



Produktion

Qualitätssicherung

Forschung & Entwicklung

Test & Measurement

BERÜHRUNGSLOSE TEMPERATURMESSUNG GLASINDUSTRIE

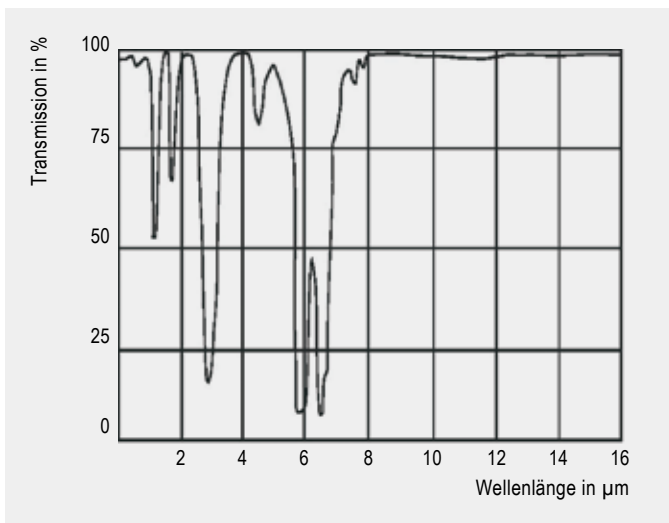
innovative infrared technology



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 ab. Im langwelligen atmosphärischen Fenster (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 Glasoberflächen 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.

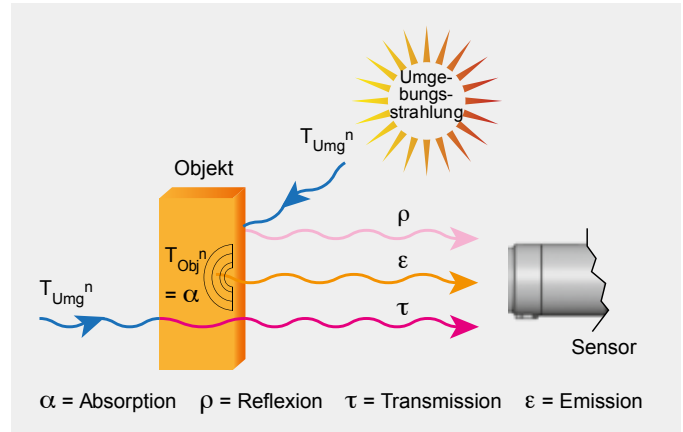


Spektraler Transmissionsgrad von Luft (1 m, 32 °C, 75 % r. F.)

Staub, Rauch und Schwebstoffe in der Atmosphäre können zur Verschmutzung der Optik und damit zu falschen Messergebnissen führen. Der Einsatz von Luftblasvorsätzen (vorschraubbare Rohrstutzen 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



Umgebungsstrahlungskompensation

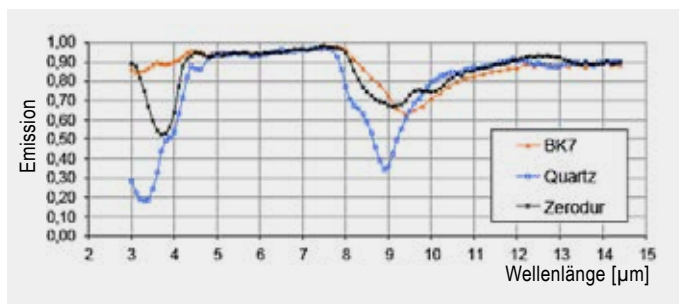
Emissionsgrad und Temperaturmessung

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.

Glas weist in der Regel im langwelligen Bereich (8–14 μm) Emissionsgrade von ca. 0,85 auf. Bei höheren Prozess-Temperaturen misst man Glas typischerweise bei 5,0 μm oder auch 7,9 μm , da in diesen Spektralbereichen der Emissionsgrad $\geq 0,95$ ist.

Der wesentliche Vorteil von 7,9 μm ist die geringere Winkelabhängigkeit der Reflexion von Glasoberflächen in diesem Wellenlängenbereich. Das bedeutet, dass auch bei schrägem Blickwinkel reflexionsunabhängig die Oberflächentemperatur erfasst werden kann.



Spektrale Emission von Glas

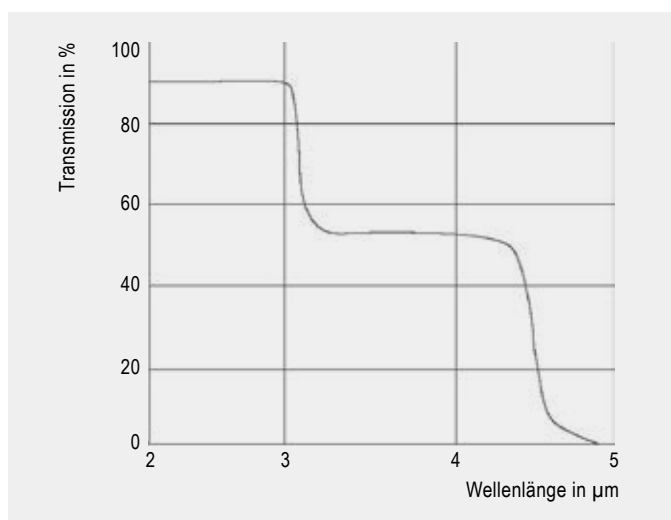
Temperaturmessung an Glas



Hot-Spot-Messung bei der Herstellung von Glasflaschen

Werden Temperaturmessungen an Glas mit Infrarot-Thermometern oder der Spezialkamera optris® PI G7 durchgeführt, sind sowohl die Reflexion als auch die Transmission zu berücksichtigen.

Die sorgfältige Auswahl der Wellenlänge ermöglicht Messungen an der Oberfläche des Glases sowie in der Tiefe. 1,0 µm, 2,3 µm oder 3,9 µm Wellenlänge sind für Messungen unterhalb der Oberfläche geeignet, 5 µm und 7,9 µm sind für Messungen der Oberflächentemperaturen empfehlenswert. Bei niedrigen Temperaturen sollten 8 bis 14 µm genutzt und zur Kompensation der Reflexion der Emissionsgrad auf 0,85 eingestellt werden. Sinnvoll ist der Einsatz eines Messgerätes mit kurzer Ansprechzeit, da Glas als schlechter Wärmeleiter die Oberflächentemperatur schnell ändern kann.



Spektrale Durchlässigkeit von Glas

Weitere Informationen in unserer Broschüre Infrarotgrundlagen:
<http://www.optris.de/downloads>

Line-Scan mit kompakter Infrarotkamera

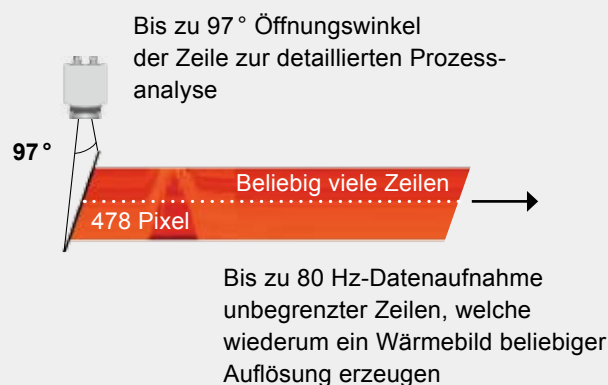
Die Infrarotkameras der Firma Optris werden mit der lizenzfreien Software PI Connect geliefert. Die Software erlaubt es, die Kameras als Zeilenkamera arbeiten zu lassen.

Traditionell werden für verschiedene Messverfahren in der Glasindustrie Linescanner eingesetzt. In diesen Geräten wird ein Punktdetektor mit einem rotierenden Spiegel kombiniert und somit eine zeilenförmige Abtastung des Objekts erzeugt. Diese Geräte sind sehr voluminös und kostenintensiv.

Beim Einsatz einer IR-Kamera als Linescanner wird eine beliebige Zeile aus dem Detektorarray verwendet. Neben der kleineren Bauform und des geringeren 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 Glasindustrie ist diese Funktion von entscheidender Bedeutung, da die Glastemperatur direkten Einfluss auf die Qualität hat. Im Produktionsprozess werden dementsprechend an vielen Stellen Temperaturen erfasst und bei Abweichungen der Solltemperaturen ggf. in den Prozess eingegriffen.

Die optris® PI 450 G7, eine spezielle IR-Kamera für Glasanwendungen, kann z. B. mit einer 80°-Optik bei Nutzung der Diagonalen als Scanlinie in einer Höhe von 2,1 m die komplette Glasbreite im Floatprozess (bis zu 4 m) scannen.

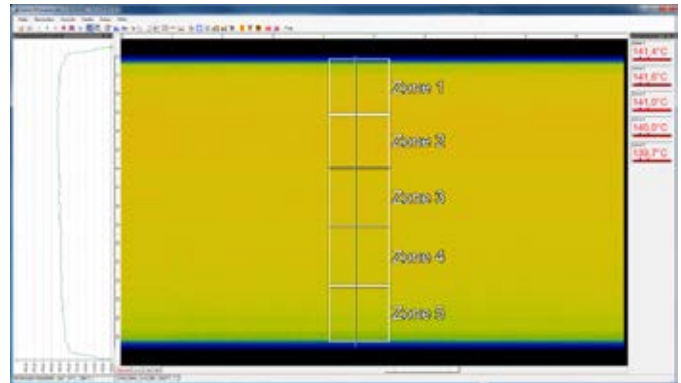


Anwendungsmöglichkeiten Temperaturmesstechnik

HERSTELLUNG VON GLAS

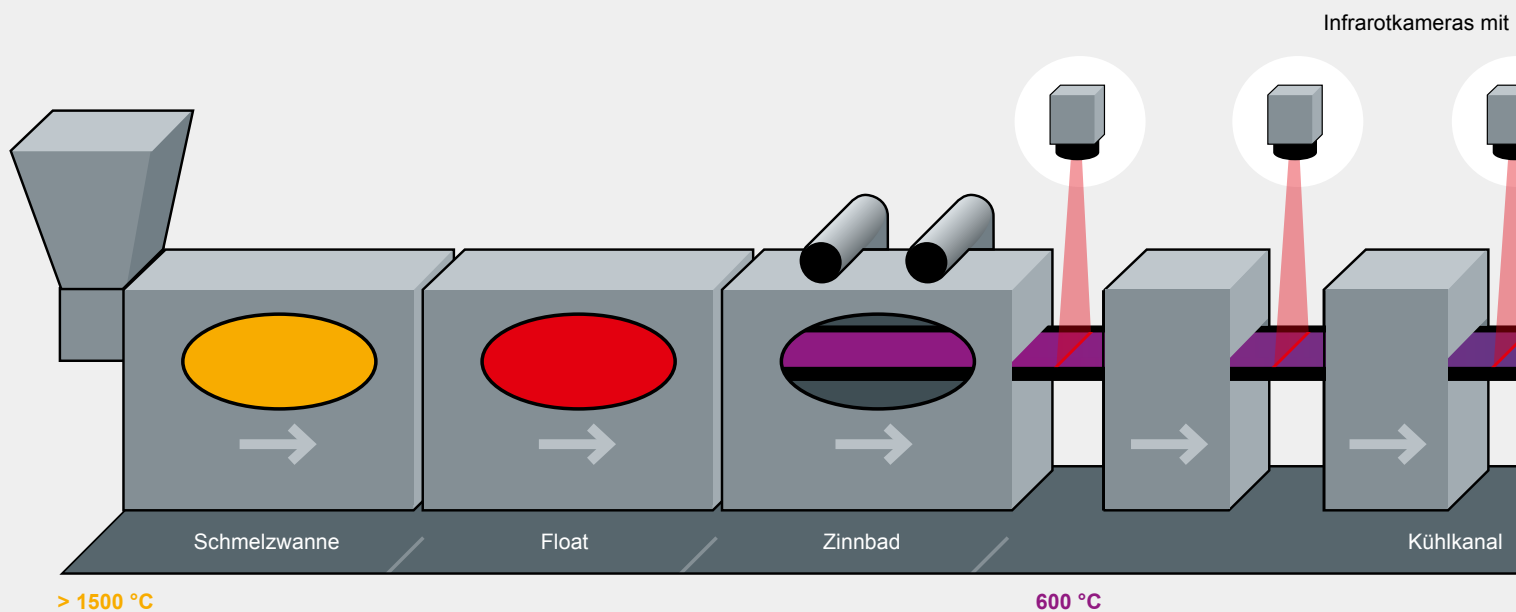
Produktionsoptimierung im Floatglasverfahren

Das Flachglas-Band hat nach dem Zinnbad etwa eine Temperatur von 600 °C, am Übergang zur Kühlzone kommt die erste Infrarotkamera im LineScan-Mode zur Temperaturprüfung zum Einsatz. Das Glas wird in der Kühlzone durch verschiedene Kühlbereiche transportiert. Zwischen den Kühlbereichen werden ebenfalls Infrarotkameras zur Temperaturkontrolle installiert, um so die optimale Qualität zu gewährleisten.



Software-Einstellungen für den LineScan-Prozess

Messbereiche bei der Flachglasherstellung



Permanente Überwachung bei der Glasherstellung

Behälterglas, z. B. Flaschen sämtlicher Größen und Formen, muss im Produktionsverfahren mehrfach auf seine prozessrelevante Temperatur geprüft werden. Beim Austritt der Glasschmelze über den Feeder wird der Glasstrang abgeschnitten. Die dadurch entstehenden **Glasschmelze-Tropfen** müssen zur Gewährleistung der Qualität eine Temperatur von etwa 1000 °C haben. Bislang konnte die Temperaturmessung aufgrund der hohen Geschwindigkeit nur mit punktmessenden Infrarot-Thermometern umgesetzt werden. Die neu entwickelte Infrarotkamera optris® PI 1M ermöglicht diese Messung nun auch über eine Flächenmessung mit einer Bildrate von bis zu 1000 Hz.

Beim **Formgebungsprozess**, der bei Temperaturen von über 500 °C stattfindet, werden ebenfalls Infrarotsensoren zur Kontrolle eingesetzt. Da der Prozess nur wenige

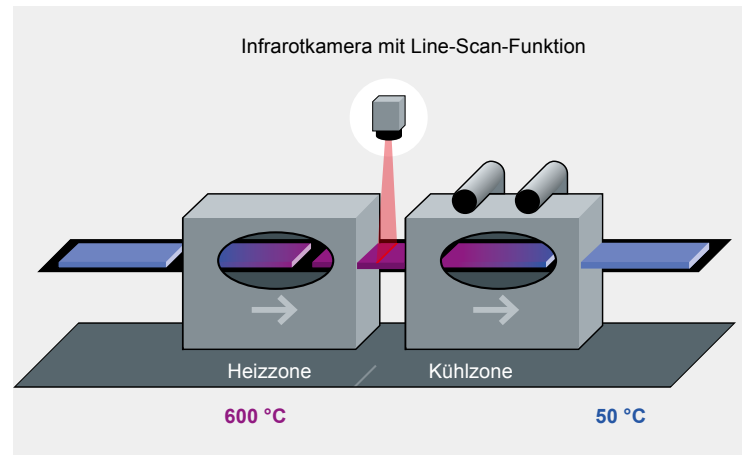
Sekunden dauert, ist auch hier die Reaktionszeit der Sensoren von entscheidender Bedeutung. Sowohl bei der Formung des Kübels als auch beim Fertigformen kann die Wärmebehandlung des Glases über die direkte Messung der Glasoberfläche oder die indirekte Messung der Oberfläche des Formgebungswerkzeuges beeinflusst werden.

Zum Abschluss des Fertigungsprozesses findet eine erneute **Temperierung zum Spannungsabbau** in den Gefäßen statt. Das Glas wird erneut erwärmt und anschließend über einen Zeitraum von bis zu 30 Minuten in einem Kühlkanal langsam abgekühlt. Mit dem Austritt der Gefäße aus der Heizzone wird der Abkühlprozess durch Temperaturmessungen begleitet und gesteuert.

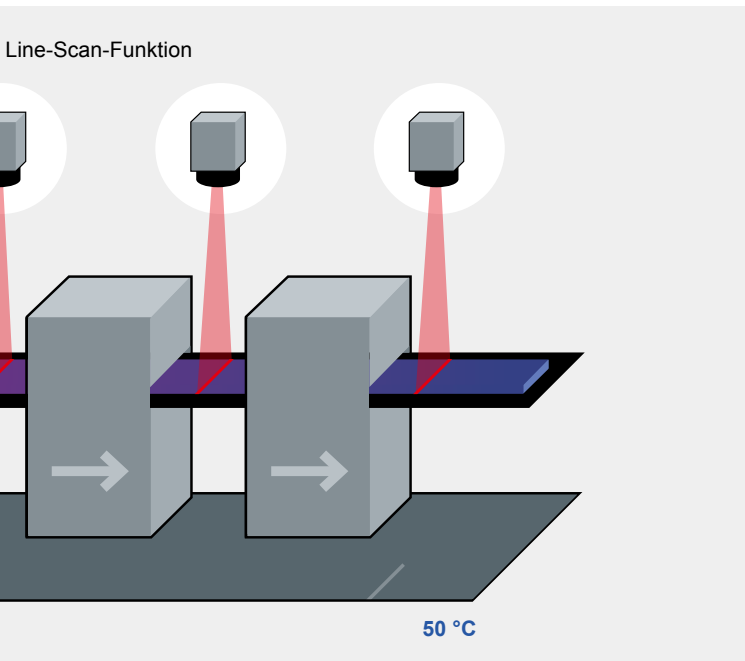


ESG-Produktion mit richtiger Temperaturmesstechnik

Zur Herstellung von Einscheibensicherheitsglas (ESG) wird das geschnittene und bearbeitete Flachglas in einem Heizofen unter ständiger Bewegung wieder auf über 600 °C erhitzt. Beim Transport des erhitzten Glases in die Vorspannzone kontrolliert eine Infrarotkamera im LineScan-Mode die Temperaturverteilung auf der Glasoberfläche. Inhomogenitäten können so beim Vorspannprozess, bei dem das Glas schockgekühlt wird, wieder ausgeglichen werden. Die Qualität des ESG hängt maßgeblich von einer homogenen Wärmebehandlung ab, die über den Einsatz von Temperaturmesstechnik gewährleistet wird.

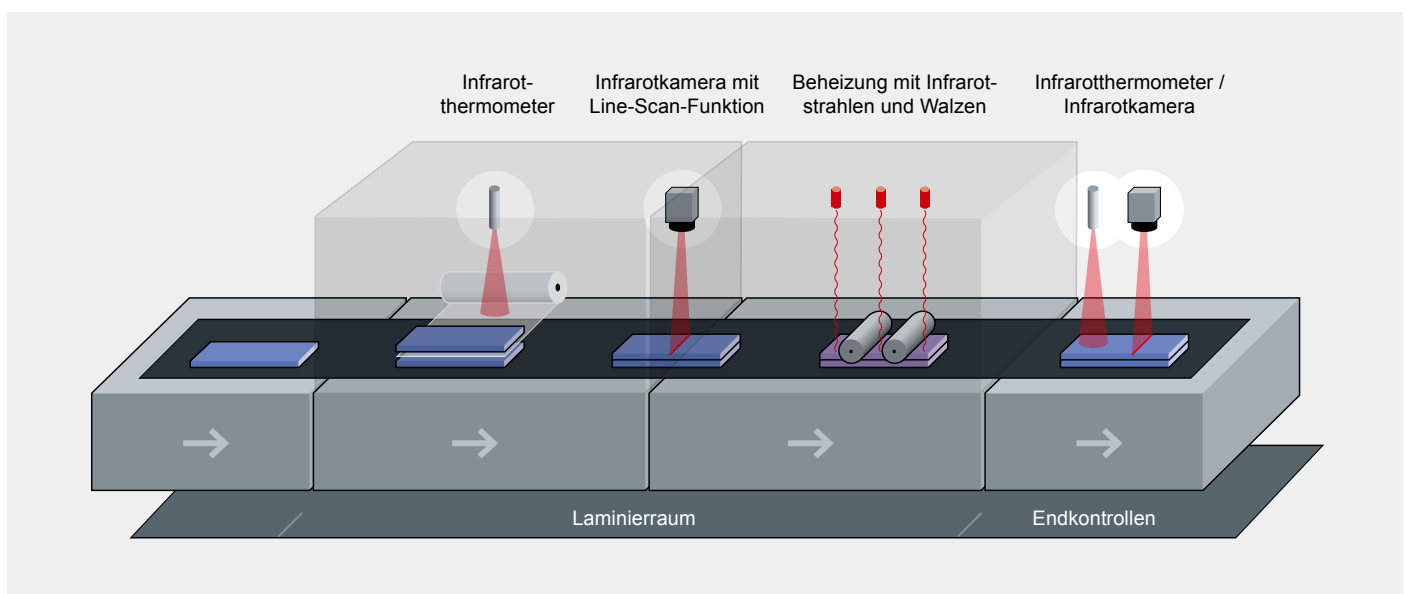


Messbereiche bei der Herstellung von ESG-Glas



Qualität von Verbundsicherheitsglas sichern

Verbundsicherheitsglas (VSG) besteht aus mindestens zwei Flachglasscheiben, die in einem Reinraum mit einer dazwischen gelegten PVB-Folie laminiert werden. Die Temperatur der Folie kann mit Infrarot-Thermometern geprüft werden. Im Vorverbundofen werden die Glasscheiben aufgeheizt, um die Folie zu schmelzen, und gleichzeitig wird das „Sandwich“ zusammengepresst, um Lufteinschlüsse zu verhindern. Beim Übergang in den Autoklaven wird die Temperaturverteilung mit einer Infrarotkamera geprüft, um die Heizelemente im Vorverbundofen ggf. für nachfolgende Scheiben anzupassen.



Messbereiche bei der Herstellung von VSG-Glas

Der Edelstahl-Messkopf des IR-Thermometers ist **extrem klein** und bis 85 °C Umgebungstemperatur ohne Kühlung einsetzbar. Eine **Reiheninstallation** mehrerer Pyrometer ist **kostengünstig** und auch in beengten Platzverhältnissen möglich. Der Messbereich liegt zwischen 100 °C und 1.650 °C.

optris® CT G5

Das optris® CT G5 ist ein speziell für die Glasindustrie konzipiertes Pyrometer. Durch seinen Spektralbereich von 5,0 µm misst es auf Glasoberflächen ohne von externen Einflüssen beeinträchtigt zu sein.



Das IR-Thermometer optris® CTlaser G5 ermöglicht Temperaturmessungen **an kleinsten Objekten ab 1 mm** in 70 mm Entfernung. Durch seine **sehr kurzen** Einstellungszeiten ab 10 ms wird es gerne bei schnellen Prozessen eingesetzt.

optris® CTlaser G5

Das zweiteilige Infrarot-Thermometer ist mit einem Spektralbereich von 5,0 µm auf die **präzise Messung von Glasoberflächen** spezialisiert. Die Geräte werden zum Beispiel zur Temperaturüberwachung in den Herstellungsprozessen von **Auto- oder Flachglas** eingesetzt.

Auch während der Fertigung von **Laborglasgeschirr** oder bei der Produktion von **Glasflaschen** leistet das Pyrometer hervorragende Arbeit und wird zur **Qualitätssicherung und Prozesssteuerung** eingesetzt.



Das Infrarot-Thermometer optris® CSLaser G5HF wurde speziell für die Messung von Glasktemperaturen entwickelt. Sein standardisiertes Zwei-Draht-Interface sorgt für eine **zuverlässige Messwertübertragung** und erlaubt die einfache Einbindung in eine SPS. Das Pyrometer verfügt darüber hinaus

über ein Doppel-Laservisier für eine genaue Markierung des Messflecks. Durch eine Vielzahl an Optiken ist eine Anpassung an verschiedenste Applikationen möglich.

optris® CSLaser G5HF

Das optris® CSLaser G5 wird zur Temperaturüberwachung bei der Fertigung von **Flach- und Autoglas** eingesetzt. Auch bei der Temperaturkontrolle während der Herstellung von **ESG und VSG** spielt das IR-Thermometer eine ebenso wichtige Rolle.



Die Wärmebildkameras optris® PI 450 G7 und PI 640 G7 sind industriespezifische Modelle der PI-Serie. Sie sind **spezielle Entwicklungen für die Glasindustrie** mit einem Spektralbereich von 7,9 µm.

Der Messbereich von 200 °C bis 1500 °C ermöglicht den Einsatz in diversen Anwendungen zur **Herstellung, Veredelung und Weiterverarbeitung** von Glas.

optris® PI 450 G7 / PI 640 G7

Die Wärmebildkameras kommen immer dann zum Einsatz, wenn **Temperaturwerte innerhalb einer Fläche** beobachtet werden müssen. Aufgrund des geringen Einstiegspreises kann eine Infrarotkamera auch schon im Vergleich zu einer Pyrometer-Linie Kostenvorteile haben.

**Zeilen-
kamera**



Das Pyrometer optris® CTfast LT hat eine extrem kurze Einstellzeit von 6 ms. Durch den ungechoppedten Sensor wird eine **kontinuierliche Beobachtung von schnellen Prozessen** im Bereich von -50 °C bis 975 °C ermöglicht.

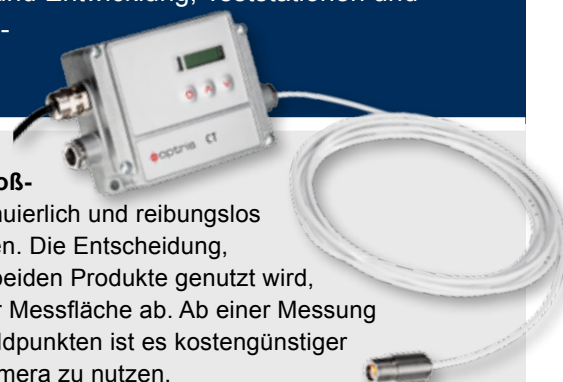
Die Infrarotkamera optris® PI 160 ermöglicht exakte

Messungen ab einer Objektgröße von 1,5 mm und eignet sich mit einer Messgeschwindigkeit von 120 Hz hervorragend für schnelle Anwendungen in Forschung und Entwicklung, Teststationen und der Prozessautomation.

Für schnelle Prozesse optris® PI 160 und optris® CTfast LT

Die beiden Produkte werden bevorzugt in **Verpackungs- und Abfüllanlagen** eingesetzt. Bei der Massenproduktion ist es von größter Bedeutung, dass Prozesse bei

hoher Ausstoßmenge kontinuierlich und reibungslos geprüft werden. Die Entscheidung, welches der beiden Produkte genutzt wird, hängt von der Messfläche ab. Ab einer Messung von über 7 Bildpunkten ist es kostengünstiger die Infrarotkamera zu nutzen.



Das Pyrometer optris® CThot LT wurde speziell für die härtesten Bedingungen im Hochtemperaturbereich entwickelt und kann problemlos bei **bis zu 250 °C Umgebungstemperatur ohne zusätzliche Kühlung** betrieben werden. Damit eignet sich das IR-Thermometer besonders für Anwendungen bei

der Wärmebehandlung in der Glasindustrie. Auf Wunsch gibt es die IR-Sensoren auch in einer Ausführung für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen.

optris® CThot LT

Der optris® CThot LT findet in Erhitzungsprozessen bei der Produktion und Veredelung von Glas Anwendung. Durch seine **extrem hohe Temperaturresistenz** kann es auch in Öfen und abgeschlossenen Kammern eingesetzt werden.



KOSTENFREIE INFRAROT-WORKSHOPS



Die Optris Infrarot Tour bietet regelmäßige Workshops zur berührungslosen Infrarot-Temperaturmesstechnik an.

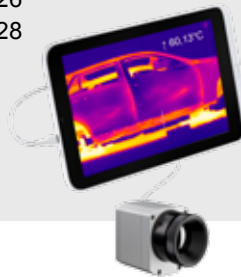
An einzelnen Standorten finden die Weiterbildungskurse mit Kooperationspartnern statt. Termine in Ihrer Nähe finden Sie unter www.optris.de/messtechnik-workshops

Das Angebot ist kostenfrei

und richtet sich an all diejenigen, die die Grundsätze der berührungslosen Temperaturmessung besser kennen und verstehen lernen möchten.

Kontakt

Optris GmbH
Ferdinand-Buisson-Str. 14
13127 Berlin
Tel.: +49 (0)30 500 197-26
Fax +49 (0)30 500 197-28
events@optris.de



Inhalte der Workshops

- Physikalische Gesetze
- Infrarotmesssysteme und Messobjekte
- Emissionsgrad und Messumgebung
- Aufbau von Infrarot-Thermometern sowie neue Detektor- und Optikkonzepte
- Entstehung und Vermeidung von Temperaturmessfehlern
- Applikationen von Pyrometern und Infrarotkameras
- Produktschulung mit praktischen Messübungen, Umgang mit den Geräten
- Programmierung von Infrarotsensoren
- Software, Auswertungsmöglichkeiten und Verarbeitung der Messergebnisse



Online-Newsletter

Regelmäßige Informationen zu neuen Produkten, Anwendungen und Workshops erhalten Sie über unseren Messtechnik-Newsletter auf www.optris.de/newsletter

innovative infrared technology

Optris GmbH
Ferdinand-Buisson-Str. 14
13127 Berlin · Germany
Tel.: +49 (0)30 500 197-0
Fax: +49 (0)30 500 197-10
E-Mail: info@optris.de
www.optris.de

