



## High-Speed-Messtechnik für die Glasfertigung

Konfokal-chromatische Sensoren liefern „glasklare“ Messwerte.

Alexander Streicher

Konfokal-chromatische Sensoren übernehmen einen wichtigen Part in der modernen Glasherstellung. Sie liefern submikrometeregenaue Echtzeitwerte zu Dicke, Wandstärke, Spalt, Rundheit und Planarität. Die Überwachung dieser Werte durch Sensoren maximiert zudem die Qualität der Endprodukte.

In Forschung und Wissenschaft kommt Glas genauso zum Einsatz wie in der Ernährungs- und Getränkeindustrie oder der Medizintechnik. Auch die Elektronik-, Möbel- und Bauindustrie setzen auf diesen Werkstoff. Im Laufe der Zeit hat sich dessen Herstellung gewandelt. Aus Handarbeit und Einzelteilfertigung

wurde eine hoch spezialisierte, automatisierte Serienfertigung. Es gilt, enge Toleranzen exakt einzuhalten, um ein hochwertiges und einwandfreies Endprodukt für die nachfolgenden Produktionsschritte sowie den Endkunden zu generieren.

### Konfokal-chromatische Sensoren

Äußerst schnelle Prozesse, Präzision und die teils sehr dünnen und transparenten Materialien stellen hohe Anforderungen an Sensoren in der Glasindustrie. Die ConfocalDT-Reihe von Micro-Epsilon ist speziell für diese Anwendungen konzipiert (Abb. 1). Die Sensoren basieren auf dem konfokal-chromatischen Mess-

prinzip (**Infokasten**), das berührungslos arbeitet und nicht auf das empfindliche Glas einwirkt. Diese Systeme erreichen höchste Genauigkeit im Mikrometerbereich bei gleichzeitig hohen Messraten. Der IFC2471 HS ist das schnellste konfokale Messsystem weltweit mit Messraten von bis zu 70 kHz. Zudem finden die Messungen abstandsunabhängig statt, wodurch beispielsweise auch bei pendelnden Flaschen in Sternrad-Inspektionsmaschinen präzise Werte generiert werden. Die hier auftretenden Abstandsänderungen zwischen Sensor und Flasche würden in der Regel zu Messfehlern führen, da sich der Brechungsindex des transparenten Materials mit der Wellenlänge



**Abb. 1** Das konfokal-chromatische Messsystem, bestehend aus dem Sensor ConfocalDT IFS2405-3 und dem Controller ConfocalDT IFC2461, prüft die Mittendicke von dünnen optischen Linsen sowie deren Kontur bzw. Krümmung.

ändert. Diese Messwertabweichungen werden über eine Dickenkalibrierung kompensiert, indem der Controller auf die Brechungsindizes in der hinterlegten Materialdatenbank zurückgreift. Dies funktioniert auch bei mehrlagigen Messobjekten wie Verbundglas. Die Sensoren tragen damit maßgeblich dazu bei, die Produktqualität in der Glasindustrie zu erhöhen und Ausschuss und Kosten zu minimieren. Das umfangreiche Portfolio an hochgenauen konfokal-chromatischen Sensoren und Controllern von Micro-Epsilon ermöglicht eine breite Anwendungsvielfalt,

die von der Behälterglasproduktion über die Displayfertigung bis hin zur präzisen Fertigung optischer Gläser reicht.

### Flachglas mit Abstand

Speziell für die Glasindustrie hat Micro-Epsilon den Sensor IFS2405-6 konzipiert. Er misst präzise Weg und Dicke auf diffusen, spiegelnden und transparenten Materialien. Der Sensor bietet mit 18 nm eine hohe Auflösung und wird besonders in der Flachglasproduktion für Messungen ab Schichtdicken von 300 µm eingesetzt. Der Sensor lässt sich in sicherer Entfernung platzieren, wenn Glasscheiben an einer Aufhängung befestigt sind und schwebend am Sensor vorbeifahren. Die Scheiben befinden sich hierbei ständig in Bewegung. Der hohe Grundabstand von 63 mm verhindert Berührungen und damit Beschädigungen des Sensors oder der Glasscheiben.

### Synchron für Behälterglas

Bei der Produktion von Behälterglas sind die Wandstärke und die Rundheit der Flaschen wichtige Qualitätsmerkmale. Um das Eigengewicht so weit wie möglich zu reduzieren, bleibt die Wandstärke möglichst gering. Daher wird die Wandstärke jeder Flasche einzeln geprüft. Reicht sie an



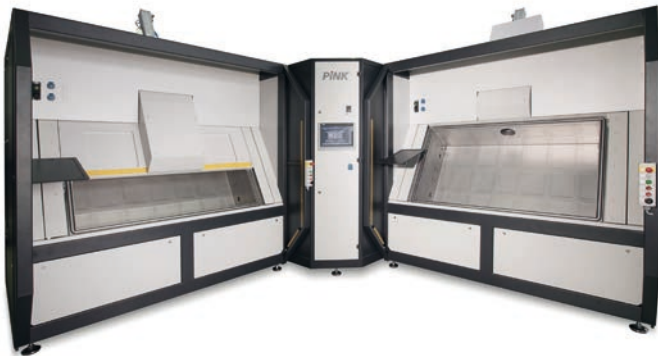
**Abb. 2** Für den Prüfprozess werden die Flaschen rotierend an zwei konfokal-chromatischen Sensoren vorbeigeführt. Diese messen die Dicke der Flaschen an zwei Stellen synchron und mit einer Genauigkeit von 10 µm.

einer oder mehreren Stellen nicht aus, bricht das Glas schon während des Abfüllens, spätestens während des Transports. Für den Prüfprozess befinden sich die Flaschen in Sternrad-Inspektionsmaschinen, die sie rotierend an zwei konfokal-chromatischen Sensoren vorbeiführen (**Abb. 2**). Diese messen die Dicke der Flaschen an zwei Stellen synchron und mit einer Genauigkeit von 10 µm. Im gleichen Messverfahren wird die Rundheit der Flaschen überprüft.

Aufgrund der hohen Verarbeitungsgeschwindigkeiten von fünf Flaschen pro Sekunde und um das Glas nicht zu beschädigen, sind berührungslose Messungen erforderlich. Eingesetzt werden der konfokal-chromatische Zweikanal-Controller

## Vakuumtechnik

**PiNK**<sup>®</sup>

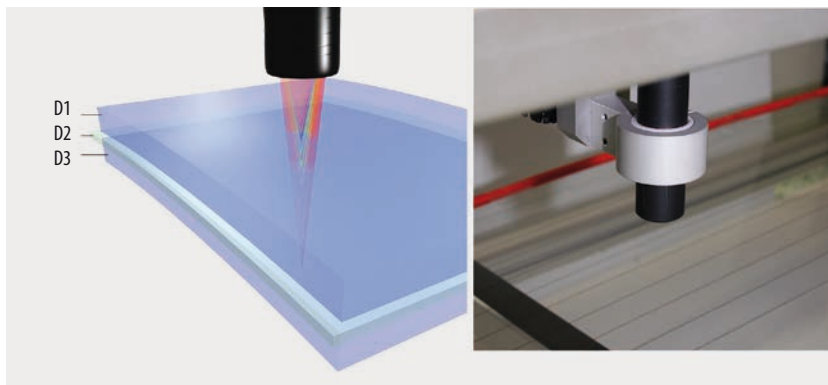


Doppelkammer-Prüfanlage mit integrierter Heliumrückgewinnung, Helium-Prüfdruck: 180 bar, Prüfkammervolumina: 710 l, Konstante Taktzeit: 30 s, Messempfindlichkeit:  $5,0 \times 10^{-7}$  mbar l/s

## Helium-Dichtheitsprüfanlagen

PiNK konstruiert und produziert Helium-Dichtheitsprüfanlagen als maßgeschneiderte Lösungen nach Kundenanforderung. Die Anlagen werden für Lecktests unterschiedlichster Systeme, Produkte oder Komponenten eingesetzt und sind je nach Anforderung für den teil- oder vollautomatisierten Betrieb ausgelegt.

- Helium-Leckraten bis  $10^{-9}$  mbar x l x sec<sup>-1</sup>, Prüfdruck bis 300 bar
- Teil- oder vollautomatisiert, mit Roboterbestückung/Materialflussanbindung
- Erweiterung auf Gasmischstation und Testgas-Rückgewinnungssystem möglich
- Speicherprogrammierbare Steuerung, Visualisierung und Datendokumentation
- Fernwartung, 24-h-Support



**Abb. 3** Durch die Multi-Peak-Option messen die Sensoren die Dicke transparenter Mehrschichtmaterialien mikrometergenau. Sechs Peaks können vom Messsystem ausgewertet werden, wodurch die Messung von fünf Schichten möglich ist.

IFC2422 zusammen mit Sensoren der Reihe IFS2406-10. Die Sensoren sind äußerst kompakt gebaut und eignen sich auch für kleinste Bauräume. Dank der automatischen Belichtungsregelung passt sich der Sensor an unterschiedliche Flaschenfarben an.

### Mehrschichtig bei Sicherheitsglas

Verbundsicherheitsglas besteht aus mindestens zwei Glasscheiben. Zwischen jeder Glasschicht befindet sich eine elastische, reißfeste Polymerfolie. Durch Hitze und ein Pressverfahren werden die Schichten fest miteinander verbunden. Bricht das Glas, so haften die Splitter an der Folie und mindern dadurch ein mögliches Verletzungsrisiko. Micro-Epsilon setzt zur Qualitätsprüfung und Prozesssteuerung den neuen konfokal-chromatischen Sensor der Reihe IFS2405-10 ein, der an den Controller IFC2451 angeschlossen ist. Dank der Multi-Peak-Option messen

die Sensoren die Dicke transparenter Mehrschichtmaterialien mikrometergenau (**Abb. 3**). Das Messsystem kann sechs Peaks auswerten und somit fünf Schichten messen. Hierfür werden die Brechungsindizes der jeweiligen Schicht aus der Materialdatenbank des Controllers herangezogen. Neben der Schichtdickenbestimmung von Sicherheitsglas lassen sich auch mehrfach verglaste Fenster prüfen. Deren Dämmeigenschaften sind nur dann gegeben, wenn die Fertigungstoleranzen zuverlässig eingehalten werden.

### Display- und Flachglas vermessen

Bei der Produktion und Verarbeitung von Displayglas müssen die Glasscheiben eben sein und einheitliche Dicken aufweisen. In schnellen Serienfertigungen sind Messsysteme mit hoher Messrate nötig. Die Fertigung wird anhand der ermittelten Werte geregelt. Die einseitige Dickenmessung

übernimmt ein Sensor der Reihe IFS2405, der mit dem Controller IFC2461 kombiniert ist. Mit Messraten von bis zu 25 kHz ist dieses System für die Vermessung von Display- und Flachglas prädestiniert. Es arbeitet mit einer hohen Lichtintensität, was präzise Messungen auf matt-schwarzen Oberflächen erlaubt. Verfährt der Sensor an einer traversierenden Einheit über die Glasscheiben, lässt sich gleichzeitig die Planarität prüfen.

### Fazit

Durch das berührungslose Messprinzip beeinflussen die konfokal-chromatischen Sensoren von Micro-Epsilon das Messobjekt nicht. Sie liefern in schnellsten Produktionsprozessen Echtzeitwerte in Submikrometergenauigkeit. Die Messrate lässt sich je nach Anforderung und Controller von 6,5 bis 70 kHz einstellen. Der wenige mikrometerkleine Lichtpunkt erfasst zuverlässig und abstandsunabhängig feinste Details. Über die Multi-Peak-Messung detektieren die Sensoren die Dicke mehrerer Glasschichten, beispielsweise bei Sicherheitsglas. Neben Flach- und Behälterglas dienen die Sensoren auch zur Überwachung an optischen Gläsern. Der Anwender kann zudem auf eine Materialdatenbank zurückgreifen, die im Controller hinterlegt ist und sich erweitern und bearbeiten lässt. Materialspezifische Parameter wie Brechungsindizes werden über das bedienerfreundliche Webinterface angepasst. Die Installation zusätzlicher Software ist nicht nötig. Die verschiedenen Sensor- und Controllerausführungen der Reihe ConfocalDT sind untereinander beliebig kombinierbar. Reicht das bestehende Produktportfolio für eine Applikation nicht aus, bietet Micro-Epsilon spezielle Anpassungen wie individuelle Kabellängen, abgeänderte Messbereiche oder Änderungen der Bauform an.

### Autor

**Dr. Alexander Streicher**, Produktmanager Sensorik, Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co. KG, Ortenburg, Tel. :+49 8542 168 0, [info@micro-epsilon.de](mailto:info@micro-epsilon.de), [www.micro-epsilon.de](http://www.micro-epsilon.de)

## Das Messprinzip

Das konfokal-chromatische Messprinzip arbeitet mit polychromatischem Licht. Eine mehrlinsige Optik teilt es in die einzelnen Spektralfarben auf und fokussiert es in unterschiedlichen Abständen zum Sensor. Kurzwelliges, blaues Licht mit einer Wellenlänge von 400 nm wird stärker gebrochen als langwelliges, rotes Licht mit 700 nm. Der Messbereich beginnt bei blauem Licht und endet bei rotem Licht. Durch die kontrollierte chromatische Abweichung liegt jede Wellenlänge in einer anderen Fokusebene. Mittels werkseitiger Kalibrierung wird jeder Wellenlänge ein

bestimmter Abstandspunkt zum Messobjekt zugeordnet. Das Sensorsystem zieht die Wellenlänge zur Messung heran, die exakt auf dem Messobjekt fokussiert ist. Die Lichtreflexion wird auf ein lichtempfindliches Sensorelement abgebildet, auf der die zugehörige Spektralfarbe erkannt und ausgewertet wird. Bei jeder Änderung des Brechungsindex verschiedener Materialien wird ein Teil des Lichts zurück reflektiert. So sind auch einseitige Dickenmessungen von transparenten Materialien möglich. Für Multipeak-Messungen werden mehrere Abstandspunkte ausgewertet.