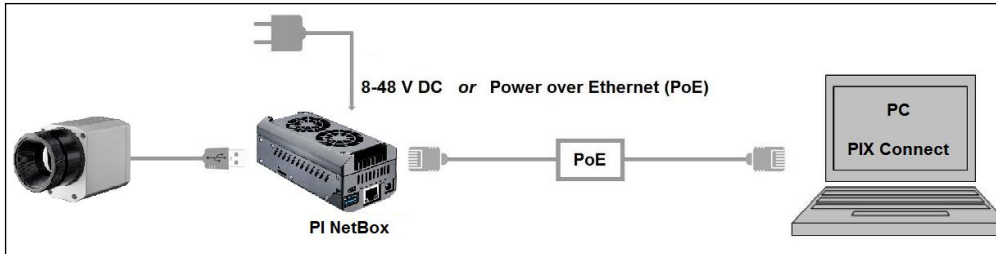


Abbildung 30: Direkte Ethernet Kommunikation mit der PI Netbox

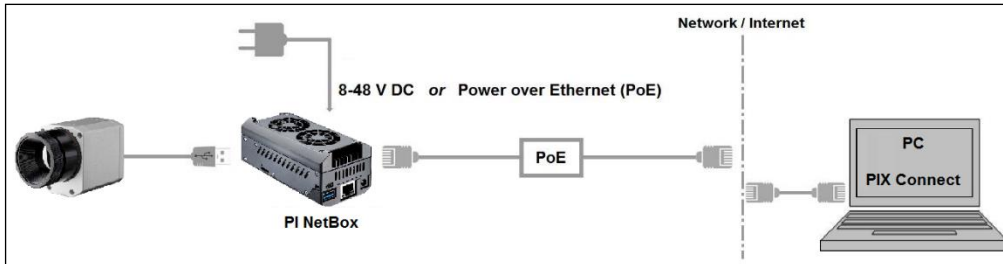


Abbildung 31: Ethernet Kommunikation über Netzwerk mit der PI Netbox

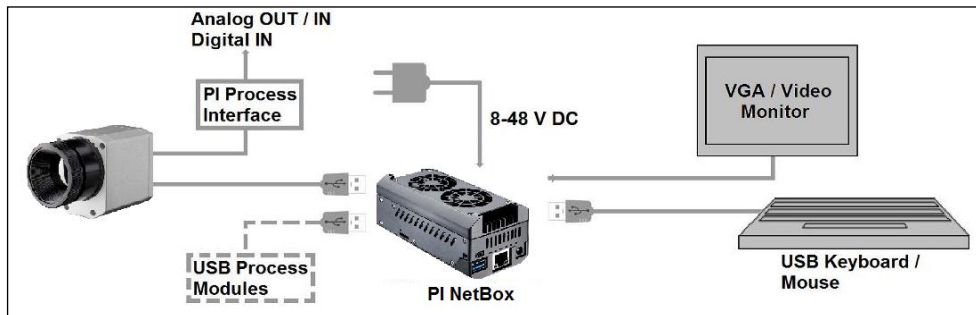


Abbildung 32: Stand-Alone Betrieb mit der PI Netbox

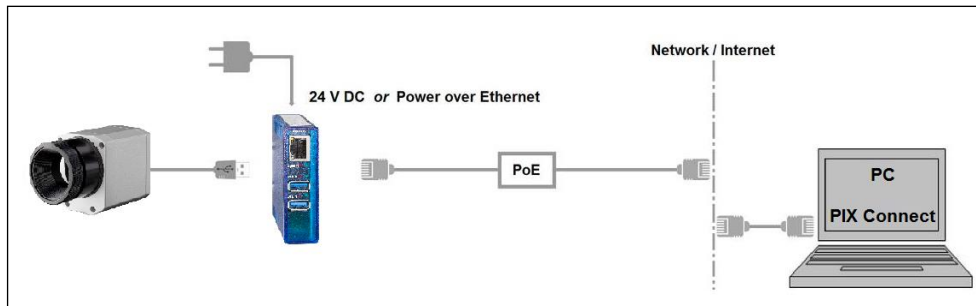
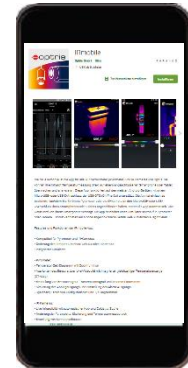


Abbildung 33: USB-Server Gigabit

5 IRmobile App

Die Kameras verfügen über eine direkte Anbindung an ein Android Smartphone oder Tablet. Dafür muss einfach nur die [IRmobile App](#) im Google Play Store kostenlos heruntergeladen werden. Dies kann auch über den QR-Code erfolgen. Für den Anschluss an das Gerät wird der IR App Connector empfohlen (**Artikel-Nr.: ACPIIACM** (Micro-USB) oder **ACPIIACC** (USB-C)).



Mit IRmobile kann die Infrarot-Temperaturmessung direkt auf einem angeschlossenen Smartphone oder Tablet überwacht und analysiert werden. Diese App funktioniert auf den meisten Android-Geräten ab Version 5 mit einem Micro-USB oder USB-C-Anschluss, der USB-OTG (On The Go) unterstützt. Die App ist einfach zu

bedienen: Nachdem die IR Kamera an den Micro-USB oder USB-C-Anschluss eines Smartphones oder Tablets angeschlossen wurde, startet die App automatisch. Die Kalibrierdateien werden automatisch aus dem Internet geladen. Das Gerät wird von Ihrem Smartphone versorgt. Ein Hotspot zeigt dabei den heißesten Pixel im Bild an und ein Coldspot den kältesten Pixel im Bild.

Besonderheiten der IRmobile App:

- Live Infrarotbild mit automatischer Hot- und Coldspot Suche
- Änderung der Farbpalette, Skalierung und Temperaturmessbereich
- Änderung der Temperatureinheit: Celsius oder Fahrenheit
- Einstellung der Farbskalierung (Manuell, Min/Max, 3 Sigma)
- Erstellung eines Schnappschusses
- Integrierter Simulator

IRmobile wird unterstützt für:

- Optris IR-Kameras: PI und Xi Serie
- Optris Pyrometer: Kompaktserie, Hochleistungsreihe und Videopyrometer
- Für Android-Geräte ab Version 5 mit einem Micro-USB-Anschluss oder USB C-Anschluss, der USB-OTG unterstützt (On The Go)



6 Software PIX Connect

Minimale Systemvoraussetzungen:



- Windows 7, Windows 8, Windows 10
- USB-Schnittstelle
- Festplatte mit mind. 30 MByte freiem Speicherplatz
- Mindestens 128 MByte RAM



Eine detaillierte Softwarebeschreibung befindet sich auf dem mitgelieferten USB-Stick und im Hilfe-Menü in der Software unter **Hilfe** → **Dokumentation**.



Alternativ kann die Software auch über die Optris Internetseite unter folgendem Link heruntergeladen werden: <https://www.optris.global/pix>

6.1 Installation und Inbetriebnahme



- Alle Treiber werden automatisch vom Windows Betriebssystem geladen. Es ist keine Treiberinstallation nötig.
- Die Software startet automatisch in der installierten Sprache.

1. Schließen Sie den mitgelieferten USB-Stick an Ihrem PC an.
2. Starten Sie bitte die **Setup.exe**. Folgen Sie bitte den Anweisungen des Assistenten, bis die Installation abgeschlossen ist.

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

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 vom USB-Stick geladen werden können.

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

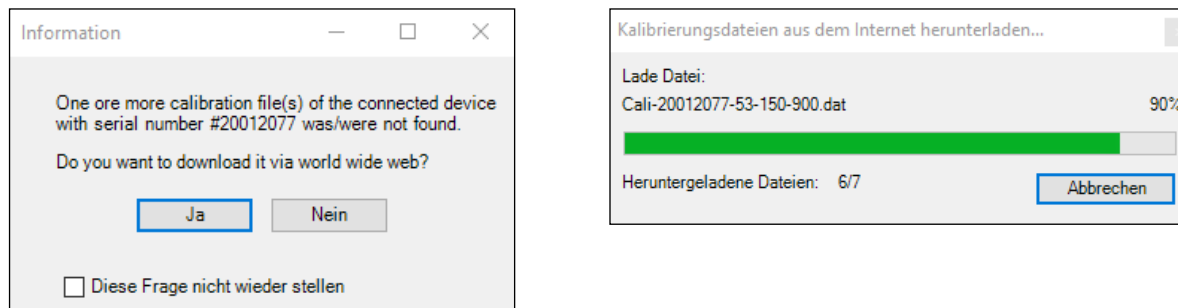


Abbildung 34: Übertragung der Kalibrierdateien

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.

6.2 Softwarefenster

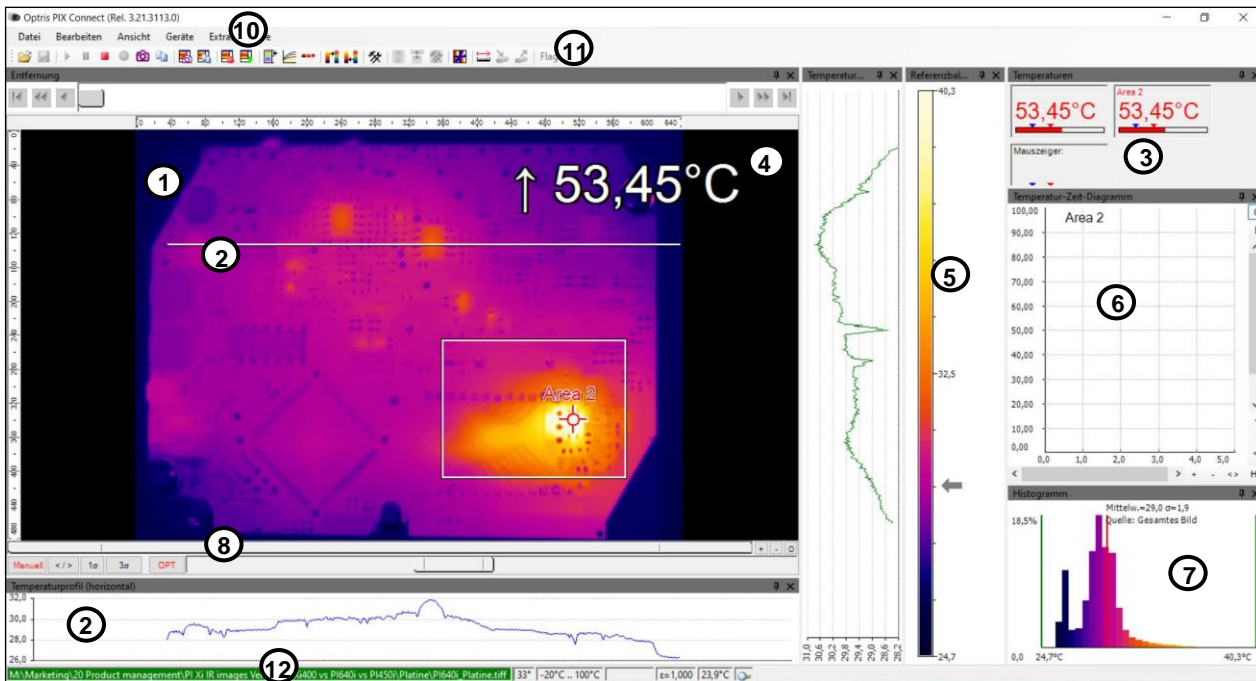


Abbildung 35: Softwarefenster

- 1 IR-Livebild der Kamera
- 2 Temperaturprofil: Temperaturverteilung auf max. zwei Linien, welche in Größe und Lage beliebig im Bild positioniert werden können.
- 3 Digitalanzeigengruppe: Mögliche Darstellung aller Temperaturen von z.B. definierten Messfeldern, Cold Spots, Hot Spots, Temperatur am Mauszeiger, der internen Temperatur und der Chiptemperatur.

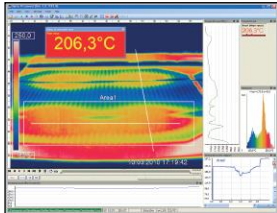
Alarmeinstellungen: Balken mit grafischer Darstellung einer definierten unteren Temperaturschwelle (blauer Pfeil) und einer oberen Schwelle (roter Pfeil). Die Farbe der Ziffern der angezeigten Temperatur wechselt bei Überschreitung des oberen Alarmwertes auf **ROT** und bei Unterschreitung auf **BLAU**.
- 4 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.
- 5 Referenzbalken: Zeigt eine Farbskala mit den entsprechenden Temperaturwerten.
- 6 Temperatur-Zeit-Diagramm: Zeigt den Temperaturverlauf über die Zeit für ausgewählte ROI (Region of interest)
- 7 Histogramm: Statistische Verteilung einzelner Temperaturwerte im Bild.
- 8 Automatische / manuelle Skalierung des Referenzbalkens und somit des angezeigten Temperaturbereichs: Man., </> (min, max), 1 σ : 1 Sigma, 3 σ : 3 Sigma, OPT: optimierte Palette
- 10 Menü und Werkzeugleiste (Icons)
- 11 Symbol zum Weiterschalten der einzelnen Palettenansichten im Referenzbalken.
- 12 Statusleiste: Seriennummer, Optik, Temperaturbereich, Mauszeigerposition, Geräte-Framerate/ Anzeige-Framerate, Emissionsgrad, Umgebungstemperatur, Flagstatus

6.3 Grundfunktionen der Software PIX Connect

Umfangreiche IR-Kamerasoftware

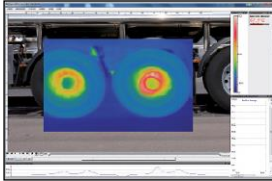


- Keine Lizenz einschränkungen
- Moderne Software mit intuitiver Bedienoberfläche
- Fernsteuerung der Kamera über die Software
- Darstellung mehrerer Kamerabilder in verschiedenen Fenstern
- Kompatibel mit Windows 7, 8 und 10



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

- Aufnahme von Videosequenzen und Einzelbildern zur späteren Analyse oder Dokumentation
- 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

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.

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

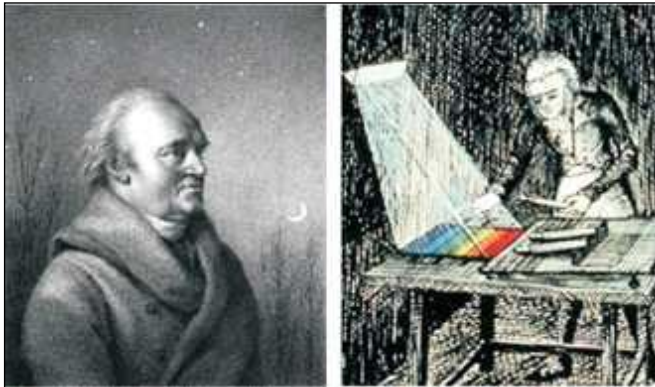


Abbildung 36: William Herschel (1738-1822)

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.

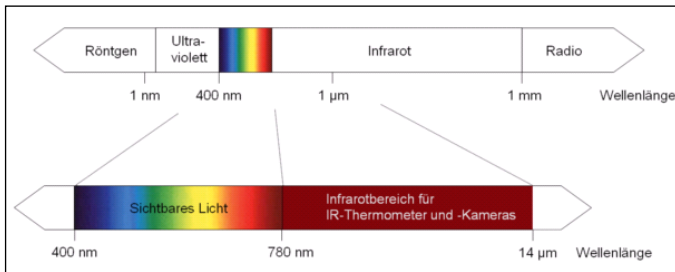


Abbildung 37: Das elektromagnetische Spektrum mit dem für Pyrometer genutzten Infrarotbereich

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 (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 bewogender Objekte ohne Schwierigkeiten bestimmen.

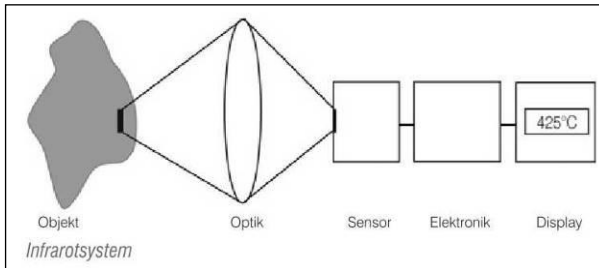


Abbildung 38: Prinzip der berührungslosen Temperaturmessung

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

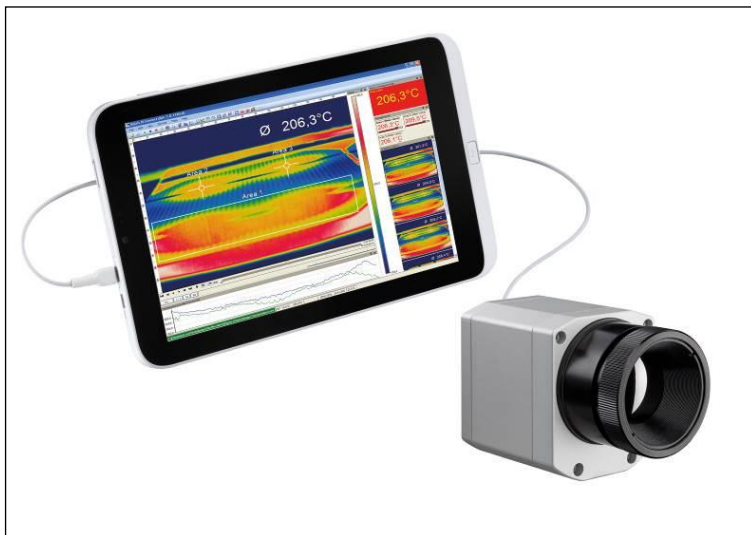
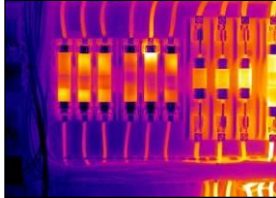
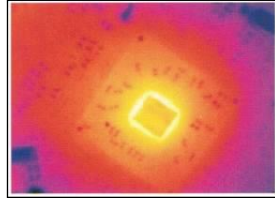


Abbildung 39: Berührungslose Temperaturmessung

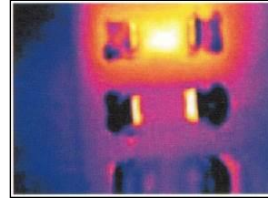
Anwendungsbeispiele:



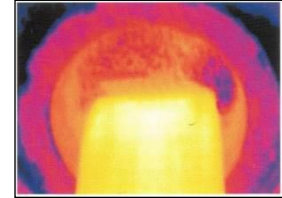
Überwachung von
Schaltschrankanlagen



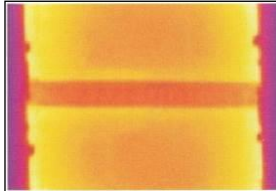
Elektronikentwicklung



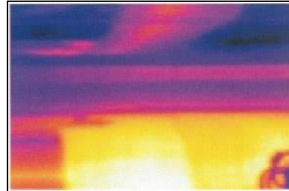
Entwicklung elektronischer
Bauelemente



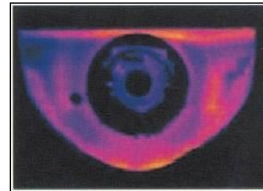
Prozesskontrolle beim
Extrudieren



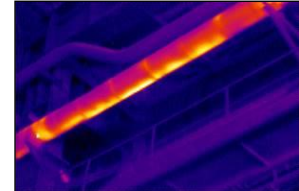
Prozesskontrolle bei der
Solarzellenfertigung



Prozesskontrolle beim
Kalandrieren



Entwicklung mechanischer
Komponenten

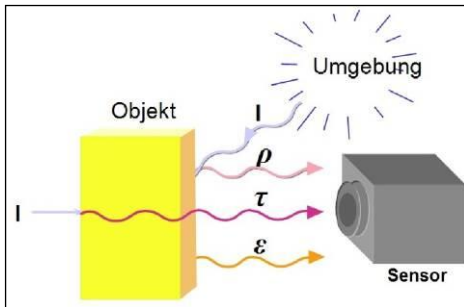


Überwachung von
Leitungen

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.



- I IR-Strahlung
- ϵ Emission
- ρ Reflexion
- τ Transmission

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

Abbildung 40: Zusammensetzung der IR-Strahlung

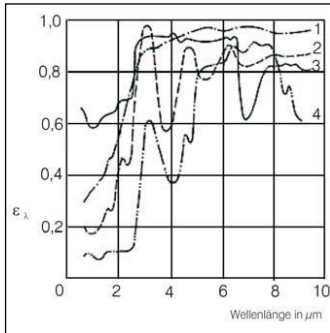


Abbildung 41: Spektraler Emissionsgrad einiger Stoffe: 1 Emaille, 2 Gips, 3 Beton, 4 Schamotte

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.

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 Kunststoffscheibenaufkleber (Emissionsgradaufkleber – **Artikel-Nr.: ACLSED**) anzubringen, der den Messfleck vollständig bedeckt.

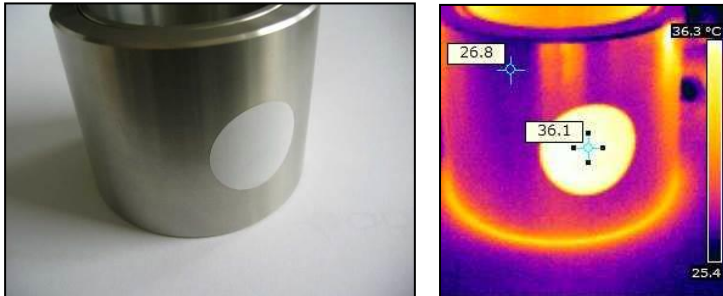


Abbildung 42: Emissionsgradaufkleber auf einem Metallzylinder

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.

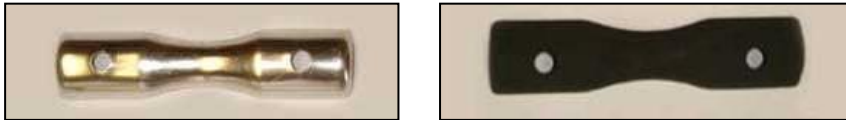


Abbildung 43: Blanke Metalloberfläche **links** und Metalloberfläche mit aufgetragener schwarzer Farbe **rechts**

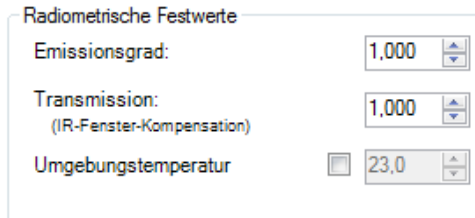
WICHTIG: Bei allen drei Methoden muss das Objekt eine von der Umgebungstemperatur unterschiedliche Temperatur aufweisen.

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. 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 44: Einstellung des Emissionsgrades in der Software PIX Connect unter dem Menüpunkt **Extras/ Konfiguration/ Gerät**

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

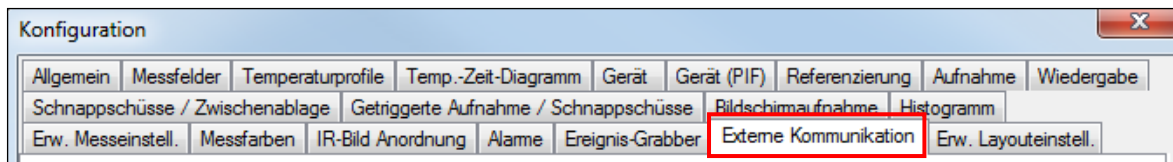
Anhang C – Kurzanleitung zur seriellen Kommunikation

Einleitung

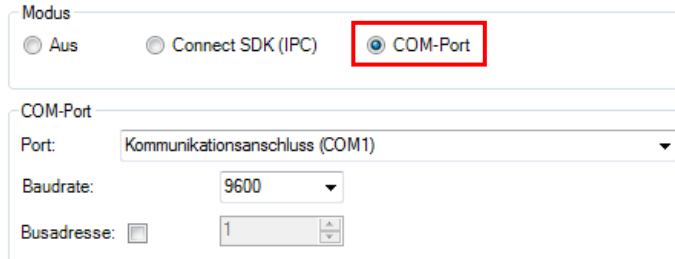
Eine Funktion der PIX Connect Software beinhaltet die Kommunikation über die serielle COM-Port-Schnittstelle. Dies kann ein physischer oder ein virtueller COM-Port (VCP) sein. Der entsprechende COM-Port muss an dem Computer vorhanden sein, auf dem die PIX Connect Software installiert wurde.

Einrichten der Schnittstelle

1. Öffnen Sie im Konfigurationsmenü die Registerkarte „**Externe 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.




Modus

☐ Aus ☐ Connect SDK (IPC) ☒ COM-Port

COM-Port

Port: Kommunikationsanschluss (COM1)

Baudrate: 9600

Busadresse:  1

3. Geben Sie die Baudrate ein, die von der Schnittstelle des anderen Gerätes genutzt wird. Die Schnittstellenparameter sind: 8 Data-Bits, keine Parität und ein Stopp-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 dem mitgelieferten Software USB-Stick und in der PIX 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 dem mitgelieferten USB Stick und in der PIX Connect Software unter **Hilfe** → **SDK**.
- 2 SDK Pakete sind verfügbar (enthalten auf dem USB Stick):
 1. **Connect SDK**: benötigt die PIX Connect Software
 2. **Direct SDK**: keine PIX Connect Software nötig, unterstützt Linux und Windows

Die Geräte-Kommunikation wird von der Software PIX 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 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 PIX Connect Software unterstützt werden.

Anhang E – PIX Connect Resource Translator



Eine detaillierte Beschreibung finden Sie auf dem mitgelieferten USB Stick.

PIX 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 PIX Connect-Software zu ermöglichen, gibt es ein Tool namens **„Resource Translator“**.

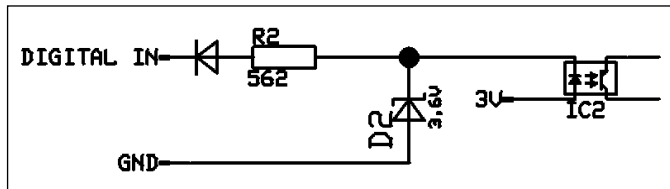
Dieses Tool hilft, jeden sichtbaren Text in der Software PIX Connect zu übersetzen.

Anhang F – Prozess-Interface-Schaltungen

Analog Ausgang:

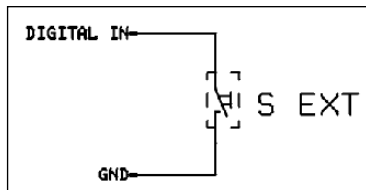
Die größte Ladungsimpedanz beträgt 500 Ohm.

Der Analog-Ausgang kann auch als digitaler Ausgang benutzt werden. Der Stromwert für “kein Alarm” und “Alarm aktiviert” kann über die Software eingestellt werden.

Digital Eingang:**Abbildung 45:** 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 46:** Taster

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

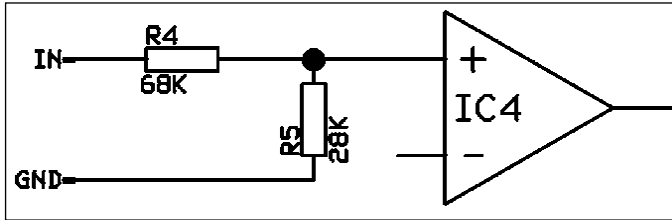


Abbildung 47: Analoger Eingang

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

Der Analogausgang muss auf „Alarm“ eingestellt sein. Der Bereich für AO1-AO3 kann in der Software eingestellt werden (kein Alarm: 0-4 mA/ Alarm: 10-20 mA).

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

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

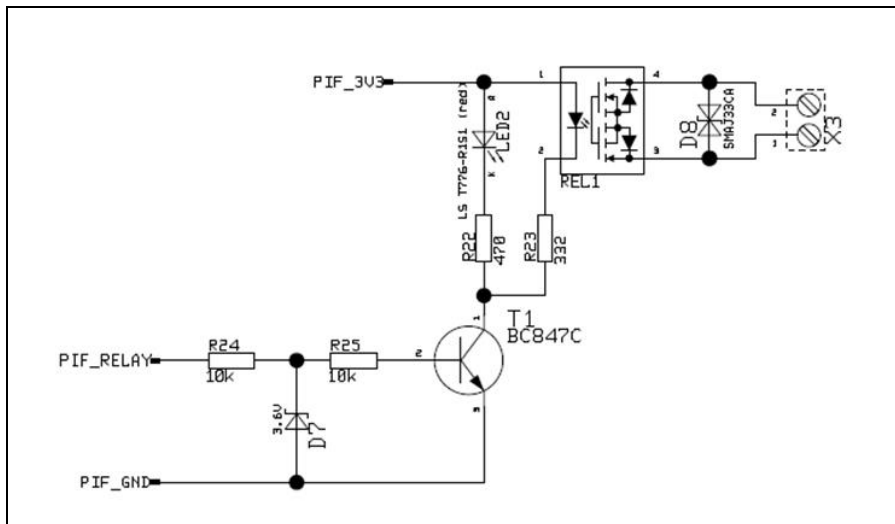


Abbildung 48: Relaisausgang am industriellen Prozess-Interface

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 Produktserie 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 61326-1:2021 (Grundlegende Prüfanforderungen / Basic requirements)
EN 61326-2-3:2021

Gerätesicherheit von Messgeräten / Safety of measurement devices:

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

Beschränkung gefährlicher Stoffe / Restriction of hazardous substances:

EN IEC 63000:2018

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

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

Berlin, 13.06.2023
Ort, Datum / place, date



Dr. Ulrich Kienitz
Geschäftsführer / General Manager

optris PI-MA-D2023-08-A