

Herstellung von Barrierefolien: Die Filmex-II-Anlage im Technikum in Lengerich (© W&H)

Konsistente Folienqualität

Inline-Überwachung von Prozessgrenzen gewährleistet Qualitätsparameter

Weil der Gesetzgeber die Anforderungen an die Ladungssicherung verschärft, ist der Markt für Wickelstretchfolien im Umbruch. Wie bei Barrierefolien kommt es künftig immer stärker darauf an, die Folienqualität dauerhaft zu garantieren. Möglich macht dies eine Monitoring-Lösung im Zusammenspiel mit Industrie-4.0-Ansätzen.

Eine erfolgreiche Verpackung zeichnet sich dadurch aus, dass sie einerseits das wertvolle Packgut mit minimalem Ressourceneinsatz zuverlässig schützt, andererseits vielfältige Sekundäranforderungen erfüllt: Werbung, Convenience und Logistik erfordern immer neue und bessere Verpackungen in immer kürzeren Produktzyklen.

Eine besondere Herausforderung für die Hersteller ist bei dieser Dynamik, dass ihre Kunden keine Kompromisse bei Kosten oder Sicherheit akzeptieren. Getrieben von diesen Anforderungen steht auch der Maschinen- und Anlagenbau unter einem hohen Innovationsdruck. Seine Kunden fordern Maschinen für die Herstellung neuartiger oder besserer Folien, bei gleichzeitig guter Beherrschbarkeit der gestiegenen Komplexität. „Economy of scale“-Effekte müssen sich über höheren Ausstoß erschließen lassen, gleichzeitig darf es aber keine Einbußen bei der Maschinenflexibilität geben.

Insbesondere bei Barrierefolien für die Lebensmittelverpackung spielt ein

weiterer Aspekt eine große Rolle: die Konsistenz der Folienqualität: Nach der Produktqualifizierung muss jeder verkaufte Quadratmeter Folie identische funktionale Eigenschaften aufweisen, und zwar über die Anlagenbreite, die Lauflänge sowie jeden Produktionslauf des Produkts. Mit dem „Film Performance Monitor“ (FPM) hat die Windmüller und Hölscher KG, Lengerich, ein neuartiges System zur Inline-Überwachung des Gießfolienprozesses entwickelt, das für eine reproduzierbare Folienperformance in der Weiterverarbeitung und in der Endanwendung hilfreich sein kann.

Umbruch bei Stretchfolien

Auch das vermeintliche „Commodity“-Segment Stretchfolie erlebt derzeit eine Umbruchphase, weil die neue EU-Gesetzgebung zur Ladungssicherheit den Versendern von Waren zukünftig mehr Verantwortung aufbürdet. Die Gesetzgebung sieht vor, dass die Ladung für den Transport nicht nur ausreichend gesichert

sein muss [1, 2], sondern darüber auch ein Nachweis zu führen ist. Ladungsstabilität lässt sich nur dann erreichen, wenn die Einstellungen des Stretchautomaten mit den Eigenschaften der Stretchfolie und der Ladung selbst abgestimmt sind [3, 4]. Ist diese Abstimmung erfolgt und zertifiziert, muss bei der Implementierung ein großer Fokus auf die Nachhaltigkeit der Lösung gelegt werden. Nur dann können sich kommerzielle Erfolge durch eine Reduzierung von Produktbeschädigungen entlang der Logistikkette einstellen.

Daher ergeben sich Parallelen in den Märkten: Der für Barrierefolien selbstverständliche Fokus auf Produktschutz und die daraus resultierende Verantwortlichkeit für eine konsistente Folienqualität wird auch für Stretchfolie entscheidend. Weil sie sich von einer Commodity zu einem technischen Produkt wandelt, müssen Stretchfolienhersteller sich vermehrt damit auseinandersetzen, wie sich die Qualität der hergestellten Folie zuverlässig überwachen lässt und welche Qualitätsparameter für die Applikation re- ➤

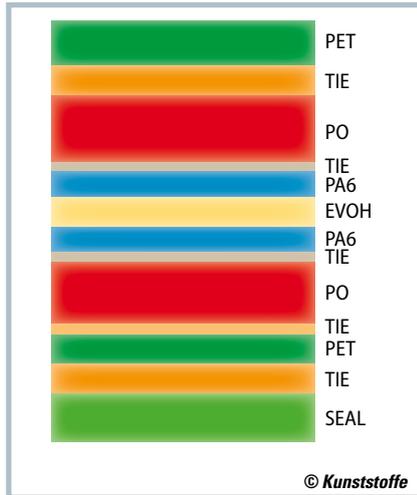


Bild 1. 13-Schichten-Schema (nicht maßstabsgetreu): Hochbarrierefolie für Tiefzieh-Anwendungen mit Hochbarriereblock zwischen Polyolefin und PET (dazwischen Haftvermittlerschichten); unten die über Haftvermittler angebundene Siegelschicht (Quelle: W&H)

levant und welche Toleranzen dabei einzuhalten sind.

Fallbeispiel Barrierefolie

Um die Relevanz des FPM in einer realen Produktion zu untersuchen, wurde auf der neuen Filmex[®]-Technikumsanlage (**Titelbild**) eine 13-schichtige Folie für Tiefzieh-Anwendungen hergestellt (**Bild 1**). Der Folienaufbau weist in der Mitte einen PA/EVOH/PA-Hochbarriereblock auf, der durch die beiden dickeren Polyolefinlagen vor Feuchtigkeit geschützt wird. Über einen Haftvermittler sind zwei Schichten PET angebunden, die dem Verbund zu einem hohen Glanz, guten Tiefzieheigenschaften und Formatstabilität verhelfen sollen. Die Siegelschicht ermöglicht einen sicheren Verschluss der späteren Schale. Für den Tiefziehprozess ist entscheidend, dass insbesondere die Ecken der Folie gleichmäßig ausgeformt werden, sodass es dort nicht zu größeren Einbußen in der Barriere Wirkung kommt.

Sowohl das Tiefziehverhalten als auch der Glanz lassen sich ganz wesentlich durch die Wahl der Prozessparameter beeinflussen. Um dies zu verdeutlichen, wurden bei der Produktion verschiedene Prozesspunkte angefahren und die korrespondierenden Daten des FPM aufgezeichnet (**Bild 2**).

Zur Auswertung wurden in der Mitte der Bahn Folienproben entnommen und

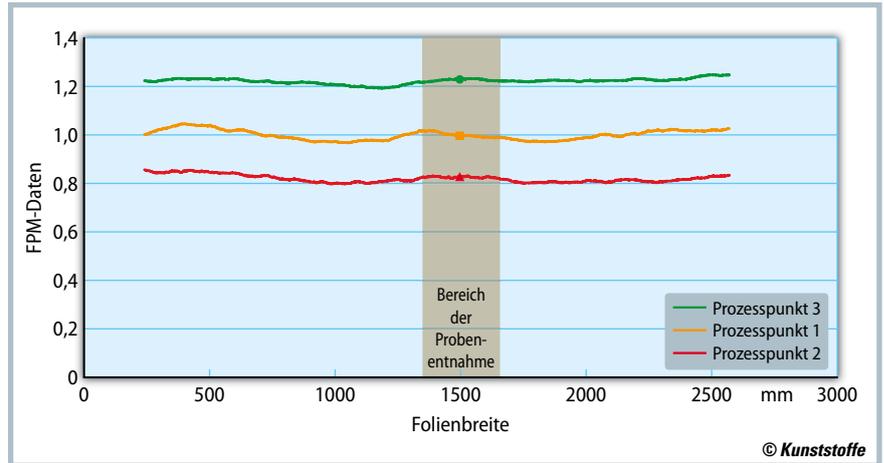


Bild 2. Produktion einer Tiefziehfolie: Die FPM-Daten (normiert auf Prozesspunkt 1) der Prozesspunkte unterscheiden sich im Niveau und damit in ihren Mittelwerten (markierte Punkte) deutlich, zeigen aber jeweils über die Folienbreite einen recht konstanten Verlauf (Quelle: W&H)

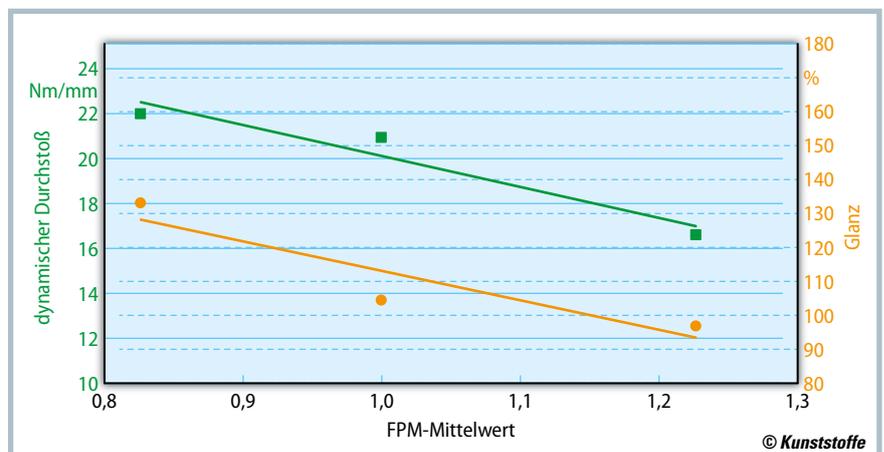


Bild 3. Korrelation der FPM-Mittelwerte mit relevanten Laborwerten: Bei ausreichend großer Datenbasis können FPM-Daten Aufschluss über die zu erwartenden Folieneigenschaften geben (Quelle: W&H)

im Labor untersucht. Als Indikator für das spätere Tiefziehverhalten diente ein dynamischer Durchstoßtest, für die optischen Eigenschaften eine Glanzmessung (ISO 2813 bei 20° Messwinkel). In **Bild 3** sind diese Messergebnisse über dem jeweiligen FPM-Mittelwert der Probe aufgetragen und es ist eine eindeutige Korrelation der Werte erkennbar. Mit einer größeren Anzahl von Messwerten lässt sich in einem nachfolgenden Schritt ein geeignetes Prozessmodell kalibrieren, sodass mittels inline ermittelter FPM-Daten eine Aussage über die zu erwartenden Folieneigenschaften getroffen werden kann.

Das schafft die Möglichkeit, in der Produktion ein zulässiges Prozessfenster zu definieren, um die Konsistenz der Folieneigenschaft kontinuierlich zu überwachen. Kommt es zu einer Abweichung, wird ein Alarm generiert und der Maschinen-

bediener kann Abstellmaßnahmen einleiten. Hierbei ist das Filmex[®]-Automationskonzept hilfreich, das alle Komponenten der Maschine vollständig in die Anlagensteuerung einbindet und deren Parameter zentral dokumentiert – von der Dicken- und Durchsatzregelung bis hin zum einfachen Druckregelventil.

Fallbeispiel Stretchfolien

Den Nutzen des FPM in der Herstellung von Stretchfolie zeigt ein weiteres Fallbeispiel. Bei der Produktion von sechs Nutzen zu je 500mm wurde bewusst eine Störung in den Randbereichen der Folie provoziert (**Bild 4**), die das Überschreiten der definierten Prozessgrenzen zur Folge hat. Die beiden Randrollen liegen damit außerhalb der zuvor spezifizierten Prozessgrenzen. Die mechanische Offline-

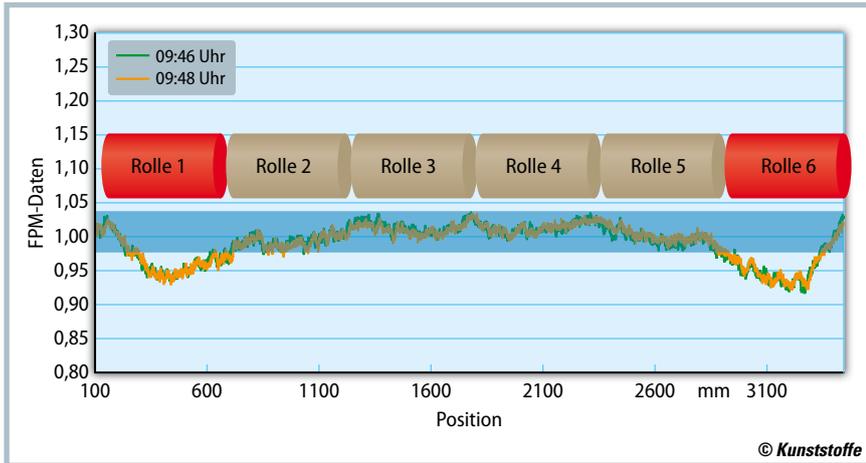


Bild 4. Prozessfenster überschritten: Eine in den Randbereichen provozierte Störung spiegelt sich in den FPM-Datenschrieben wider (Quelle: W&H)

Prüfung weist deutliche Abweichungen im Verlauf der Spannungs-Dehnungskurve der Randnutzen nach (**Bild 5**), die bei der Ladungssicherung Probleme verursachen könnten – in diesem konkreten Fall würde sich eine geringere Haltekraft einstellen. Bei der Produktion lässt sich nun entscheiden, ob die Abweichungen für

den Einsatzzweck der Folie akzeptabel sind; bei Bedarf könnten die Prozessgrenzen angepasst werden.

Wie auch für Barrierefolien lässt sich bei ausreichender Datenbasis ein Prozessmodell kalibrieren, mithilfe dessen aus den Inline-Daten quantitative Aussagen zu den mechanischen Eigenschaf-

ten ableitbar sind. Allerdings müssen dazu relevante Labordaten schnell verfügbar sein und sich genau zuordnen lassen, was im Produktionsalltag schwierig zu realisieren ist.

Verknüpfung von Produktions- und Labordaten

Dieses Problem lässt sich durch eine direkte Verknüpfung von Produktions- und Labordaten in einer gemeinsamen Datenbank lösen. Zum Beispiel ist in Zusammenarbeit zwischen W&H und ESTL NV, Derlijk/Belgien, eine Schnittstelle zwischen der Filmex-Gießfolienanlage und der Stretchfolien-Prüfmaschine FPT-750 programmiert worden. Jede einzelne produzierte Rolle enthält zur Identifikation einen eindeutigen maschinenlesbaren Code, der am FPT-750 gescannt wird. Damit werden alle notwendigen Informationen über die Rolle an die Prüfmaschine übertragen und automatisch eine für das Produkt vordefinierte Prüfsequenz gestartet. Nach der Prüfung werden die Resultate in einem Rollenprotokoll ge- »

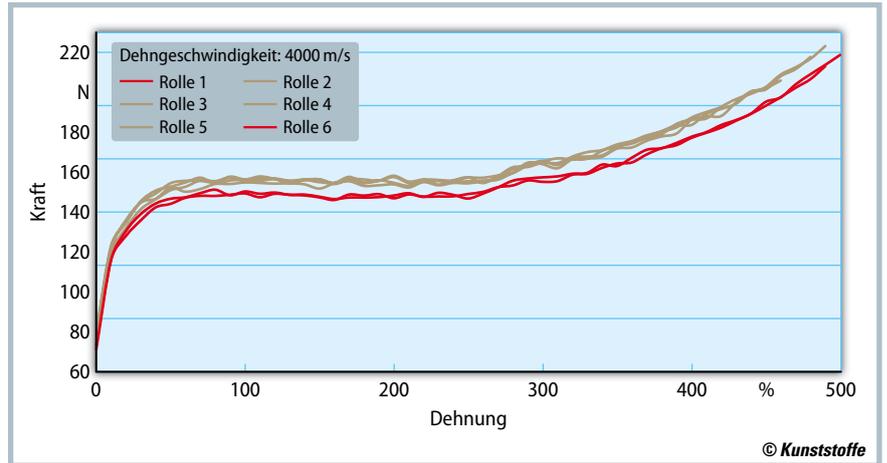


Bild 5. Auswirkungen der Störung auf die mechanischen Eigenschaften (Quelle: ESTL)

meinsam mit den Produktionsdaten abgelegt und können dort genutzt werden.

Sind das richtige Stapelmuster, die geeignete Folientype sowie der passende Parametersatz des Stretchautomaten einmal gefunden, muss diese Lösung in der Fabrik implementiert werden, woraufhin die eigentliche Herausforderung beginnt: Den Prozess konsistent zu halten – tagein, tagaus. Voraussetzung dafür ist eine gleichbleibende Folienqualität, die bislang allerdings schwer zu definieren war. „Mit dem Aufbau einer Datenbank aus Prozess- und Labordaten kann man hier einen entscheidenden Schritt weiterkommen“, sagt Jelle Dendauw (**Bild 6**), Geschäftsführer von ESTL, deren Schwerpunkt die Entwicklung von Lösungen zur Ladungsstabilität ist.

Erfahrungen aus der Produktion

Teil der Fallstudie war die Implementierung des Systems in der Produktion. Hier sollte sich herausstellen, welchen Mehr-

wert diese „Packaging 4.0“-Lösung (siehe **Kasten auf Seite 208**) in der Realität mit sich bringt. Ein wesentlicher Vorteil war hier schon allein das Zusammenführen von Daten aus Produktion und Labor. Offensichtliche Zusammenhänge, wie etwa zwischen dem Unterdruck in der Vakuumbox und den resultierenden Folieneigenschaften [5], lassen sich durch einfache Auswertung der Datenbank quantifizieren. Ist der Zusammenhang für die einzelnen Folientypen bekannt, können die Einrichtungsprozesse beim Produktwechsel erheblich beschleunigt und Ausschussquoten verringert werden.

Allerdings macht die eindeutige Identifikation jeder einzelnen Rolle auch Zusammenhänge deutlich, die vorher vielleicht nicht im direkten Fokus standen – wie beispielsweise der exakt gleiche Rollenaufbau im oberen und unteren Turret des Wicklers. Gerade bei Stretchfolien für Hochleistungsanwendungen mit hoher Abwickelgeschwindigkeit und hoher Dehnung ist das Zusammenspiel zwi-



Bild 6. Stretchfolien-Qualifizierung: Nach Labortests berät ESTL-Geschäftsführer Jelle Dendauw (links) einen Kunden (© ESTL)



Bild 7. Filmatic PS: Aufgrund seiner Konstruktion ergeben sich im Doppel-Turret-Wickler exakt die gleichen Bahnwege für alle Einzelnutzen (© W&H)

schen einem hohen „Cling“ der Folie und guten Abwickel­eigenschaften entscheidend. Dieses Zusammenspiel wird nicht nur durch die Rezeptur beeinflusst, sondern reagiert auch sehr sensibel auf Parameter wie die Bahnspannung beim Aufwickeln. Hier hat sich die Ausführung des Doppel-Turret-Wicklers Filmatic PS als sehr vorteilhaft erwiesen, da für das obere und das untere Turret konstruktiv genau die gleichen Bahnlängen und Walzenumschlingungen realisiert wurden

(Bild 7). So lässt sich auch für sensible Anwendungen sicherstellen, dass alle Rollen über der Breite mit exakt gleicher Bahnspannung gewickelt werden und sich daher beim Abwickeln gleich verhalten.

Feedback aus der Weiterverarbeitung

Nachdem in dem geschilderten Fallbeispiel sowohl der Film Performance Monitor in die Gießfolienanlage integriert als auch der Folientester FPT-750 an die Da-



Bild 8. Das HiLife-System erfasst alle relevanten Daten am Einstretch-Automat (© Highlight Industries)

tenbank angebunden wurde, stellte sich die Frage, ob damit alle Auswirkungen einzelner Parameter auf die Performance der Folie in den verschiedenen Anwendungen ausreichend erfasst sind und die Daten für eine Optimierung der gesamten Wertschöpfungskette ausreichen. Wie sich in Gesprächen mit Herstellern von Einstretch-Automaten und An- »

Packaging 4.0

Packaging 4.0 ist im Markt der flexiblen Verpackungen ein Oberbegriff für Technologien und Wertschöpfungskonzepte, die auf Basis einer intelligenten Vernetzung von Produktionssystemen eine intelligente Fabrik zum Ziel haben. Herzstück ist die Verknüpfung von integrierten Prozessen und intuitiver Bedienung zu intelligenten Lösungen. Grundvoraussetzung dafür sind vernetzte Maschinen mit leistungsstarken Sensoren und hoch spezialisierten Automationsmodulen sowie ein breiter verfahrenstechnischer Erfahrungsschatz.

Auf dieser Grundlage lassen sich komplexe und intelligente Gesamtprozesse entwickeln, die einem einfachen Bedienkonzept folgen. Gemeinsam mit integrierten Automationsmodulen lässt sich die Produktion flexibilisieren – bei gleichzeitiger Maximierung von Produktionseffizienz und einem kleinstmöglichen Verbrauch von Ressourcen.

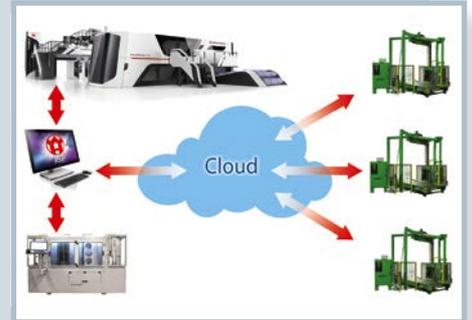


Bild 9. Neue Möglichkeiten der Zusammenarbeit (© W&H)

wendern herausstellte, lassen sich noch weitere Potenziale erschließen. So bietet die Highlight Industries Inc., Wyoming, Michigan/USA, seit Neuestem Systeme zur Datenerfassung an Einstretch-Automaten. „Das richtige Niveau von Dehnung und Haltekraft zu erreichen und konstant zu halten, ist der Schlüssel zu erfolgreicher Ladungssicherung“, sagt Firmengründer Kurt Riemenschneider (**Bild 8**). Das HiLife-System ist eine Hard- und Software-Lösung, die die Maschinenperformance und den Folienaustrag des Stretchautomaten in Echtzeit erfasst.

Als weiteren Schritt in Richtung „Packaging 4.0“ hat W&H gemeinsam mit Highlight Industries eine Möglichkeit geschaffen, auch das direkte Feedback aus der Weiterverarbeitung jeder einzelnen Rolle in die Datenbank zu integrieren (**Bild 9**). Informationen zur Anzahl von verpackten Paletten pro Rolle, zur Anzahl von Abrissen oder zu den eingestellten Parametern bieten nicht nur Potenzial zur Optimierung der Stretchfolien für die jeweilige Anwendung, sondern können für den Hersteller auch Hilfestellung zur Weiterentwicklung seines Geschäftsmodells zum „Lösungsanbieter“ sein.

Zusammenfassung und Ausblick

Durch die Betrachtung der gesamten Wertschöpfungskette können im Bereich der flexiblen Verpackung auch im heutigen harten Wettbewerbsumfeld Lösun-

gen mit Mehrwert entstehen, die sowohl langfristige Kundenbindung als auch kommerziellen Erfolg versprechen. Packaging 4.0 bietet durch die Vernetzung intelligenter Maschinen eine größere Transparenz sowie Optimierungspotenzial über den einzelnen Produktionsprozess hinaus.

Feedback aus der Weiterverarbeitung ermöglicht eine gezielte Definition der richtigen Prozessgrenzen. Die Inline-Überwachung dieser Prozessgrenzen durch den Film Performance Monitor verhilft zu konsistenter Folienqualität, die in beiden vermeintlich unterschiedlichen Segmenten Barriere- und Stretchfolien eine entscheidende Rolle spielt. ■

Der Autor

Dr.-Ing. Torsten Schmitz leitet bei der Windmüller und Hölscher KG in Lengerich die Abteilung Gießfolien;
Torsten_Schmitz@wuh-group.com

Service

Literatur & Digitalversion

- Das Literaturverzeichnis und ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/1678785

English Version

- Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at www.kunststoffe-international.com