

Polyethylen

Allgemeine Informationen:

Polyethylen (PE) ist der wichtigste thermoplastische Kunststoff und gehört zu den Polyolefinen. Kunststoffe aus Polyethylen werden eingeteilt in Polyethylen niederer Dichte (LDPE, Low density PE) und Polyethylen hoher Dichte (HDPE, High density PE).

Das Verfahren zur Herstellung von LDPE wurde bereits 1936 patentiert. 1950 begann die industrielle Herstellung. Polyethylen wird durch [Polymerisation](#) von Ethylen hergestellt, es besteht lediglich aus Kohlenstoff und Wasserstoff. Polyethylen niederer Dichte LDPE ist ein durchscheinender bis klarer Kunststoff, auch Polyethylen hoher Dichte HDPE ist transparent.

Wichtige Ethylen-Kunststoffe sind Lineares Polyethylen niederer Dichte (LLDPE), vernetzte Kunststoffe aus Polyethylen (VPE bzw. PE-X), [chlorierte](#) Kunststoffe aus Polyethylen (PE-C) und Etylen-Vinylacetat-[Copolymer](#) (EVA).

Jahresverbrauchszahlen (1996):

	Westeuropa	Deutschland
Kunststoff insgesamt	25,9 Mio. t	6,3 Mio. t
Kunststoff im Bausektor	4,9 Mio. t	1,6 Mio. t
PE	6,0 Mio. t	1,6 Mio. t
PE im Bausektor	k.D.v.	0,13 Mio. t

k.D.v.: keine Daten verfügbar

PE ist der wichtigste Kunststoff, spielt jedoch im Bausektor höchstens als Schutzfolie oder als Verpackungsmaterial mengenmäßig eine Rolle.

Technische Regeln:

DIN 16776 Einteilung und Bezeichnung von Polyethylen-Formmassen

Eigenschaften:

Unempfindlich gegen Feuchtigkeit und gegen Salzlösungen, beständig gegenüber Laugen und Säuren. Kann mit [organischen Lösemitteln](#) aufquellen.

Zusammensetzung nach Elementen und Charakterisierung:

	Wasserstoff,H Gehalt in %	Kohlenstoff,C Gehalt in %	Charakterisierung
Polyethylen, PE	12 - 13	87 - 88	Keine Weichmacher notwendig, keine Probleme aufgrund von Restmonomeren.
Polypropylen , PP	14	86	Keine Weichmacher notwendig, keine Probleme aufgrund von Restmonomeren, Verwendung bei speziellen Anforderungen.
Polystyrol , PS	8	92	Weichmacher notwendig, UV-Stabilisatoren notwendig, Restmonomergehalt (Styrol) kann zu Belastungen führen.

Die Zahlenwerte beziehen sich auf die reinen Polymere, ohne Berücksichtigung von **Additiven**, Weichmachern und **Füllstoffen**.

Technische Daten (Auswahl):

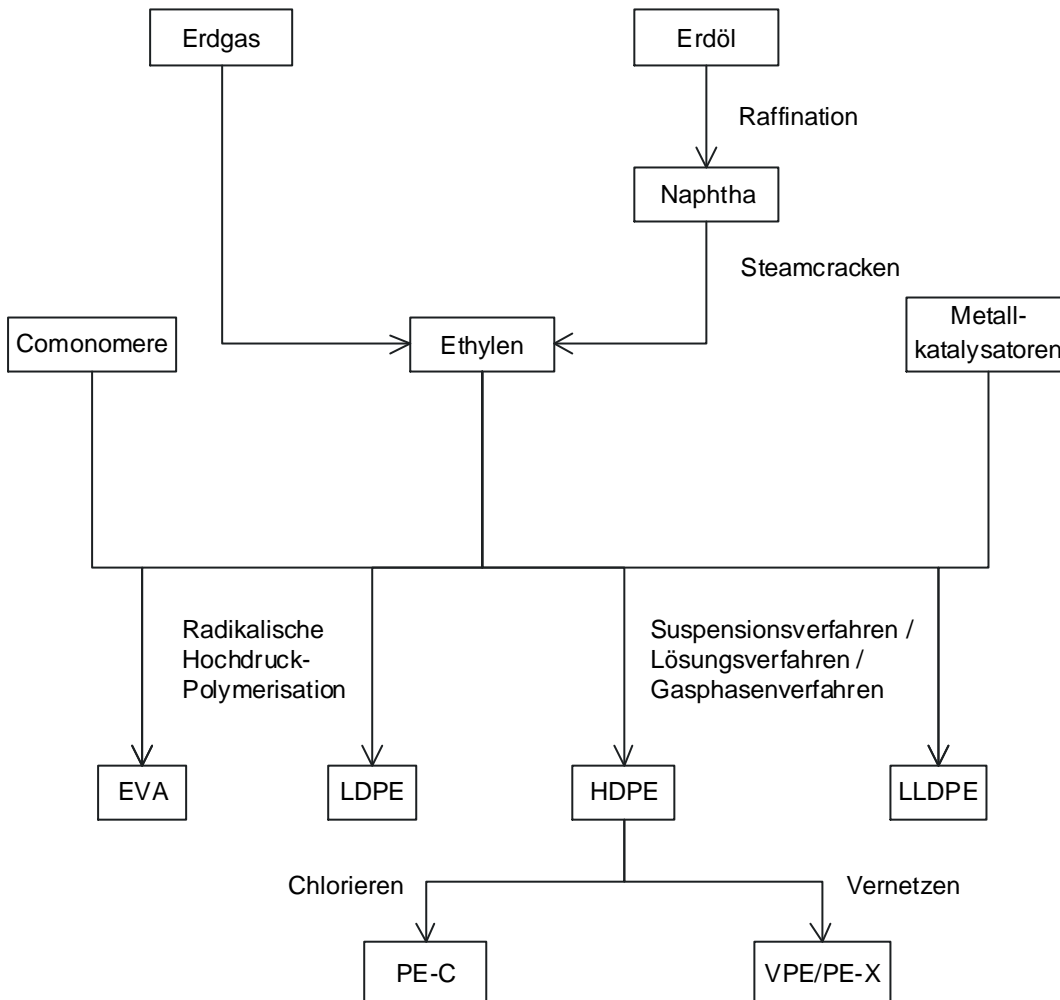
	Polyethylen LDPE	Polyethylen HDPE	Polypropylen PP	Polystyrol PS
Rohdichte[g/cm ³]	0,91 - 0,935	0,935 - 0,97	0,91	1,05 - 1,08
Wasseraufnahme in 24 h [%]	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,05 - 0,25
Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	0,32	0,4	0,22	0,16 - 0,18
Gebrauchstemperatur- grenzen Langzeit [°C]	75	95	100	75 - 95

Bei den angegebenen Daten handelt es sich um typische Werte, bezogen auf die angegebenen Kunststoffe in Reinform. Die technischen Daten für spezielle Produkte (z.B. Schaumstoffe, Dichtungsbahnen) befinden sich in den Informationen zu den entsprechenden Produktgruppen.

Wichtige Anwendungsbereiche im Bauwesen:

VPE bzw. PE-X	Rohre für Abwasser, Sanitärinstallationen, Trinkwasser, Kabelummantelungen und Fußbodenheizungen.
PE-C	Dach-Dichtungsbahnen.
EVA	Klebstoffe, Kabelummantelungen, Beschichtungen.
HDPE	Trinkwasser- und Abwasserrohre, Wärmeaustauschrohre bis maximal 40°C, Gasrohre. Abdeckplanen, Dichtungsbahnen, Dampfsperren, Dach-Unterspannbahnen, Bodenbeläge, Profile, Heizöltanks, Bauplatten, Dämmelemente, Beschichtungen.
LDPE	Folien als Witterungsschutz, Abdeckplanen, Unterspannbahnen.

Prozesskette Polyethylen:



Rohstoffe:

Zusammensetzung nach Rohstoffherkunft:

Die Rohstoffquellen sind Erdöl und teilweise Erdgas. Daraus gewinnt man Ethylen, aus dem Polyethylen hergestellt wird.

Rohstoffbedarf für die Herstellung von 1 kg Kunststoff:

	Polyethylen niederer Dichte (LDPE)	Polyethylen hoher Dichte (HDPE)	Polystyrol (Grundstoff)
nachwachsende Rohstoffe [kg]	-	-	-
fossile Rohstoffe [kg]	1,36	1,31	1,45
mineralische Rohstoffe [kg]	< 0,01	< 0,01	< 0,02
Wasserverbrauch [l]	24	10	5

Die Zahlenwerte beziehen sich auf den Bedarf für die Herstellung von 1 kg des angegebenen Materials ohne Berücksichtigung von **Additiven** Hilfsstoffen und **Füllstoffen**. Bei den Daten für LDPE (HDPE) handelt es sich um Mittelwerte aus der Produktion von 22 (10) Produktionsstätten aus Westeuropa Anfang der neunziger Jahre.

Der Rohstoffbedarf von Polypropylen, Polyethylen und Polystyrol, unterscheidet sich kaum, da sie ausschließlich aus Wasserstoff und Kohlenstoff zusammengesetzt sind. Es werden keine mineralischen Rohstoffe benötigt.

Herstellung:

Die Herstellung des Vorprodukts Ethylen und dessen Umsetzung zu Polyethylen geschieht durch Betriebe der Großchemie. Es werden verschiedene Herstellungsverfahren verwendet, Polyethylen niedriger Dichte LDPE wird in einem Hochdruckprozess (1000 bis 3500 bar) hergestellt, Polyethylen hoher Dichte wird in verschiedenen Prozessen unter niederem Druck (bis zu 200 bar) hergestellt. PE wird als Granulat an die verarbeitenden Betriebe geliefert, die das Granulat zu den entsprechenden Produkten durch Spritzguss, Extrusion, Blasformen usw. weiterverarbeiten.

Prozessrisiken:

Bei der Herstellung der Vorprodukte ist **Ethylen** als **Gefahrstoff** mit erheblichem Risikopotential beteiligt.

Energieaufwand und ausgewählte Emissionen bei der Herstellung von 1 kg Kunststoff:

		Polyethylen niedriger Dichte (LDPE)	Polyethylen hoher Dichte (LDPE)	Polystyrol (Grundstoff)
Gross Energy [MJ/kg]		89	81	101
Luft- emissionen	Kohlenwasserstoffe [g]	21*	21*	26
Abwasser- emissionen	Salze, gesamt [g]	< 0,2*	< 0,2*	0,5
	Kohlenwasserstoffe [g]	0,1*	0,1*	0,5

* : Emissionen als Mittelwerte für LDPE und HDPE

Quelle:

Kasser Ueli, Pöll Michael: Ökologische Bewertung mit Hilfe der Grauen Energie, Schriftenreihe Umwelt Nr. 307 **Ökobilanzen**, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) (Hrsg.), 1999
 European Centre for Plastics in the Environment (PWMI): Eco-profiles of the European plastic industry, Report 3, Polyethylene and Polypropylene, APME, 1993, Brüssel
 European Centre for Plastics in the Environment (PVMI): Eco-profiles of the European plastic industry, Report 4, Polystyrene, APME, 1993, Brüssel

Die Herstellung von PE ist im Vergleich zu anderen Kunststoffen mit einem niederen Energieaufwand verbunden, da Ethylen ein Basisprodukt der chemischen Grundstoff-Herstellung ist. Daraus resultiert ein vergleichsweise einfacher, kurzer Herstellungsweg des Polyethylen über nur wenige Zwischenstufen.

Umweltrelevante Additive:

Additive	Typ	Funktion	Umweltrelevanz
Lichtstabilisatoren	ca. 0,5 % Amine,	Verhindern den	Relativ stabile Verbindungen,

Lichtstabilisatoren	ca. 0,5 % Amine, auch Spezialruß	Verhindern den Abbau von PE	Relativ stabile Verbindungen, über Belastungen wenig bekannt.
Antioxidantien	ca. 0,3 % Phenole und Amine	Verhindern den Abbau von PE	Relativ stabile Verbindungen, über Belastungen wenig bekannt.
Flammschutzmittel	Bromierte und chlorierte Verbindungen	Verringern die Brennbarkeit des Kunststoffs	Stabile Verbindungen, im Brandfall Entstehung toxischer Stoffe wie Halogensäuren und halogenierte Folgeprodukte.

Verarbeitung:

PE-Folien und andere PE-Produkte werden auf der Baustelle in der Regel mechanisch verarbeitet. Beim Verschweißen von PE-Folien können geringe Mengen an Kohlenwasserstoffdämpfen entstehen.

Weitergehende Informationen zu Vorsichtsmaßnahmen und Gefährdungen sind ggf. in den zugeordneten Bauproduktgruppen enthalten.

Nutzung:

Beständigkeit:

Produkte aus Polyethylen (PE) sind beständig, müssen jedoch mit Stabilisatoren gegen Langzeitabbau geschützt werden. Rohre aus HDPE in der Gas- und Wasserversorgung besitzen eine prüftechnisch abgesicherte Haltbarkeitsdauer von 50 Jahren.

Längerfristige Schadstoffabgabe:

PE ist geruchs- und geschmacksfrei. Es liegen keine Daten zu einer Schadstoffabgabe aus Polyethylen vor. Aufgrund der Tatsache, dass Produkte aus Polyethylen normalerweise keine Weichmacher enthalten, erscheint eine Schadstoffabgabe aus Polyethylenprodukten unwahrscheinlich.

Brandverhalten:

Polyethylen ist sehr gut brennbar, lässt sich entzünden und brennt nach Entfernen der Zündquelle mit leuchtender Flamme weiter. Aus reinem Polyethylen entstehen aufgrund der vollständigen Verbrennung keine toxischen Brandgase. Da es sich bei Polyethylen um einen thermoplastischen Kunststoff handelt, besteht die Gefahr der Brandausbreitung durch herabtropfendes, brennendes Material. Bauprodukten aus Polyethylen müssen Flammschutzmittel zugesetzt werden. Dabei handelt es sich meist um bromierte oder chlorierte Verbindungen, die giftige Brandgase bilden können.

Nachnutzung:

Bei den meisten Kunststoffen ist eine stoffliche oder energetische Verwertung möglich. Aus grundsätzlichen ökologischen Überlegungen ist die stoffliche Verwertung der energetischen vorzuziehen, sofern dadurch Neukunststoff substituiert werden kann. Bei der stofflichen

Substitution wesentlich mehr Energie eingespart werden, als wenn der Kunststoff verbrannt wird.

Stoffliche Verwertung:

Generell ist die stoffliche Verwertung von **Thermoplasten** durch Einschmelzen und Umschmelzen in neue Formen möglich. Jedoch wird ein werkstoffliches **Recycling** von Kunststoffen aus Polyethylen (PE) dadurch erschwert, dass die Eigenschaften der Produkte im wesentlichen durch die chemische Struktur beeinflusst werden. Durch das Einschmelzen von Polyethylen-Kunststoffen entsteht eine Mischung der Eigenschaften der verschiedenen PE-Typen und damit ein minderwertiges Recyclat. Auf der Baustelle können lediglich Plastikfolien separat als PE- und PP-Mix gesammelt werden. Aus diesem Kunststoff-Gemisch an Folien lassen sich wiederum Schutzfolien herstellen. Weil jedoch der Aufwand für das Sammeln relativ groß ist, die Sammellogistik noch kaum funktioniert und keine finanziellen Anreize bestehen, werden PE und PP-Folien kaum recycelt.

Energetische Verwertung:

Aufgrund des Aufbaus ausschließlich aus Kohlenstoff und Wasserstoff besitzen Produkte aus Polyethylen einen hohen **Heizwert**, der dem von Heizöl entspricht.

Sie sollten daher in Verbrennungsanlagen mit hohem Energienutzungsgrad energetisch verwertet werden.

Setzt man eine Verbrennung in modernen Anlagen voraus, ist mit keiner signifikanten Luftbelastung zu rechnen. Wegen eventuell vorhandener **Flammschutzmittel** kann die Verbrennung der PE-Kunststoffe **halogenhaltige** Rückstände erzeugen, die **deponiert** werden müssen.

Beseitigung / Verhalten auf der Deponie:

Produkte aus PE sind derzeit keine besonders überwachungsbedürftigen Abfälle. Eine Ablagerung erscheint jedoch aufgrund des hohen Heizwertes als wenig sinnvoll. Nach Ablauf der Übergangsfristen der **TA-Siedlungsabfall** 2005 müssen Abfälle aus PE energetisch verwertet werden.

EAK-Abfallschlüssel:

17 02 03 Kunststoffe (Bau- und Abbruchabfälle)

Weitere mögliche EAK-Abfallschlüssel aufgrund der verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten sind ggf. in den zugeordneten Bauproduktgruppen enthalten.