

Sensoren: IndiTherm® und IndiCam 100®, patentiert

IndiTherm®

Messverfahren

IndiTherm® beruht auf einer berührungslosen ganzflächigen Temperaturmessung von flachbah-nigen Materialien in Echtzeit. Dabei wird der örtliche und zeitliche Temperaturverlauf zweidi-mensional durch Wärmebild-Kameras erfasst und dargestellt.

Diese Daten können zur Prozessanalyse und -kontrolle bei der Extrusion von Flachfolie, beim Kalandrieren von Folien oder Platten, in Heiz- oder Kühlstrecken, oder bei der Wärmebehandlung in Trockenstrecken herangezogen werden. Voraussetzung für den Einsatz ist die freie Sicht auf den relevanten Bereich des Messgutes aus der Perspektive der Kameras.

IndiTherm® und IndiCam 100®: Kamera mit Gehäuse

Messbereiche und Anwendung

- Temperaturbereich: typisch 0–300°C (andere möglich)
- Temporaufauflösung: 0,08K
- Messgenauigkeit: bis zu 1,5K
- Echtzeit-Messung zweidimensionaler Temperaturprofile
- ortsgenaue Bestimmung der Abkühlungsgeschwindigkeit an der Frostlinie
- quantitative und ortsgenaue Messung lokaler Temperaturfehler der Kühlwalze



Prinzipieller Aufbau

Eine oder mehrere Wärmebild-Kameras erfassen 50 mal pro Sekunde die Messgut-Temperatur ganzflächig. Durch eine optische Kalibrierung werden Verzerrungen der Temperaturbilder aufgrund des Kameraobjektives und der geometrischen Abbildung eliminiert. So wird eine millimetergenaue Zuordnung der Temperatur zur Position auf dem Messgut bzw. der Kühlwalze erreicht. Neben dem örtlichen Temperaturprofil wird auch die Produktionsgeschwindigkeit gemessen und daraus der zeitliche Temperaturverlauf des Messgutes berechnet.

Durch den Einsatz mehrerer Kameras können größere Bahnbreiten erfasst und die Ortsauflösung der Messung erhöht werden.

Sensoren: IndiTherm® und IndiCam 100®, patentiert

IndiCam 100®

Messverfahren

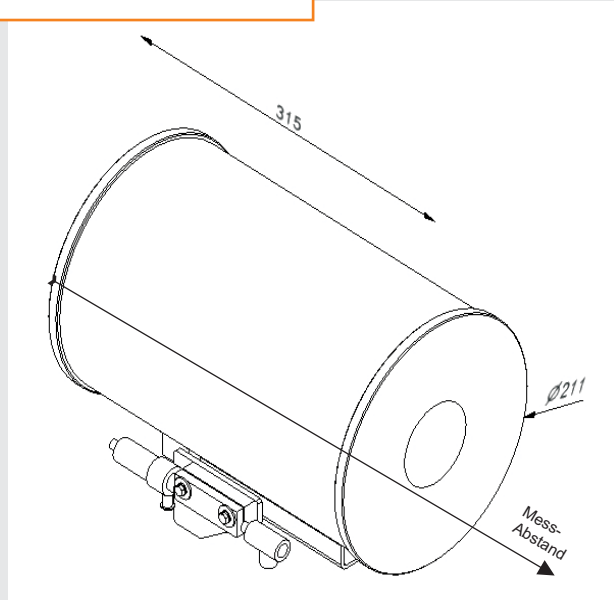
IndiCam 100® ermöglicht eine Flächengewichts- bzw. Dickenmessung auf Basis einer Temperaturmessung mit Wärmebildkameras.

Das Messprinzip beruht auf der Auswertung des millimetergenau erfassten Temperaturverlaufes von Materialien an Kühl- oder Heizwalzen. IndiCam 100® basiert auf der IndiTherm® und bietet alle Möglichkeiten und Vorzüge dieses Messsystems zur optisch kalibrierten ortsgenauen Temperaturmessung sowie zur Prozessanalyse und -kontrolle. Einsatzgebiete ergeben sich damit z.B. bei der Extrusion von Flachfolien.

IndiTherm® und IndiCam 100®: Maßbild Kamera-Gehäuse

Messbereiche und Anwendung

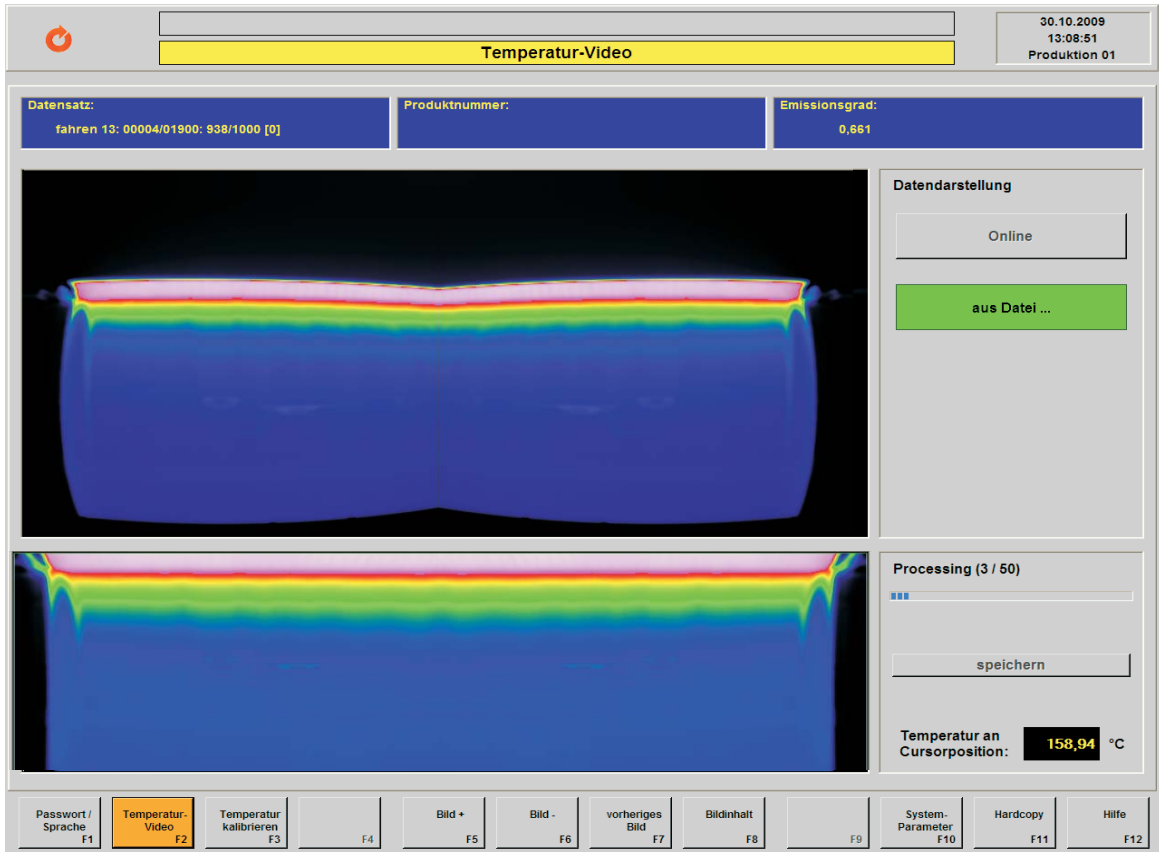
- Extrem schnelle Flächengewichts- und Dickenmessung mit 100%iger Kontrolle flachbahniger Produkte
- hohe Genauigkeit durch Reduzierung des Rauschens
- Optimierung der Regelung durch präzise Flächengewichtsmessung bei drastisch reduzierter Totzeit
- Prozessanalyse und -kontrolle (siehe IndiTherm)



Prinzipieller Aufbau

Eine oder mehrere Wärmebild-Kameras erfassen die Messgut-Temperatur ganzflächig in Echtzeit. Durch die optische Kalibrierung wird die örtliche Temperaturverteilung millimetergenau erfasst. Zusätzlich wird der zeitliche Temperaturverlauf des Messgutes mittels Geschwindigkeitsmessung bestimmt. Aus diesen Werten wird unter Einbeziehung eines Standard-Flächengewichtsmesssystems, welches als Referenz dient, eine sehr schnelle Flächengewichtsmessung realisiert.

An jeder Stelle über der Bahnbreite stehen 50 mal pro Sekunde typischerweise 64 bis 256 Messwerte zur Berechnung des Flächengewichtes zur Verfügung. Deshalb ist das Rauschen des Messergebnisses gegenüber radiometrischen traversierenden Messverfahren in der Regel vernachlässigbar klein. Die Messung erfasst 100% der Fläche des Produktes und liefert eindimensionale Flächengewichtprofile in schneller Folge. Die Flächengewichtprofile ermöglichen eine optimierte Regelung durch die hohe Messgenauigkeit und das niedrige Rauschen sowie die hohe Geschwindigkeit und die niedrige Totzeit.



IndiTherm® und IndiCam 100®: Echtzeit-Temperaturprofil (oben) und optisch kalibriertes Temperaturprofil (unten)

Materialbreite [mm]	Kamera-Anzahl: 1			Kamera-Anzahl: 2			Kamera-Anzahl: 3		
	Abstand (Maßbild) [mm]	Blendenbreite [mm]	Auflösung [dpi]	Abstand (Maßbild) [mm]	Blendenbreite [mm]	Auflösung [dpi]	Abstand (Maßbild) [mm]	Blendenbreite [mm]	Auflösung [dpi]
500	772	1100	19,5	542	850	39,0	465	767	58,5
1000	1233	2100	9,8	772	1600	19,5	619	1433	29,3
1500	1693	3100	6,5	1003	2350	13,0	772	2100	19,5
2000	2154	4100	4,9	1233	3100	9,8	926	2767	14,6
3000	3075	6100	3,3	1693	4600	6,5	1233	4100	9,8
4000	-	-	-	2154	6100	4,9	1540	5433	7,3
6000	-	-	-	3075	9100	3,3	2154	8100	4,9
8000	-	-	-	-	-	-	2768	10767	3,7
12000	-	-	-	-	-	-	3996	16100	2,4

Abmessung und Auflösung für IndiTherm® und IndiCam 100® (57° Bildwinkel, incl. Kameragehäuse)

Technische Daten IndiTherm® und IndiCam 100®

Kameradaten	
Pixelzahl	384 x 288 (Spalten x Zeilen)
Bildfrequenz	50 / 60 fps (Vollbilder pro Sekunde)
spektraler Bereich	7,5 ... 14 μm
alternativer spektraler Bereich	auf Anfrage
Temperaturmessbereich	typisch: 0°C - 300°C / max: -40°C - 2000°C
Messgenauigkeit	$\pm 1,5\text{K}$ (im Bereich 0°C - 100°C), $\pm 2\%$ (bei >100°C)
Temperaturauflösung	0,08 K (Rauschäquivalente Temperaturdifferenz)
Objektivdaten	
Bildwinkel, horizontal	57°, $\pm 4^\circ$
Bildwinkel, vertikal	44°
Fokussierbereich	0,2 m ... unendlich
Winkelauflösung	2,8 mrad
Alternative Optik	auf Anfrage
Systemdaten IndiTherm® **	
Messgutbreite pro Kamera	max. 3,1m
optische Kalibrierung	bei der Inbetriebnahme
Emissionsgrad des Messgutes	automatische Bestimmung
Kameraanzahl	variabel
Zusatzfunktionen	nach Kundenspezifikation
zusätzliche Systemdaten IndiCam 100®	
Randerkennung	automatisch
Flächengewichtskalibrierung	mit Referenzsystem
Messbereich	z.B. 30 g/m ² - 3000 g/m ² , materialabhängig * ²
Messgenauigkeit	gegeben durch Referenzsystem
Rauschen	kleiner als bei Referenzsystem
Zusatzfunktionen	nach Kundenspezifikation

*¹ IndiCam 100 enthält die volle Funktionalität der IndiTherm.

*² Bei jedem Material existiert eine Mindeststärke, die zur Messung erforderlich ist. Die Mindeststärke wird durch betacontrol anhand einer Materialspezifikation oder mit Materialproben ermittelt.