

Zeitschrift Verpackungs-Berater 10-1991 (Abschrift)

LADUNGSSICHERUNG

Haubenstretchen oder Wickelstretchen: Eine vergleichende Nutzen-Analyse

Der alte Grundsatz beim Verpacken: "Soviel wie notwendig, so wenig wie möglich" gewinnt vor dem Hintergrund der Abfall-Diskussion neue Bedeutung. Was für eine Transportverpackung notwendig ist, also das Anforderungsprofil, ist schnell definiert. Aber mit welchem Aufwand diesem Anforderungsprofil genügt werden kann, wird nach wie vor heftig diskutiert. Lange Zeit galt die Schrumpfhaube als Ideallösung. Dann führte u.a. Das Sandoz-Syndrom (der Brand in den Sandoz-Werken 1987 soll durch eine Schrumpanlage ausgelöst worden sein) dazu, daß die Hersteller von Schrumpfanlagen nach alternativen Lösungen suchten. Das System des Haubenstretchens wurde erfunden: Eine aus einem Seitenfaltenschlauch gebildete Haube wird zusammengerafft, gedehnt und dann über den Stapel gezogen. Auf den ersten Blick hat man in der Tat das gleiche Ergebnis wie bei einer Schrumpfhaube erreicht. Nachfolgend wird eine vergleichende Nutzenanalyse des Hauben- und Wickelstretchens vorgenommen. Es ist unter anderem zu untersuchen, ob der hohe technische Aufwand des Haubenstretchverfahrens die Vorteile dieses Transportverpackungsverfahrens rechtfertigt.

Je nach zu transportierendem Gut und Transportweg hat die Transportverpackung verschiedene Funktionen in mehr oder weniger starker Ausprägung zu erfüllen:

1. Stabilisierungsfunktion
2. Schutzfunktion
3. Sicherungsfunktion
4. Begrenzungsfunktion
5. Display-Funktion

Stabilisierungsfunktion

In der Regel hat die Transportverpackung den Stapel dauerhaft auf der Palette zu sichern. Das geschieht dadurch, daß vertikale und horizontale Spannkkräfte den Stapel auf der Palette halten. Reicht dabei die Folie bis unter die Palette, spricht man von Unterschumpf bzw. Unterstretch, der die Haltekraft noch weiter erhöht. Ein Verrutschen der Stapellagen wird infolge der durch die vertikalen Spannkkräfte erzeugten Haftreibung verhindert.

Schutzfunktion

Mit dieser Funktion hat die Verpackung dafür zu sorgen, daß das Packgut vor äußeren Einflüssen, wie Feuchtigkeit, Regen, Spritzwasser, Staub, Strahlung u.ä. geschützt wird. Das wird dadurch erreicht, indem mit PE-Folie eine allseitige, undurchlässige Umhüllung gebildet wird.

Sicherungsfunktion

Eine Transportverpackung kann niemals sicher vor Diebstahl schützen; aber zumindest kann sie den Diebstahl erheblich erschweren. Damit übernimmt die Verpackung auch eine Sicherungsfunktion.

Begrenzungsfunktion

Zur Reduzierung von unnötigem Transportverlust kommt es darauf an, den Stapel in seiner minimalen geometrischen Kontur zu halten. Glatte Außenflächen erleichtern außerdem den Umschlag-Prozeß. Ganz besonders wichtig ist auch eine stabile, glatte Stapeloberfläche beim Übereinanderlagern von Stapeln.

Display-Funktion

Dieser Funktion kommt in der Regel eine untergeordnete Bedeutung zu, da man ohnehin die Transportverpackung als „notwendiges Übel“ betrachtet. Der Werbeeffect bzw. Informationseffect soll außerdem durch Aufdrucke auf dem Packstück selbst erzielt werden. Da der Endverbraucher die Transportverpackung normalerweise nicht zu Gesicht bekommt, spielen ästhetische Gesichtspunkte keine Rolle. Optimale Erfüllung der Stabilisierungs- und Begrenzungsfunktion bei niedrigsten Kosten heißt die Aufgabenstellung, oder: Mit einem Minimum an Aufwand ein Maximum an Ergebnis darstellen.

Die gebräuchlichsten Verpackungsverfahren ohne Einsatz von Wärmeenergie

Obwohl das Schrumpffolienverfahren zur Verpackung von Ladeeinheiten sicher eine dem Anforderungsprofil genügende Lösung darstellt, wird auf eine Einbeziehung in den Vergleich verzichtet. Das nicht ganz auszuschließende Restrisiko durch den Einsatz von Wärmeenergie, der

hohe Energieverbrauch und die Entsorgungsproblematik ließen diese Verfahren etwas in den Hintergrund treten. Daher wird im folgenden nur das Hauben- und das Wickelstretchverfahren untersucht.

Haubenstretchverfahren

Beim Haubenstretchverfahren wird zunächst aus einem Seitenfaltenschlauch durch Abschweißen der Schnittkante und anschließendem Öffnen eine Haube mit rechteckiger Basis gebildet. Dabei kommen, wie auch beim Schrumpfhaubenprinzip, Haubenöffnungsautomaten zum Einsatz. Das sichere reproduzierbare Öffnen des Seitenfaltenschlauches wird bei gut gewickelten Folienrollen und nichtklebender Folie beherrscht: Probleme treten immer dann auf, wenn sich z.B. die Seitenfaltenecken nicht exakt definierbar in die definierte Position bringen lassen. Nachdem die Haube in richtiger Länge aufgespannt worden ist, wird die Haubenunterkante von einer Vorrichtung, die die Haubenlängsflächen zusammenraffen kann, übernommen. Das Zusammenraffen geschieht durch vier in den Ecken der Haubenbasis angeordnete Rollen oder Walzen, die die Folie gegen ein Widerlager weiterschiebt. Das Zusammenfallen wird beendet, wenn sich die Haubenseite zu straffen beginnt. Die so zusammengeraffte Haube wird dann über das Stapelmaß hinaus gedehnt (max. 30%), indem vier Winkel, die von innen in die vier Ecken der Haubenbasis greifen, gleichmäßig nach außen fahren. Sobald die zusammengeraffte Haube auf das definierte Maß gedehnt wurde, werden die vier Winkel gleichmäßig nach unten bis unter die Palette gefahren. Die Seitenflächen der Haube entfalten sich dabei und legen sich an den Stapel. Je nach Vordehnung werden horizontale Spannkraften wirksam. Der Reibkoeffizient zwischen den vier Winkeln und der Folie selbst bestimmt die vertikale Dehnung in den Eckbereichen der Haube. Ergebnis dieses Prozesses ist eine über den Stapel gezogene Haube mit Obernaht auf der Stapeloberfläche.

Wickelstretchverfahren

Das Prinzip einer modernen Wickelstretchmaschine besteht darin, daß eine vorgedehnte Flachfolie von 500 mm Breite derart um den Stapel gewickelt wird, daß sich eine mit horizontalen und vertikalen Spannkraften versehene Umhüllung ergibt. Die Verschließung der oberen Stapelfläche wird durch einen in die Wickelmaschine integrierten Deckblattaufleger erreicht. Je nach Leistung (Stapel/h) sind unterschiedliche Systeme im Einsatz. Im unteren Leistungsbereich (bis max. 35 Stapel/h) wird der Wickelvorgang durch Drehen des Stapels erzielt. Im oberen Leistungsbereich, in dem die entstehenden Zentrifugalkräfte den Zusammenhalt der Packstücke im Stapel gefährden würden, kreist die Folienabzugseinrichtung um den Stapel. Die horizontalen Spannkraften werden durch „Ziehen“ der Folien gegen Widerstand erreicht. Dazu befindet sich in der Folienabzugseinrichtung eine mittels Magnetpulverbremse gebremste Dehnrolle. Diese Kräfte wirken natürlich auf den Stapel, so daß bei höheren Dehngraden und leichteren oder empfindlicheren Packstücken dieses einfache Dehnverfahren nicht zum Einsatz kommen kann. Hinzu kommt, daß damit der für die Stapelstabilität so wichtige Vertikalstretch nicht erzielt werden kann. Um diesen Nachteil zu vermeiden, werden in modernen Stretchautomaten Folienabzugseinrichtungen mit einer Vordehneinheit eingesetzt.

Die Vordehnung

Die Vordehnung wird dadurch erreicht, daß zwei angetriebene Rollen in der Folienabzugseinrichtung hintereinander angeordnet sind. Läuft die, in Abzugsrichtung gesehen vorderer Rolle schneller als die hintere, kommt es automatisch zu dem Dehneffekt. Die Differenz der Drehzahlen ist dabei das Maß für die Vordehnung. Mit einer derartigen Vordehnung werden zwei ganz wesentliche Vorteile erreicht:

1. Hohe horizontale Spannkraften
2. Folieneinsparung im gleichen Verhältnis wie Vordehngrade.

Bei hohen Vordehngraden und entsprechend hohen Folieneinsparungen kommt es natürlich zu einer Verkleinerung des Folienquerschnittes. Das bedeutet aber aufgrund der besonderen Struktur der PE-Stretchfolien keinerlei Schwächung der Festigkeit. Durch die „Verspannung“ der Molekularstruktur infolge der Dehnung verhält sich die Festigkeit neutral. Es gibt Hersteller von Folie, die sogar Mindestdehngrade fordern, um ihre Festigkeitswerte garantieren zu können.

Vertikalstretch

Bei einem normalen Dehnvorgang einer Folienbahn schnürt sich die Folie ein, so daß im schlechtesten Fall das, was man an Länge gewinnt, in der Breite verliert. Die Folienabzugseinrichtung muß also derart ausgebildet sein, daß dem Einschnüreffekt entgegen gewirkt wird. Das durch einen eng gewählten Abstand zwischen beiden Dehnrollen erreicht wird. Die den Einschnürkräften entgegen wirkenden Kräfte erzeugen den für die vertikalen Spannkraften wichtigen „Querstretch“. Dieser Querstretch kann noch verstärkt werden, wenn die Dehnrollen derart ausgebildet werden, daß eine quer zur Zugrichtung verlaufende Komponente, die zusätzlich Querreckung bewirkt, erzeugt wird. Die vertikalen Spannkraften werden durch die Haftung der Folien im Überlappungsbereich sicher in die Palette eingeleitet. Fallweise kann es notwendig sein, die Folieninnenseite mit einem Haftmittel zu

kaschieren, wobei darauf geachtet werden sollte, daß dieses Kaschiermittel neutral sein sollte, damit keine Probleme beim Recycling entstehen. Bei Haftmittel auf Basis von Polyolefin ist dies der Fall.

Zunächst soll untersucht werden, wie beide Verfahren die Anforderungen zur Erfüllung der oben beschriebenen Funktionen genügen. Dann sollen beide Verfahren noch im Hinblick auf allgemeine Faktoren, wie Flexibilität, Einsetzeinschränkungen, und Entsorgungsmöglichkeit verglichen werden.

Erfüllung der Verpackungsfunktionen:

Stabilisierungsfunktion

Die Haube erfüllt auf der allseitigen Umhüllung der Stapel die Stabilisierungsfunktion. Da aber lediglich Dehnungen bis zu 30% erreicht werden, sind die Spannkraften im Vergleich zum Wickler erheblich niedriger. Der Vertikalstretch ist bei der Haube zwar vorhanden, aber nur unzureichend kontrollierbar. Auch hier sind Wickelautomaten mit eindeutigem Vertikalstretch überlegen. Die Adhäsionskräfte der Folien im Überlappungsbereich sind so hoch, daß alle auftretenden Zugkräfte vollständig aufgenommen werden können.

Ein weiterer Vorteil des Wickelstretchens liegt darin, daß in kritischen Bereichen durch (Fuß- und Kopf-) Mehrfachwicklungen die Festigkeit beliebig erhöht werden kann. Zusätzliche Stabilisierungssicherheit bringt der „Klammereffekt“ der gespannten Folie infolge der Einschnürung von Lage zu Lage. Dadurch wird jede Lage zusätzlich an den Rändern vertikal angedrückt. Ein weiterer Stabilisierungsfaktor ist in der netzartigen Verstärkung durch die Folienüberlappung der einzelnen Wicklungen zu sehen.

Auch bei der Dauerfestigkeit der Verpackung ist das Wickelstretchverfahren überlegen: zunächst einmal bietet sie einen verbesserten Widerstand gegen die Weiterreißgefahr, dann bietet die Mehrlagigkeit im bestimmten Bereich, z.B. in der Gefahrenzone der Gabelstaplerzinken, eine Sicherheitsreserve.

Aus der Anfangszeit des Wickelstretchverfahrens ist noch der Pyramideneffekt bekannt. Dieser entsteht, wenn Stapel durch hohe Spannkraften im oberen Bereich des Stapels zusammengedrückt werden. Dieser Pyramideneffekt muß natürlich vermieden werden, wenn Stapel übereinander gestapelt werden. Durch genau einstellbare Spannkraften mit modernen Vordehneinrichtungen ist das heute kein Problem mehr.

Schutzfunktion

Die geschlossene Haube bietet sicher im unbeschädigten Zustand die besten Voraussetzungen, die Schutzfunktion zu erfüllen. Übergänge zwischen Flachfolie und Folienwicklungen entfallen. Bei mangelhafter Spannung und damit auch ungenügender Laminierung der Folienüberlappungen kann Feuchtigkeit zwischen den Folien hindurchdringen. Bei modernen Stretchautomaten mit ausreichender Folienvordehnung (>200%) hat sich jedoch herausgestellt, daß eine absolut dichte Umhüllung besteht. Auch eine mögliche Kapillarwirkung im Überlappungsbereich konnte nicht festgestellt werden. Der Kopfbereich des Stapels, also jener Bereich vom Übergang Deckblatt zur Wicklung, wird zusätzlich durch eine sogenannte Labyrinthwirkung gesichert. Wenn es auf UV-Schutz ankommt, kann mit einem schwarzen Deckblatt dieser Schutz leicht erzielt werden. Insofern bietet das geteilte Verfahren Deckblatt-Wicklungen gewisse Vorteile.

Beim Haubenstretchen befindet sich die schwächste Stelle in Form der Abschweißnaht an der Stapeloberfläche. Um die Schutzfunktionen sauber erfüllen zu können, muß diese Schweißnaht natürlich absolut reißfest ausgeführt sein. Schweißnähte sind immer die ersten Reißstellen, besonders dann, wenn Stapel übereinander gelagert werden. Die durch den Seitenfaltenschlauch an der Stapeloberseite entstehenden Seitenfaltentaschen bieten darüber hinaus leichte Angriffsfläche für Wind oder darauf zu stellende Stapel. Hier ist natürlich das glatte Deckblatt eindeutig überlegen.

Sicherungsfunktion

Die Funktion erfüllen beide Verfahren in der mehr oder weniger ausreichenden Weise.

Begerenzungsfunktion

Im Zusammenhang mit der Beschädigungsgefahr ist schon auf den Nachteil der Naht und der Seitenfaltentaschen beim Haubenstretchen hingewiesen worden. Bei Stapeln mit ungleichmäßiger, stark variierender Kontur kann sich der Stretchschlauch nur in gewissen Grenzen der Kontur anpassen. Beim Wickeln dagegen folgt die Folie jeder Kontur, wobei die Spannkraften dem jeweiligen Produktspektrum auf der Palette angepaßt werden kann. Hier zeigt das Verfahren des Wickelstretchens eindeutig Vorteile.

Display-Funktion

Obwohl die gewickelte Folie immer noch ausreichend transparent ist, um die mit Aufdrucken versehenen Packstücke darunter gut sehen zu können, ist die Haube natürlich transparenter. Zusätzlich ist die Haube bedruckbar und damit als Werbeträger zu verwenden. Bei dieser Funktion ist die Haube überlegen.

Flexibilität, Einsatzbeschränkung, Entsorgung

- Flexibilität

Es liegt im Verfahren des Wickelstretchens begründet, daß jede beliebige Stapelform mit dem Verfahren verpackt werden kann und dazu nur eine Sorte Folie vorrätig gehalten werden muß. Das Haubenstretchen dagegen bietet aufgrund seiner Vordehnfähigkeit bei 30% nur einen engen Spielraum. Das bedeutet eingeschränkte Flexibilität, Mehraufwand für Mehrrollenanlage und zusätzliche Lagerhaltungskosten. Hinzu kommt, daß mit dem Wickelstretchen auch Stapel mit nicht rechteckiger Kontur verpackt werden können.

- Einsatzbeschränkungen

Die Folien, die zum Haubenstretchen zum Einsatz kommen, benötigen Verarbeitungstemperaturen, die einen Mindestwert (ca. 0°C) nicht unterschreiten dürfen. Stretchwickelfolien dagegen können auch bei Minusgraden verarbeitet werden. In manchem Einsatzgebiet muß eine statische Aufladung der Verpackungsfolie vermieden werden. (z.B. Untertage-Bergbau). Bisher gibt es noch keine Wickelstretchfolie auf dem Markt, die mit Antistatik-Mitteln ausgerüstet werden kann.

- Entsorgungsmöglichkeit

Wickelstretchfolie ist so dünn, daß sie ohne Aufwand sehr leicht nach ihrer Verwendung zur Weiterverarbeitung verdichtet werden kann. Es fallen somit keine Lagerhaltungsprobleme an. Stretchfolie für Hauben dagegen sind aufgrund ihrer hohen Dicke sperriger.

Tabelle 1	Gewichtungsfaktor	Bewertung			
		Haube ungewichtet	gewichtet	Wickler ungewichtet	gewichtet
Erfüllung der Funktion					
Stabilisierung	3	8	24	10	30
Schutz	3	9	27	8	24
Sicherung	2	5	10	5	10
Begrenzung	2	6	12	8	16
Display	1	8	8	5	5
Flexibilität	3	5	15	10	30
Einsatzbeschränkung	2	8	16	9	18
Entsorgung	3	5	15	5	15
Ergebnis			127		148

Gewichtungsfaktor Bewertungspunkte
3 = wichtig 10 = sehr gut bis
2 = weniger wichtig 1 = schlecht
1 = Unwichtig

Tabelle 2	Haube	Wickeln
Stapelhöhe	1600	1600
Stapelbreite	800	800
Stapellänge	1200	1200
Palettenhöhe	150	150
Unterstretch	50	50
Vordehnung	30	200
Folienstärke	80	23 (Deckblatt 50µm)
Foliengewicht	72,7 g/m ²	20,9 g/m ² (45,4 g/m ²)
Wicklungen		4+3+8=15

Tabelle 3	Haube	Wickeln
Folienfläche	6,2 m ²	
Wicklung		9,3 m ²
Deckblatt		2,0 m ²
Gewicht gesamt	450,7 g	285,2 g
Differenz Gewicht	+ 165,5 g	-165,5 g

Tabelle 4	
Stapel pro Stunde	40
Einschichtbetrieb	1400 h/Jahr
folgende Einsparung:	
40 x 1400 x 165,5 : 1000 =	9268 kg/Jahr
bei ca. DM 3,50/kg	32.438,- DM/Jahr

Fazit des technischen Vergleichs

Die vorstehende vergleichende Analyse zeigt, daß in wesentlichen Punkten das Wickelverfahren Vorteile aufweist. Bewertet man die verschiedenen Kriterien, wobei die Kriterien unterschiedlich gewichtet sein sollten, wird dieses Ergebnis eindeutig bestätigt.

Siehe Tabelle 1.

Folgende Grunddaten werden der Folien-Verbrauchsrechnung zugrunde gelegt: Siehe Tabelle 2.

Daraus ergeben sich folgende Verbrauchswerte: Siehe Tabelle 3

Die Folieneinsparung bei dem gewählten beispielhaften Stapel beträgt 165,5 g (37%) pro Stapel bei der Anwendung des Wickelstretchens gegenüber dem Haubenstretchen.

Man geht davon aus, daß zur Erreichung der gleichen Festigkeit der Palettenladungssicherung eine Haube von mindestens 80 µm Folienstärke gewählt werden muß. Außerdem geben die Hersteller von Stretchhaubenautomaten als Mindeststärke der verarbeitbaren Folie 80 µm an. Wenn die Folieneinsparung bei Kosteneinsparung umgerechnet wird, ergibt sich unter folgender beispielhafter Annahme:

Siehe Tabelle 4 auf Seite 25. Geht man weiterhin davon aus, daß sich die variablen Kosten bei beiden Verfahren kaum unterscheiden, so sind nur die fixen Zins- und Abschreibungskosten in den Kostenvergleich einzubeziehen. Die Investitionshöhe für eine vergleichbare Anlage unterscheiden sich heute um ca. DM 100.000,-. Bei 10% Zinsen und 10% Abschreibung pro Jahr auf diesen Differenzbetrag kommen für das Haubenstretchen noch einmal DM 20.000,- hinzu. Insgesamt wäre damit ein Wickelautomat um ca. DM 52.438,- günstiger zu betreiben.

Dabei sind die variablen Kosten unberücksichtigt geblieben. Aufgrund der erheblich kleineren Anzahl von Antrieben ist von einem geringeren Energieverbrauch auszugehen. Da man beim Wickelstretchen ein einfacheres Verfahren in einer sehr ausgereiften Technik zur Verfügung hat, ist ebenfalls zu erwarten, daß Ausfall- und Wartungskosten erheblich niedriger liegen.