

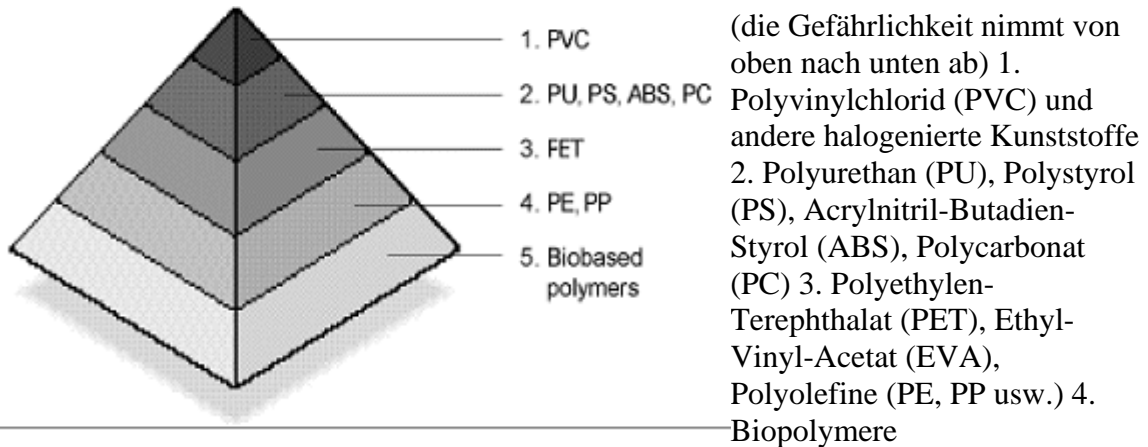
PE - Flaschen Kaufen bei: <http://pulsar.li>

Achetez des bouteilles en PE chez: <http://pulsar.li/fr>

Quelle (27.11.05): <http://info.greenpeace.ch/de/chemie/policies/index>

### 5.3. Kunststoffe

#### Die Kunststoffpyramide erklärt:



#### Kunststoff-Pyramide

Die Kunststoff-Pyramide dient zur Einordnung der Gefährlichkeit bzw. der Umweltverträglichkeit der verschiedenen Kunststoffe. PVC, der gefährlichste Kunststoff, steht an der Spitze der Pyramide; Biopolymere, die umweltverträglichsten Kunststoffe, bilden deren Basis. Die Kunststoff-Pyramide gibt den laufenden Prozess wieder, in dessen Rahmen sich die Bewertung der auf dem Markt etablierten Kunststoffe vollzieht. Diese Pyramide kann beliebig erweitert werden; je nach Informationsstand (z.B. hinsichtlich bestehender Produktionsprozesse und der Verwendung giftiger Zusätze) kann die Bewertung der Kunststoffe unterschiedlich ausfallen.

#### PVC – der Chlorplastik

Polyvinylchlorid (PVC), auch unter dem Namen «Vinyl» bekannt, wird für die Herstellung einer breiten Palette an Produkten verwendet – von Gartenmöbeln über Rohrleitungen bis hin zu Kinderspielzeug und Medizinprodukten.

PVC ist ein Umweltgift, das von der Produktion bis zu seiner Entsorgung eine Vielzahl gravierender Umweltprobleme verursacht. Der Grund für diese Probleme liegt in seiner Herstellung: PVC besteht zu einem hohen Anteil aus Chlor, einem hochgiftigen chemischen Element. Während der Produktion, Verwendung und Entsorgung von PVC-Produkten werden Dauergifte freigesetzt: Bei der Verbrennung von PVC werden Dioxine gebildet. Dioxin ist für den Menschen Krebs erzeugend, es wirkt im menschlichen und tierischen Körper wie ein Hormon und ist selbst in sehr geringen Mengen generell gesundheitsschädlich.

#### Grundsatz:

*Die Herstellung und der Einsatz von PVC müssen gestoppt werden.*

**So muss vorgegangen werden:**

- Wo es Alternativen zu PVC gibt, müssen PVC-Produkte durch diese ersetzt werden.
- PVC-Spielzeug muss für Kinder unter drei Jahren seiner Giftigkeit wegen verboten werden.
- PVC-Abfall muss aus dem Abfallstrom aussortiert bzw. getrennt eingesammelt werden.
- die Verbrennung und Deponierung von PVC muss verboten werden.
- die PVC-Industrie muss die Kosten und die Haftung für eine sichere Entsorgung übernehmen.

**Polyurethan (PU)**

Polyurethan (PU) ist wie PVC ein Chlor-Kunststoff! Er wird hauptsächlich in Produkten zur Isolierung und in weichen und oder geschäumten Produkten wie Teppichunterlagen (!) eingesetzt.

Die Herstellung von PU verschlingt etwa 11% des weltweit produzierten Chlors. Mittlerweile wurden verschiedene Technologien für die chlorfreie PU-Produktion entwickelt (Prognos 1994). Diese Alternativverfahren stellen in gewisser Weise eine ökologische Verbesserung dar, schädigen jedoch durch den Einsatz gefährlicher Isocyanate noch immer Mensch und Umwelt. So wurde die Produktion von PU wurde mit Gesundheitsschäden der Arbeiter in Zusammenhang gebracht, u.a. mit dem sogenannten «Isocyanat-Asthma», einer lebensbedrohenden Krankheit (DTI 1993). Auch die Entsorgung ist problematisch, bei der Verbrennung von PU werden zahlreiche gefährliche Chemikalien wie Isocyanate, Blausäure und Dioxine freigesetzt, selbst in Deponien wirkt er giftig, er zersetzt sich in klimaschädliche Stoffe.

**Letztlich doch eine Mogelpackung:**

Quellen aus der Industrie zufolge können aus elastischem PU-Schaum neue, qualitativ hochwertige Schaumprodukte hergestellt werden. Bei Recyclingprozessen dieser Art wird jedoch überwiegend ungebrauchter Schaumausschuss verwertet, äusserst selten wird auf gebrauchten PU-Schaum zurückgegriffen (Hillier 1997). Obwohl also PU vom Umweltstandpunkt aus weniger problematisch erscheint als PVC und damit auch gewisse ökologische Verbesserungen erzielt werden können, ist sein Einsatz als PVC-Alternative den verfügbaren Daten zufolge nicht empfehlenswert.

**Polystyrol (PS)**

Polystyrol wird häufig als Schaumstoffisolierung eingesetzt und dient auch zur Herstellung von Hartplastikprodukten wie Trinkgefässen und Spielzeug.

Für die Produktion werden weit weniger Zusätze als für PVC benötigt. Trotzdem, Polystyrol ist ein Problemstoff: Im Herstellungsprozess kommt das Krebs erregende Benzol zum Einsatz (DTI 1993). Die Verarbeitung von PS führt zur Freisetzung des karzinogenen Styroloxids (DTI 1993). Zudem schädigt Styrol nachweislich das Fortpflanzungssystem. PS ist hochgradig feuergefährlich; die Brandkatastrophe im Düsseldorfer Flughafen 1996 dürfte

noch in Erinnerung sein, Polystyrol war massgebend an der Brandauslösung beteiligt (Weinspach et al. 1997).

PS ist technisch wiederverwertbar, seine Recyclingrate ist niedrig, wenngleich höher als die für PVC. Obwohl PS aus ökologischer Sicht weniger problematisch erscheint als PVC – es enthält weniger Zusätze und kein Chlor – ist sein Einsatz als PVC-Alternative nicht empfehlenswert. Der Grund: Die Risiken, die von verschiedenen Rohstoffen – u.a. Krebs erregende und fortpflanzungsschädigende Gifte – ausgehen.

### **Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS)**

ABS findet als Hartplastik in zahlreichen Produkten wie z.B. Rohrleitungen, Autostossstangen und Spielsachen (Bauklötze) Verwendung. Bei der Herstellung von ABS werden eine Reihe gefährlicher Chemikalien verwendet. Dazu gehört auch Styrol (s. oben) sowie Acrylnitril. Acrylnitril ist sowohl in flüssiger Form als auch als Dampf hochgiftig.

Es wird vom Menschen leicht über die Atemwege oder direkt über die Haut aufgenommen. Der Dampf ist schwerer als Luft und kann schwere Augenentzündungen, Kopfschmerzen und Übelkeit verursachen. Ebenso wie Styrol wird Acrylnitril als möglicherweise Krebs erzeugend für den Menschen eingestuft (Coode Island Review Panel 1991).

Als Zusätze werden Antioxidationsmittel und Lichtstabilisatoren verwendet. ABS ist wegen seiner unterschiedlichen Zusammensetzung äusserst schwer zu recyceln. Es ist weniger problematisch als PVC, jedoch auf Grund seiner zahlreichen toxischen Bestandteile als PVC-Alternative nicht zu empfehlen (Greenpeace Australien 1996).

### **Polycarbonat (PC)**

Polycarbonat wird für Produkte wie CDs und wiederbefüllbare Milchflaschen verwendet. Es wird zumeist unter Verwendung des hochgiftigen Phosgens (als Kampfstoff hat es im ersten Weltkrieg traurige Berühmtheit erlangt), eines Chlorgas-Abkömmlings, hergestellt. PC benötigt zwar keine chemischen Zusätze, wohl aber Lösungsmittel wie das Krebs erzeugende Methylenechlorid. Auch Stoffe wie Chloroform, 1,2-Dichlorethylen, Tetrachlorethan und Chlorbenzol können als Lösungsmittel zum Einsatz kommen. Zurzeit werden neue Technologien zu einer umweltgerechteren PC-Produktion entwickelt (Prognos 1994). Diese neuen Herstellungsverfahren sollen auf den Einsatz von Chlor, Phosgen sowie bestimmten chlorierten Kohlenwasserstoffen verzichten. Unlängst wurde eine neue Technologie zur chlorfreien PC-Synthese entwickelt. Dieses Verfahren verzichtet auf die Verwendung von Chlor, Phosgen und Anderen, damit wird sich die Umweltverträglichkeit von Polycarbonaten in Zukunft erheblich verbessern.

Polycarbonat könnte auf der Kunststoff-Pyramide bald eine niedrigere Position einnehmen. Zur Rückgewinnung der in CDs und Trinkflaschen enthaltenen Polycarbonate wurden verschiedene Methoden entwickelt. Damit kann der Kunststoff zu minderwertigeren Produkten wie etwa Transportkisten und Baustoffen verarbeitet werden. Aber auch höherwertige Produkte wie z.B. Flaschen können aus dem Altstoff hergestellt werden, wenn dieser zuvor in kleinen Mengen mit neuwertigen Materialien vermischt wird (Nir et al. 1993).

### **Polyethylen-Terephthalat (PET)**

PET wird aus Ethylenglycol und Dimethylterephthalat hergestellt und zumeist für Verpackungen wie z.B. Flaschen verwendet. PET enthält häufig Zusatzstoffe wie UV-Stabilisatoren und Flammschutzmittel. Bei der Herstellung von PET kommt eine Reihe von Substanzen zum Einsatz, welche die Augen und die Atemwege reizen. Es gibt Hinweise auf leicht überhöhte Krebsraten im Zusammenhang mit der PET-Produktion. Zudem werden in der Produktion häufig Schwermetalle als Katalysatoren eingesetzt, die in die Umwelt gelangen können.

Dennoch, dem Dänischen Technologieinstitut zufolge verursacht PET keine schwerwiegenden Umwelt- und Gesundheitsschäden. Hinsichtlich der Arbeitsgesundheit ist PET im Vergleich zu PVC mit weniger Risiken verbunden. Auch bietet dieser Kunststoff Vorteile bei der Entsorgung, einschliesslich des Recyclings, und birgt ein geringeres Unfallrisiko (DTI 1993). Verglichen mit anderen Kunststoffen werden mit PET relativ hohe Recyclingraten erzielt.

### **Polyolefine, Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP)**

Die Gruppe der *Polyolefine* mit ihren wichtigsten Vertretern Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP) sind einfacher gebaute Polymere, die ohne Weichmacher auskommen. Es werden aber Zusatzstoffe wie Antioxidationsmittel, UV- und Hitzestabilisatoren verwendet, auch Flammschutzmittel sind in einigen Produkten enthalten (DTI 1993). Häufig wird zur Herstellung noch ein Verfahren unter Chloreinsatz angewandt, obwohl es bereits Produktionsmethoden gibt, die ohne Chlor auskommen.

Polyolefine sind mit weniger Risiken verbunden und am besten für mechanisches Recycling geeignet. Die Kunststoffe PE und PP sind vielseitig und preiswert und lassen sich als werkstoffliche Alternativen für fast alle PVC-Anwendungen einsetzen. Die Materialeigenschaften von PE erstrecken sich von hart bis hyperflexibel. PP ist leicht formbar und kann ebenfalls für eine breite Palette von Produkten verwendet werden.

Die für die Herstellung von Polyolefinen verwendeten Rohstoffe Ethylen und Propylen sind leicht entzündlich und explosionsgefährlich, gelten jedoch als relativ harmlos für die Umwelt. Sie sind insofern problematisch, als Erdöl ihre Grundlage bildet.

Im Vergleich zu PVC enthalten PE und PP weniger problematische Zusätze, haben ein reduziertes Potenzial zur Bildung von Deponiesickerwasser sowie ein deutlich geringeres Dioxinbildungspotenzial im Brandfall (vorausgesetzt, sie enthalten keine bromierten/chlorierten Flammschutzmittel) und sind mit weniger technischen Problemen und Kosten beim Recycling verbunden.

PET und PE/PP kommen mittelfristig als Ersatz für andere Kunststoffe, insbesondere PVC, in Frage. Da sie jedoch niemals den Kriterien der Sauberen Produktion entsprechen, ist ihr Einsatz längerfristig weniger erstrebenswert als der Einsatz traditioneller (einheimischer) Materialien. Zu diesen traditionellen Materialien (die gegenwärtig zunehmend durch Kunststoffe ersetzt werden) zählen Papiertüten, Zellophan, Verpackungsmittel aus Blättern (in Afrika und Indien verwendet), Tongefässe für Nahrungsmittel und Wasser sowie natürliche, lokale Baumaterialien.

### **Biopolymere – die Lösung?**

Biopolymere sind biologisch abbaubare Kunststoffe, die aus erneuerbaren natürlichen Rohstoffen (Pflanzen) hergestellt werden. Sind sie ein Weg in die Zukunft?

Die meisten Kunststoffe werden aus nicht erneuerbaren, fossilen Brennstoffen hergestellt und sind daher definitionsgemäss keine nachhaltigen Stoffe. Die daraus erzeugten Produkte (z.B. Verpackungsmittel, Abdeckfolien in der Landwirtschaft und andere Einwegartikel) haben meistens einen kurzen Lebenszyklus und sind nicht oder nur schwer zu recyceln.

Biologisch abbaubare Polymere aus erneuerbaren Rohstoffen gelten zunehmend als vielversprechende Alternative für die gängigen Kunststoffprodukte. Die Abbauprodukte der Biopolymere (Methanol, Methan) können wiederverwendet werden, und der in den Pflanzen gebundene Bodenkohlenstoff kann herausgenommen und verwertet werden, das führt zu einem geschlossenen Kohlenstoffkreislauf (Smits 1996).

Als biologisch abbaubare Kunststoffe werden Werkstoffe definiert, die deren Abbau durch Mikroorganismen wie Bakterien, Pilze und Algen erfolgt.

**Achtung!** Biologisch abbaubare Kunststoffe können auch aus fossilen, also nicht erneuerbaren Rohstoffen (z.B. Erdöl) gewonnen werden und sind daher nicht mit Biopolymeren gleichzusetzen!

Biopolymere werden aus erneuerbaren, natürlich wachsenden Grundsubstanzen wie Zellulose und Stärke oder mittels biotechnologischer Prozesse gewonnen (Smits 1996). Biopolymere haben den Vorteil, dass sie leicht abbaubar und gut kompostierbar sind. Es gibt natürliche Polymere wie Zellulose (aus Holz oder Baumwolle), Horn (gehärtetes Protein) oder Rohkautschuk und modifizierte natürliche Polymere wie vulkanisierter Kautschuk, Vulkanfieber, Zelluloid und Kaseinprotein.

Ein Beispiel für biotechnologisch erzeugtes Plastik ist «**Biopol**». Dieser Biokunststoff wird von Mikroorganismen produziert, die sich von Zucker ernähren (Monsanto 1996). Von besonderer Bedeutung für die Biopolymerproduktion ist hier die Greenpeace-Forderung, dass dabei **keine genetisch veränderten Organismen** (GVOs) verwendet und keine Patente auf Leben erteilt werden dürfen.

Anmerkungen:

- Mit Hilfe der sog. Metallozen-Technologie kann die Palette der Eigenschaften – und damit der Anwendungsmöglichkeiten – von Polyolefinen erweitert werden. Damit können zahlreiche Anwendungsformen von Hart- und Weich-PVC durch Polyolefine ersetzt werden.
- TPEs (Thermoplastische Elastomere) können aus zahlreichen Mischungen zwischen verschiedenen Kunststoffmonomeren/kurzen Polymerketten hergestellt werden. Zurzeit bilden Polyolefine die Hauptbausteine dieser Kunststoffe, TPEs können aber auch andere Polymere wie z.B. Polyurethan enthalten. Auf Grund der unterschiedlichen Mischungsverhältnisse kann dieser Kunststoffart auf der Kunststoff-Pyramide kein bestimmter Rang zugewiesen werden.

*(Januar 2000, aktualisiert November 2004)*