



POLYOLEFIN (POF) FEINSCHRUMPPFOLIE

DER EINSTIEGSGUIDE

Grundlagen, Anwendungsbereiche & Wissenswertes

Inhalt

Grundlagen.....	4
Verpackung und Anwendungsbereiche im Überblick	4
Einteilung von Kunststoffen	5
Definition und Eigenschaften von Polyolefinen (POF)	8
So wird Schrumpffolie hergestellt.....	10
Diese POF-Folientypen und Ausführungen gibt es.....	11
Die häufigsten Fehler bei der Schrumpffolienverpackung.....	12
Diese Produkte werden u.a. mit POF-Feinschrumpffolie verpackt.....	14
Anwendungsbereiche	15
Food & Non Food	15
Materialien in Kontakt mit Lebensmitteln: Das sollten Sie wissen	16
Darum ist die Verpackungslösung mit POF ideal	20
Verarbeitungsmöglichkeiten	21
Welche Verarbeitungsmöglichkeiten gibt es?	21
Kalkulator: Folienbreitenrechner & Gewichtsberechnung	21
Auf welchen Maschinen wird POF Feinschrumpffolie eingesetzt?	21
Die wichtigsten Barriere-Eigenschaften im Überblick.....	22
Ihr Ansprechpartner	23
Literaturverzeichnis.....	24



Einleitung

Seit Bestehen der Menschheit hat der Transport und die Verpackung von Waren eine wichtige Rolle im Leben des Menschen gespielt.

Und daran hat sich auch heute, d. h. etwa 150.000 Jahre später nichts geändert.

Heute werden in den Industrienationen ca. 90% aller Produkte verpackt. Deshalb spielt die Verpackungsindustrie hierzulande auch eine bedeutende Rolle in der Wirtschaft. In Deutschland arbeiten nach Angaben des deutschen Verpackungsinstituts (dvi) rund 400.000 Menschen in der Verpackungsindustrie und fertigen jährlich Verpackungen im Wert von 30 Milliarden Euro an.

Industriebetriebe, die in der Verpackungsbranche tätig sind, teilen sich in die Segmente Papier, Karton, Kunststoffe, Glas, Metall und Holz auf.

Die meisten Betriebe sind in der Papierindustrie sowie in der Kunststoffindustrie zu finden.

Die Entwicklung einer optimalen Verpackung ist heute oft ein sehr komplexer Prozess.

Das liegt u. a. daran, dass die Verpackung heute eine Vielzahl von Funktionen erfüllen muss. Die Schutzfunktionen wie Schutz vor Verderb, Schutz vor Beschädigung oder Hygieneschutz sind oft wichtig. Dazu kommen Funktionen in den Bereichen Kennzeichnung, Marketingfunktionen und Optik sowie Funktionen im Bereich des Originalitätsnachweises, um nur einige zu nennen. Des Weiteren kommen die Themenschwerpunkte Kosten und Nachhaltigkeit der Verpackung hinzu.

In unserem dreiteiligen Einstiegsguide geben wir Ihnen einen ersten Überblick über die Grundlagen, Anwendungsbereiche und vieles Wissenswertes über Polyolefin (POF) Folien.



Grundlagen

Verpackung und Anwendungsbereiche im Überblick¹

- I. Primärverpackung: Formkörper, Folie, Papier
- II. Sekundärverpackung: Schrumpffolie, Kartonagen, Luftpolsterfolie
- III. Versand- und Transportverpackung: Verpackungsfolie, Paletten Folie, Transportbehälter
- IV. Hilfsmittel für Ladeeinheiten: Antirutsch Folie, Transportfolie, Antirutschpapier

Primärverpackungen sind Verpackungen, die in den direkten Kontakt mit dem Produkt kommen. Der Inhalt der Verpackung ist nach dem Öffnen sofort und direkt zugänglich.

In der Pharma- und Lebensmittelindustrie unterliegt diese Verpackung besonderen Anforderungen, die sowohl bei der Fertigung selbst als auch für die Verpackungsmaterial-Eigenschaften zu berücksichtigen sind.

Für die Herstellung von Primärverpackungen gelten in der Pharma- und Lebensmittelindustrie gesetzliche Vorgaben, die zwingend eingehalten werden müssen. Neben der deutschen DIN-Norm, gibt es die europäische EN-Richtlinie sowie die darüber gültige internationale ISO-Norm. Hier werden Bedingungen für Design, Maße und Toleranzen sowie Funktionalität von Primärverpackungen, aber auch Anforderungen an physikalische, chemische, biologische Anforderungen und Identifizierung von Elastomer-Bestandteile festgelegt. Weiterhin findet sich dort auch die Festlegung der Qualitätsmanagement-Systeme.

Beispiele für Primärverpackungs-Materialien sind Glas, Holz, Metall und Kunststoff (z.B. Weißblechdosen, Kunststoffflaschen, Gläser, Aluminium- und Kunststofffolien). Verwendete Kunststoffe sind z.B. Polypropylen, Polystyrol oder Polyethylen.

Sekundärverpackungen sind Verpackungen, die nicht in den direkten Kontakt mit dem Produkt kommen.

Die klassische Sekundärverpackung findet sich im Handel wieder, da diese am häufigsten als Verkaufsverpackung verwendet wird, zum Beispiel kleine Gummibärchen-Päckchen in einer größeren Verkaufsverpackung. Eine Sekundärverpackung umschließt immer eine Primärverpackung mit Produktinhalt.

Weiterhin gibt es die Unterscheidung in Versand- und Transportverpackung sowie die Hilfsmittel für Ladeeinheiten.

Anwendungszweck

Grundsätzlich sollen Primärverpackungen den Inhalt vor jeglicher Form von Beeinträchtigung schützen.

In der Lebensmittelbranche werden Verpackungen mit Direktkontakt zum Produkt dafür eingesetzt, Produkteigenschaften wie bspw. Haltbarkeit, Aroma, Feuchtigkeit aber auch Kennzeichnung des Inhaltes zu gewährleisten. Die Primärverpackung muss also Eigenschaften wie z. B. eine hohe Durchstoß-Festigkeit und gleichzeitig Weiterreißfestigkeit aufweisen, um das Produkt gleichzeitig zu schützen.

¹ (Lasiportal - Netzwerk für Ladungssicherung)



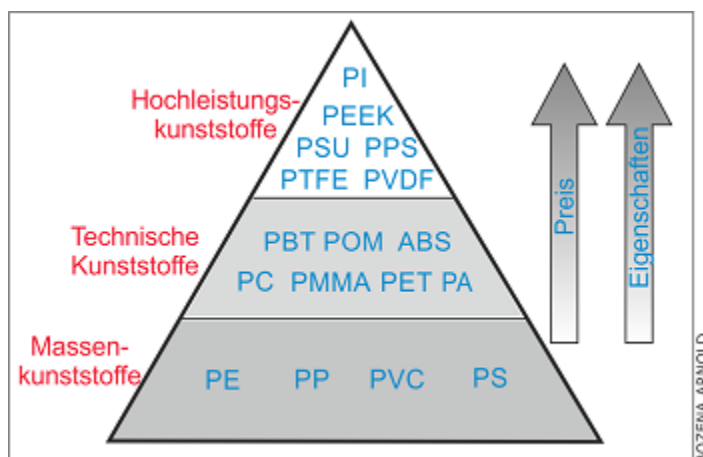
Einteilung von Kunststoffen²

Kunststoffe sind meist Stoffgemische, die aus einem Polymer und verschiedenen Zusatzstoffen bestehen. Das Polymer entscheidet ausschlaggebend über die Eigenschaften des Kunststoffes. Polymere sind organische, d. h. auf der Basis von Kohlenstoff (ggf. auch von Silizium) aufgebaute Makromoleküle, die aus Nichtmetallen wie Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff sowie Schwefel und den Halogenen bestehen.

Strukturell gesehen werden Polymere in folgende drei Gruppen eingeteilt:

- Thermoplaste mit fadenförmigen Makromolekülen
- Duroplaste mit engmaschig vernetzten Makromolekülen
- Elastomere mit weitmaschig vernetzten Makromolekülen

Thermoplaste sind die eigentlichen Kunststoffe. Zur Verfügung stehen sehr viele Arten und Sorten von Thermoplasten, die nach Marktanteilen und Eigenschaften in Massenkunststoffe, technische Kunststoffe und Hochleistungskunststoffe eingeteilt werden.



Hinter einer chemischen Art steht oft eine ganze Werkstoffgruppe mit verschiedenen Sorten, die durch Unterschiede im Herstellprozess oder durch bestimmte Zusatzstoffe entstehen.

Aus jedem Thermoplast ist auch grundsätzlich die Herstellung von Schaumstoff möglich. Aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften können Schaumkunststoffe einer eigenen Gruppe zugeordnet werden.

Duroplaste spielen als eigenständige Polymere kaum eine Rolle mehr, dafür aber eine große Rolle als Matrixstoffe bei Verbundwerkstoffen (Composites).

Die Elastomere bilden eine selbstständig gewordene Werkstoffgruppe, die als Gummiwerkstoffe bezeichnet wird. Eine übersichtliche Kunststoffkurzzeichen-Liste finden Sie im Internetportal Kunststoff-Deutschland – das Portal für die deutsche Kunststoff-Industrie.

² (Materialmagazin)



Verpackungen können aus unterschiedlichen Materialien bestehen. Die häufigsten sind Glas, Blech, Kunststoff und Karton. Kunststoffe können als Formteile oder als Kunststofffolie auftreten.

Folien können als Primärverpackung (Blutkonserven), Sekundärverpackung (Schrumpffolie um Getränkeflaschen) und Transportverpackung (Stretch Folie) verwendet werden.³

Basismaterial

Kunststofffolie, umgangssprachlich auch Plastikfolie oder auch Polymerfolie genannt, ist ein dünnes (typischerweise 2 µm bis 0,5 mm Wandstärke) Blatt aus Kunststoff. Kunststofffolien bestehen vielfach aus Polyolefinen wie Polyethylen (PE) hoher und niedriger Dichte oder Polypropylen (PP). Daneben eignen sich auch Polyvinylchlorid (PVC), Polystyrol (PS), verschiedene Polyester sowie Polycarbonat (PC). Dagegen wird Cellophan aus Cellulose (Verfahren analog zu Viskose, jedoch aus Schlitzdüsen) hergestellt, kann aber mit Kunststofffolie beschichtet sein.

Andere bio-basierte Kunststoffe wie Polylactid (PLA), Celluloseacetat und Stärkeblends können zu Folien verarbeitet werden und werden entsprechend eingesetzt. Für hochwertige Folien wird Polyethylenterephthalat (PET) eingesetzt.

Eigenschaften

Hauptmerkmal von Kunststofffolien ist ihre Fähigkeit, an oder um Gegenstände gewickelt werden zu können und sich deren Form anzupassen. Typische Foliendicken liegen im Bereich unter 0,1 Millimeter. Als Elektroisierfolien können sie fallweise auch nur 0,002 Millimeter dick sein. Die Reißfestigkeit beträgt je nach Material zwischen 20 und 300 N/mm², ist häufig längs und quer zur Extrusionsrichtung unterschiedlich. Die Reißdehnung kann leicht mehrere hundert Prozent erreichen.

Kunststofffolien können in vielen Farben eingefärbt, bei einigen Materialien auch völlig transparent eingestellt werden (Klarsichtfolie).

Sie sind zumeist elektrisch isolierend, werden insbesondere für die Verpackung von statisch empfindlichen Elektronikbauteilen durch Modifikatoren leitfähig eingestellt.

Die mechanische Belastbarkeit kann durch Armieren mit Glasfasern oder Einbringung eines Geflechtes erhöht werden. Ebenso erhöhen bestimmte Polymere oder Additive die thermische Belastbarkeit zum Beispiel bei Folien für Fotokopierer oder Laserdrucker.

Herstellung

Kunststofffolien werden meist durch Extrusion hergestellt. Daneben können sie auch durch Gießen, Kalandrieren oder Blasformen gefertigt werden.

³ (Wikipedia , 2020)



Verwendung

Kunststofffolien werden häufig als Verpackung verwendet, der Abdeckung von Baumaterial und der meist vorläufigen Verkleidung von Öffnungen. Andere Baufolien werden zur Isolation verschiedener Schichten verwendet. In der Geotechnik sind so genannte Geotextilien in Gebrauch, mit denen unterirdische Schichten gegeneinander isoliert werden oder – etwa bei Deponien – auch zum Sammeln der Deponiegase benutzt werden.

Kleberbeschichtete PVC-Folien werden für den Digitaldruck und als Schneidefolie verwendet. Sie werden als Rollenware vertrieben und werden in der Werbetechnik zur Herstellung von Beschilderungen, Beschriftungen im Außenbereich, Fahrzeugvollverklebungen und als Oberflächenschutz eingesetzt.

Spezielle, atmungsaktive, selbstklebende Folien kommen als Wundverband im Rahmen der feuchten Wundbehandlung zum Einsatz.

Durchsichtige Folien (Klarsichtfolien) dienen als Trägermaterial von beschreibbaren Overheadfolien für Tageslichtprojektoren oder für die lichtempfindliche Schicht von Filmen.

Folien werden ebenso in der Landwirtschaft verwendet z.B. Folienkultur, Mulch Folien etc.

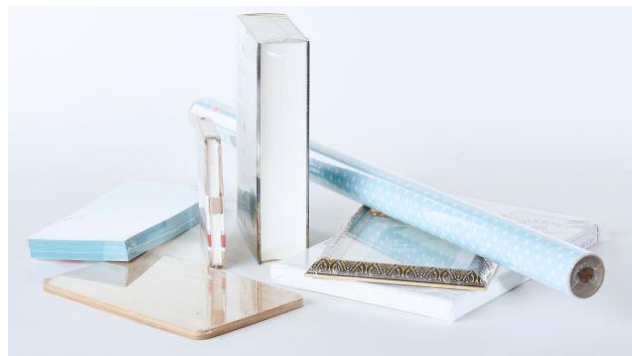
Produkte



Bopp-Folie

- BOPP
- POF
- Dehnfolie
- Displayschutzfolie

- Beschriftungsfolie
- Frischhaltefolie
- Beutel
- Luftpolsterfolie
- Sonnenschutzfolie



POF-Feinschrumpffolie



Definition und Eigenschaften von Polyolefinen (POF)

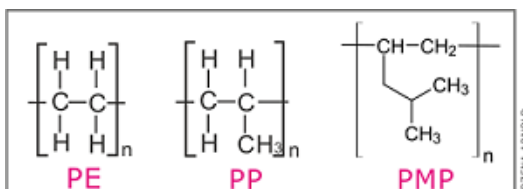
Polyolefine, fachsprachlich: Polyalkene, sind Polymere, die aus Kohlenwasserstoffen der Formel C_nH_{2n} mit einer Doppelbindung (Ethylen, Propylen, Buten-1, Isobuten) aufgebaut sind. Polyolefine sind teilkristalline Thermoplaste die sich leicht verarbeiten lassen. Sie zeichnen sich durch gute chemische Beständigkeit und elektrische Isoliereigenschaften aus. Polyolefine sind die wichtigste Kunststoffgruppe.

Herstellung

Die Ausgangsmonomere – Propen und Ethen – sind bei Zimmertemperatur gasförmig, bilden bei ihrer Verkettung (Polymerisation) lange Molekülketten, die so genannten Polymere. Die Polymerisation erfordert hohe Temperaturen, oftmals hohen Druck sowie den Einsatz eines Katalysatorsystems. Als Katalysatoren dienen gewöhnlich Mischungen aus Titan- und Aluminiumverbindungen. Ohne diese Substanzen wäre die Polyolefin Produktion nicht machbar, das heißt der Erfolg der Polyolefine beruht zu einem großen Teil auf der Entwicklung immer leistungsfähigerer und komplizierterer Katalysatorsysteme. In ihrer polymeren Form sind die Polyolefine robuste, flexible Kunststoffe mit zahlreichen Einsatzmöglichkeiten.⁴

Endprodukte⁵

Polyolefine ist ein Sammelbegriff für Kunststoff Arten. Die **wichtigsten Vertreter** sind hierbei **Polyethylen** (PE) und **Polypropylen** (PP), die zusammen rund die Hälfte der gesamten Kunststoffproduktion vereinen. Der dritte Vertreter der Gruppe ist Polymethylpenten (PMP). Diese Kunststoffe zeichnen sich neben ihrer geringen Dichte vor allem durch eine gute chemische Beständigkeit, eine geringe Wasseraufnahme und guten elektrischen Isoliereigenschaften aus. Polyolefine sind Kunststoffe auf Basis reiner Kohlenwasserstoffe und ihre Hauptketten bestehen ausschließlich aus Kohlenstoffatomen. Die Strukturformeln wie folgt dargestellt:



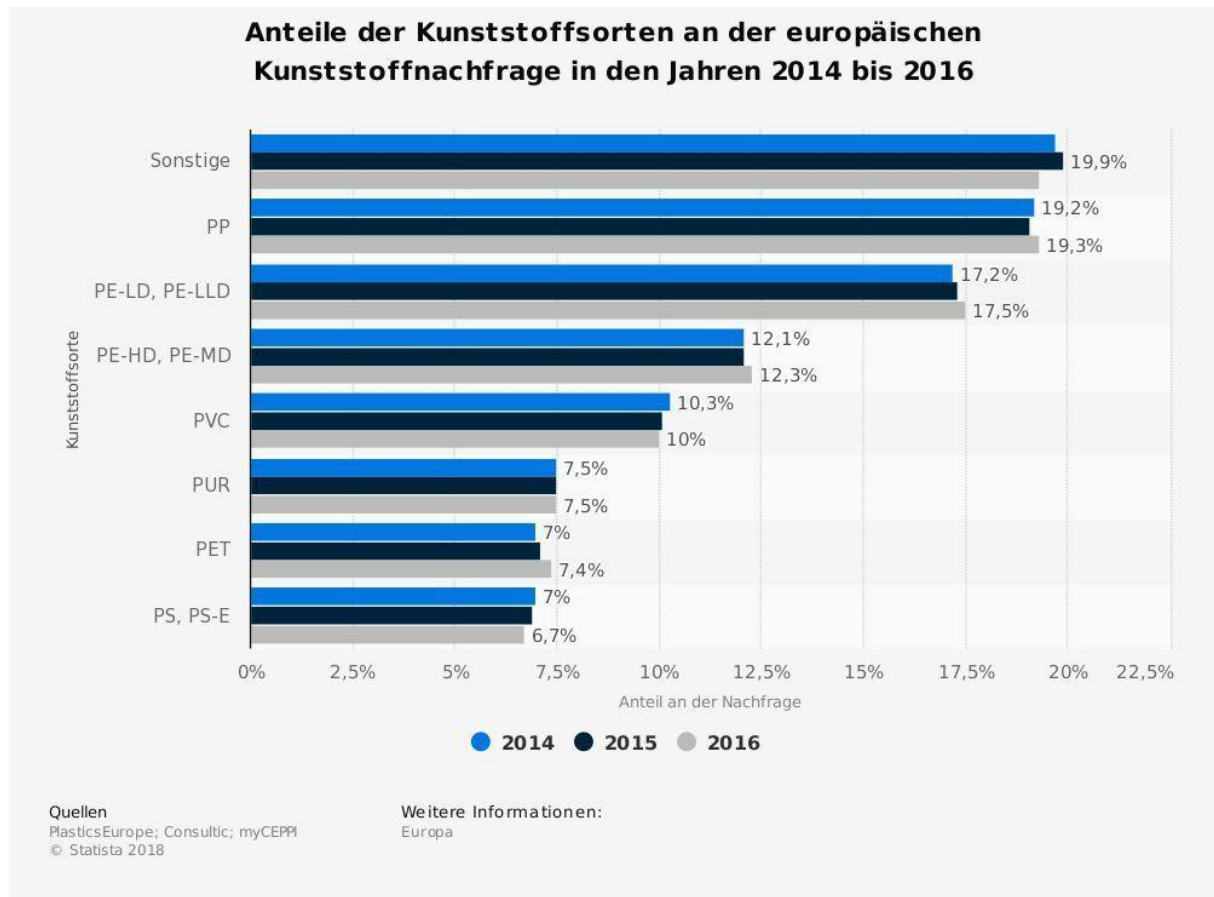
Es sind preiswerte und relativ umweltverträgliche Kunststoffe, da gut rohstofflich zu recyceln und auch beim energetischen Recycling ähnlich zu handhaben, wie fossile Brennstoffe, wobei auch der Brennwert vergleichbar ist. Polyolefine sind unpolar, haben geringe Oberflächenenergie und müssen vor der Verklebung, Beschichtung und Bedruckung aktiviert werden. Dank zahlreicher Einsatzmöglichkeiten gehören die Polyolefine zu den am meisten verwendeten Kunststoffen.

⁴ (Chemie.de)

⁵ (Materialmagazin)



Folgende Statistik zeigt die Anteile der Kunststoffsorten an der europäischen Kunststoffnachfrage in den Jahren von 2014 bis 2016. Das Gesamtvolumen des in Europa (EU-28, Norwegen, Schweiz) nachgefragten Kunststoffs belief sich im Jahr 2016 auf rund 50 Millionen Tonnen.



PlasticsEurope; Consultic; myCEPPI / Statista



So wird Schrumpffolie hergestellt⁶

Schrumpffolie ist ein Material aus Polymer Kunststoff Folie. Wenn Wärme angewendet wird, schrumpft sie fest über dem was sie bedeckt.

Ein Schrumpffilm kann dazu gebracht werden, in eine Richtung (monoaxial oder einseitig) oder in beide Richtungen (biaxial) zu schrumpfen.

Filme werden gedehnt, wenn sie warm sind, um die Moleküle von ihrem anfänglichen zufälligen Muster zu orientieren. Durch Abkühlen des Films werden die Eigenschaften des Films festgelegt, bis er wieder erwärmt wird. Dadurch schrumpft er auf seine ursprünglichen Abmessungen zurück.

Vor der Orientierung werden die Moleküle eines Blattes oder Röhrchens wie eine Schüssel Spaghetti zufällig miteinander verflochten. Die Moleküle sind gewickelt und verdreht und haben keine besondere Ausrichtung. Wenn jedoch eine Zugkraft ausgeübt wird, werden die amorphen Bereiche der Ketten begradigt und auf die Orientierungsrichtung ausgerichtet. Durch geeignete Kühlung werden die Moleküle in diesem Zustand eingefroren, bis genügend Wärmeenergie angewendet wird, damit die Ketten zurückschrumpfen können. Man kann dieses Phänomen sichtbar machen, indem man ein Gummiband dehnt und es in flüssigen Stickstoff taucht, um im gedehnten Zustand einzufrieren. Das Band bleibt in diesem Zustand, solange es bei ausreichend kalten Temperaturen gehalten wird. Wenn jedoch genügend Wärmeenergie angewendet wird, schrumpft das Gummiband in seinen ursprünglichen entspannten Zustand zurück.

Die Orientierung im kommerziellen Maßstab kann mit einem von zwei Verfahren erreicht werden: einem Spanrahmen- oder einem Blasenverfahren.

Mit der Tenterframe-Technologie werden verschiedene „Wärmehärtungsprodukte“ hergestellt: biaxial orientiertes Polypropylen (BOPP) ist am häufigsten (Wärmefixieren ist ein Prozess, bei dem ein Film in einem eingeschränkten Zustand wieder erwärmt wird, so dass die Schrumpfeigenschaften zerstört werden).

Das zweite kommerzielle Verfahren ist das Blasenverfahren, das manchmal als röhrenförmiges Verfahren bezeichnet wird. Bei diesem Verfahren wird ein Primärrohr hergestellt, indem das Rohr entweder geblasen oder auf einen äußeren bzw. inneren Dorn gegossen wird. Es ist üblich, Wasser zu verwenden, um das Primärrohr an dieser Stelle abzukühlen. Nachdem das Primärrohr abgekühlt ist, wird es erneut erwärmt und unter Verwendung von Luft, ähnlich wie ein geblasener Ballon, zu einer zweiten Blase aufgeblasen. Beim Aufblasen wird das Rohr gleichzeitig in beide Richtungen ausgerichtet.

Die Familie der Schrumpffolien hat sich im Laufe der Jahre erweitert und heute werden viele mehrschichtige Konstruktionen verkauft. Zu den Eigenschaften der Schrumpffolie gehören Schrumpfen, Versiegelbarkeit, Optik, Zähigkeit und Schlupf. In Bezug auf die Schrumpfeigenschaften zählt man: Onset-Temperatur, freies Schrumpfen, Schrumpfkraft, Schrumpftemperaturbereich, Speicher und das gesamte Erscheinungsbild der Verpackung.

Diese Kunststoffe werden z.B. beim Schrumpfen verwendet: Polyolefine, Polyvinylidenfluorid, Viton, Polyvinylchlorid, Polytetrafluorethylen.

⁶ (Lasiportal - Netzwerk für Ladungssicherung)



Diese POF-Folientypen und Ausführungen gibt es

Es gibt einlagige, mehrlagige und quervernetzte Polyolefin-Folien in vielen Varianten, Folienarten und Stärken.

Den Hauptbestandteil dieser Schrumpffolien bilden **hauchdünne Schichten** des sogenannten ULDPE (Ultra-Low-Density-Polyethylen) bzw. LLDPE (Linear-low-density Polyethylen) – siehe auch S. 9 Statistik „Anteile der Kunststoffsorten an der europäischen Kunststoffnachfrage in den Jahren von 2014 bis 2016“.

Folienarten

- Flachfolien 30 mm bis 1.510 mm
- Halbschläuche 100 bis 1.300 mm
- normal und schwachschrumpfend

Folienstärke

- Stärken: 9 – 38 µm

Ausführungen

- Normale, glatte, stumpfe Oberfläche
- Heißgenadelt, kaltgenadelt, makroperforiert
- Druckvorbehandelt
- Einfärbung / Druck
- Mit oder ohne Antifog

Einsatzgebiete

- U.a. in Verbindung mit Haubenschrumpf Maschinen, halbautomatischen oder vollautomatischen Winkelschweißern, Seitenschweißern, meistens in Verbindung mit einem Schrumpftunnel



Die häufigsten Fehler bei der Schrumpffolienverpackung

Immer wieder stellen wir folgende Fehler bei der Schrumpffolienverpackung fest, die Sie vermeiden können:

I. Beutelgröße/Beutellänge/Abschnittslänge

- Falsche Berechnung der Folienbreite für das Produkt. Ist der Beutel zu klein, bekommt man das Produkt gegebenenfalls nicht verschweißt und Nähte bleiben offen.
- Ist der Beutel zu groß, ist das gewünschte Schrumpfergebnis nicht zu erzielen, da die Folie sich nicht richtig um das Produkt legen kann (nicht richtig ausgeschumpft).
- Seitennaht platzt: Hier ist meistens der Beutel zu schmal und durch die Spannung schweißt die Folie nicht richtig ab. Prüfen, ob sich die Folie ohne Produkt gut abschweißen lässt.
- Die vordere Naht platzt: Wenn das passiert, obwohl die Folienbreite und Beutelbreite passt, ist zu viel Spannung in der Folie. Dann muss mehr Platz gelassen werden zwischen der Packung und dem Schweißwerkzeug.
- Die hintere Naht platzt: Hier muss mehr Platz hinter der Packung sein und die entsprechende Beutellänge muss eingestellt werden.
- Schlechtgeschumpfte Ecken: Dieses Problem kommt oft bei höheren Produkten vor. Hier macht man den Beutel größer und reduziert die Perforierung.
- Wenn bei niedrigen Produkten schlechtgeschumpfte Ecken (sogenannte Ohren) auftreten, sollte der Beutel kleiner gemacht und mit mehr Perforierung versehen werden, damit die Luft schnell aus dem Beutel entweichen kann.

II. Perforation

- Jede POF Folie muss vor dem Schrumpfen auf jeden Fall perforiert werden.
- Der größte Teil wird nach wie vor unperforiert geliefert. Die meisten Maschinen besitzen eine eigene Perforierwalze, so dass die Folie auf der Maschine genadelt werden kann und die Luft während des Schrumpfvorgangs entweichen kann. Maschinen ohne Perforationseinrichtungen benötigen eine vorperforierte Folie. Auch dort ist auf die richtige Perforation zu achten. (Anordnung und Anzahl der Nadellöcher) Tipp: Im Besonderen bei den manuellen und halbautomatischen Maschinen macht es oft Sinn zu prüfen, ob die Nadeleinrichtung der Maschine zum Einsatz kommen soll, oder ob besser vorgeadelte Folie eingesetzt wird. Bei jedem Schrumpfprozess ohne Perforation würde sich ein Ballon bilden, welcher nicht zum gewünschten Ergebnis führen würde. Die Luft muss immer entweichen können.
- Packungen platzen beim Schrumpfen. Mögliche Ursache: Die Perforierung ist nicht ausreichend, so dass die Luft in der Packung nicht schnell genug entweichen kann.

Korrektur: Mehr Perforierung oder die Tunneleinstellungen entsprechend ändern.



III. Temperatur

- Schwache Schweißnähte: Bevor man schrumpfen kann, müssen die Nähte sauber und luftdicht sein. Schweißen hängt von 3 Faktoren ab: Druck, Zeit und Temperatur. Die Schweißtemperatur variiert stark und hängt vom eingesetzten Maschinentyp ab. Übliche Schweißtemperaturen liegen bei ca. 180 °C bis 300°C. Die Schweißzeit wird abhängig vom Druck eingestellt.
- Faltenbildung, Fischaugen, miserable Optik: Diese Fehler entstehen, wenn zu wenig Temperatur beim Schrumpfvorgang zur Verfügung steht, die Temperatur im Schrumpftunnel zu gering ist.
- Zu viel Temperatur: Folie verbrennt, Aufplatzen der Folie am Produkt, Nähte platzen auf, durch die Perforation entstehen zu große Perforationslöcher/Brandlöcher, im schlimmsten Fall schmilzt die Folie.

IV. Durchlassgeschwindigkeit

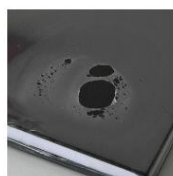
- Um ein perfektes Schrumpfergebnis zu erzielen, muss das Zusammenspiel zwischen Temperatur und Durchlassgeschwindigkeit stimmen. Nur dann kann ein optimales Schrumpfergebnis erzielt werden.
- Graue Stellen in der Folie oft mit Löchern. Die Ursache hier ist eine zu hohe Tunneltemperatur oder das Transportband im Tunnel ist zu langsam. Die Tunneleinstellungen müssen entsprechend eingestellt werden.

V. Maschine/Folie/Endprodukt

- Muss alles im Vorfeld in Erfahrung gebracht werden und perfekt aufeinander abgestimmt sein. Die Folie sollte die Passende zum Produkt sein.
- Zum Beispiel: Biegsame Produkte werden deformiert, die Packung bläht sich auf, die Ecken werden angehoben und die Schrumpfkraft erledigt den unschönen Rest. Niedrige Schrumpfkraft (schwachschrumpfende Folien) und Stärke oder auch mehr Perforierung ist hier nötig, um ein gutes Ergebnis zu erhalten.
- Falten - entweder auf der Ober- oder Unterseite der Packung. Dies passiert oft, wenn der Beutel zu groß ist und die Temperatur im Tunnel zu gering ist. Darüber hinaus muss darauf geachtet werden, dass sich die Schweißnähte auf der halben Höhe des Produkts befinden. Wenn die Folie auf der Produktoberseite stramm ist, aber unten nicht ausgeschrumpft ist, dann kann man die Klappen im Schrumpftunnel (sofern vorhanden) so einstellen, dass mehr warme Luft in den niederen Tunnelbereich geleitet wird und so die Folie an der unteren Seite mehr schrumpft. Bei Verwendung von Polyolefin Schrumpffolie sollen sich die Transportstäbe im Tunnel drehen können.

Häufige Fehler bei der Schrumpffolienverpackung

Überblick Kompakt



Loch in Schrumpffolie



Nahtriss in Schrumpffolie



Schrumpffolie



Verpackung mit „Ohren“



Diese Produkte werden u.a. mit POF-Feinschrumpffolie verpackt



Medizin/Pharma



Spielwaren



Haushalt



Süßwaren



Gemüse



Backwaren

Beispiele für POF-Feinschrumpffolien-Verpackungen finden sich in vielen verschiedenen Bereichen, wie z.B.:

Medizin/Pharma

- Katheter, Schläuche

Spielwaren

- Verpackung von Spielen

Haushalt

- Geschenkkrollen, Schreibwaren

Süßwaren

- Schokolade, Gummibärchen-Tüte

Gemüse

- Verpackung von Obst und Gemüse

Backwaren

- Brötchen/Brot



Anwendungsbereiche

Ob als Schutz für Lebensmittel oder als Schrumpfverpackung für jegliche Non-Food Produkte, Polyolefin Schrumpffolie ist geeignet für folgende Einsatzmöglichkeiten: Süßwaren und Gemüse, Medizin und Pharma, Spielwaren und Haushalt.

Food & Non Food

Food

- Süßwaren
- Gemüse

Lebensmittelverpackung mit POF-Feinschrumpffolie ist hygienisch, steril, einfach zu handhaben und zu entsorgen: Eine Verpackung, die ausreichenden Schutz bietet vor Keimen, Sauerstoff, Feuchtigkeit oder Austrocknung, Licht sowie Aromaverlust. Zudem schützt die Verpackung die Ware vor Berührung des Kunden und eine schnelle Verderblichkeit wird somit verhindert.

Über 50% der Kunststoffverpackungen werden in der EU zum Schutz und Transport von Lebensmitteln genutzt. Der Berufsverband Kunststoff – Konzepte – Verwertung sagt, dass damit 98% aller verderblichen Lebensmittel frisch zum Verbraucher gelangen. In Entwicklungsländern, wo entsprechende Verpackungen fehlen, verderben rund 50 % auf dem Weg zum Endkunden.

Non-Food

- Medizin und Pharma
- Spielwaren und Haushalt

In der Medizin und im Pharmabereich werden Folien oft als Primärverpackung eingesetzt. Das meist hochsensible Medikament wird durch die Verpackung, bis zur Verwendung durch den Endverbraucher, vor Verunreinigung, hoher Luftfeuchtigkeit und vor UV-Strahlung geschützt. Dabei darf die Verpackung auf keinen Fall mit dem Inhaltsstoff reagieren oder den Inhalt verändern.

Im Haushalt und bei Spielwaren kommen sie für eine Vielzahl an Produkten zur Anwendung, z. B. bei Kosmetik, Schreibwaren, Verpackung um Spiele, CD-Hüllen, Bücher, Bilderrahmen etc. In Form von Beuteln werden Folienverpackungen zudem für eine Vielzahl kleinerer Produkte und Sortimente verwendet, z. B. für Schrauben und Nägel.



Materialien in Kontakt mit Lebensmitteln: Das sollten Sie wissen⁷

Aus den verschiedensten Gründen kommen Lebensmittel mit bestimmten Materialien in Kontakt. Meist hat es funktionelle Gründe. So kommen viele Nahrungsmittel bereits im Zuge ihrer Herstellung oder Zubereitung mit speziellen Maschinen oder Kochgeschirr in Berührung. Andere werden in speziellen Behältern transportiert oder gelagert. Für einen großen Teil der angebotenen Lebensmittel bekommt die Materialfrage spätestens kurz vor Auslieferung in den Handel eine Bedeutung. Zum Schutz vor Schmutz oder Keimen - um frische Ware länger haltbar zu machen - werden viele Nahrungsmittel gut verpackt, bevor sie den Weg in die Regale des Handels finden. Manchmal bietet die Verpackung für ihren Inhalt auch zusätzlich einen Schutz vor Licht und Luft, sie ist Träger von Informationen oder erfüllt verkaufsfördernde Zwecke.

So unterschiedlich die Verwendungszwecke sein können, so verschieden sind die Materialien, mit denen Lebensmittel in Kontakt kommen können. Das Spektrum reicht von Kunststoffen über Papiere, Kartons und Gummi bis hin zu natürlich abbaubaren Folien aus Zellglas.

Schon seit 1958 werden in Deutschland „Empfehlungen zur gesundheitlichen Beurteilung von Kunststoffen und anderen Hochpolymeren“ ausgegeben. Was das Bundesgesundheitsamt begonnen und das Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV) ab 1994 weitergeführt hat, setzt das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) fort: Es erarbeitet „Empfehlungen im Rahmen des Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände und Futtermittelgesetzbuches (LFGB), die in der Datenbank „BfR-Empfehlungen zu Materialien für den Lebensmittelkontakt (ehemals Kunststoff-Empfehlungen)“ zu finden sind. In dieser Datenbank stellt das BfR seine Empfehlungen auf der Instituts-Homepage Herstellern und der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung.

Welche Anforderungen müssen Materialien erfüllen, die für den Kontakt mit Lebensmitteln verwendet werden sollen?

Aluminiumfolie, Frühstücksbeutel, Getränkekartons, Abfüllschläuche oder Antihaft-beschichtungen von Kochgeschirr: Dies alles sind Materialien, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Kontakt zu kommen. Sie unterliegen einer strengen gesetzlichen Regelung. Für alle im Lebensmittelkontakt eingesetzten Materialien gilt die am 27. Oktober (2004) vom Europäischen Parlament und dem Rat der EU verabschiedete Verordnung (EG) Nr. 1935/2004, die so genannte Rahmenverordnung.

Artikel 3 der Verordnung nennt die „allgemeinen Anforderungen“. Die wichtigste Aussage lautet sinngemäß: Materialien und Gegenstände müssen so hergestellt sein, dass ihre stofflichen Bestandteile unter den normalen und vorhersehbaren Verwendungsbedingungen nur in Mengen auf das Lebensmittel übergehen, die die Gesundheit des Verbrauchers nicht gefährden.

Was passiert, wenn Stoffe aus dem Material aufs Lebensmittel übergehen?

Materialien, die mit Lebensmittel in Kontakt kommen, sollten so beschaffen sein, dass aus Ihnen nach Möglichkeit keine Stoffe auf die Nahrungsmittel übergehen.

Kommt dies dennoch vor, so dürfen laut Artikel 3 der EU-Verordnung 1935/2004 nur so geringe Mengen auf

⁷ (Bundesinstitut für Risikobewertung, 2013)



das Lebensmittel übergehen, die nicht die menschliche Gesundheit gefährden, die zu keiner unvermeidbaren Veränderung der Zusammensetzung der Lebensmittel führen, und die nicht zu einer Beeinträchtigung der geruchlichen und geschmacklichen Eigenschaften des Lebensmittels führen.

An die gesundheitliche Beurteilung von Substanzen, die aus Materialien auf Lebensmittel übergehen, werden dieselben Anforderungen gestellt, wie sie die europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) für die Bewertung von Anträgen zur Aufnahme neuer Stoffe in die Positivliste der Verordnung (EU) 10/2011 über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen, zugrunde legt.

Generell gilt: Je mehr von einer Substanz auf Lebensmittel übergeht, desto größer ist der Umfang der Daten, die für eine Bewertung vorgelegt werden müssen. So kann eine gesundheitliche Bewertung für nur geringe Übergangsmengen von bis zu 50 ppb erfolgen, wenn ausschließlich Basisuntersuchungen auf erbgutschädigende Wirkungen durchgeführt und der Behörde vorgelegt wurden.

Für die Bewertung höherer Konzentrationen eines Stoffes im Lebensmittel werden umfangreichere toxikologische Untersuchungen u.a. zu Langzeitwirkungen benötigt.

Für Kunststoffe gibt es darüber hinaus auch noch stoffspezifische Grenzwerte für den Übergang auf Lebensmittel, so genannte Migrationsgrenzwerte. Für Substanzen, für die ein solcher Migrationswert nicht überprüft werden kann, gibt es stattdessen noch mengenmäßige Beschränkungen im Material. Damit wird vorsorgend ein Übergang auf Lebensmittel begrenzt oder ausgeschlossen.

Wie wird gewährleistet, dass von Verpackungsmaterialien keine gesundheitlichen Risiken ausgehen?

Die Überwachungsbehörden der Bundesländer untersuchen Lebensmittel regelmäßig auf Stoffe, die aus Kontaktmaterialien auf die Lebensmittel übergegangen sein könnten. Geprüft wird auf Chemikalien, die gesundheitlich relevant sind. Das sind beispielsweise primäre aromatische Amine und Formaldehyd in Pfannenwendern oder Kindergeschirr aus Melaminharz, Weichmacher in Weich-PVC von Deckeldichtmassen und Getränkeschläuchen oder Nassfestmittel in Servietten und Küchentüchern.

Erste Hinweise auf unerwünschte Stoffübergänge können die so genannten sensorischen Prüfungen auf Geschmacks- und Geruchsveränderungen geben. Hierzu werden Prüflebensmittel, die selbst geschmacksneutral, möglichst einfach zusammengesetzt und dennoch realitätsnah sind, mit dem zu untersuchenden Material in Kontakt gebracht. Soll zum Beispiel eine Kunststoffgetränkeflasche untersucht werden, kommt Wasser als Prüflebensmittel zum Einsatz. Chemische und chemisch-physikalische Analysen sichern anschließend die sensorischen Prüfungen ab.

Außerdem wird von den Überwachungsbehörden die korrekte Kennzeichnung der Gegenstände mit Lebensmittelkontakt und damit die Eignung der Materialien für diesen Verwendungszweck überprüft. Gegenstände, die von ihrem Aussehen nicht eindeutig für den Kontakt mit Lebensmitteln bestimmt, dafür aber gedacht sind, wie etwa Verpackungsfolien oder -beutel, müssen laut Artikel 15 der EU-Verordnung 1935/2004 beispielsweise den Hinweis „Für Lebensmittelkontakt“ tragen. Auch die Verwendung von Zeichen ist möglich, wie das im Anhang der Verordnung gezeigte Symbol mit Becher und Gabel.

Werden auch extreme Anwendungsbedingungen bei der Bewertung von Verpackungsmaterialien berücksichtigt?

Materialien, die für den Kontakt mit Lebensmitteln vorgesehen sind, sind unter den Bedingungen ihres ungünstigsten, bestimmungsgemäßen Gebrauchs zu bewerten.



Um einige Beispiele zu nennen: Bei Beschichtungen von Kochgeschirr müssen die möglichen Temperatur- und Beladungsbedingungen berücksichtigt werden, bei Lebensmittelverpackungen spielen besonders die verschiedenen chemisch-physikalischen Eigenschaften der Lebensmittel eine Rolle und bei Babyfläschchen muss die Bewertung des Materials auch eine Erhitzung mit üblichen Flüssigkeiten in der Mikrowelle einschließen.

Welche Aufgaben nimmt das BfR wahr, um die Sicherheit von Materialien im Lebensmittelkontakt zu gewährleisten?

Das BfR erarbeitet wissenschaftliche Stellungnahmen zu möglichen gesundheitlichen Risiken durch Stoffe aus Materialien mit Lebensmittelkontakt. Notwendig wird dies zum Beispiel, wenn Ergebnisse aus den Untersuchungen der Überwachungsbehörden eine Neubewertung erfordern oder in einer öffentlichen Diskussion eine aktuelle, neutrale und sachliche Einschätzung gefordert ist. In solchen Fällen werden die gesundheitlichen Risiken anhand von Daten zur Giftigkeit der fraglichen Stoffe und der Abschätzung der möglichen Aufnahme durch Verbraucher bewertet. Dabei können auch bestimmte Personengruppen, wie zum Beispiel Kleinkinder, besonders berücksichtigt werden. Das Bewertungsverfahren kann sich, falls erforderlich, nicht nur auf die Verunreinigungen selbst beziehen, sondern auch Metabolite berücksichtigen, die durch die Umwandlung im menschlichen Stoffwechsel oder im Lebensmittel entstehen können.

Außerdem erarbeitet das BfR Empfehlungen zu Materialien für den Lebensmittelkontakt. Hierzu unterhält das Institut eine Datenbank, die über die Homepage des Instituts frei zugänglich ist und regelmäßig aktualisiert wird.

Die Empfehlungen des BfR spiegeln den jeweils aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik wider. Deshalb sind sie - auch wenn sie keine Rechtsnormen darstellen - eine wichtige und akzeptierte Orientierungshilfe, um abzuleiten, ob ein Gegenstand mit Lebensmittelkontakt die gesetzlichen Anforderungen nach Artikel 3 der EU-Verordnung 1935/2004 erfüllt.

Außerdem arbeiten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des BfR als Mitglieder in Fachgremien der europäischen Lebensmittelbehörde EFSA an der Bewertung von Stoffen im Lebensmittelkontakt auf EU-Ebene mit.

Brauchen Materialien für den Einsatz in Kontakt mit Lebensmitteln eine spezielle Zulassung?

Es gibt kein spezielles Zulassungsverfahren für Materialien in Kontakt mit Lebensmitteln. Es gibt aber die bereits erwähnten Anforderungen der EU-Verordnung 1935/2004, die alle Materialien und ihre Bestandteile erfüllen müssen, wenn sie für den Kontakt mit Lebensmitteln verwendet werden sollen. Die Hersteller tragen hierfür die Verantwortung. Seit dem Jahr 2011 gilt die Verordnung (EU) Nr. 10/2011, mit der eine direkt rechtswirksame europäische Regelung in Kraft getreten ist. Sie legt eine verbindliche Positivliste der Monomeren und Zusatzstoffe fest, die zur Herstellung von Materialien und Gegenständen aus Kunststoff für den Lebensmittelkontakt verwendet werden dürfen. Vor ihrer Aufnahme in diese Listen müssen die Stoffe auf ihre möglichen Übergänge auf Lebensmittel und ihre toxikologischen Eigenschaften geprüft werden. Als ein Ergebnis der Prüfung werden Grenzwerte für den Übergang der Stoffe auf Lebensmittel festgelegt. Damit liegen für Stoffe, die in den Listen enthalten sind, toxikologische Daten vor, was eine Bewertung des gesundheitlichen Risikos im Falle eines Übergangs auf Lebensmittel deutlich erleichtert. Die Listen beschränken sich allerdings auf Kunststoffe und Zellglas. Bei Zellglas handelt es sich um eine besser unter dem Markennamen Cellophan bekannte transparente Verpackungsfolie aus regenerierter Zellulose, die zum Beispiel für Süßwaren, Käse oder Wurst verwendet wird.



BRC Global Standard⁸

Der BRC Global Standard stellt klar definierte Anforderungen an die Lebensmittelsicherheit. Er wird von der Global Food Safety Initiative (GFSI) anerkannt und ist im englischsprachigen Europa, aber auch in weiten Teilen Asiens und den USA verbreitet.

Jedes Unternehmen, das Lebensmittel verarbeitet oder verpackt, kann sich nach dem BRC Global Standard zertifizieren lassen. Dafür müssen Sie folgende Voraussetzungen erfüllen:

7 Abschnitte des BRC Global Standards

1. Verpflichtung der Geschäftsführung zur kontinuierlichen Weiterentwicklung	2. Plan zur Lebensmittelsicherheit (HACCP-Programm) auf Basis des internationalen Lebensmittelkodex „Codex Alimentarius“	3. Qualitätsmanagementsystem im Bereich Lebensmittelsicherheit auf der Basis des Standards ISO 9001
4. Klare Erwartungen an den Standort und das Arbeitsumfeld	5. Produktkontrolle in allen Phasen	6. Errichtung und Aufrechterhaltung von Prozesskontrollen
7. Anforderungen an Schutzkleidung, Personalhygiene und Ausbildung der Mitarbeiter		

Arbeit nach dem Hazard Analysis and Critical Control Points Standard, kurz HACCP

Einführung und Dokumentation eines wirksamen Qualitätsmanagementsystems

Regelmäßige interne Kontrollen der Produkte, Prozesse und des Personals

⁸ (TÜV Rheinland)



Darum ist die Verpackungslösung mit POF ideal

Polyolefin-Feinschrumpffolie wird als Verpackung eingesetzt, weil sie chemisch sehr stabil ist. Mit ihrer geringen Dichte, hohen Korrosions- und Temperaturbeständigkeit sowie ausgezeichneten Reißfestigkeit ist sie ein exzellentes Verpackungsmaterial.

Die Vorteile im Überblick:

Beständig und attraktiv in Hochglanz

- Eine Verpackung mit POF eignet sich sehr gut als stabile Transportverpackung und als
- glasklare, brillante, attraktive, faltenfreie Verpackung in Hochglanzoptik

Hohe Festigkeit

- Neben der Standard-POF-Folie (normal vernetzt), gibt es auch die Möglichkeit der „Quervernetzung“, dabei sind Moleküle Längs- und Quer ausgerichtet. Dies geschieht in einem Elektrolysebad und verleiht der Folie noch größere Stabilität und reduziert die Eigenschaft des "Weiter-Einreißens"

Umweltverträglich

- Der Energieaufwand für die Herstellung von POF-Folie ist geringer als bei anderen Kunststoffen
- Als Rohstoffe dienen Abfallprodukte der Erdöl-Raffination
- Es kommen keine bedenklichen Inhaltsstoffe zum Einsatz (Formaldehyd etc.)

100% recyclebar

- POF verbrennt rückstandsfrei zu Wasser und Kohlendioxid
- Es werden keine schädlichen Chemikalien freigesetzt
- Die Entsorgung der Folien ist aufgrund der Inhaltsstoffe zu 100 % recyclebar

Vorteile in Verbrauch, Kosten, Verarbeitung

- Der Folienverbrauch und die Verpackungskosten sinken, denn durch die hohe Reißfestigkeit kann POF-Folie dünner sein. Sie brauchen weniger Folie, was gleichzeitig die Umwelt entlastet
- Die Energiekosten sinken, denn durch das gute Schrumpfverhalten, kann Ihre Verpackung bei niedrigen Temperaturen erstellt werden
- Sie profitieren von schnellen Verarbeitungszeiten, denn geringere Folienstärke und Schweißtemperatur sorgen für eine rasche Verarbeitung

Polyolefine stellen mit 11,2 Millionen Tonnen etwa 47 % des europäischen Gesamtjahresverbrauchs an Kunststoff von 24,1 Millionen Tonnen da (Quelle: Wikipedia)



Verarbeitungsmöglichkeiten

Welche Verarbeitungsmöglichkeiten gibt es?

Gängige Methoden sind Beuteln und Schrumpfen. In der Regel wird erst ein Beutel hergestellt, der dann im Schrumpftunnel geschrumpft wird. In Ausnahmefällen wird nur ein Beutel erstellt.

Kalkulator: Folienbreitenrechner & Gewichts Berechnung

- Folienbreitenrechner: Produktbreite + Produkthöhe + mind. 100mm
- Gewichtsberechnung:

Flachfolie: Folienbreite x Folienstärke x 0,92 (spezifisches Gewicht) x Rollenlänge

Bsp. – Folienbreite 500mm, Stärke 15 μ , Rollenlänge 2.750 Meter

=> $500 \times 0,015 \times 0,92 \times 2,75 = 18,975$ kg pro Rolle

Halbschlauchfolie: Folienbreite x 2 (Halbschlauch) x Folienstärke x 0,92 (spezifisches Gewicht) x Rollenlänge

Bsp. – Folienbreite 500/500mm, Stärke 15 μ , Rollenlänge 1.375 Meter

=> $500 \times 2 \times 0,015 \times 0,92 \times 1,375 = 18,975$ kg pro Rolle

Auf welchen Maschinen wird POF Feinschrumpffolie eingesetzt?

Auf folgenden Maschinen wird im Regelfall POF Feinschrumpffolie in Halbschlauchform (Merke: Die Folie ist auf einer Seite offen) eingesetzt:

- Auf Haubenschrupfern können Sie Produkte in Beutel verpacken, die im Anschluss geschrumpft werden oder in ungeschrumpfter Beutelform verbleiben.
- Auf halbautomatischen Winkelschweissern meistens in Kombination mit einem Schrumpftunnel
- Auf vollautomatischen Winkelschweissern meistens in Kombination mit einem Schrumpftunnel
- Auf vollautomatischen Seitenschweissern meistens in Kombination mit einem Schrumpftunnel

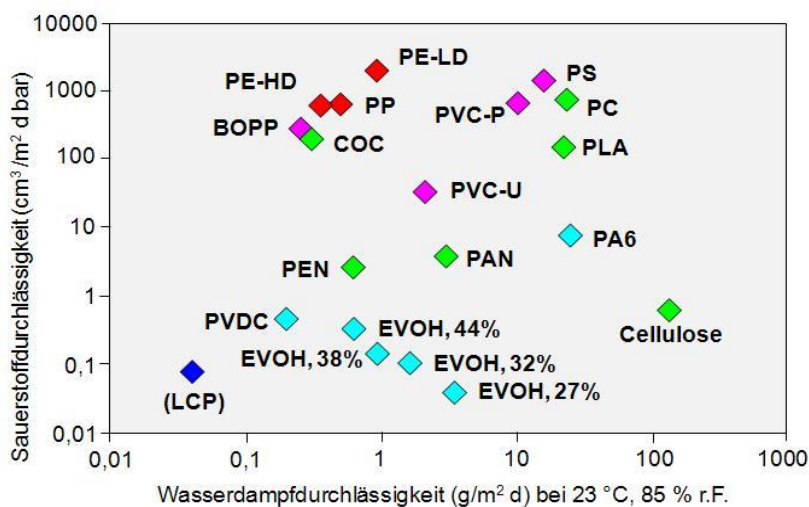


Die wichtigsten Barriere-Eigenschaften im Überblick

Werte für Wasserdampfdurchlässigkeit und Sauerstoffübertragungsrate für Sie in der Übersicht:

WVTR (Water Vapour Transmission Rate) & OTR (Oxygen Transmission Rate) for various plastic films		
Film Type	OTR @ 73°F (23°C), 0% RH	
	(cc/100 in ² /24 hr)	(cc/m ² /24 hr)
The following OTRs are bulk material properties displayed at 1 mil. You may divide by the gauge (in mil) in order to approximate OTR at a different thickness.		
EVOH* (ethylene vinyl alcohol)	.005 - .12	.08 - .19
Biax Nylon-6	1.2 - 2.5	18.6 - 39
OPET (oriented polyester)	2 - 6	31 - 93
OPP	100 - 160	1550 - 2500
Cast PP	150 - 200	2300 - 3100
HDPE (high density polyethylene)	150 - 200	2300 - 3100
OPS (oriented polystyrene)	280 - 400	4350 - 6200
LDPE (low density polyethylene)	450 - 500	7000 - 8500

Film Type	WVTR @ 100°F (38°C), 90% RH for 1 mil film	
	(g/100 in ² /24 hr)	(g/m ² /24 hr)
Biax OPP	0.25 - 0.40	3.9 - 6.2
HDPE (high density polyethylene)	0.3 - 0.5	4.7 - 7.8
Cast PP	0.6 - 0.7	9.3 - 11
Biax PET (oriented polyester)	1.0 - 1.3	16-20
LDPE (low density polyethylene)	1.0 - 1.5	16 - 23
EVOH* (ethylene vinyl alcohol)	1.4 - 8.0	22 - 124
OPS (oriented polystyrene)	7 - 10	109 - 155
Biax Nylon 6	10 - 13	155 - 202



Ansprechpartner

Sie beschäftigen sich mit dem Thema Verpackungslösungen und möchten mehr erfahren oder wünschen sich eine individuelle Beratung?

Nehmen Sie Kontakt zu uns auf. Wir freuen uns, wenn wir Sie unterstützen dürfen!



Marvin Dielmann

CLARUS Films GmbH
www.clarusfilms.de

Albert-Einstein-Strasse 11 |
D-63128 Dietzenbach

Tel.: +49 6074 8210-69
Fax: +49 6074 8210-8869
Dielmann@clarus-films.com

Folgen Sie uns auf [LinkedIn](#)



Literaturverzeichnis

- BMU. (31. 12 1994). Von <https://www.bmu.de/gesetz/richtlinie-9462eg-ueber-verpackungen-und-verpackungsabfaelle/> abgerufen
- Bundesinstitut für Risikobewertung. (3. Juli 2013). Von https://www.bfr.bund.de/de/presseinformation/2013/A/materialien_im_kontakt_mit_lebensmitteln-9178.html abgerufen
- Chemie.de. (kein Datum). Von <https://www.chemie.de/lexikon/Polyolefine.html> abgerufen
- Materialmagazin. (kein Datum). Von <https://www.materialmagazin.com/index.php/kunststoffe/einteilung-von-kunststoffen> abgerufen
- Materialmagazin. (kein Datum). Von <https://www.materialmagazin.com/index.php/kunststoffe/polyolefine-pe-pp-und-pmp> abgerufen
- Räber, A. (10. März 2020). Thema-Verpackung.ch. Von <https://thema-erpackung.ch/herausforderungen-fuer-verpackungshersteller/> abgerufen
- TÜV Rheinland. (kein Datum). Von <https://www.tuv.com/germany/de/lebensmittelsicherheit-nach-brc.html> abgerufen
- Wikipedia. (kein Datum). Von https://at.mihalicdictionary.org/wiki/Shrink_wrap abgerufen
- Wikipedia. (kein Datum). Von https://at.mihalicdictionary.org/wiki/Shrink_wrap abgerufen
- Wikipedia . (2. Dezember 2020). Von <https://de.wikipedia.org/wiki/Verpackung> abgerufen
- Wikipedia. (16. März 2021). Von <https://de.wikipedia.org/wiki/Kunststoffolie> abgerufen



© / Copyright: CLARUS Films GmbH

CLARUS Films GmbH

Albert-Einstein-Straße 11
63128 Dietzenbach
Deutschland

T: +49 (6074) - 82 10 0

F: +49 (6074) - 82 10 55

E-Mail: office@clarus-films.com

Internet: www.clarusfilms.de

Folgen Sie uns auf [LinkedIn](#)

Folgen Sie uns auf [YouTube](#)



**Ihr Partner für zukunftsorientierte
Verpackungslösungen**

Verpackungsfolien | Verpackungsmaschinen |
Nachhaltige Verpackungslösungen | Bio-Folien