

Information zu Folien aus PE (Polyethylen)

1. Definitionen

1.1 FOLIE

Als Folie wird ein dünnes undurchlässiges Produkt (Dicke < 1,0 mm) bezeichnet, das aus einem synthetischen Rohstoff besteht.

1.2 POLYETHYLEN

Polyethylen (PE) ist einer der wichtigsten thermoplastischen Kunststoffe zur Herstellung von Folien. PE wird aus Erdöl gewonnen und ist recyclebar. Bei der Verbrennung entstehen ausschließlich Kohlendioxid und Wasser.

Neben der schon fast unübersehbaren Anzahl von verschiedenen Polyethylenen gibt es drei Haupttypen, die nach unterschiedlichen Verfahren hergestellt werden. Jeder dieser Typen hat seine spezifischen Eigenschaften und seine eigene Charakteristik. Die Herstellung verursacht keine Schadstoffe, das Material kann vorbehaltlos der Entsorgung zugeführt werden. Es verbrennt rückstandsfrei und setzt nur Kohlendioxid und Wasser frei, ohne giftige Dämpfe oder Gase. Polyethylen kann wiederverwertet werden, indem es zu Granulat geschreddert wird und danach wieder in den Produktionsprozess integriert wird.

1.3 MY

My wird als Maß für Dicke einer Folie verwendet. My ist eine gebräuchliche Bezeichnung für μm (Mikrometer) und entspricht einem Millionstel Meter = 1/1000 mm.

Bei Planen wird zur Bestimmung der Stärke auf Grund variierender Dicke statt my die Einheit g/m^2 verwendet.

2. Unterscheidung

PE-HD (HDPE)

HD steht für „High Density“ (hohe Dichte), auch Niederdruckpolyethylen genannt. PE-HD ist steifer und abriebfester als PE-LD. Die Folie hat eine Dichte von 0,94 bis 0,97 g/cm^3 und eine Schmelztemperatur von 128 bis 136 °C. PE-HD hat wie auch PE-LD sehr gute Schweiß- bzw. Heißsiegeleigenschaften. Die Folie hat eine Kältebeständigkeit bis zu -50 °C und eine Wärmebeständigkeit von maximal +90 °C. PE-HD erkennt man gut am Rascheffekt. Häufig werden dünne Tragetaschen für den einmaligen Gebrauch aus HDPE gefertigt.

PE-LD (LDPE)

LD steht für „Low Density“ (niedere Dichte). Die Folie wird mit sehr hohem Druck (bis 3500 bar) erzeugt, daher hört man auch oft den Namen Hochdruckpolyethylen. PE-LD war das erste Polymerisat, das aus Ethylen gewonnen wurde. Die PE-LD Folie hat eine Dichte von 0,915 bis 0,935 g/cm^3 und eine Schmelztemperatur von 105 bis 115 °C. Folien aus PE-LD fühlen sich eher weich und wachsartig an und sind besonders flexibel. PE-LD ist kältebeständig bis -50 °C und wärmebeständig bis maximal +60 °C. PE-LD wird für Tragetaschen wegen seiner guten Bedruckbarkeit und für Flach- und Faltenbeutel verwendet. Unter einer Dicke von 23 my wird die Verarbeitung aufgrund der Festigkeitswerte problematisch. PE-LD Folien besitzen eine geringe Wasserdampfdurchlässigkeit und eine relativ hohe Sauerstoffdurchlässigkeit. Im Bereich der Hohlkörper werden aus PE-LD Behälter mit kleinerem Volumen wie Flaschen, Kästen, Fässer, Kanister, Dosen, Schalen oder Deckel gefertigt.

PE-LLD (LLDPE)

LLD steht für „Linear Low Density“. LLD ist ein linear aufgebautes Polyethylen mit niedriger Dichte. In den Eigenschaften gleicht es wegen des linearen Aufbaus seiner Makromoleküle dem PE-HD, besitzt aber die niedrigere Dichte von PE-LD. Die Folie hat eine Dichte von 0,90 bis 0,93 g/cm^3 und eine Schmelztemperatur von 120 bis 130 °C. Folien für Tragetaschen aus PE-LD sind meist zwischen 30 und 80 my dick. Bei Verwendung von PE-LLD können durch die guten Festigkeitswerte die Dicken geringer sein. PE-LLD wird vor allem für die Herstellung von Stretchfolien und Kleiderschutzfolien verwendet.

3. Eigenschaften

Ungefärbtes Polyethylen ist milchig-trüb und matt. Es fühlt sich wachsartig an und ist mit dem Fingernagel ritzbar. Es brennt mit tropfender, heller Flamme und brennt auch weiter, wenn man die Flamme entfernt. Das Brandgas riecht ähnlich dem einer Wachskerzenflamme. Chemisch besteht es aus Wasserstoff und Kohlenstoff in der Form hochmolekularer Alkane. Seine Eigenschaften lassen sich durch geeignete Copolymerisation gezielt ändern. Polyethylen besitzt eine hohe Beständigkeit gegen Säuren, Laugen und andere Chemikalien.

Polyethylen ist teilkristallin. Durch höhere Kristallinität erhöhen sich die Dichte und auch die mechanische und chemische Stabilität.

Polyethylen nimmt kaum Wasser auf, es schwimmt auf Wasser. Die Wasserdampf- und Gasdurchlässigkeit (nur polare Gase) ist niedriger als bei den meisten Kunststoffen, Sauerstoff, Kohlendioxid und Aromastoffe lässt es hingegen gut durch.

Die Verwendbarkeit wird dadurch eingeschränkt, dass es bei Temperaturen von über 80 °C erweicht (HDPE, niederkristalline Typen erweichen früher). Polyethylen ohne geeignete Vorbehandlung ist nicht oder nur schlecht zu bedrucken oder zu kleben. Durch Sonneneinstrahlung kann PE verspröden, meist wird Ruß als UV-Stabilisator eingesetzt.

Eigenschaften im Überblick

- niedrige Dichte (0,87–0,965 g/cm³)
- hohe Zähigkeit und Bruchdehnung
- Temperaturbeständigkeit von –85 °C bis +90 °C (abhängig von der Kristallinität, je niedriger desto weniger beständig gegen hohe Temperaturen. Bei Typen mit einer Kristallinität von ca. 20 % ist die obere Grenze der Temperaturbeständigkeit bei +30 bis +50 °C)
- optisch milchig weiß (opak), je niedriger die Kristallinität (und damit die Dichte) desto durchsichtiger. Unterhalb einer Dichte von 0,9 g/cm³ ist PE durchsichtig.
- sehr gutes elektrisches und dielektrisches Verhalten (spezifischer Durchgangswiderstand ca. 1018 Ohm/cm)
- sehr geringe Wasseraufnahme
- brennt gut und rückstandsfrei: CO₂ + H₂O als Verbrennungsprodukte
- PE ist beständig gegen fast alle polaren Lösungsmittel (T < 60 °C), Säuren, Laugen, Wasser, Alkohole, Öl, PE-HD auch gegen Benzin
- bei Raumtemperatur unlöslich, bei erhöhter Temperatur nur in wenigen Lösungsmitteln löslich, z. B. in 1,2,4-Trichlorbenzol, Xylol oder Hexan

4. Herstellung

Polyethylen wird durch Polymerisation von Ethylengas hergestellt. Im Hochdruckverfahren entsteht Weich-Polyethylen (PE-LD), im Niederdruckverfahren entsteht das Hart-Polyethylen (PE-HD). Bei beiden Herstellungsverfahren fällt es zunächst als zähe Flüssigkeit an. Werden im Niederdruckverfahren geträgerte (heterogene) Katalysatoren eingesetzt, fällt das Polyethylen in Form fester Körner an. Industriell werden fast ausschließlich geträgerte Katalysatoren (Gasphasen- und Slurryverfahren) eingesetzt. Gelöste Katalysatoren werden meist zu Versuchszwecken in chemischen Laboren verwendet, hierbei fällt das Produkt als zähe Lösung oder auch als Pulver (bei hohen Molmassen) an.

PE-LD wird bei Drücken von 1500 bis 3500 bar und Temperaturen von 100 °C bis 300 °C unter Einsatz von Initiatoren (Radikalstarter, Sauerstoff oder Peroxide) aus dem Monomer Ethen hergestellt.

PE-HD und PE-LLD werden industriell nach dem Ziegler-Natta-Verfahren produziert. Kennzeichnend sind bei diesem Verfahren der geringe Druck (1 bis 50 bar) und die niedrige Temperatur (20 °C bis 150 °C). Als Katalysatoren werden Titanester, Titanhalogenide und Aluminiumalkyle verwendet. Alternativ erhält man PE-HD auch mit dem Phillips-Verfahren mit Chromoxidkatalysatoren bei Temperaturen von 85–180 °C und Drücken von 30–45 bar.

Polyethylen ist mit einem Anteil von ca. 29 Prozent der weltweit am meisten produzierte Kunststoff. Im Jahr 2001 wurden 52 Millionen Tonnen hergestellt.

5. Anwendungsgebiete

PE-LD und PE-LLD werden vor allem in der Folienproduktion eingesetzt. Typische Produkte sind Müllsäcke, Schrumpffolien und Landwirtschaftsfolien. In geringem Umfang werden PE-LD und PE-LLD auch zur Herstellung von Kabelummantelungen, als Dielektrikum in Koaxialkabeln und für Rohre und Hohlkörper verwendet.

PE-HD wird vor allem für im Blasformverfahren hergestellte Hohlkörper verwendet, beispielsweise Flaschen für Reinigungsmittel im Haushalt, aber auch großvolumige Behälter mit einem Fassungsvermögen von bis zu 1000 l (so genannte IBC). Über 8 Millionen Tonnen, also fast ein Drittel der weltweit produzierten Menge, wurden im Jahr 2007 für dieses Anwendungsgebiet verwendet. Außerdem wird PE-HD zu Spritzgussteilen, z. B. Verpackungen und Haushaltswaren, aber auch technischen Artikeln, verarbeitet. Weiterhin werden Fasern, Folien und Rohre aus Polyethylen im Extrusionsverfahren und Vakuumverfahren hergestellt. Aus PE-HD werden auch Folien für den Wasserbau und Deponiebau hergestellt sowie Geogitter und Geovliese für den Deponiebau oder den Straßen- und Böschungsbau. Ein weiteres großes Einsatzgebiet ist die Gas- und Trinkwasserversorgung. Hier werden oft Rohrleitungen des Typs PE-80 oder PE-100 eingesetzt. Es ist gut schweißbar, bei Verlegung im Erdreich muss die Leitung aber in Sand eingebettet werden.

6. Gefahren

Polyethylen ist durch seine hohe Beständigkeit gegen Säuren, Laugen und Chemikalien sehr langlebig und nicht natürlich abbaubar. Durch Sonneneinstrahlung kann PE verspröden und zerfällt dann in immer kleinere Teile, wird jedoch nicht von Bakterien, Tieren oder Pflanzen in den natürlichen Kreislauf integriert. Verpackungen aus PE überdauern die verpackten Produkte, wie Lebensmittel um Jahrhunderte. Als sogenannter Plastikmüll verschmutzt PE ohne fachgerechte Entsorgung die Umwelt.