

Online-„Close Loop“-  
Konzept zur Überwa-  
chung von vier  
Produktionslinien  
(Castfolienlagen)

(Fotos: OCS)

# Lückenlose Kontrolle

**Polymer- und Folienherstellung.** Das „Close Loop“-Konzept verhilft dem Offline-Labor der Rohstoffwerke zu einer kontinuierlichen Online-Messung. Diese permanente Kontrolle ermöglicht dem Produzenten, seinen Prozess zu optimieren und sofort zu reagieren. Gleichzeitig wird die Güte des Rohstoffs bestimmt. Auch die High-End-Folienhersteller überwachen die Extrusion zu 100 % und erkennen schnell Rohstoff- oder Prozessprobleme. Sie können sofort auf Veränderungen reagieren (Titelbild).

## OLIVER HISSMANN

Das Prinzip des „Close Loop“-Konzepts besteht darin, das klassische Offline-Labor direkt online an den Produktionsprozess zu koppeln und damit den Prozess und die Qualität zu steuern. Hierbei werden dem Prozess regelmäßig kleine Rohstoffmengen entnommen, um einen möglichst repräsentativen Überblick über die Gesamtproduktion zu erzielen. In früheren Zeiten wurden teilweise bis zu 10 Stunden benötigt, um Aussagen über die Qualität und den Prozess zu treffen. Diese enormen Kosten bei Ausschussproduktion sind heutzutage nicht mehr tolerierbar. Bei einem Return of Investment (ROI) von weit unter einem Jahr ist dieses Konzept heute Standard.

### Die Ansätze der Online-Qualitätskontrolle

Grundsätzlich kann die Online-Qualitätskontrolle in zwei Bereiche unterteilt werden: die Messung am Granulat und

die Messung an extrudierten Cast- oder Blasfolien.

Die Messung des Granulats liefert Informationen über den LAB-Farbwert, den Schmelzeindex (Rheometer), die Korngrößenverteilung (Pellet Size and Shape Distribution Systeme), Staub/Abrieb und Verunreinigungen (Pellet Scan Systeme).

Die Online-Messung an der extrudierten Folie hingegen liefert eine Aussage über die Stippigkeit (Gel Count), den Additivgehalt und die physikalischen Eigenschaften (IR-Spektroskopie), den Glanz (Glossmeter) und/oder den Trübungs-wert (Hazemeter).

### Online-Pelletanalyse

Bei der Online-Pelletanalyse werden die Granulatkörner kontinuierlich dem Produktionsfluss durch einen Probennehmer entzogen, vollkommen automatisiert zum Messsystem transportiert, dort untersucht und aussortiert. Granulat, das innerhalb der definierten Spezifikation liegt, wird dem Prozess wieder zugeführt.

Bei der Farbmessung werden die Pellets in eine Küvette transportiert und dort werden der LAB-Wert, der Yellowness Index und diverse andere Farbwerte bestimmt.

Beim Online-Pellet Scan System werden die transparenten oder opaken Granulatkörner über eine Rüttelplatte oder eine Drehscheibe unter einer Farbmatrixkamera durchgefahren, auf farbliche Verunreinigungen und Fremdpartikel untersucht und ggf. aussortiert.

Im Pellet Size and Shape Distribution Analyzer werden die Granulatkörner im freien Fall mit einer Zeilenkamera auf Korngrößenverteilung, Rundheit, Engelshaar, Staub/Abrieb, Doubles oder Triples untersucht.

Alle hier erwähnten Systeme können direkt hintereinander geschaltet und über eine integrierte Software gesteuert werden. Über eine Schnittstelle, z.B. Modbus, sind die Systeme mit dem Betriebsdatenerfassungssystem (BDE) verbunden. Bei Abweichungen werden vollautomatisch Alarme ausgegeben.

KU104058



Bild 1. At Line-Rheometer

### „At Line“-Rheologie

Ein Zwitter zwischen der Messung am Granulat und der Messung an extrudierten Folien stellt das Rheometer der neuen patentierten OCS Technologie dar (Hersteller: OCS Optical Control Systems, Witten). Hierbei wird die hochgenaue Offline-Labormessung nach ASTM 1283 und ISO 1133 direkt „at line“ neben der Produktion kontinuierlich gemessen und liefert wichtige Parameter zur Reak-

torsteuerung (Bild 1). Hierbei werden permanent Proben aus dem Granulatstrom genommen, erwärmt und mit großem Druck behutsam gepresst. Durch dieses Verfahren wird die Molekülstruktur relativ gering verändert und es werden reproduzierbare Genauigkeiten von 0,5 % erreicht, was viel besser ist als im Offline-Labor. Gleichzeitig verändert die Messung die Polymerstruktur nicht und ergibt eine bessere Übereinstimmung mit den ASTM/ISO-Werten.



Bild 2. Online-„Close Loop“-Konzept (Blasfolienanlagen)

### Online-Messung an extrudierten Folien

Die oben genannten Analysemethoden geben jedoch keine Auskunft über den Stippengehalt und die Güte des Granulats. Für diese Messung wird parallel zur Produktion ein schmaler Film extrudiert und permanent auf den Stippengehalt untersucht. Hierbei ist es sehr wichtig, möglichst oft kleine Proben zu ziehen, um den Prozess kontinuierlich zu überwachen.



**Bild 3. Online-„Close Loop“-Messcontainer**

Ein Gel Shower kann z. B. 5 bis 10 Minuten andauern und ist danach wieder verschwunden. Somit sollten schon Zyklen von 50 Probenentnahmen pro Stunde erreicht werden.

Nach der Extrusion im Cast- oder Blasfolienverfahren wird die Folie unter einem Zeilenkamerasystem durchgeföhrt und auf einem pneumatischen Spanndorn hülsenfrei gewickelt (Bild 2). Die Wickeleinheit ist einseitig aufgehängt (Galettenaufbau) und besteht aus mehreren Servoantrieben. Diese garantieren eine absolut stabile und flatterfreie Folienführung. Diese Folienführung ist ebenso notwendig wie eine reine Umgebung (bis hin zum Reinraum), weil z. B. Granulat für Hochspannungskabel mit einer Auflösung von bis zu 5  $\mu\text{m}$  inspiziert wird. Für Rohstoffe des Massenmarkts wie Polyethylen (PE) liegen die Standards bei 50  $\mu\text{m}$  bis 25  $\mu\text{m}$  Auflösung.

Das Verfahren ist für die Rohstoffkontrolle optimiert und arbeitet nahezu autonom. Andere Messungen wie Haze nach ASTM 1003, Additivdichte und Zusammensetzung (Infrarot-Spektroskopie), Glanz- oder Dickenmessung können problemlos in die Wickeleinheit und Software integriert werden. Über den Web Browser kann die Anlage komplett ferngesteuert und gewartet werden. Sie ist intern via OPC-Server und extern mit dem BDE des Kunden vernetzt.

### Qualitätskonzept für ein Polymerwerk

Ein weltweit agierender Rohstoffhersteller integrierte ein standardisiertes Online-„Close Loop“-Konzept in seine Polymerwerke. Um die Probleme des Granulattransports wie Staub- oder Abriebbildung zu minimieren, wurden Reinraummesscontainer direkt neben den Extrudern positioniert (Bild 3). Eine Analysesoftware, die in das BDE über eine Modbus-, Profibus, Ethernet- oder OPC-Schnittstelle integriert ist, ermöglicht es der Produktion, die ganze Anlage aus der Leitwarte zu steuern. Von dort können die Rohstoffproben automatisch auf die verschiedenen Messsysteme verteilt werden.

Pellet-Analysesysteme sortieren kontaminierte Granulate aus, Kamerasysteme beurteilen den Stippengehalt, IR-Spektroskopie den Additivgehalt und die Zusammensetzung. Bei Problemen wird die Produktion unverzüglich alarmiert und die Kontamination wird in ein anderes Silo umgeleitet. Gleichzeitig wird der Umstellungsprozess erheblich verkürzt und Wartungsintervalle antizipiert und optimiert.

### Inspektion von extrudierten Folien in der Produktion

Produzenten hochwertiger Folien kontrollieren heutzutage 100% der Produktion mit Folieninspektionssystemen. Diese detek- ▶

tieren Fehler wie Stippen, Anbrenner, Fischaugen, Schlieren, Fließlinien oder Insekten, markieren diese und alarmieren den Operator unverzüglich. Hierbei wird der Prozess selbst, der Rohstoff und auch das Endprodukt überwacht.

Die Alarme erfolgen z.B. bei kritischen Einzelfehlern (z.B. einer Fliege), Fehler-trends (z.B. mehr als 10 Gels von Ø 200–300 mm pro m<sup>2</sup>) oder bei Rollen- bzw. Nutzenfehlern, die außerhalb der Spezifikation liegen. Die Daten sind im System hinterlegt und somit jederzeit zugänglich (z.B. bei Reklamationen). Online lassen sich Produktionstrends über längere Zeiträume, z.B. die letzten 12 Stunden, darstellen und offline können ganze Kampagnen verglichen bzw. ausgewertet werden, um z.B. Rohstoffchargen in Verbindung mit bestimmten Extrudern bzgl. der Stippenhäufigkeit zu beurteilen. Ferner liefert das System Druckprotokolle der Rollenqualität angepasst an die Bedürfnisse des Produzenten.

### Inspektionstechnologie

Inspektionssysteme verfügen heute über Pixelfrequenzen von bis zu 160 MHz pro Kamera, die von einem Embedded PC direkt neben der Kamera abgearbeitet werden. Es können bis zu 1800 Fehlerfotos pro Kamera pro Sekunde gepuffert werden. Alle Messdaten werden via Ethernet auf einen Server übertragen, visualisiert und gespeichert. Die Analyse geschieht in Echtzeit und die Bediener werden bei Problemen alarmiert.

Je nach Applikation können CCD-Zeilenkameras mit 2048, 4096, 6144 oder 8192 Bildpunkten (Pixel) eingesetzt werden. Diese erreichen Scanrates (Bildaufnahme-raten) von 72 000 pro s bei 2048 Pixel bis 18 000 pro s bei 8192 Pixel. Somit werden auch bei sehr hohen Bahngeschwindigkeiten hohe Auflösungen in Bahnlaufrichtung erzielt. Aufgrund der Verwendung von Spezialobjektiven und der technologischen Entwicklung der CCD-Sensoren ist die Abbildungsqualität langer CCD-Zeilen (z.B. 8192 Pixel) heutzutage genauso sensitiv wie die kürzerer CCD-Zeilen (z.B. 2048 Pixel). Das bedeutet für den Folienhersteller gleich gute Inspektionsergebnisse bei erheblich geringeren Investitionskosten, da die Preisunterschiede der vorher erwähnten längeren CCD-Zeilenkameras zu vernachlässigen sind.

Standardmäßig werden im Foliensektor Geschwindigkeiten von bis zu 600 bzw. 800 m/min (Rollenschneider, Coating) und Breiten von bis zu 10 m (bia-



**Bild 4.** Online-Folieninspektionssystem in einer Reckanlage

xiale Reckanlagen) überwacht (Bild 4). Der Auflösungsbereich liegt bei optischen Folien bei einer Auflösung von 50 µm, bei Hochbarriere-Thermoformfolien bei einer Auflösung von 200–300 µm, bei Laminierfolien bei 100–200 µm und bei Windelfolien bei 300–400 µm. Die Auflösung ist generell abhängig von den Spezifikationen des Endkunden und vom Produktionsprozess.

### Beispiele aus der Praxis

Bei der Herstellung von Oberflächenschutzfolien wurden die Ursachen der Stippen untersucht. Die Auswertung der Alarmsituation kam zu folgendem Ergebnis: 40 % aller Stippen wurden durch Staub und Abrieb beim Rohstofftransport verursacht. Hierzu zählen sowohl die Silofahrzeuge als auch die Silos selbst sowie die werkseigenen Pellet-Transportsysteme zwischen Silo und Extruder. Stippen, die durch den Rohstoff an sich, z.B. aufgrund von Vernetzungen oder mangelnder Sichtung, verursacht werden, wurden mit einer Ursachenwahrscheinlichkeit von 25 % genannt. 20 % der Ursachen für Stippen werden der Extrusionsanlage z.B. aufgrund suboptimaler Schneckengeometrien oder Totzonen zugerechnet und 15 % dem Produktionsprozess z.B. aufgrund von Siebwechseln oder falscher Temperaturparameter.

In einem Betrieb zur Herstellung von Hygienefolien werden gleichzeitig die erforderlichen Compounds gemischt. Im Bereich Compounding wird jede Charge permanent mit einem Online-Laborextruder mit Wickeleinheit und Gel Count untersucht. Die Daten gehen über eine Schnittstelle ins BDE. Die Information dient als Entscheidungsgrundlage, um die Foliengüte entsprechend der Kundenspezifikation auf der Produktionsanlage herzustellen zu können. An der Castfolienanlage wird eine 100 %-ige Folieninspektion bei einer Breite von 2000 mm und einer maximalen Geschwindigkeit von 100 m/min durchgeführt. Die Ergebnisse bei-

der Inspektionssysteme werden mit derselben Offline-Analysesoftware ausgewertet und korreliert.

### Fazit

Heute gehört das „Close Loop“-Konzept zum Standard in der Rohstoffproduktion. Es überwacht nicht nur die Qualität, sondern steuert und optimiert auch noch den Produktionsprozess. Hierdurch wird ein ROI von weit unter einem Jahr erzielt. Auch die meisten Produzenten hochwertiger Folien kontrollieren die Extrusion und Veredelung zu 100 % und erkennen Rohstoffprobleme sofort.

Noch haben beide optischen Kamerasysteme andere Inspektionsparameter wie Auflösung und Fehlertypen. Diese beiden Bereiche werden bzw. müssen sich immer weiter annähern, aber es gibt bereits einige integrierte Anwendungen. ■

### DER AUTOR

DIPL.-OEC., MBA (USA) OLIVER HISSMANN, geb. 1970, ist Sales Manager bei OCS Optical Control Systems GmbH, Witten; hissmann@ocsgmbh.com

### SUMMARY KUNSTSTOFFE INTERNATIONAL

## Complete Control

**POLYMER AND SHEET PRODUCTION.** Applying the Close-Loop concept, a raw material producer's offline laboratory is enabled to perform continuous online metering. This continuous control makes it possible for the manufacturer to optimize the process, while making immediate amendments. At the same time, the raw material's quality is determined. Even producers of high-end films monitor 100 % of the extrusion process, thus detecting problems in raw material or process quickly. This way, in case there are any changes in the process, they can take measures without delay.

NOTE: You can read the complete article in our magazine **Kunststoffe international** and by entering the document number **PE104058** on our website at [www.kunststoffe-international.com](http://www.kunststoffe-international.com)