

MDO-Folie und ihre Bedeutung für nachhaltige flexible Verpackungen

Ansgar Wessendorf

MDO-Folien (Machine Direction Oriented-Folien) sind Kunststofffolien, die durch ein spezielles Streckverfahren mechanisch verbessert werden. Dabei wird die Folie in Maschinenrichtung gestreckt, wodurch sich die Molekülketten ausrichten. Die gereckten Folien ersetzen PET in nicht-sortenreinen Verbunden und machen die Verbunde dadurch recyclebar.

Windmüller & Hölscher (W&H) ist ein weltweit führender Anbieter von Maschinen und Systemlösungen für die Herstellung und Verarbeitung flexibler Verpackungen. Mit Hauptsitz in Lengerich, Nordrhein-Westfalen, entwickelt und produziert das Unternehmen hochmoderne Extrusions-, Druck- und Weiterverarbeitungsanlagen für die Verpackungsindustrie. Das Produktportfolio umfasst unter

anderem Blasfolien- und Gießfolienanlagen, Flexo- und Tiefdruckmaschinen sowie Maschinen zur Beutel- und Sackherstellung.

In enger Zusammenarbeit mit renommierten Partnern hat W&H auf Basis der MDO-PE-Folie recyclebare Verpackungslösungen entwickelt, die exzellente Barriereigenschaften bieten und für verschiedenste Anwendungen eingesetzt werden können.



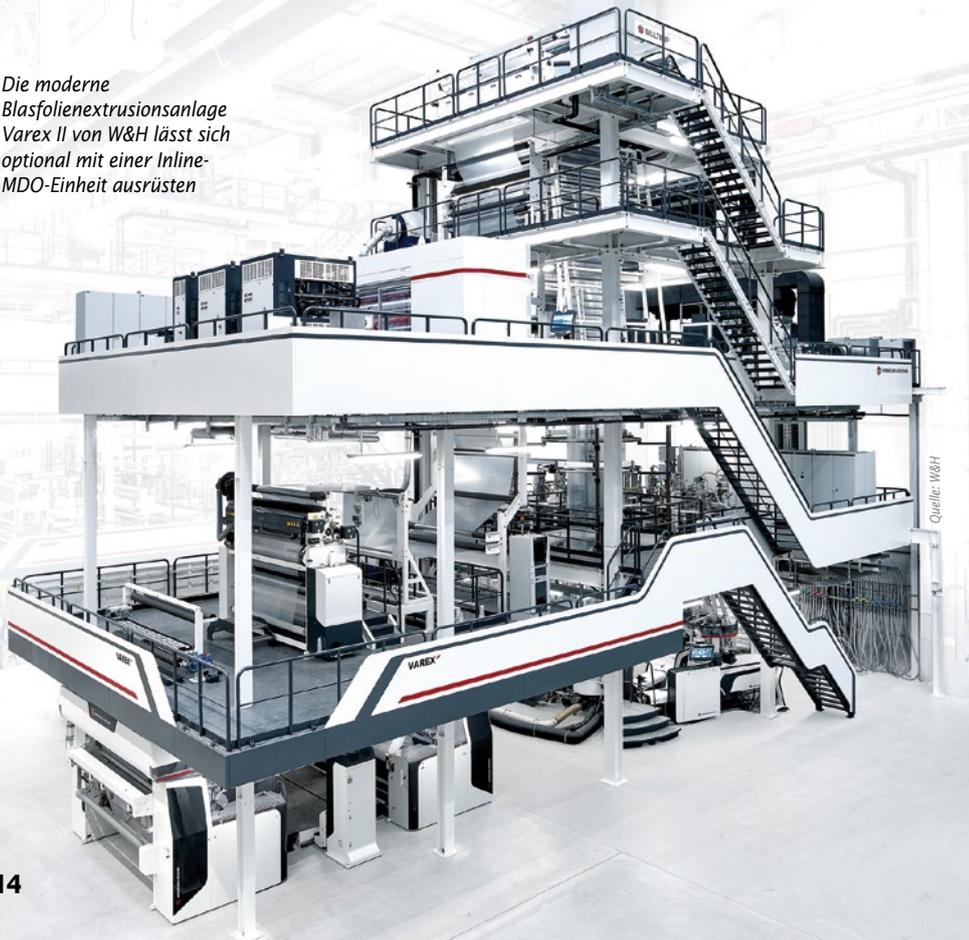
Quelle: W&H

Einen recycelbaren Kaffee-Standbodenbeutel, den W&H in Zusammenarbeit mit Partnern entwickelt hat. Durch den Einsatz einer verstreckten MDO-PE-Folie mit EVOH-Sperrschicht in Kombination mit einer PE-Siegelfolie konnte ein Verbundmaterial mit lediglich 2 % EVOH-Anteil realisiert werden – und damit eine Recyclingfähigkeit, die über aktuellen Vorschriften liegt

Grundsätzliches zur MDO-PE-Folie

Im Bereich der nachhaltigen flexiblen Verpackungen spielen MDO-PE-Folien eine entscheidende Rolle, da sie hochwertige Verpackungslösungen ermöglichen, die recyclebar und ressourcenschonend sind. Eine der größten Herausforderungen flexibler Kunststoff-Verpackungen liegt darin, dass sie oft aus mehreren, unterschiedlichen Kunststoffschichten bestehen, um spezifische Funktionen wie Bedruckbarkeit, Schutz und Haltbarkeit des Verpackungsinhalts zu gewährleisten. Diese Multimaterial-Verbundfolien sind jedoch kaum zu recyceln, da die verschiedenen Kunststoffe nur schwer sortenrein voneinander getrennt werden können. Durch den Einsatz der MDO-Technologie lässt sich eine flexible Verpackung mit vergleichbaren Eigenschaften aus nur einem Material, wie etwa Polyethylen (PE), herstellen. Die MDO-Folie ersetzt dabei in einem Verbund den PET-Anteil. Durch das Recken erhält das PE die nötigen Eigenschaften für eine schnelle und hochwertige Bedruckung. Anschließend entsteht ein vollständig recyclebarer Verbund. Zusätzlich ermöglicht die MDO-Technologie ein sogenanntes Down-Gauging, also die Reduzierung der

Die moderne Blasfolienextrusionsanlage Varex II von W&H lässt sich optional mit einer Inline-MDO-Einheit ausrüsten



Quelle: W&H

Folienstärke, ohne dabei an Stabilität oder Funktionalität einzubüßen. Dies spart Material und verringert den ökologischen Fußabdruck. MDO-Folien sind somit ein Schlüsselfaktor für die Entwicklung nachhaltiger flexibler Verpackungen, da sie den Einsatz von Monomaterial-Verbunden ermöglichen, die die Recyclingfähigkeit verbessern und gleichzeitig hochwertige Verpackungseigenschaften bieten.

MDO-Herstellungsprozess

Die Herstellung einer MDO-Folie beginnt mit der Auswahl des geeigneten Rohmaterials – in der Regel verschiedenen Typen von Polyethylen wie LDPE, LLDPE oder HDPE, abhängig von den gewünschten Eigenschaften der Endfolie. Die Primärfolie wird im Blas- oder Gießfolienverfahren extrudiert und anschließend inline dem MDO-Prozess zugeführt. Nach der Extrusion erfolgt die eigentliche MDO-Streckung, die für die Verbesserung der mechanischen Eigenschaften entscheidend ist. Die Folie wird dazu schrittweise auf eine

exakt definierte Temperatur erwärmt, die je nach PE-Typ meist zwischen 90 und 130 Grad Celsius liegt. In der nachfolgenden Streckzone wird die Folie dann in Maschinenrichtung gedehnt. Dies geschieht durch temperierte Walzen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten, so dass die Folie um ein Vielfaches ihrer ursprünglichen Länge gestreckt wird. Während dieses Prozesses richten sich die Polymerketten entlang der Dehnrichtung aus, was zu einer deutlichen Erhöhung der Zugfestigkeit und Steifigkeit führt. Damit sich die Folie stabilisiert und nicht wieder in ihre ursprüngliche Form zurückschrumpft, wird sie in einem thermischen Fixierbereich abgekühlt. Je nach Verwendungszweck kann sie zusätzlich mit einer Corona- oder Plasmabehandlung versehen werden, um ihre Bedruckbarkeit oder Haftungseigenschaften zu verbessern. Abschließend wird sie auf Rollen gewickelt und ist bereit für den Druck- und Weiterverarbeitungsprozess. Durch diesen Herstellungsprozess erhält die Folie verbesserte mechanische Eigenschaften, eine



Quelle: W&H

Die Inline-MDO-Technologie bietet zahlreiche Vorteile in der Produktion nachhaltiger Folien für flexible Verpackungen

höhere Festigkeit und optische Qualität sowie eine reduzierte Materialdicke bei gleichbleibender Leistungsfähigkeit. Aktuell ist die MDO-PE besonders für Monomaterial-Verbunde geeignet, wodurch sie recycelbar ist.

Herausforderungen

Die Produktion einer MDO-Folie ist technisch hoch anspruchsvoll, da das Streckverfahren eine präzise Kontrolle zahlreicher Prozessparameter erfordert. Eine falsche Abstimmung kann zu unerwünschten Effekten wie Rissen, Schrumpfung oder Inhomogenitäten führen. Ein

INNOVATIVE ELECTROSTATIC SOLUTIONS

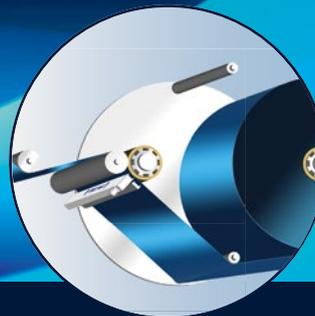
for



• PRINTING



• COATING



• CONVERTING



ENULEC®
ELECTROSTATIC

We look forward to your visit:

PAV 9, Booth C12

ENULEC® TRIPLE MASTER
STATIC-CONTROL SYSTEM

The innovative technology concept from ENULEC effectively reduces static charges on the running web and especially on the winding units of production lines or converting units, both on the substrate surface and in the intermediate layers.

Ready for Future

PRINT4ALL

MAY 27 - 30
MAGGIO 2025
FIERAMILANO

zentraler Aspekt der Komplexität liegt in der Temperaturkontrolle. Die Folie muss genau auf die richtige Temperatur erwärmt werden, damit sie sich gleichmäßig dehnen lässt. Ist sie zu kalt, reißt sie; ist sie zu heiß, verliert sie ihre mechanische Stabilität. Ebenso herausfordernd ist die kontrollierte Streckung.

Die Folie wird durch eine Walzenstrecke gezogen, wobei jede nachfolgende Walze schneller läuft als die vorherige. Diese Geschwindigkeitsdifferenz bestimmt das Streckverhältnis, das typischerweise zwischen dem drei- und siebenfachen der ursprünglichen Länge liegt. Auch die Fixierung der Orientierung nach der Dehnung ist entscheidend. Ohne eine gezielte thermische Nachbehandlung würde sich die Folie wieder zusammenziehen und ihre optimierten Eigenschaften verlieren. Die Kühlung muss daher so erfolgen, dass die molekulare Ausrichtung erhalten bleibt und das Material gleichzeitig

Die Supergrip-Leitwalzen der W&H-Tiefdruckmaschine Heliostar II bieten dank ihrer speziellen Oberflächenstruktur einen besonders hohen Grip auf der Folie – ganz ohne Beschädigungen oder Kratzer. Dadurch lässt sich die Bahnspannung deutlich reduzieren, ohne negative Auswirkungen auf das Seitenregister



Quelle: W&H

Nachhaltiger Hundefutterbeutel

Der barrierebeschichtete Hundefutterbeutel von W&H ist ein bewährtes Folienkonzept, das gezielt für eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft entwickelt wurde. Die Verpackung kombiniert Recyclingfähigkeit mit hoher Effizienz und optimaler Verpackungsleistung. Die Basis bildet eine gestreckte und steife MDO-PE-Folie, die auf einer W&H-CI-Flexodruckmaschine Miraflex- in einem Inline-Druckwerk mit einer PVOH-Barriere beschichtet wurde. Anschließend wird die Folie mit einer PE-Siegelschicht kaschiert, wodurch eine robuste und funktionale flexible Verpackung entsteht. Diese Lösung bietet zahlreiche Vorteile: Die aufgedruckte PVOH-Beschichtung verleiht der MDO-PE-Folie eine zusätzliche Barrierefunktion, während die Produktion auf einer Vorex-Anlage mit Inline-MDO eine hohe Effizienz gewährleistet. Zudem ist die Verpackung nachweislich recycelbar und ermöglicht dank optimierter Prozesse eine schnelle Beutelherstellung.

Quelle: W&H



Flexible Verpackungen für Katzenfutter

Die recycelbare flexible Verpackung für Katzenfutter basiert auf einer gestreckten und steifen MDO-PE-Folie, die auf der W&H-Blasfolienextrusionsanlage Vorex- mit Inline-MDO hergestellt wurde. Durch den Bedruckung der Folie auf die W&H Tiefdruckmaschine Heliostar II S wird eine herausragende Druckqualität erzielt. Anschließend erfolgt die Kaschierung mit einer PE-basierten Siegfolie, die eine dünne EVOH-Schicht enthält. Diese sorgt für eine zuverlässige Sauerstoffbarriere und trägt zur und trägt zur Frische des Futters bei.



Quelle: W&H

seine Flexibilität nicht verliert. Ein weiterer kritischer Punkt ist die Verarbeitbarkeit der MDO-Folie in nachgelagerten Prozessen. Durch die Orientierung verändern sich die mechanischen Eigenschaften, was sich auf das Bedrucken, Kaschieren und Versiegeln der Folie auswirkt. Eine schlecht abgestimmte MDO-Streckung kann dazu führen, dass die Folie nicht sauber läuft, sich verzieht oder nicht die gewünschten Barriere- und Siegeleigenschaften besitzt.

meist nicht recyclingfähig. Nicht-PE-Anteile (wie EVOH) dürfen insgesamt nicht mehr als 5% erreichen. Trotz Herausforderungen wie Feuchtigkeitsempfindlichkeit und Siegelproblemen bleibt diese Materialkombination eine attraktive Lösung für nachhaltige flexible Verpackungen. Durch ihre Feuchtigkeitsempfindlichkeit kann EVOH seine Barrierewirkung verlieren, weshalb es durch eine Schutzschicht aus PE oder einer anderen wasserabweisenden Komponente abgedeckt werden muss. Auch die Siegeleigenschaften der Folie verändern sich durch die Kombination mit EVOH. MDO-PE-Verbunde haben ein enges Siegel Fenster, weil PE außen und innen den quasi gleichen Schmelzpunkt haben. MDO-PE ist normalerweise nur das Drucksubstrat und muss daher nicht siegeln, nur gut laminiert sein. Die Laminiervolie auf der Innenseite muss also gut siegeln. Häufig wird daher eine unorientierte PE-Schicht als Siegelschicht integriert, um die Verarbeitbarkeit in Verpackungsmaschinen zu erleichtern.

MDO-PE und EVOH

Die Kombination von MDO-PE und EVOH wird häufig genutzt, um flexible Verpackungen mit verbesserter Sauerstoffbarriere herzustellen. Während MDO-PE durch die Streckung mechanisch stabiler wird, sorgt EVOH für eine drastische Reduktion der Sauerstoffdurchlässigkeit und verlängert die Haltbarkeit sensibler Verpackungsinhalte. Diese Kombination ermöglicht es, Verpackungen dünner und ressourcenschonender zu gestalten, während gleichzeitig eine Recyclingfähigkeit erzielt wird. Bei gängigen Produkten wird die gewünschte Sauerstoffbarriere bisher durch anderen Materialmischungen erreicht und ist dadurch

Wie begegnet W&H diesen Herausforderungen?

W&H kombiniert seine Vorex-Blasfolienextrusionsanlage mit der MDO-Technologie und bietet dadurch zahlreiche Vorteile in der Folienproduktion. Dank innovativer Technologie sowie der präzisen Steuerung des MDO-Prozesses entsteht eine Folie mit optimaler Qualität sowie verbesserten mechanischen und optischen Eigenschaften. „Unsere Extruder- und Düsentechologie sorgt für eine perfekte Schmelzeinheit und exzellente Schmelzeverteilung – entscheidende Faktoren für den Extrusionsprozess. So lassen sich Folien mit gleichmäßiger Dicke in allen



ROTOFLEX PU-FARBEN

Innovative PU-Druckfarbentechnologie setzt
neue Maßstäbe im Verpackungsdruck.

Flexibel. Persönlich. Zuverlässig.

ROTOFLEX



Schichten herstellen, einschließlich der empfindlichen EVOH-Sperrschicht“, erklärt Dr. Lennart Ederleh, Direktor Technical Sales Business Unit Extrusion bei W&H. „Die MDO-PE-Folie wird durch Streckung in ihren mechanischen und optischen Eigenschaften deutlich verbessert. Die MDO-Technologie von W&H ermöglicht eine vollständige Optimierung der Prozessparameter für bestmögliche Ergebnisse. Alle MDO-Walzentemperaturen und -geschwindigkeiten lassen sich individuell steuern. Zudem ist der Reckspalt während der Produktion flexibel zwischen 5 und 60 mm einstellbar, um optimale Folieneigenschaften zu gewährleisten. Der Reckprozess kann präzise über Bahnspannung oder Reckgeschwindigkeit reguliert werden. Trotz der inhärenten Materialsteifigkeit überzeugt die Folie durch hervorragende Planlage“, führt Dr. Lennart Ederleh weiter aus. Die Kombination von Varex und MDO-Einheit steigert sowohl Produktionseffizienz als auch Foliengüte. Die Optifil P MDO-Automatisierung ermöglicht eine durchgängige Prozesskontrolle und -anpassung. Das robuste und flexible Extruder- und Düsenkonzept erlaubt die Verarbeitung einer breiten Materialvielfalt. Durch die nahtlose Integration aller W&H-Maschinenkomponenten entstehen effiziente Produktionslinien ohne Schnittstellenprobleme. Zudem gewährleistet die bewährte Bedruckbarkeit auf entsprechend angepasste W&H Flexo- und Tiefdruckmaschinen erstklassige Druckqualität auf MDO-Folien.

„Der Reckprozess kann präzise über Bahnspannung oder Reckgeschwindigkeit reguliert werden. Trotz der inhärenten Materialsteifigkeit überzeugt die MDO-Folie durch hervorragende Planlage.“

– Dr. Lennart Ederleh, Direktor Technical Sales Business Unit Extrusion bei W&H –

Recyclbare Kaffeeverpackung

Ein anschauliches Beispiel aus der Praxis zur Bewältigung von Nachhaltigkeitsherausforderungen ist der recycelbare Kaffee-Standbodenbeutel, den W&H gemeinsam mit Partnern entwickelt hat. Bisher bestehen diese Hochbarrierebeutel meist aus metallisiertem BoPP oder BoPET und werden nach Gebrauch thermisch verwertet („verbrannt“). Durch den Einsatz einer verstreckten MDO-PE-Folie mit EVOH-Sperrschicht in Kombination mit einer PE-Siegelfolie konnte ein Verbundmaterial mit lediglich 2% EVOH-Anteil realisiert werden – und damit eine Recyclingfähigkeit, die über aktuellen Vor-



Die W&H-CI-Flexodruckmaschine Miraflex kann mit einem Inline-Druckwerk ausgestattet werden, um beispielsweise eine Barrierschicht aufzubringen

schriften liegt. Gleichzeitig bietet die Folie die erforderlichen Barriereigenschaften gegen Sauerstoff und Wasserdampf und erzielt Barrierewerte, die mit nicht recycelbaren Folienverbunden wie metallisiertem BoPP/PE oder BoPET/PE vergleichbar sind. Dank der Optifil P MDO-Automation überzeugt die flexible Verpackung mit hoher Produktionseffizienz, während dieses qualifizierte Folienkonzept eine zuverlässige Performance entlang der gesamten Wertschöpfungskette gewährleistet. Zudem wurden die Barriereigenschaften weiter verbessert, um optimalen Produktschutz zu bieten. Auf der Innoform-Veranstaltung „Inno-meeting“ im Februar in Osnabrück erläuterte Frederik Petzold, Director Technical Sales BU Printing & Finishing bei Windmüller & Hölscher, dass MDO-PE-Folie im hochwertigen Tiefdruck für die Herstellung von Kaffeeverpackungen bedruckt werden kann.

Was ist bei der Bedruckung von MDO-Folie zu beachten?

Während MDO-PE viele Vorteile bietet, stellt sie an den Druckprozess hohe Herausforderungen – insbesondere bei Druckmaschinen in Ständerbauweise so wie sie vor allem im Tiefdruck eingesetzt werden. Eine der größten Schwierigkeiten besteht in der Kontrolle der Bahnspannung, da sich PE bei Erwärmung stark ausdehnt. In der Praxis kann es dazu kommen, dass sich die Folie unter Bahnspannung verengt, was zu Registerproblemen im Druckprozess führt. W&H hat die durch den Einsatz spezieller Supergrip-Leitwalzen gelöst, die eine bessere Haftung der Folie ermöglichen, ohne diese zu beschädigen. Zusätzlich wurde eine präzise Temperaturrege-

lung der Kühlwalzen implementiert, um unerwünschte Wärmedehnungen auszugleichen. Neben dem Einsatz von Kühlwalzen spielt auch die gezielte Steuerung der Trocknungsparameter eine entscheidende Rolle – insbesondere durch die präzise Regelung von Temperatur und Blaslufgeschwindigkeit. „Bei der Bedruckung von Kunststoffolien spielen Temperatur und Bahnspannung eine entscheidende Rolle“, so Holger Kreilkamp, Director Product Management bei W&H. „Grundsätzlich dehnt sich eine Folie aus, wenn sie erwärmt wird. Dies gilt insbesondere für Polyethylen (PE), dessen Wärmeausdehnung etwa dreimal höher ist als die von Polyethylenterephthalat (PET). In der Praxis zeigt sich jedoch ein anderes Verhalten, wenn die Folie unter Bahnspannung steht.“ Trotz der erwarteten Ausdehnung führt ein Temperaturanstieg unter Spannung dazu, dass die Folienbahn einschrumpft. Dies liegt daran, dass das Material durch die Erwärmung einen sinkenden Elastizitätsmodul (E-Modul) aufweist, wodurch es weniger Widerstand gegenüber der Spannung bietet und sich einschnürt. Ein praktisches Beispiel für dieses Phänomen zeigt sich im Tiefdruckprozess: Nach dem ersten Farbwerk schrumpft die Folie in Querrichtung, so dass die nachfolgenden Farbwerke breiter drucken als das erste. Nach dieser ersten Schrumpfung bleibt die Folie jedoch weitgehend stabil. Um die beschriebenen Effekte zu kontrollieren und eine gleichbleibend hohe Druckqualität zu gewährleisten, setzt W&H auf verschiedene technologische Lösungen. Diese tragen dazu bei, die Bahnspannung zu optimieren, Temperaturschwankungen gezielt auszugleichen und Registerhaltigkeit sicherzustellen. „Eine wichtige Maßnahme ist der Ein-

satz von Supergrip-Leitwalzen in unserer Tiefdruckmaschine Heliostar II. Durch ihre spezielle Oberflächenstruktur gewährleisten sie einen besonders hohen Grip auf der Folie, ohne diese zu beschädigen oder zu verkratzen“, betont Holger Kreilkamp. „Dies ermöglicht eine erhebliche Reduzierung der Bahnspannung, ohne dass sich dies negativ auf das Seitenregister auswirkt. Im Vergleich zu herkömmlichen Keramikleitwalzen bieten sie zudem den Vorteil, dass sie deutlich einfacher zu reinigen sind.“ Ein weiterer wichtiger Faktor für eine gleichmäßige Verarbeitung ist die gezielte Steuerung der Kühlwalzentemperatur. Hier kommt ein W&H-Feature zum Einsatz, die eine individuelle und hochpräzise Temperaturregelung der Kühlwalzen ermöglicht. Diese Methode ist nicht nur wesentlich schneller, sondern auch genauer als eine Anpassung der Trocknungstemperatur für jedes einzelne Farbwerk. Dadurch kann die thermische Stabilität der Folienbahn optimal gewährleistet werden. Für eine exakte Registerhaltigkeit in Tiefdruckmaschinen sorgt das integrierte Registerregel-System Heliocontrol von W&H. Dieser ermöglicht eine präzise Sensornachführung bei Rollenwechseln, insbesondere bei Folien mit Rechts- oder Linksdrall. Damit wird eine konstante Passergenauigkeit über den gesamten Druckprozess hinweg sichergestellt. Zudem bildet dieses System die Grundlage für den 7C-Druck im Tiefdruckverfahren, bei dem höchste Präzision gefordert ist. Darüber hinaus hat W&H spezielle Abschlagmesser für MDO-PE-Anwendungen entwickelt, die in den Wicklern zum Einsatz kommen.

Fazit

MDO-PE-Folien spielen eine zentrale Rolle in der Entwicklung nachhaltiger flexibler Verpackungen. Durch das spezielle Streckverfahren in Maschinenrichtung werden die mechanischen Eigenschaften, Transparenz und Barrierewirkung der Folie erheblich verbessert, wodurch sie als Monomaterialverbund eine recycelbare Alternative zu herkömmlichen Verbundfolien darstellen. W&H treibt diese Entwicklung seit Jahren mit innovativen Maschinen- und Prozesslösungen maßgeblich voran

und hat bereits zahlreiche MDO-Anlagen erfolgreich im Markt etabliert. Die Kombination aus Vorex-Blasfolienextrusion und MDO-Technologie ermöglicht eine präzise Steuerung der Folieneigenschaften, optimiert die Produktionseffizienz und verbessert die Verarbeitbarkeit in nachgelagerten Prozessen wie Druck und Kaschierung. Besonders in der Bedruckung von MDO-PE-Folien bestehen technische Herausforderungen, vor allem im Tiefdruck. Die thermische Ausdehnung von PE kann zu Registerproblemen führen,

weshalb W&H mit speziellen Leitwalzen, präziser Temperaturkontrolle und Registerregelsystemen gezielte Lösungen für höchste Druckqualität entwickelt hat. Die Anwendung von MDO-PE in Kombination mit EVOH für Hochbarriereverpackungen, zeigt das Potenzial dieser Technologie, nachhaltige Verpackungslösungen mit hoher Funktionalität zu realisieren. Trotz bestehender Herausforderungen bietet die MDO-Technologie somit einen wegweisenden Ansatz für recyclingfähige Verpackungskonzepte. ■

BECOME INFALLIBLE

PRINT ALL
Hall 9 – Stand F07 G10
27-30 Maggio 2025
Rho - Fiera Milano

INFALLIBLE PRECISION SYSTEMS
TO GUARANTEE A HIGHER QUALITY STANDARD

TOTAL CONTROL
ABSOLUTE PRECISION
AUTOMATIC TRACKING OF DEFECTS

TOC 360°
TOTAL QUALITY CONTROL AT 360°

WEB VIEWING & PRINT INSPECTION	100% PRINT INSPECTION	IN-LINE SPECTROPHOTOMETER	WASTE MANAGEMENT & DEFECT REMOVAL
MATRIX PLUS	LYNEX PLUS	CHROMALAB	EASY-TRACKER

grafikontrol
INSPIRED BY TECHNOLOGY

GRAFIKONTROL S.p.A. Milano - Ph. +39 02 2100951 - sales@grafikontrol.it - www.grafikontrol.it