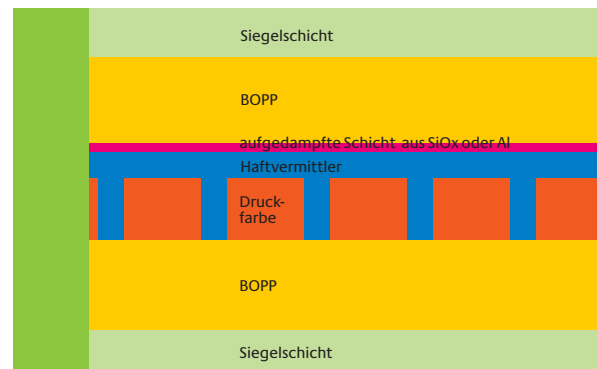


## Flexible Verpackungen ohne Risiko

Wissenschaft und Wirtschaft arbeiten Hand in Hand, um die bei der Herstellung von Verpackungsmaterialien eingesetzten Kaschierklebstoffe mit aromatischen Isocyanaten durch thermoplastisch verarbeitbare Klebstoffe zu ersetzen. Um zu vermeiden, dass Restmengen an Isocyanaten durch die Verpackung wandern und im Füllgut zu gesundheitlich bedenklichen Aminen reagieren, ist ein aufwändiger Nachhärteprozess notwendig. Die Substitution beseitigt ein gesundheitliches Risikopotenzial für den Verbraucher. Der bisherige Energie-, Zeit- und Platzaufwand für eine Nachhärtung entfällt.



Extrusion von Verpackungsfolie



Schematische Darstellung einer neuen Verpackungsfolie

Täglich begegnen uns flexible Verpackungsmaterialien, die unsere Lebensmittel vor schädlichen Einwirkungen und Verunreinigungen schützen sowie einen einwandfreien hygienischen Zustand garantieren. Je nach Anwendungsbereich kommen unterschiedliche Materialien zum Einsatz. Für die europaweit rund 13 Millionen Tonnen Lebensmittel, die gegenüber Sauerstoff und Änderungen des Wassergehaltes besonders empfindlich sind, gelten hohe Anforderungen an die Barriereigenschaften des Verpackungsmaterials. Beispiele für solche empfindlichen Füllgüter sind Snacks, Chips, Süß- und Backwaren, Käse und Kaffee. Allein für diese Lebensmittel werden jährlich in Europa rund drei Milliarden Quadratmeter an speziellen Folien eingesetzt, etwa ein Fünftel davon entfällt auf den Verbrauch in Deutschland.

Die Verpackungsindustrie setzt dabei auf vakuumtechnisch beschichtete Substratfolien. Meistens kommt das kostengünstig herstellbare biaxial orientierte Polypropylen, BOPP, zum Einsatz. Daneben werden Materialien wie Polyethylenterephthalat, Polyamid, Polyethylen, Polyvinylchlorid und Cellulose verwendet.

Um die Sperreigenschaften dieser Substratfolien gegenüber der Durchlässigkeit von Gasen, Wasserdampf und nicht zuletzt von Aromastoffen zu erhöhen, werden diese va-

kuumtechnisch beschichtet. Als Beschichtungsmaterial dominiert Aluminium, für transparente Beschichtungen werden auch Silizium- und Aluminiumoxide verwendet. Für die Beschichtung ist es notwendig, die Substratfolien entsprechend vorzubereiten, um chemisch aktive Gruppen an der Oberfläche zu erzeugen und niedermolekulare Bestandteile zu entfernen. Das Ziel besteht darin, die Schichthaftungen zu erhöhen, potenzielle Schichtdefekte auf ein Mindestmaß zu beschränken sowie eine hohe mechanische Beanspruchung zu ermöglichen. Zum Einsatz kommen vor allem Plasmabehandlungsverfahren, die die Folienoberfläche aktivieren, also die molekularen Bestandteile der Oberfläche für das Zusammengehen mit anderen Substanzen aufnahmefähig machen.

Im Beschichtungsprozess wird das Folienmaterial in einer Vakuumkammer über eine gekühlte Walze geführt, unter der sich die Verdampfungsquelle befindet. Bei der Verwendung von Aluminium kommen Schiffchenverdampfer zum Einsatz, auf die das Beschichtungsmaterial in Form eines Drahtes zugeführt wird. Beim Aufheizen der Schiffchen schmilzt und verdampft das Aluminium und kondensiert anschließend auf der gekühlten Folie. Transparente Schichten aus Silizium- oder Aluminiumoxid werden mittels eines Elektronenstrahls auf die Folie aufgedampft.

**Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung, IVV**

Dr. Klaus Noller  
Giggenhauser Straße 35  
85354 Freising  
Telefon +49 (0) 81 61 / 49 15 15  
Telefax +49 (0) 81 61 / 49 15 55  
E-Mail klaus.noller@ivv.fhg.de

Um diese empfindliche Schicht zu schützen, muss die Folie mit einer Siegelfolie kaschiert, das heißt beschichtet werden. Dafür werden bisher sowohl lösemittelhaltige als auch lösemittelfreie Kaschierklebstoffe als Bindemittel genutzt. Lösemittelfreie 2-Komponenten-Systeme verdrängen nicht zuletzt aus Gründen des Immissionsschutzes die lösemittelhaltigen Klebstoffe. Allerdings enthalten 2-Komponenten-Systeme größtenteils aromatische Isocyanate. Werden diese bei der Klebereaktion nicht vollständig umgesetzt,



Anlage zur Folienextrusion am IVV

können sie durch die Folienschichten wandern und beim Abpacken des Füllgutes zu Problemen führen. Erreichen aromatische Isocyanate im ungünstigsten Fall das Füllgut, können in Verbindung mit Wasser gesundheitlich bedenkliche aromatische Amine entstehen. Um diesem gravierenden Problem entgegenzuwirken, müssen die klebstoffkaschierten Verpackungsverbunde einige Tage bei höheren Temperaturen nachgehärtet werden, was zu deutlich höheren Prozesskosten führt.

Vor diesem Hintergrund entwickelt das interdisziplinäre Forscherteam unter Führung des Fraunhofer Instituts für Verfahrenstechnik und Verpackung eine adäquate, die Umwelt entlastende Alternative auf Basis der Extrusionskaschierung. Bei diesem innovativen Verfahren verkleben Thermoplaste die beschichtete Folie mit der Siegelfolie, ohne dabei gesundheitsgefährdende Substanzen freizusetzen. Verarbeitungstechnisch entfällt zudem die Nachhärtung vollständig. Die neu entwickelten Polymerklebstoffe sind das Ergebnis grundlegender Forschungsarbeit und erfüllen die lebensmittelrechtlichen Anforderungen.

Im BMBF-Projekt wurden zunächst vakuumtechnisch beschichtete Substratfolien weiterentwickelt. Die Forscher wählten hierzu für die Beschichtung mit Aluminium und

- Alcan Packaging Singen GmbH
- Alcan Packaging Tschulin-Rothal GmbH
- Du Pont de Nemours GmbH
- ELAG Verpackungen AG
- Lorenz Bahlsen Snack-World Holding GmbH & Co. KG
- Michael Huber München AG
- Novartis Nutrition GmbH
- Wipac Walsrode GmbH & Co. KG

Siliziumoxid geeignete Substratfolien aus, die auch der bei der Extrusionskaschierung auftretenden thermischen Belastung standhalten. Daneben passten sie den Beschichtungsprozess an die neuen Materialien an. Als Ziele galten dabei die verbesserte Haftung der aufgedampften Sperrschicht sowie die höhere Barrierewirkung der bedampften Substratfolie.

Die Eigenschaften der neuen Verbundfolien wurden mit denen von Standardmaterialien verglichen, um kritische Punkte für weitere Entwicklungen abzuleiten. Daran schloss sich die Konzeption thermoplastisch verarbeitbarer Klebstoffe für die Extrusionskaschierung und deren Verarbeitung an. Hier traten zunächst Probleme in der Haftung zwischen Substrat- und Siegelfolie auf. Nachdem die Forscher die Verfahren und Materialien durch geeignete Maßnahmen angepasst hatten, konnten sie die Anhaftung sicherstellen.

Schließlich wurden die neu entwickelten Verbund-

**Thermoplastische Kaschierklebstoffe helfen, neuartige Verbundfolien für sensible Lebensmittel zu entwickeln. Der Verzicht auf aromatische Isocyanate reduziert Prozesskosten und vermeidet nach dem Vorsorgeprinzip ein gesundheitliches Risikopotenzial für den Verbraucher.**

folien anhand der repräsentativen Füllgüter Käse, Chips, Nüsse und künstliche Nahrung in Abpackversuchen auf ihre Eignung getestet. Dies schloss auch die Messung der Permeationseigenschaften, das heißt des Stofftransports durch feste Schichten auf molekularer Ebene, die numerische Simulation potenziell auftretender Permeationen durch die Packstoffe sowie die Berechnung der Mindesthaltbarkeitsdauer der abgefüllten Produkte bei unterschiedlichen Bedingungen ein. Die positiven Ergebnisse zeigen einen Weg auf, isocyanathaltige Klebstoffe zu ersetzen. Die neuartigen Verbundfolien verfügen über verbesserte Eigenschaften bezüglich der Verarbeitbarkeit und der Sperrwirkung. Sie schonen die Umwelt durch den Verzicht auf organische Lösemittel im Herstellungsprozess und beseitigen nachhaltig das Risikopotenzial für die Verbraucher.

Die enge Zusammenarbeit zwischen Forschern sowie Herstellern und Anwendern von Verpackungsmaterialien gewährleistet eine breite Markteinführung der konzipierten Verpackungsmaterialien mit hohen Sauerstoff- und Wasserdampf-Barriereigenschaften.