

Der Vergleich:

# Schrumpfen, Wickeln & Haubenstretchen

## Folienverpackung von Palettenladeeinheiten in der Getränkeindustrie

**M**otivation und Zielsetzung: In der Getränkeindustrie ist in den letzten Jahren eine zunehmende Verbreitung der Haubenstretchverpackung zu beobachten. Die Entscheidungen, die zu dieser Tendenz führen, basieren häufig auf der Erwartung erheblicher Folienkosteneinsparungen. Ob Kosteneinsparungen möglich sind, wurde in diesem Vergleich untersucht. Im Folgenden werden zunächst die drei verschiedenen Foliensorten allgemein beschrieben. Anschließend werden die in Versuchen verwendeten Folien und Produkte spezifiziert sowie die Versuchsdurchführung beschrieben. Im letzten Abschnitt werden die Ergebnisse der Versuchsreihe zusammengefasst

### 1. Voraussetzungen und Versuchsaufbau

Bevor näher auf die Rahmenbedingungen im konkreten Versuch eingegangen wird, sollen zunächst allgemeine Informationen zu Folien vorgestellt werden. Hierbei werden die drei Folientypen bzw. Verfahren für Schrumpfen, Wickeln und Haubenspannen vorgestellt. Danach folgt eine Auflistung mit den wesentlichen Merkmalen der in diesem Versuch benutzten Folien.

### 1. 1 Grundlagen zu Folien

#### 1.1.1 Schrumpffolie

Schrumpffolie ist die älteste der drei Folienarten. Sie wurde Mitte der 60er Jahre im Labor der BASF auf der Suche nach nicht schrumpfenden Kunststoffen entdeckt. Schon in wenigen Jahren entwickelte sich daraus die schrumpfende Polyethylenfolie, die nach dem Umdrahten mit Metallband (Umreifen) als zweite Methode für die Sicherung der Ladeeinheiten zur Verfügung stand. Schrumpffolie ist ein reines Polyethylen-Produkt, später in Linear high density und Linear low density weiterentwickelt, welches zum biorientierten Schrumpfen weiterentwickelt wurde. Heute ist Schrumpffolie eine kostengünstige Massenware, von vielen Herstellern in guter Qualität zu Standardpreisen in den Industrieländern der Erde verfügbar. Gängige Foliendicken liegen bei 40-150 µm (g/1000).

Schrumpffolie wird als Schlauch in Blasextrudern mit Ringdüsen hergestellt und zur Haube weiterverarbeitet oder zur Flachfolie aufgeschlitzt. Durch das Erwärmen mit Heißluft auf ca. 120 Grad Celsius werden beim Schrumpfvorgang die in der Folienproduktion gereckten Moleküle der Folie wieder „ins Schwimmen“ gebracht und sie orientieren sich dank eines so genannten Memory Effektes wieder in ihre ursprüngliche Konstellation. Durch diesen Vorgang „schrumpft die Folie“ und passt sich den Konturen der Ladung an und baut so seine ladungssichernde Spannung beim Erkalten auf, ohne danach noch wesentlich zu schrumpfen. Die Folie ist gut für Produkte geeignet, die stoß- oder druckempfindlich sind oder sensible Lagenbilder haben.

#### 1.1.2 Wickelstretchfolie

Wickelstretchfolie ist eine mono-orientierte Feinstfolie bis unter 20 µm dünn. Sie wurde in den 70er Jahren von der Firma EXXON entwickelt und wird im

Casting-Verfahren mit einer Flachdüse hergestellt. In seltenen Fällen wird die Folie auch als Schlauch hergestellt, der dann durch Aufschneiden zur Flachfolie umgewandelt wird. Besonders beliebt bei kleinem Produktionsausstoß. Wegen der billigen Maschinen wird das Wickelstretchverfahren beinahe weltumspannend in vielen produzierenden Industrien eingesetzt.

Wickelstretchfolie ist reines Polyethylen mit der besonderen Eigenschaft hoher Dehnbarkeit (bis zu 1000%). Ihr großer Nutzen liegt in der Verfestigung des Materials durch seine große Dehnbarkeit. Nachteilig ist, dass nur eine geringe vertikale Spannkraft auf die Ladung gebracht werden kann, welche jedoch den eigentlichen Halt bei der Transportbelastung darstellt. Weiterhin kann die Ladung nur mit zusätzlichen Deckfolien abgedeckt werden, so dass keine Wetterbeständigkeit erreicht werden kann. Außerdem ist eine gute Displaywirkung kaum realisierbar. Zudem werden die Folien insbesondere bei längerer Lagerung „schwarz“, da Schmutzpartikel durch die statisch aufgeladene Folie angezogen werden. Ebenso bietet sie keinen Diebstahlschutz. Wickelstretchfolie ist weltweit in geeigneter Qualität und zu Standardpreisen verfügbar.

#### 1.1.3 Haubenspannfolie

Die Haubenspannverpackung ist die jüngste Verpackungsmethode in der Getränkeindustrie. Sie wurde in Amerika von David M. Higgins entwickelt und wegen der nicht geeigneten Folienqualitäten zwei Jahrzehnte kaum eingesetzt. Seit Anfang der 90er Jahre bis heute wurde die Haubenstretchfolie kontinuierlich weiterentwickelt. So konnte zum Beispiel die Dehnfähigkeit der Materialien sowie die Displaywirkung wesentlich verbessert werden. Die Renaissance der Spannhautverpackung Anfang der 90er Jahre wurde ausgelöst, als sich die Firma MSK und einige andere europäische Unterneh-

men mit der Technologie auseinander setzen und für die Anwendung Maschinenpatente anmeldeten.

Das Haubenspannverfahren hat sich in den letzten 3 Jahren, bedingt durch die starke Entwicklung bei den Folien, stark verbreitet und eignet sich insbesondere zum Verpacken von Produkten, die nach dem Abpacken ihr Volumen verkleinern, und u.a. für feuergefährdete Produkte mit hoher Standicherheit. Dabei sind Foliendicken von 60-150 µm gängig, wobei zu beachten ist, dass sich auf Grund der nunmehr verarbeitbaren Streckwerte der modernen Folien die Foliendicken auf der Folirolle und über dem Produkt zum Teil erheblich unterscheiden können.

Die Haubentretchfolien entwickeln mittlerweile sehr gute Eigenschaften hinsichtlich ihrer Dehnbarkeit, der Spleißigenschaften, der möglichen Verarbeitungsgeschwindigkeit und des verbesserten Displays. Ferner wird durch Folien mit unterschiedlich starkem Rückverformungsverhalten gewährleistet, dass sehr unterschiedliche Güter mit dieser Folienart verpackt werden können. Ursprünglich hauptsächlich in der Chemie-Industrie eingesetzt, breitet sich diese Ver-

packungslösung mehr und mehr auch in anderen Industrien aus (z.B. Getränkeindustrie, Baustoffindustrie), jedoch handelt es sich nicht immer um die optimale Lösung. Die Stretchfolie ist in Europa und den USA von einigen Herstellern seit 2004 in guter Qualität und zu annehmbaren Preisen erhältlich.

### 1.2 Folienspezifikationen

Um die Vergleichbarkeit der drei Verpackungsarten zu gewährleisten, war es Ziel, bei unterschiedlicher Materialwahl eine vergleichbare Ladungsstabilität zu erreichen. Hierfür mussten bei den drei verschiedenen Foliensorten (Schrumpf-Haubentretch und Wickelstretchfolie) unterschiedliche Materialstärken gewählt werden. Insbesondere bei der Spannhautenfolie wird das Material durch die Dehnung im Verpackungsprozess dünner. Gleichzeitig verkürzt sich auch die Länge der verwendeten Spannhauten durch den Spannprozess. Bei dem Wickelstretch gilt es die Besonderheit zu beachten, dass die Ladungsstabilität einerseits durch die Materialstärke der verwendeten Folie und andererseits durch die Spannung und damit die Dehnung des Materials so-



Bild 1 + 2: Testpaletten mit MSK-Folienverpackungen

Markenname:	Capri-Sonne	Carlsberg	Coca-Cola
Produkt	Geschlossene Kartons mit 10 Paketen(0,2 l)	Folienverpackte Trays mit je 24 Dosen(0,5 l)	Trays mit je 24 Dosen (0,33 l)
Anzahl der Lagen	9 Lagen	8 Lagen	11 Lagen
Palettenlänge	1.200,0 mm	1.200,0 mm	1.200,0 mm
Palettenbreite	800,0 mm	800,0 mm	800,0 mm
Ladungslänge	1.170,0 mm	1.250,0 mm	1.190,0 mm
Ladungsbreite	780,0 mm	800,0 mm	790,0 mm
Ladungshöhe inkl. Palette	1.380,0 mm	1.500,0 mm	1.440,0 mm

Schrumpffolien:	Seitenfaltenschrumpffolie 70 µm		
Oberfläche	stumpfe Oberfläche		
Eigenschaften	kantengerade, verblockungsfrei		
Typenrohstoff	homopolymeres LDPE, feste Ausführung		
Folienabmessung	1300x800	mm	+0-10 mm
Foliendicke	70	µm	± 10 %
Längsschrumpf	50	%	
Querschrumpf	40	%	
Dichte	0,924	g/cm³	
Streckgrenze	12	N/mm²	
Reißfestigkeit	22	N/mm²	
Reißdehnung	600	%	
Mittlerer Preis	1,27	EURO/kg	

Tabelle 1: Details zu Schrumpffolien (Stand: 28.07.2005)

Stretchhaubenfolien:	PE – Seitenfaltentretchfolie 100 µm		
Oberfläche	stumpfe Oberfläche		
Eigenschaften	kantengerade, verblockungsfrei		
Typenrohstoff	copolymeres LDPE, Ausführung: high elastic		
Folienabmessung	1100x450	mm	+0-10 mm
Foliendicke	100	µm	± 10 %
Dichte	0,935	g/cm³	
Haltespannung	> 3,5	N/mm²	
Stretchfaktor	23	%	
Mittlerer Preis	1,60	EURO/kg	

Tabelle 2: Details zu Stretchhaubenfolien (Stand: 28.07.2005)

Wickelstretchfolien:	Wickelstretchfolie 20 µm		
Oberfläche	Glatte Oberfläche		
Typenrohstoff	copolymeres LLDE, Ausführung: high elastic (längs)		
Folienabmessung	500	mm	+0-10 mm
Foliendicke	20	µm	± 10 %
Dichte	0,925	g/cm³	
Stretchfaktor	250	%	
Mittlerer Preis	1,31	EURO/kg	

Tabelle 3: Details zu Wickelstretchfolien (Stand: 28.07.2005)

Tabelle 4: Detailangaben zu den getesteten Ladeeinheiten

Bild 3: Technikum der Firma MSK Verpackungs-Systeme GmbH



wie die Anzahl der aufgebrachtten Lagen variiert werden kann. In den Tabellen 1, 2, 3 werden die detaillierten Spezifikationen der drei verwendeten Materialien im Detail dargestellt.

### 1.3 Produktspezifikationen

Insgesamt wurden drei Ladeeinheiten jeweils mit einer Schrumpffolie, einer Wickelstretchfolie und einer Spannhautenfolie getestet. Die Ladeinheit der Firma Carlsberg wurde mit dem MSK-Anti-Collage-Verfahren eingeschumpft und getestet. Mit diesem besonderen Schrumpferfahren wird verhindert, dass sich die untere Verpackung mit der Haube verbindet. Die Getränkeladeeinheiten unterscheiden sich hinsichtlich der Anzahl der palettierten Lagen, Packschemata und Art der primären Produktverpackung (Bild 1 + 2). Die Tabelle 4 stellt die wesentlichen Angaben zu den Produkten und Ladeabmessungen der verwendeten Einheiten dar.

### 1.4 Versuchsdurchführung

Im Technikum der Firma MSK stehen zur Versuchsdurchführung jeweils eine MSK-Tensiontech-Haubenstretchanlage, eine MSK-Econotech-Hauben-

schrumpfanlage und eine MSK-Satellitech-Wickelstretchanlage zur Verfügung. Für den anschließenden Ladungsstabilitätstest steht ein eigens zu diesem Zwecke entwickelter Transportsimulator bereit. Der Transportsimulator simuliert in diesem Versuch einen LKW-Transport von ca. 500 km bei europäischen Straßenverhältnissen. Da sich sowohl Schrumpf- als auch Stretchhaube über einen gewissen Zeitraum nach dem Verpackungsvorgang verändern, erfolgt der Verpackungsversuch nach einer angemessenen Ruhephase nach dem Verpackungsvorgang (Bild 3)

Zur Erfassung von Veränderungen im Verlauf des Versuchs wurden die Ladeeinheiten zu Beginn bzgl. der Bezugsflächen an 9 Punkten je Palettenseite vermessen. Nach Beendigung des Versuchs wurden diese Punkte nochmals vermessen. Die Erfassung dieser Werte sollte zunächst herausstellen, ob sich eindeutige Verschiebungsmuster ergeben. Um Messungenauigkeiten zu kompensieren und das Gesamtverschiebungsverhalten der Güter zu untersuchen, wurden die Ergebnisse gemittelt und betragsmäßig erfasst.

Zusätzlich zur Messung der Verschiebungen vor und nach dem Versuch wurde während des Versuchs die

maximale Relativ-Verschiebung der Ladeinheit in einer Höhe von 1240 mm oberhalb der Palettenunterkante bestimmt. Nachdem nun alle Voraussetzungen erläutert worden sind, kann jetzt auf die Versuche und deren Ergebnisse eingegangen werden.

## 2. Versuche und Ergebnisse

Um den Verformungszustand der Palette abbilden zu können, wurden insgesamt 18 Messwerte an zwei Seiten der Ladeeinheiten jeweils vor und nach dem Transporttest erfasst. Insgesamt wurden die Ladeeinheiten jeweils der maximal üblichen Transportbelastung ausgesetzt (Bild 4,5,6).

Im Anschluss werden die maximalen Relativ-Verschiebungen in Längsrichtung dargestellt (Diagramm 1). Sie beruhen jeweils auf mindestens fünf Einzelmessungen während des Transportversuchs und veranschaulichen das Ausmaß der Verschiebungen während des Versuchs.

Insgesamt zeigten sich während des Versuchs unterschiedliche Reaktionen bei den verschiedenen Getränkeladeeinheiten. Es fiel in diesem Zusammenhang auf, dass die Ladeinheit mit Kartons unabhängig von der Folie verhältnismäßig geringe messbare Relativ-Verschiebungen aufwies, jedoch im Vergleich zu den anderen Paletten ähnliche dauerhafte Verformungen erreichte.

Der deutlichste Unterschied zwischen Hauben- bzw. Wickelstretch- und Schrumpffolie zeigte sich bei den Ladeeinheiten mit Coca-Cola-Getränkedosen. Hierzu zeigen die Bilder 7 und 7a die maximalen Auslenkungen auf der Längsachse bei Verwendung der Haubenstretchfolie bei der Ladeinheit „Coca Cola“: Während bei der Schrumpffolie nur geringe Verformungen messbar waren, zeigte sich bei beiden Stretchfolien ein deutlich sichtbarer Unterschied (vgl. Diagramm 1).



Bild 4: geschrumpfte Palette



Bild 5: gewickelte Palette



Bild 6: haubengestretchte Palette



Bild 7 / 7a: max. Auslenkung gestreckte Ladeeinheit (während des Transportversuchs)

Nach den jeweiligen Versuchen auf dem Transportsimulator wurden Ladeeinheiten jeweils einem Kippversuch unterzogen. Hierbei wurde die Ladeeinheit einseitig angehoben, bis eine wesentliche Verformung der Ladeeinheit auftrat. In diesem Prozess wurden jeweils zwei Werte gemessen:

1. der maximale Winkel, bei dem die Ladeeinheit noch unwesentlich verformt wurde,
  2. der Winkel, ab dem sich die Ladeeinheit wesentlich verformt hat.
- Das Ergebnis wird in der Tabelle 5 dargestellt.

### 3. Fazit

Die nachfolgenden Ergebnisse werden anhand von drei Kriterien gegliedert. Diese Kriterien sind:

1. der Gewichtsvergleich der Folie,
2. der Preisvergleich und
3. der Vergleich der allgemeinen Verpackungseigenschaften.

#### 3.1 Gewichtsvergleich

Wie in Kapitel 1 der Untersuchung beschrieben, war es Ziel, die drei Produkte jeweils mit den drei verschiedenen Materialien so zu verpacken, dass eine gleiche bzw. ähnliche Ladungsstabilität erreicht wird. Wie das Diagramm 1 aus Kapitel 2 (Versuche und Ergebnisse) gezeigt hat, konnte für die Schrumpfverpackung sowie die Spannhaubenverpackung eine ähnliche Ladungsstabilität erreicht werden, wobei sich in Abhängigkeit vom Produkt teilweise die Haubenstretch-, andererseits auch die Schrumpfverpackung als wirtschaftlicher erweisen. Beim Wickelstretchen konnte keine vergleichbare Ladungsstabilität erreicht werden. Dies liegt vor allem darin begründet, dass der Wickelstretch lediglich eine horizontale Kraft auf die Ladeeinheit ausübt und die Ladungsstabilität wesentlich durch

das Ausüben einer vertikalen Spannung zwischen den Ladungsschichten sowie die der Palette abhängt. Wie auch das Diagramm 1 bestätigt dies ebenfalls der Kippversuch. Diagramm 2 (Foliengewicht je Ladeeinheit) zeigt die jeweils verwendete Folienmenge, angegeben als Foliengewicht pro Ladeeinheit.

#### 3.2 Preisvergleich

Kosten des verwendeten Verpackungsmaterials ergeben sich aus der verwendeten Menge des jeweiligen Materials,

Ladeeinheit	Schrumpf	Wickelstretch	Haubenstretch
Maximaler Kippwinkel	19°	10°	17°
Anhebehöhe	405 mm	220 mm	360 mm

gemessen an seinem Gewicht. Bezüglich der Kosten für die Verpackungsanlagen ist auf die unterschiedlich hohen Anschaffungskosten hinzuweisen. Allerdings wurde bewusst auf eine Kalkulation hinsichtlich Amortisation verzichtet, da die Anlagenkosten sehr unterschiedlich sein können und diese vor allen Dingen von den Stückzahlen, die anschließend verarbeitet werden, abhängig ist. Grundsätzlich kann folgende grobe Einteilung vorgenommen werden:

- ▶ Wickelstretchen: Investition 10.000 – 100.000 EURO
- ▶ Haubenstretchen: Investition 50.000 – 150.000 EURO
- ▶ Schrumpfverpacken: Investition 50.000 – 250.000 EURO

Die Ergebnisse des Preisvergleichs werden in Diagramm 3 (Verpackungskosten je Ladeeinheit) dargestellt. Man ist jeweils für die drei Verpackungsarten von einer Anlage ausgegangen,

Tabelle 5: Detailangaben Kippversuche

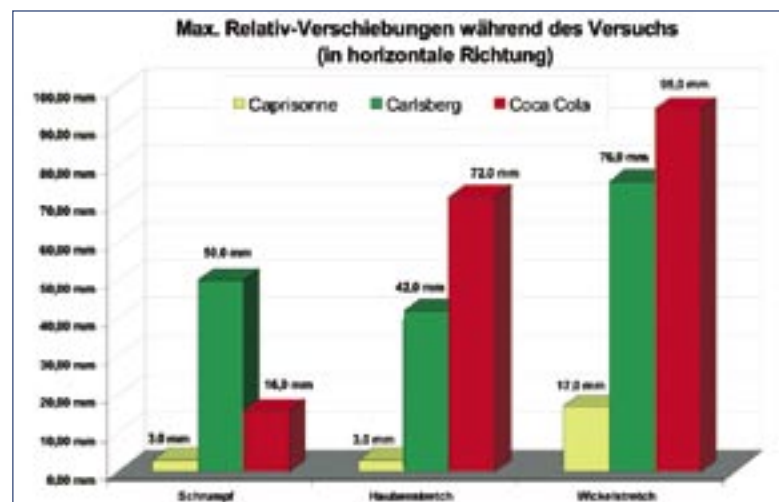


Diagramm 1: Darstellung der maximalen Relativ-Verschiebungen der langen Palettenseite

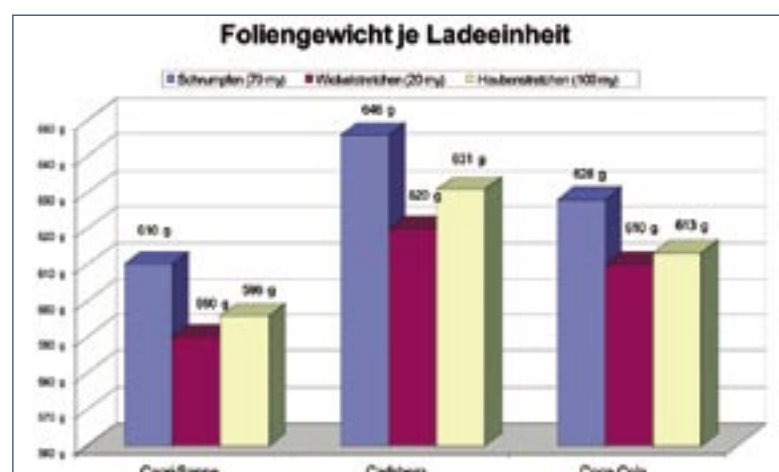


Diagramm 2: Foliengewicht je Ladeeinheit

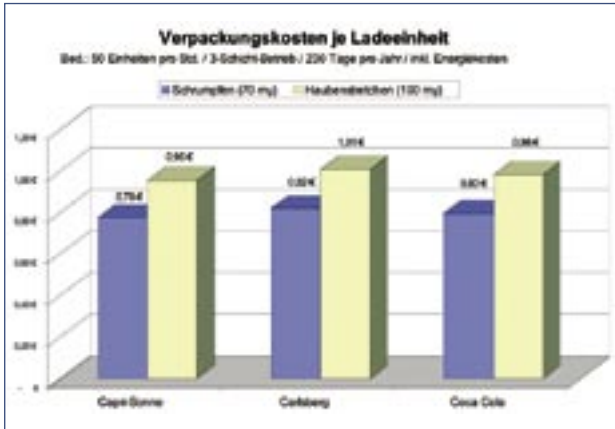


Diagramm 3: Verpackungskosten je Ladeinheit (Stand: 28.07.2005)

	Capri-Sonne	Carlsberg	Coca-Cola
Wickelstretch inkl. Deckblatt	590 g	620 g	610 g
Kosten je Einheit Wickelstretch	0,78 EURO	0,82 EURO	0,80 EURO

Tabelle 6: Ergebnisse der Wickelstretchfolie

die für die Produktion bei einer Geschwindigkeit von 50 Einheiten/Stunde in einem 3-Schicht-Betrieb ausgelegt ist (Diagramm 3).

Die Verpackungskosten je gewickelter Ladeinheit sind nicht im Diagramm aufgeführt, da die Eigenschaften der Verpackung und damit das Ergebnis der Ladungssicherheit nicht vergleichbar sind und somit ein Kostenvergleich nicht sinnvoll erscheint. Der Vollständigkeit halber trägt die Tabelle 6 die Werte für das Beispiel der Wickelstretchfolie. Hierbei gilt es zu beachten, dass eine derartig hohe Materialmenge, wie sie in diesem Versuch verwendet wurde, unüblich ist. Wickelstretchen ist eine Verpackungslösung, die sich allgemein für geringe Ansprüche hinsichtlich Transport- und Sicherung der Ladeinheit eignet, nicht al-

lerdings für die durchschnittlichen Transporte, wie sie in diesem Versuch verglichen wurden.

### 3.3 Allgemeine Eigenschaften

Abschließend werden drei wesentliche, speziell auf die Getränkeindustrie bezogene Punkte genannt, die bei der Entscheidungsfindung behilflich sein können:

1. Produktbeschaffenheit und Primärverpackung (z.B. Druckempfindlichkeit von PET-Wasserflaschen)
2. Produktspezifische Verpackungs- und Transportversuche entsprechend der unterschiedlichen Anforderungen an die Ladung
3. Erarbeitung von Anforderungen mit dem Anlagenhersteller (z.B. hinsichtlich Hygiene: Verwendung von hydraulikbetriebenen oder rein mechanischen Anlagen; vgl. Perrier-Unfall)

Von den Verpackungsmethoden bietet das Schrumpf- und Haubenstretchen die besseren Ladungsstabilitäten und ermöglichen damit mehr Lagen pro Palette, d.h. größere Verpackungsleistungen. Des Weiteren sinken mit diesen Verpackungen die transportbedingten Schadensrückläufe. Zudem wird ein erheblich besserer Diebstahlschutz gewährleistet. Welche der beiden Verpackungsmethoden die wirtschaftlichste ist, sollte im Einzelfall bewertet werden. So können beispielsweise produktbedingte Umstände die maximal zu verwendenden Streckwerte der Stretchhaube eingrenzen, was zu Kostenerhöhungen und Stabilitätslimits führt (vgl. Abb. 8 / 8a). Schrumpffolien hingegen ermöglichen höchste Ladungsstabilitäten, ohne dass Druckkräfte auf Produkt und Unterverpa-

ckung ausgeübt werden. Die beschriebenen Versuche ersetzen dabei nicht die individuelle Beurteilung eines jeden einzelnen Produktes. Da unzählige Parameter bei der Ladungsstabilität Einfluss nehmen, kann dieser Bericht nur eine grobe Orientierung geben. Empfohlen werden Transportsimulationen mit dem eigenen Produkt, da Transportexperimente in der Vergangenheit zu oft Zufallsergebnisse produziert haben. Der Anlagenbauer MSK stellt seine Testanlagen den Kunden hierfür zur Verfügung.

Weitere Informationen: [www.msk.de](http://www.msk.de)

#### Quellen

- ▶ Vergleichende Versuche im Technikum der Firma MSK Verpackungs-Systeme GmbH, Kleve
- ▶ Wissenschaftliche Erkenntnisse des Granulatherstellers Exxon-Mobile sowie führender internationaler Folienhersteller wie die Nordfolien GmbH, Trioplast Nyborg A/S oder Unterland Flexible Packaging AG
- ▶ Folienspezifikationen und Preise der Folienhersteller (Stand: Juli 2005)
- ▶ Langzeiterfahrung der Getränkeindustrie bei Verpackung, Transport und Lagerung

**MSK Verpackungs-Systeme GmbH auf der drinktec 2005: Halle A 5 - Stand 119/218**

### Verpackungs- und Logistiksysteme sind zentrale Themen der drinktec 2005

Die Verbraucher, die Verpackungen und nicht Getränke in den Händen halten, stellen höchste Ansprüche an Handhabungsfreudigkeit, Praktikabilität, Sicherheit, Individualität und Optik. Die Abfüller sehen sich gezwungen, den Produktionsprozess und die inner- wie außerbetriebliche Logistik so effizient wie möglich zu gestalten. Politische Einflüsse tragen das Ihre dazu bei. Eine Aufgabe, bei der es in der Regel um eine Kalkulation im Zentel-Cent-Bereich geht. Viel zu tun für die Hersteller von Verpackungs- und Logistiksystemen.

Bei der Palettierung heißen Gegenwart und Zukunft Robotertechnologie. Ob dreiaxsig oder vierachsig, ob Drehsäulenroboter oder Schwenkarmroboter - die Robotniks haben sich dieser Aufgabe endgültig angenommen.

Die neuesten Ergebnisse im Bereich der Verpackungs- und Logistiksysteme werden auf der **drinktec 2005 in München** präsentieren.



Abb. 8: PET-Flaschen mit optimaler Spannhaut  
Abb. 8a: eingedrückte PET-Flaschen und Trays durch zu hohe Streckwerte / Druck der Spannhaut  
Fotos: MSK Verpackungs-Systeme GmbH