



Produktion

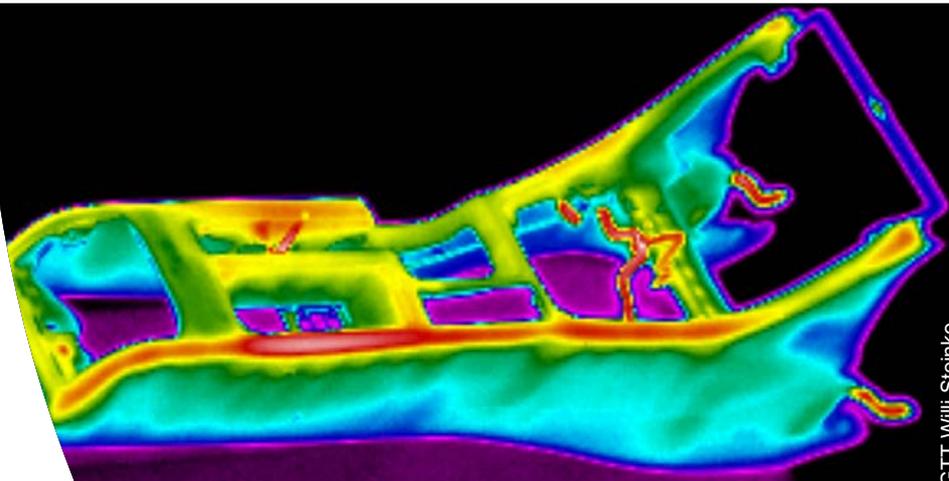
Qualitätssicherung

Forschung & Entwicklung

Test & Measurement

BERÜHRUNGSLOSE TEMPERATURMESSUNG KUNSTSTOFFINDUSTRIE

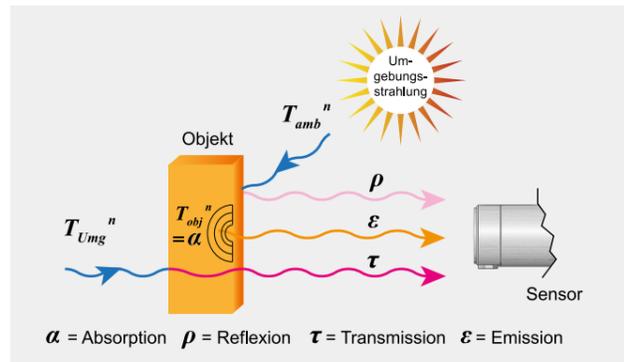
when temperature matters



Einflüsse durch die Umgebung

Aus der unten stehenden Abbildung ist ersichtlich, dass die Durchlässigkeit (Transmission) der Luft sehr stark wellenlängenabhängig ist. Bereiche mit hoher Dämpfung wechseln sich mit Bereichen hoher Durchlässigkeit, den so genannten atmosphärischen Fenstern (8 ... 14 μm) ist die Durchlässigkeit gleichmäßig hoch, dagegen treten im kurzwelligen Bereich messbare Abschwächungen durch die Atmosphäre auf, welche zu verfälschten Messergebnissen führen können. Typische Messfenster dort sind 1,1 ... 1,7 μm , 2 ... 2,5 μm und 3 ... 5 μm .

Weitere Einflussgrößen sind mögliche Wärmestrahlungsquellen in der Umgebung des Messobjektes. Um Messwertverfälschungen aufgrund erhöhter Umgebungstemperaturen zu vermeiden (z. B. bei der Temperaturmessung von Kunststofffolien in Heizzonen, deren Wände heißer sind als das Messobjekt), erfolgt bereits im Infrarotmessgerät eine einstellbare Kompensation des Umgebungstemperaturinflusses. Genaueste Messergebnisse erreicht man mittels eines zweiten Temperaturmesskopfes zur automatischen Umgebungstemperaturkompensation und einem korrekt eingestellten Emissionsgrad.



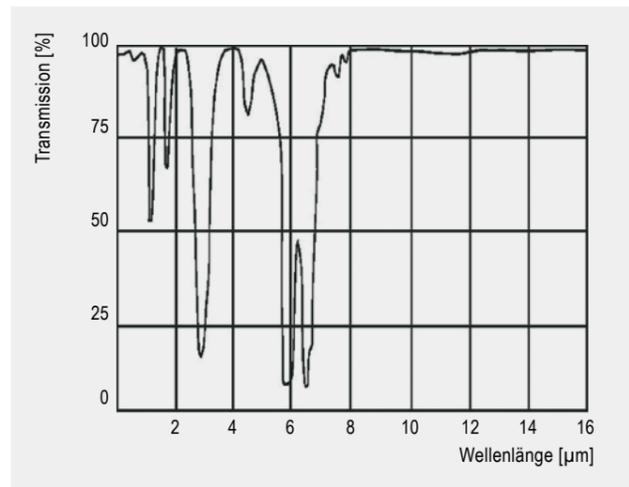
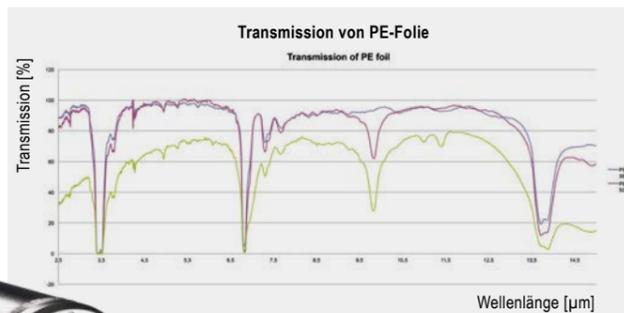
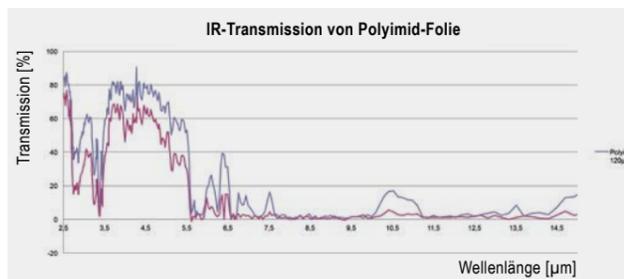
Umgebungsstrahlungskompensation

Emissionsgrad und Temperaturmessung an Kunststoff

Bei der exakten Messung von Temperaturen ist der Emissionsgrad ein wesentlicher Faktor. Er ist von verschiedenen Einflüssen abhängig und muss je nach Applikation eingestellt werden.

Der Emissionsgrad ist theoretisch vom Material, von dessen Oberflächenbeschaffenheit, von der Wellenlänge, vom Messwinkel und unter Umständen auch vom verwendeten Messaufbau abhängig.

Kunststoffe mit einer Dicke > 0,4 mm und pigmentierte Folien können sehr gut im langwelligen IR-Spektralbereich (8-14 μm) mit Emissionsgraden $\geq 0,9$ gemessen werden.

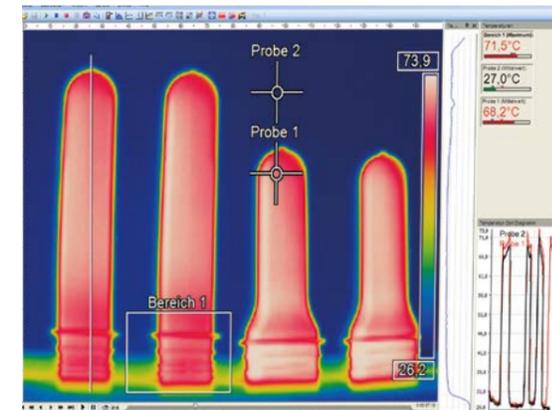


Spektraler Transmissionsgrad von Luft (1 m, 32 °C, 75 % r. F.)

Staub, Rauch und Schwebstoffe in der Atmosphäre können zur Verschmutzung der Optik und damit zu falschen Messergebnissen führen. Der Einsatz von Luftblasvorsätzen (vorschraubbare Rohrstützen mit Druckluftanschluss) verhindert, dass sich Schwebstoffe vor der Optik ablagern. Luft- und Wasserkühlzubehör machen den Einsatz von Infrarot-Thermometern auch unter rauen Umgebungsbedingungen möglich.



Das CoolingJacket Advanced ermöglicht den Einsatz in Umgebungen bis zu 315 °C



Detaillierte Kontrolle von Preforms bei der Flaschenherstellung.

Sehr dünne Kunststofffolien sind in diesem Spektralbereich allerdings transparent, so dass eine Temperaturmessung nur unter Nutzung materialspezifischer Absorptionsbanden im IR-Spektrum durch entsprechend schmalbandig empfindliche IR-Sensoren möglich ist.

Polyethylen, Polypropylen, Nylon und Polystyrol sind z. B. bei 3,43 μm IR-undurchlässig, Polyester, Polyurethan, Teflon, FEP und Polyimid dagegen bei 7,9 μm .

	C-H Band 3,43 μm P3 > 50 °C	C-F Esterband 7,95 μm P7 > 0 °C
Polyethylen (PE)	Ja	Nein
Polypropylen (PP)	Ja	Nein
Zellophan	Ja	Nein
Polystyrol (PS)	Ja	Nein
Fluorethylenpropylen (FEP)	Nein	Ja
Polyimid (PI)	Nein	Ja
Acryl	Ja	Ja
Polycarbonat (PC)	Ja	Ja
Polyester	Ja (>10 μm)	Ja
Polyvinylchlorid	Ja	Ja

$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & & & \\ -\text{C}- & \text{C}- & \text{C}- & \text{C}- & \text{C}- & \text{C}- \\ & & & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$ <p>Polyethylen</p>	$\left[\begin{array}{c} \text{F}_2 & \text{F}_2 & \text{CF}_3 \\ & & \\ -\text{C}- & \text{C}- & \text{C}- \\ & & \\ \text{F} & \text{F} & \text{F} \end{array} \right]_n$ <p>FEP</p>
--	--

Weitere Informationen in unserer Broschüre Infrarotgrundlagen: www.optris.com/de/download/infrarot-grundlagen

Line-Scan mit kompakter Infrarotkamera für dicke Kunststoffolien

Kunststoffverarbeiter produzieren ein großes Spektrum von Produkten verschiedener Abmessungen, Dicken, Texturen, Farben und Prägemustern. Dabei unterliegt die Herstellung zahlreichen thermischen Prozessen, die an unterschiedlichen kritischen Stellen kontinuierlich und exakt kontrolliert werden müssen.

Zur Sicherung der Qualität bedarf es einer hohen Temperatur-Homogenität, die u.a. beim Thermoformen und im Bereich der Kalander, durch einen Line-Scan detektiert wird.

Die Infrarotkameras der Firma Optris werden mit der lizenzfreien Software PIX Connect geliefert. Die Software erlaubt es, die Kameras als Zeilenkamera arbeiten zu lassen. Beim Einsatz einer IR-Kamera als Linescanner wird eine beliebige Zeile aus dem Detektorarray verwendet. Neben der kleinen Bauform und des geringen Preises sind zwei Punkte wesentlich: Die abzutastende Zeile kann per Software beliebig positioniert werden und der Anwender erhält quasi als Zusatzinformation ein komplettes IR-Bild – gerade während der Einrichtung des Systems sind das entscheidende Vorteile.

Die Kameras können Oberflächentemperaturen von sich bewegenden Messobjekten durch minimale Öffnungen exakt messen. In der Kunststoffindustrie ist diese Funktion von entscheidender Bedeutung, da die Homogenität der Folientemperatur direkten Einfluss auf die Qualität der Endprodukte hat. Im Produktionsprozess werden dementsprechend an vielen Stellen Temperaturen erfasst und bei Abweichungen der Solltemperaturen ggf. in den Prozess eingegriffen.

Die optris PI 640i ermöglicht in Kombination mit dem 90°-Objektiv hochauflösendes Linescanning mit bis zu 800 Pixel und einem maximalen Scanwinkel von 111° bei Nutzung der Bilddiagonalen.

Bis zu 111° Öffnungswinkel der Zeile zur detaillierten Prozessanalyse

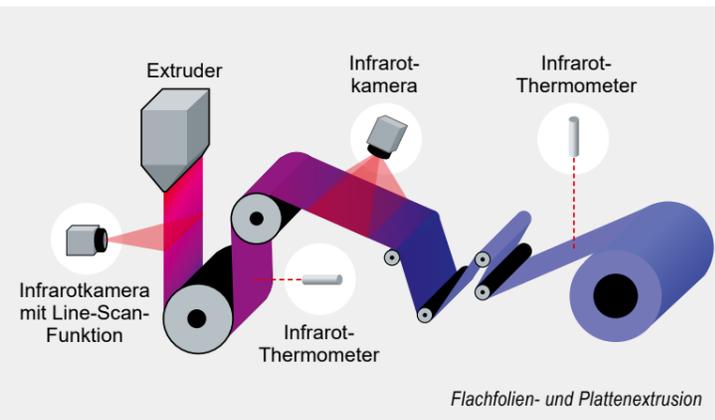
Beliebig viele Zeilen
800 Pixel

Bis zu 125 Hz-Datenaufnahme unbegrenzter Zeilen, welche wiederum ein Wärmebild beliebiger Auflösung erzeugen

Die Messung von Prozess-, Werkzeug- und Werkstücktemperaturen ist in der Kunststoffindustrie ein wesentlicher Faktor bei der Produktion und Qualitätssicherung. In vielen Bereichen ist die Temperaturkontrolle nur berührungslos möglich, wodurch Infrarotkameras und Infrarot-Thermometer zum Einsatz kommen. Optris bietet kompakte Kameras im langwelligen Bereich ab 940 Euro sowie Punktsensoren ab 95 Euro.

Flachfolien- und Plattenextrusion

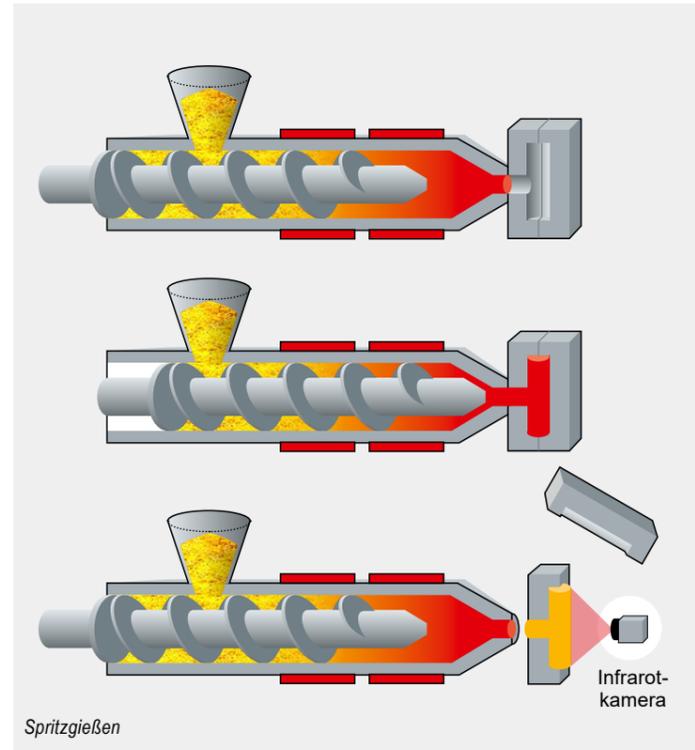
Bei der Flachfolien- und Plattenextrusion wird die Schmelze durch eine breite Schlitzdüse gedrückt und über einen Kalandr weiterverarbeitet. In diesem Prozess wird die Folie sukzessive abgekühlt. Die Infrarotsensoren messen an mehreren Stellen die Temperatur der Folie und kontrollieren somit den Prozess. Mit Infrarotkameras können auch Risse und Oberflächendefekte erkannt werden.



Rotationsschmelzverfahren

Das Rotationsschmelzverfahren ist eine Nischentechnik zur Herstellung von Kunststoffteilen und wird vor allem bei größeren Objekten benutzt. Hierbei wird pulverisiertes oder flüssiges Rohmaterial wie PE oder PP in eine negative Form gefüllt und verschlossen. Die Form wird dann in einem Ofen erhitzt auf max. 320 °C und biaxial rotiert. Das Material legt sich so Schicht für Schicht an die Form. Nach Abschluss wird die Form in einer Kammer gekühlt und das Kunststoffteil entnommen. Direkt mit der Öffnung der Form wird das Produkt thermisch geprüft, um gegebenenfalls den Produktionsprozess nachzusteuern.

Spritzgießen



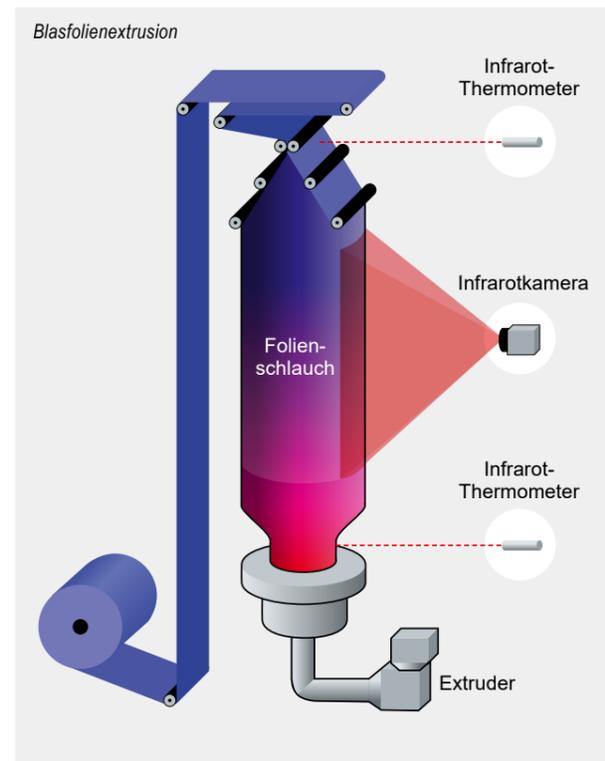
Das Spritzgießen ist das häufigste Produktionsverfahren bei der Herstellung von Formteilen aus thermoplastischen Kunststoffen. Es wird besonders bei der diskontinuierlichen Massenproduktion komplizierter Formteile genutzt, wobei sich die Größe des Werkstücks von feinsten Zahnrädern bis zu großen Containern erstreckt. Das Gewicht eines Werkstücks beginnt bei 1 mg (0,001 g) und geht bis zu 100 kg.

Über den Einfülltrichter wird das Granulat – oftmals versetzt mit Additiven – in den Zylinder befördert. Durch die mechanische Reibung bei der Bewegung der Schnecke im Inneren des Zylinders sowie durch die Wärmezufuhr der Heizbänder von außen wird das Granulat plastifiziert.

Die so entstandene flüssige Masse schiebt sich vor die Schneckenspitze und wird mit Druck durch die Düse der Spritzeinheit in das davor befindliche Werkzeug gepresst.

Die Formmasse kühlt im Werkzeug ab, das sich dann bei entsprechender Härtung öffnet. Zur Gewährleistung einer hohen Qualität des Formteils bedarf es speziell in der Abkühlphase im Werkzeug eines optimalen Temperaturmanagements. Die Formteile werden mittlerweile automatisiert direkt nach dem Auswurf mit Infrarotkameras auf eine homogene Temperaturverteilung geprüft.

Nähere Informationen finden Sie in unserer Anwendungsnotiz „Temperaturmesstechnik im Kunststoff-Spritzgießverfahren“ unter www.optris.com/de/industrien/kunststoffindustrie



Blasfolienextrusion

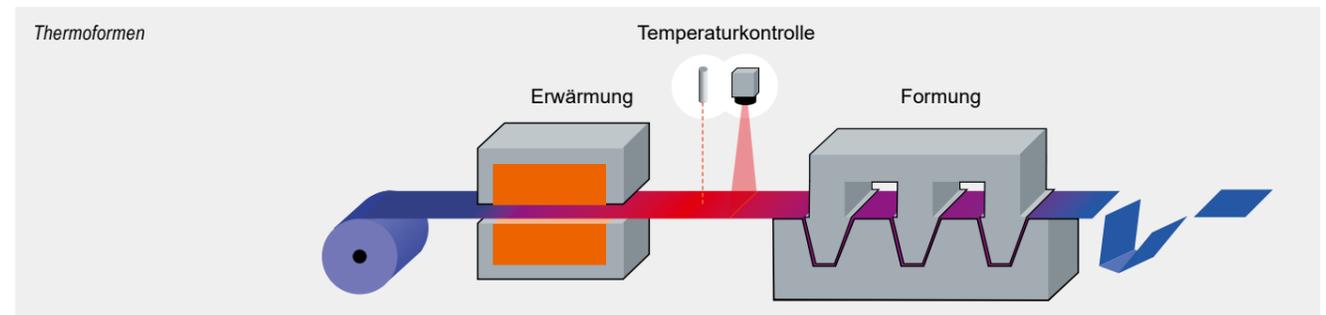
Ähnlich wie beim Spritzgießen wird die heiße Schmelze aus dem Extruder gedrückt. Jedoch in diesem Fall nicht in ein Werkzeug, sondern durch ein Werkzeug mit Ringdüse. Der so entstandene Folienschlauch wird nun vertikal gezogen und dabei aufgeblasen. Während dieses Vorgangs wird der Schlauch innen und außen durch Luft gekühlt.

Ab dem Austritt der Schmelze durch die Düse muss die Temperatur der Schlauchfolie an unterschiedlichen Punkten gemessen werden, um so die Produkteigenschaften und -qualität zu gewährleisten.

Thermoformen

Platten bzw. aufgerollte Folie aus thermoplastischem Kunststoff werden dem Formautomaten zugeführt und dann im ersten Schritt beidseitig erwärmt bis das Halbzeug vollständig aufgeschmolzen ist. Beim Erreichen einer vordefinierten Temperatur wird die Folie dann via Vakuum in eine temperierte Form hineingesaugt. Erst wenn das Produkt wieder abgekühlt und formstabil ist, wird es zur Endverarbeitung weitertransportiert.

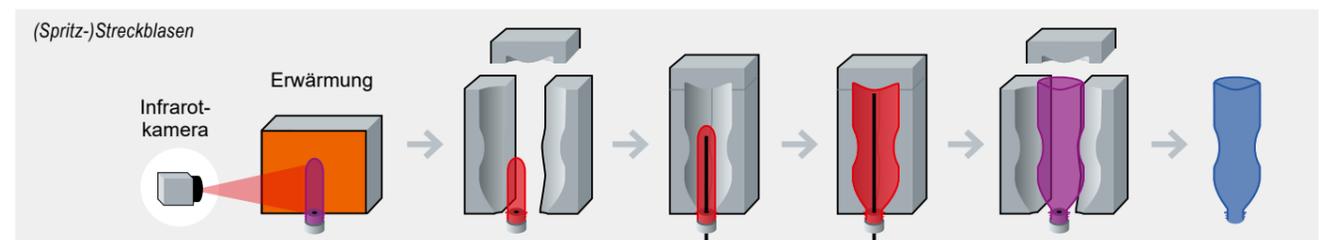
Nähere Informationen finden Sie in unserer Anwendungsnotiz „Spritzgießen im Fokus von Industrie 4.0“ unter www.optris.com/de/industrien/kunststoffindustrie



(Spritz-)Streckblasen

Zur Herstellung von PET-Flaschen wird das Streckblas- bzw. Spritzstreckblasverfahren angewandt, bei dem Preforms erhitzt und in eine zähflüssige Form gebracht werden. Die erhitzten Formen werden dann in den Blasformen durch einen Verstreckprozess ausgeformt. Vor dem Weitertransport wird

die Flasche über die Werkzeuge gekühlt. Je nach Beschaffenheit der Preform und des gewünschten Endproduktes muss die Preform auf eine Prozesstemperatur um 100 °C gebracht werden. Zur Kontrolle dieses Prozesses werden Optris PI Kameras eingesetzt.



Das Infrarot-Thermometer optris CT P3 eignet sich mit seinem extrem schmalbandigen Spektralbereich von 3,43 μm besonders für **Temperaturmessungen von sehr dünnen Kunststoffmaterialien wie PE, PP und PS.**



optris CT P3

Der Temperaturbereich reicht von 50 bis 400 °C und die Einstellzeit beträgt 100 ms. Der Messkopf besitzt eine Temperaturbeständigkeit bis 75°C ohne zusätzliche Kühlung. Die separate Elektronikbox des Folien-Thermometers ist mit leicht zugänglichen Programmier Tasten und beleuchtetem LCD-Display ausgestattet.

Das innovative Infrarot-Thermometer optris CT P7 eignet sich mit seinem speziellen Spektralbereich von 7,9 μm besonders für **Temperaturmessungen von dünnen Kunststoffmaterialien wie PET, PU, PTFE oder PA.**



optris CT P7

Sein Temperaturbereich reicht von 0 bis 710°C, wobei der Messkopf eine Temperaturbeständigkeit bis 85°C ohne zusätzliche Kühlung besitzt. Die Einstellzeit liegt bei 150 ms. Die separate Elektronikbox des Pyrometers hat leicht zugängliche Programmier Tasten und ein beleuchtetes LCD-Display.

Das Infrarot-Thermometer optris CTlaser P7 eignet sich zur Temperaturmessung von dünnen Kunststoffmaterialien, wie zum Beispiel PET, PU, PTFE oder PA. Es misst kleinste Objekte äußerst präzise.



optris CTlaser P7

Das IR-Thermometer verfügt über einen breiten Temperaturbereich von 0 bis 710°C und ist bis 85°C ohne zusätzliche Kühlung einsetzbar. Es kann selbst kleinste Objekte von 1,6 mm auf 70 mm Entfernung erfassen. Ein Doppel-Laser markiert exakt die Messstelle. Die separate Elektronikbox des Pyrometers hat leicht zugängliche Programmier Tasten und ein beleuchtetes LCD-Display. Eine Vielzahl von wählbaren Ausgängen sichert darüber hinaus die zuverlässige Messwertübertragung und einfache Einbindung in eine SPS.

Die Infrarotkameras der optris PI-Serie sind stationäre Thermografie Systeme mit einem herausragenden Preis-Leistungs-Verhältnis. In der Kunststoffindustrie kommen die LT-Kameras (8-14 μm) ab einer Formteil- bzw. Foliendicke von über 0,4 mm zum Einsatz. Die Wärmebildkameras werden über USB 2.0 an einen Rechner angeschlossen bzw. in eine SPS eingebunden und sind sofort nach dem Verbinden einsatzbereit.

optris PI series – Precision Line

Die **optris PI 400i / 450i** (382x288 px) besticht durch ihre hohe thermische Empfindlichkeit ab 40 mK.

Für hochauflösendes Linescanning mit hoher Geschwindigkeit (125 Hz) bzw. eine detailreiche Nahinspektion eignet sich die VGA-Kamera **optris PI 640i** (640x480 px) hervorragend.



optris Xi series – Compact Line

Die Xi-Serie ist eine Fusion aus robustem, kompaktem Pyrometer und moderner IR-Kamera, sie misst zuverlässig Temperaturen zwischen -20 und 900 °C.

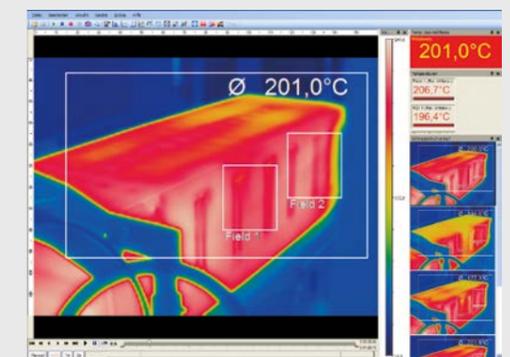
Für autonome Anwendungen mit dem automatische spot finder sowie dem direkte Analogausgang machen die **optris Xi 80** zu einem perfekten Partner für den OEM-Einsatz.

Die **optris Xi 400** mit einer auflösung von 382 x 288 Pixel, einer Bildfrequenz mit bis zu 80 Hz und einem Messfleck-Distanz-Verhältnis von bis zu 390:1 ist vielseitig einsetzbar und perfekt geeignet für eine Vielzahl von Messaufgaben.



optris PIX Connect Software (Merging Funktion)

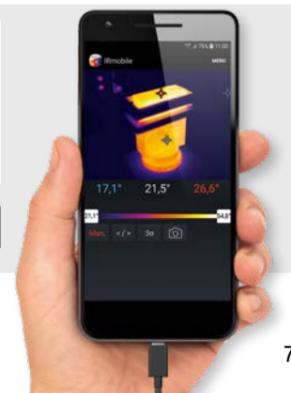
Bei beengten Platzverhältnissen in einer Maschine kann es aufgrund des geringen Messabstandes notwendig sein, zwei oder mehrere Infrarotkameras einzusetzen, um z.B. die komplette Produktbreite abzuscannen. In der Software PIX Connect können die Datenströme der einzelnen Kameras dann einfach zu einem Gesamt-IR-Bild zusammengesetzt werden, so dass der Anwender in einem einzigen Softwarefenster den ganzen Prozess oder die Temperaturverteilung über die gesamte Folienbreite sieht.



optris IRmobile App

Die intelligente Art der Thermografie - Mit IRmobile können Sie Ihre Infrarot-Live-Temperaturmessung auf einem angeschlossenen Smartphone oder Tablet überwatchen. Die IRmobile App ist für alle IR-Thermometer und IR-Kameras von Optris geeignet.

Für weitere Informationen: www.optris.com/de/produkte/infrarot-kameras/irmobile-app





more about plastics
applications

 [linkedin.com/company/optris](https://www.linkedin.com/company/optris)

 [youtube.com/@Optris](https://www.youtube.com/@Optris)

 twitter.com/optris

 [facebook.com/optris.gmbh](https://www.facebook.com/optris.gmbh)

when temperature matters

Optris GmbH
Ferdinand-Buisson-Str. 14
13127 Berlin · Germany
Tel.: +49 30 500 197-0
Fax: +49 30 500 197-10

E-Mail: info@optris.com
www.optris.com

