

Flexo+Tief+Druck

Internationale technische Fachzeitschrift für Flexo- und Verpackungstiefdruck



Häufig verwendete Folien zum Drucken und Kaschieren

Teil 4: Barrierefolien im Hinblick auf Verarbeitung und Anwendung – ein komprimierter Überblick

KARSTEN SCHRÖDER, ANSGAR WESSENDORF

Im Teil 4 der Artikelserie über marktübliche Arten und Typen synthetischer Folien zur Herstellung von Lebensmittelverpackungen stehen Barrierefolien, die vor allem für Kaschieranwendungen einen stetig wachsenden Anteil ausmachen, im Zentrum der Berichterstattung.

Grundsätzliches zur Barrierefunktion von Folien

Was bedeutet der Begriff Barriere in Bezug auf Folien zur Veredelung von Lebensmittelverpackungen? Eine der wesentlichen Funktionen von Folienverpackungen ist der Produktschutz und die Abschirmung gegen Umwelteinflüsse. Aber auch das Fernhalten von Stoffen aus der Folie selbst wird immer häufiger zu einer wichtigen Aufgabe. So können beispielsweise »Schadstoffe« aus weiter außen liegenden Schichten der Verpackungsfolie durch eine innen liegende Barrierschicht davon abgehalten werden, auf das Packgut zuzugehen. Dies kann dazu beitragen, die mittlerweile sehr strengen gesetzlichen Forderungen nach Produktsicherheit im Lebensmittelbereich zu erfüllen.

Zunächst einige Anmerkungen zur Barriereberechnung. Grundsätzlich lassen sich heute die Barriereigenschaften vieler Materialien rechnerisch gut abschätzen. In diesem Artikel wird daher mehr auf praxisnahe Messungen und den Schutz der Füllgüter eingegangen. Hier zunächst aber einige Grundla-

gen, die jedem Hersteller von Barrierefolien bekannt sein dürften:

Die Barriere

Die Barrierefunktion setzt sich im Regelfall aus drei Schritten zusammen (ein vierter Schritt – die Adsorption – spielt in der Praxis jedoch kaum eine Rolle und ist hauptsächlich für den wissenschaftlichen Bereich von Interesse).

- **Adsorption:** Das Anlösen der durchdringungsfähigen Stoffe (Permeanden). Damit kann beispielsweise die Aufnahme von Sauerstoff gemeint sein, die direkt an der Oberfläche der Folie geschieht.
- **Diffusion:** Das Durchdringen des Permeanden (z.B. Sauerstoff) durch die Folie, nachdem er bereits in die Folie eingedrungen ist. Hier spielt hauptsächlich die materialabhängige Diffusionskonstante eine Rolle.
- **Desorption:** Das Verlassen der Folie durch den Permeanden. Dieser dritte Schritt des »Ausdringens« ist entscheidend für den gesamten Vorgang der Permeation.

Die Einflußfaktoren

Die Verbesserung der Barriere ist möglich, indem ein oder alle drei

Schritte so verändert werden, daß der Permeand nur langsam oder gar nicht mehr durchkommen kann. Dies bedeutet, die Adsorption zu reduzieren oder zu unterdrücken. Geeignete Maßnahmen hierfür sind beispielsweise Metallisierungen, Lackierungen oder Behandlungen der Oberfläche durch chemisch reaktive Prozesse.

Alternativ dazu läßt sich die Diffusion durch Veränderungen des Materials beeinflussen. Um dadurch eine günstigere Diffusionskonstante zu erhalten muß jedoch in jedem Fall der Werkstoff gewechselt oder verändert werden. Auch das Verhältnis zwischen Ethylen und Vinylalkohol (VOH) verändert die Barriereigenschaften deutlich. In diesem Zusammenhang gilt die Faustregel: Je mehr VOH desto besser die Barriere gegen Sauerstoff. Je mehr Ethylen, desto besser die Feuchtigkeitsunempfindlichkeit der Folie hinsichtlich Sauerstoffpermeation.

Die Durchbruchzeit

Durchbruchzeit bezeichnet den Zeitraum der benötigt wird, bis genauso viele Sauerstoffatome in die Außenschicht der Folie eindringen wie durch die Innenschicht austreten. Es ist damit also die Zeitdauer gemeint, die zur Herstellung eines Gleichgewichtszustands benötigt wird. Dieser Zustand hängt primär vom Konzentrationsgefälle des Permeanden innen zu außen sowie dem Klima ab.

Die Steigung der Summenkurve in *Abbildung 2* gibt die Permeationsrate an. Wird an den linearen Verlauf eine Tangente angelegt, so gibt der Schnittpunkt mit der X-Achse die Durchbruchzeit an, die zwischen Sekunden und einigen Tagen liegen kann und somit nur für die Barriereauslegung gegenüber kurz haltbaren Lebensmitteln von Bedeutung ist.

Die Dichtigkeit

Der Überbegriff der Permeation ist

Geschäftsführer der *Innoform GmbH*, Oldenburg/D und *Innoform Coaching GbR*, Hasbergen/D. www.innoform.de

Teil 1: FLEXO+TIEF-DRUCK 1-2009, S.14,
Teil 2: FLEXO+TIEF-DRUCK 2-2009, S.16,
Teil 3: FLEXO+TIEF-DRUCK 3-2009, S.8.

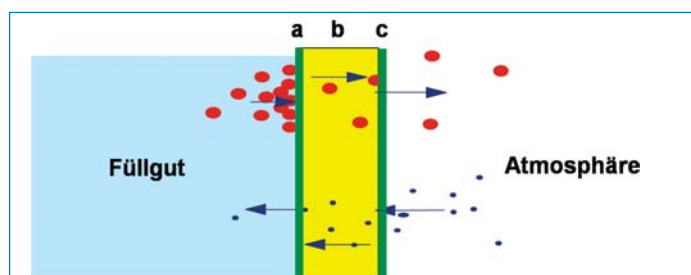


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Permeation von innen nach außen und von außen nach innen.

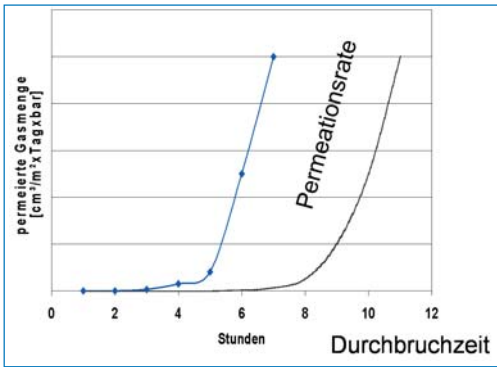


Abbildung 2 (links): Schematische Darstellung von Durchbruchzeit und Permeationsrate.

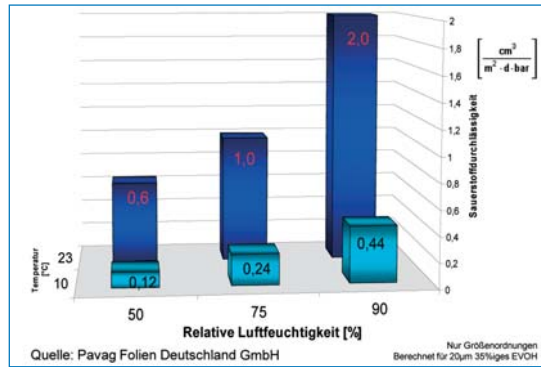


Abbildung 3 (rechts): Einfluß von Temperatur und Feuchtigkeit auf die Sauerstoffbarriere von EVOH.

die Dichtigkeit. Sie beschreibt das gesamte Verpackungssystem, also die Permeation durch das Material aber auch Einflüsse durch Siegelnahtfehler oder Löcher in der Verpackung.

Barriereigenschaften von EVOH

EVOH (Ethylen Vinyl Alkohol) ist ein der bedeutendsten Barriermaterialien aus Kunststoff. Es ist nach wie vor EVOH, das sich durch gute Transparenz, gute Verarbeitbarkeit, hervorragende Sperrwirkung gegen Sauerstoff und Aromen sowie Thermo-Verformbarkeit auszeichnet. Leider hat dieses Material ein bisher ungelöstes Problem mit Feuchtigkeit. Selbstverständlich gibt es dahingehend unproblematische Verpackungskonstruktionen und Lebensmittel, dennoch ist stets zu berücksichtigen, daß EVOH seine volle Barriere Wirkung nur in möglichst trockenem Zustand entwik-

keln kann. Den Einfluß von Feuchtigkeit und Temperatur auf die Barriere von EVOH-Verbundfolien zeigt *Abbildung 3*.

Für Drucker und Weiterverarbeiter ist auf jeden Fall darauf zu achten, das während der Anwendung wenig Feuchtigkeit an die EVOH-Schicht gelangt. Das ist auch ein Grund, warum das Material immer im Verbund (z.B. mit PE, PP oder PA) verarbeitet wird.

Anwendungen und Eigenschaften von EVOH

Eine typische Anwendung von EVOH-Folien sind MAP-Verpackungen (modified atmosphere packaging) für Wurst- und Fleischprodukte, da hier das thermoverformbare EVOH seine ganze Stärke ausspielen kann. Zum einen erlaubt der Wechsel des EVOH-Copolymers beziehungsweise die Änderung der Schichtdicke des Materials eine graduelle Einstellung der

Sauerstoffdurchlässigkeit (OTR = Oxygene transmission rate). Aufgrund seiner Verformbarkeit wird EVOH oft in Unterfolien eingesetzt, wenn ein besonders sauerstoffempfindliches Produkt verpackt werden soll.

Aber es wird auch in Deckelfolien genutzt, obwohl in diesem Bereich heute auch weniger feuchtigkeitsempfindliche Materialien wie SiOx bedampfte oder metallisierte Folien verwendet werden und sehr wirksam sind.

EVOH als funktionelle Barriere

Das europäische Lebensmittelbedarfsgegenständerecht sieht vor, daß »Schadstoffe«, die in Folien technisch unvermeidbar sind, durch sogenannte funktionelle Barrierschichten gesperrt werden können. Dies bedeutet, daß in der dem Lebensmittel abgewandten Seite höhere »Schadstoff«-Konzen-

trationen unter der Voraussetzung toleriert werden können, wenn die funktionelle Barriere diese Stoffe nachweislich vom Lebensmittel fernhält.

Auch in solchen Anwendungen wird EVOH zunehmend genutzt. Ein Beispiel hierfür sind die immer häufiger eingesetzten Wiederverschluß-Systeme, die in der Regel aus Komponenten mit hoher Migrationsneigung hergestellt sind und daher einer entsprechenden Barriere bedürfen. Diese Aufgabe übernimmt in einigen Fällen eine sehr dünne (1–3 µm) EVOH-Sperrschicht, die darüber hinaus auch dem Eindringen von Sauerstoff entgegenwirkt, was zu einer längeren Haltbarkeit des verpackten Lebensmittels führt (Abbildung 4).

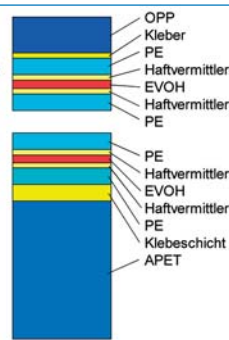
Bedampfung

Eine weitere Möglichkeit, die Barriereigenschaften von Folien erheblich zu verbessern, ist die Bedampfung. So werden beispielsweise



Quelle: Wipak Walsrode

- Repak ist ein patentiertes wiederverschließbares Verpackungskonzept von Wipak
- Repak ist auf jeder Tiefziehanlage für halbsteife Folien verarbeitbar
- Repak hat eine Sauerstoffbarriere ohne Chlor

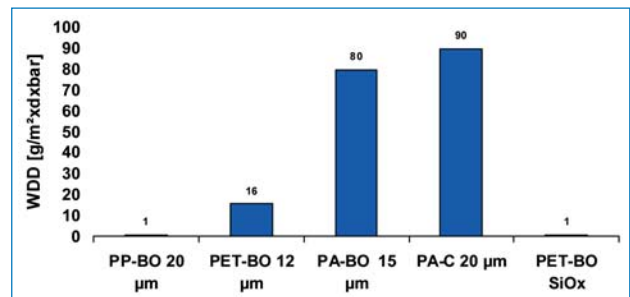
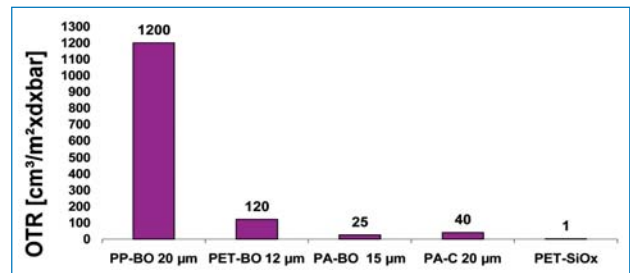


Klebstoff könnte auch in Deckelfolie angeordnet sein (Alternativkonzept)

se Aluminium-Metallisierungen im industriellen Maßstab eingesetzt. Diese silbrige Folienbeschichtung führt zudem zu einem oft ausreichenden Lichtschutz.

Darüber hinaus finden transparente, anorganische Bedampfungsschichten wie SiO_x oder AlO_x immer mehr Anklang. Aufgrund der Oxidation bewahren sich die Stoffe nicht nur ihre Sperrwirkung, sondern werden auch hoch transparent

Abbildung 4:
Der Aufbau von Wiederverschluß-Systemen.



und lassen sich problemlos bedrucken.

Barriereigenschaften einiger handelsüblicher Folien

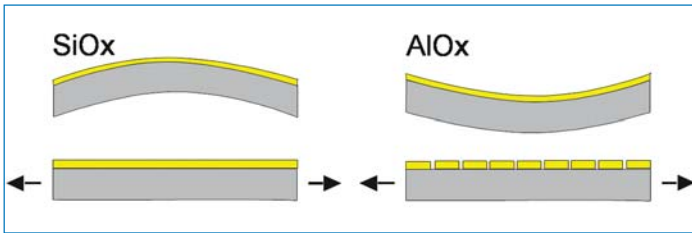
Der Vergleich typischer Druckträgerfolien hinsichtlich ihrer Barriereigenschaften führt zum Verständnis einiger physikalischer Grundlagen. Nachfolgend sind diese Folien in ihren handelsüblichen Dicken dargestellt:

- PP-BO: 20 µm,
- PET-BO: 12 µm,
- PA-BO (Polyamid biaxial orientiert): 15 µm,
- PA-C (Polyamid-Gießfolie nicht orientiert): 20 µm,
- PET-BO (mit SiO_x-Beschichtung): 12 µm.

Abbildung 5 zeigt die Sauerstoffdurchlässigkeit handelsüblicher Kaschier- und Druckfolien für OTR-Anwendungen. Dabei ist an-

Abbildung 5 (oben):
Sauerstoffdurchlässigkeit handelsüblicher Kaschier- und Druckfolien.

Abbildung 6 (unten):
Wasserdampfdurchlässigkeit handelsüblicher Kaschier- und Druckfolien.



Material	Kurzzeichen	Oberflächenspannung (dyn/cm)
Polyethylen	PE	30-32
Polypropylen	PP	30-32
Polyester	PET	43
Polyamid	PA	43
Polyvinylchlorid	PVC	39,5
Polystyrol	PS	33
Siliziumoxid	SiOx	> 70

zumerken, daß es sich dabei nur um Richtwerte handelt, von denen Spezialtypen im Detail durchaus abweichen können.

Wird die Sauerstoffdurchlässigkeit vergleichend betrachtet, so fällt auf, daß mit zunehmender Polarität des Werkstoffes die Permeation abnimmt. Am schlechtesten schneidet PP-BO ab, da dieses Material kaum eine Sperrwirkung gegen Sauerstoff aufweist. PET und PA weisen in diesem Zusammenhang etwas bessere Ergebnisse auf, da sie der Durchdringung mit Sauerstoff zumindest bremsend entgegenwirken. Als tatsächliches Barrierematerial kann jedoch lediglich PET-BO mit SiOx-Beschichtung bezeichnet werden.

Die Grafik in *Abbildung 6* zur Wasserdampfdurchlässigkeit zeigt eindeutig, daß sich bei den organischen Kunststoffschichten ein völlig gegensätzliches Bild zeigt, während für die anorganische SiOx-Schicht das Niveau jedoch niedrig bleibt.

Schichten aus SiOx und AlOx sind wie Aluminium-Metallisierungen in ihrer dünnen Ausprägung spröder als organische bzw. Kunststoffschichten. Dies erfordert eine besondere Sorgfalt bei Druck und Weiterverarbeitung wie auch in der Logistik. So liegen beispielsweise

die transparenten Barrieren nach der Herstellung »vorgespannt« auf der Folienoberfläche. Wird nun diese Folie extrem gedehnt, so können die dünnen Schichten brechen und verlieren damit ihre Barrierewirkung (*Abbildung 7*).

Selbstverständlich kann auch eine schwer drehende Welle oder ein Entionisierungsstab mit Materialkontakt zu kleinsten Kratzern und somit Fehlstellen führen. Die Problematik in diesem Zusammenhang besteht darin, daß derartige Fehlstellen optisch nicht zu erkennen sind und ihre Ermittlung daher aufwendiger Messungen bedarf. Es ist daher angeraten, bei der Verarbeitung derartiger Materialien höchste Sorgfalt walten zu lassen.

Auf welcher Seite drucke ich gerade?

Diese Frage hat sich vielleicht schon mancher gestellt, der bedampfte transparente Folien verarbeitet. Daher an dieser Stelle ein einschlägiger Praxistip: Die Bestimmung der zu bedruckende Seite benötigt nicht mehr als Wasser und einen Schwamm. Damit werden etwa 30 cm Materialbahn auf der Vorder- und Hinterseite befeuchtet. Die Bedruckung oder Beschichtung sollte stets auf der Seite durchgeführt

werden, die eine bessere Benetzung aufweist. Doch da jede Regel auch ihre Ausnahme hat, sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß angesichts zu hoher Oberflächenspannung nicht alle Farben gleich gut ausdrucken und anhaften. Daher ist im Einzelfall anzuraten, im Zweifelsfall die entsprechenden Lieferanten für Farben und Folien zu kontaktieren.

Vorbehandlungsintensitäten

Tabelle 1 beinhaltet die Oberflächenspannung verschiedener Folienmaterialien. Die Erfahrungen in Druck und Weiterverarbeitung zeigen, daß für eine gute Benetzung bzw. Haftung von Farben und Beschichtungen eine Oberflächenspannung von mindestens 38 mN/m benötigt wird. *wird fortgesetzt*

Abbildung 7 (links): Schematische Darstellung der Eigenspannung anorganischer Beschichtungen

Tabelle 1 (oben): Oberflächenspannung verschiedener Folienmaterialien.