

FWU – Schule und Unterricht

VHS 42 02981 9 min, Farbe



PET – Polyethylenterephthalat

FWU –
das Medieninstitut
der Länder



Lernziele

Erkennen, dass PET ein synthetischer Werkstoff ist; lernen, dass PET aus einem zweiwertigen Alkohol (Äthylenglykol) und einer zweiwertigen Säure (Terephthalsäure) gewonnen wird. PET PolyEthylenTerephthalat; wissen, dass der Textilwerkstoff Trevira® mit PET identisch ist; Erkennen, dass als Vorstufe für die eigentliche Verarbeitung ein Granulat gewonnen wird; Herstellung der PET-Flasche in zwei Stufen, Spritzgießen der Preform und Aufblasen der Preform, kennen lernen; Fertigungsablauf nachvollziehen können; erfahren, dass die PET-Flasche sowohl als Einwegflasche, als auch als Mehrwegflasche hergestellt wird; Recyclingverfahren für PET-Flaschen kennen lernen: 1. rohstofflich: Zerlegung des Makromoleküls in seine Ausgangsmoleküle, 2. thermisch: rückstandsfreies Verbrennen der nicht mehr verwendbaren Reste, 3. werkstofflich: Einschmelzen der Flaschen, Fertigung neuer Teile oder Verarbeitung zu Fasern

Zum Inhalt

Der Film gibt einen Einblick in ein Chemiewerk, in dem PET hergestellt wird. Hier werden Äthylenglykol und Terephthalsäure zu einem Makromolekül, dem Polyethylenterephthalat verbunden. Eine Spinn Düse und die daraus hergestellte Watte deuten an, dass man früher vorwiegend Fasern aus PET hergestellt hat. Die Fasern sind vor allem unter dem Markennamen Trevira® bekannt geworden.

Heute wird PET vor allem für Flaschen aller Art verwendet. Dazu wird die PET-Schmelze zu Strängen gegossen, mit Wasser abgekühlt und in kleine Stücke, Granulat, gehackt. Eine Spritzgussmaschine schmilzt das Granulat erneut und presst die Schmelze mit hohem Druck in eine Stahlform. Nach der Abkühlung der PET-Schmelze wirft die Spritzgussmaschine so genannte Preforms

aus. Diese ähneln einem dickwandigen Reagenzglas mit einem Schraubgewinde, das zum Verschließen der Flasche dient.

Die Preforms werden dem Getränkeabfüller geliefert. Dies spart Platz und Transportgewicht. Der Abfüller betreibt eine eigene Blasanlage. In ihr werden die Preforms mit Heizstrahlern erwärmt, so dass sie gummielastisch werden. In einer Form werden die Preforms zur fertigen Flasche aufgeblasen, abgekühlt und entnommen. Unmittelbar danach werden die Flaschen befüllt.

PET, ein nachhaltiger Kunststoff

Bereits 1941 wurde in den USA ein Polyester mit dem Namen Poly-Ethylen-Terephthalat entwickelt. Verwendet wurde dieser Thermoplast für hochwertige Kunstfasern (Trevira®) und Folien (Mylar®). Auch die Videobänder und Filme sind aus Polyester gefertigt.

Mylar wurde Mitte der 1950er Jahre von DuPont entwickelt. Der 1961 von der NASA gestartete „Echo“-Satellit war ein Ballon aus einer 0,127mm dicken, metallbeschichteten Mylarfolie mit einem Durchmesser von 30,48m.

Chemische Grundlagen

Einfacher Ester

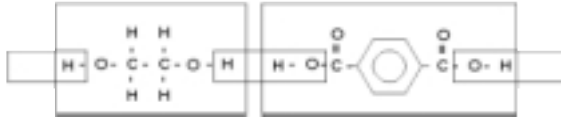
Alkohol plus Carbonsäure ergibt Ester und Wasser



Wegen der Wasserabspaltung spricht man von einer Kondensationsreaktion. Ester kommen in der Natur als Geruchsstoffe vor und werden von der Chemie oft synthetisch nachempfunden.

Polyester

Äthylenglykol und **Terephthalatsäure**, ergibt **Polyester** und Wasser
zweiwertiger Alkohol
zweiwertige Carbonsäure.



Nachdem jedes Ausgangsmolekül zwei Bindungsstellen besitzt, erfolgt eine Kettenbildung. Man spricht von einer Polykondensation. Das abgespaltene Wasser verdampft. Viele Millionen gleicher Esterbausteine bilden ein sog. Makromolekül → Polyester (viele Ester).



PET gehört zur Gruppe der Thermoplaste und ist somit schmelzbar und umformbar.

PET ist polar gebaut, dadurch entstehen starke zwischenmolekulare Kräfte. Das Molekül ist zudem linear aufgebaut ohne Vernetzungen. Beides sind Voraussetzungen für teilkristalline Bereiche und Fasern. Durch diese Bereiche ergibt sich auch eine hohe Schlagzähigkeit, Bruchfestigkeit und Formbeständigkeit. Als Textilfaser (Polyester) wird PET auch wegen weiterer nützlicher Eigenschaften eingesetzt. Es ist knitterfrei, reißfest, witterungsbeständig und nimmt nur sehr wenig Wasser auf. Letzteres prädestiniert PET als Stoff für Sportkleidung, die schnell trocknen muss. Auch in der Lebensmittelindustrie wird PET bevorzugt eingesetzt. Es kann amorph verarbeitet werden und ist in dieser Form absolut farblos und von hoher Lichtdurchlässigkeit. Es wird für Lebensmittelverpackungen und Flaschen eingesetzt wie z. B. die PET-Flasche. Wegen seiner guten Gewebeverträglichkeit wird PET auch als Werkstoff für

Blutgefäßprothesen eingesetzt. In den kristallinen Zustand geht PET bei etwa 120°C über. Der Schmelzpunkt liegt bei ca. 240°C. (Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Polyethylenterephthalat>)

Aus den Werten erkennt man, dass sich PET bei über 100°C sterilisieren lässt.

Die guten Gebrauchseigenschaften und das ökologische Profil von PET führen zu einem weltweit steigenden Einsatz dieses modernen Kunststoffs.

Betrachtet man die Relation von Produktgewicht und Verpackungsgewicht, schneidet PET deutlich besser ab als viele andere Verpackungsformen. Bei den heutigen PET-Mehrwegflaschen für Erfrischungsgetränke macht die Verpackung weniger als 7 Prozent des Gesamtgewichts aus. Im Vergleich hierzu wiegt manch herkömmlicher Getränkekasten mehr als der Inhalt, den er transportiert. Für diesen Komfortgewinn sind nicht nur Senioren und Kinder dankbar. (Quelle: <http://www.forum-pet.de/>)

PET-Verpackungen sind praktisch unzerbrechlich. Kälte, Hitze und selbst ein Sturz aus zwei Metern Höhe können der elastischen PET-Flasche kaum noch etwas anhaben. Scherben, Splitter und die damit verbundenen Verletzungsgefahren gehören bei PET-Flaschen der Vergangenheit an. PET erhöht so die Sicherheit im Alltag.

Auch unter ökologischen Aspekten bieten PET-Verpackungen eine Reihe von Vorteilen. Durch die Robustheit des Materials werden in Mehrwegsystemen hohe Umlauffzahlen erzielt. Das geringe Gewicht von PET ermöglicht eine besonders gute Auslastung der Transportfahrzeuge. Dies verringert den Verbrauch an Transportenergie ebenso wie die Belastung durch Abgase und Lärm. Darüber hinaus ist PET zu 100 Prozent re-

cyclingfähig. In verschiedenen Wiederverwertungsverfahren können ausgediente Verpackungen sinnvoll genutzt und so wertvolle Rohstoffreserven geschont werden.

Die Verarbeitung zur PET-Flasche

Auf der Spritzgussmaschine werden so genannte Preforms hergestellt. Ähnlich einem Reagenzglas haben diese Teile bereits das fertige Gewinde der PET-Flasche. Sie werden später beim Abfüller in speziellen Maschinen zu fertigen Flaschen aufgeblasen.

In aufwendigen, vollautomatischen Anlagen werden die Preforms soweit wieder erwärmt, dass sie mit Druckluft in Formen aufgeblasen werden können. Dort erhalten sie ihr endgültiges Aussehen.

PET-Recycling

Die PET-Flasche gibt es als Einweg- und Mehrwegflasche. Die Mehrwegflasche wird wie die Glasflasche mehrfach wieder befüllt. Nach ca. 20 Durchläufen hat sie ausgedient und wird wie die Einwegflasche recycelt. Die Einwegflasche findet durch das Pfandsystem fast vollständig zur Wiederverwertung zurück.

PET-Flaschen werden selbst von Umweltverbänden als bessere Alternative zu Glasflaschen gesehen.

Vorteile:

Geringeres Gewicht → geringere Transportkosten

Energiegünstige Herstellung

Wiederbefüllbarkeit → mehr als 20 Umläufe

Wirtschaftliches Recycling durch Pfandsystem auch für Einwegflaschen (PET-Cycling)

Es werden drei Verfahren angewandt.

1. Rohstoffliches Recycling:

Die Flasche wird wieder in die Ausgangs-

stoffe Äthylenglykol und Terephthalsäure zerlegt. Diese werden wieder zur PET-Herstellung verwendet.

2. Thermische Verwertung:

PET-Reste ersetzen wertvolles Brennmaterial und verbrennen praktisch rückstandsfrei.

3. Werkstoffliches Recycling

Dieses Verfahren wird hauptsächlich angewendet. PET wird zerkleinert, gewaschen, sortiert, getrocknet, wieder eingeschmolzen und zu Granulat verarbeitet. Gewöhnlich werden aus dem Recycling-Granulat Textilien hergestellt und Flaschen, die nicht für Getränke verwendet werden. In ihnen werden dann zum Beispiel Reinigungsmittel abgefüllt.

Zur Verwendung

Der Film ergänzt den Unterricht in den Hauptschulen, Berufsschulen, Realschulen und in der BOS. Fächerübergreifend und bezogen auf verschiedene Aspekte veranschaulicht er Lehrplanthemen.

So kann er beispielsweise im Fachunterricht Chemie (z. B. Hauptschullehrplan, Klasse 9 und 10) zum Thema Kunststoffe deutlich machen, wie Gebrauchsgegenstände aus Kunststoff hergestellt werden und was bezüglich der Möglichkeiten und Grenzen des Stoffkreislaufs zu berücksichtigen ist. Die Themen „polymere Kunststoffe“ bzw. ganz allgemein „chemische Produkte“ sind ebenfalls abgedeckt.

Bezogen auf den Lehrplan der Realschule ist PET ein Beispiel für maßgeschneiderte Stoffe in Technik und Alltag. Für den Technikunterricht der FOS wird der Aspekt ressourcenschonendes Handeln bezogen auf Rohstoffe und Energie abgedeckt.

Im Chemieunterricht an Gymnasien kann PET als Beispiel für Chemie im Haushalt dienen. Auch die Struktur und Eigenschaften von Kunststoffen werden hier angesprochen.

PET ist in der Berufsschule vor allem für alle technischen Berufsgruppen und speziell für Verfahrensmechaniker interessant. Das Thema Kunststoffverarbeitung spielt aber darüber hinaus auch für nichttechnische Berufsgruppen eine Rolle. Hier bietet der Film Einblick in Kunststoffchemie und Kunststoffverarbeitung sowie die Nachhaltigkeit der Rohstoffverwendung.

Links ins Internet

<http://www.forum-pet.de/>

weitere Links sind enthalten

[http://de.wikipedia.org/wiki/
Polyethylenterephthalat](http://de.wikipedia.org/wiki/Polyethylenterephthalat)

Allgemeine Haftung für Internet-Links

Wir betonen ausdrücklich, dass wir keinerlei Einfluss auf die aktuelle sowie zukünftige Gestaltung und die Inhalte externer Internetseiten haben. Deshalb distanzieren wir uns hiermit ausdrücklich von den Inhalten aller externen Internetseiten, auf die wir in unserer Produktion mit Links verweisen. Die Inhalte externer Internetseiten machen wir uns nicht zu Eigen.

Für illegale, fehlerhafte oder unvollständige Informationen sowie insbesondere für Schäden durch die Nutzung der gelinkten Seiten haftet ausschließlich der Anbieter der Seite, auf welche verwiesen wird, nicht derjenige, der über Links lediglich auf die jeweilige Veröffentlichung verweist.

Sollten Links nicht schalten oder veraltet sein, bitten wir Sie um eine kurze Mitteilung an: info@fwu.de

Bearbeitete Fassung und Herausgabe

FWU Institut für Film und Bild, 2005

Bearbeitung

Dr. Alexander Seibold

Produktion

Media D

Regie

Günther Deschner

Begleitmaterial

Burkhard Martl

Pädagogische Referentin im FWU

Petra Müller

Verleih durch Landes-, Kreis- und Stadtbildstellen, Medienzentren und konfessionelle Medienzentren

Verkauf durch FWU Institut für Film und Bild, Grünwald

Nur Bildstellen/Medienzentren: öV zulässig

© 2005

FWU Institut für Film und Bild
in Wissenschaft und Unterricht
gemeinnützige GmbH
Geiseltalstraße 3
Bavariafilmplatz 3
D-82031 Grünwald
Telefon (0 89) 64 97-1
Telefax (0 89) 64 97-2 40
E-Mail info@fwu.de
Internet <http://www.fwu.de>



FWU Institut für Film und Bild
in Wissenschaft und Unterricht
gemeinnützige GmbH
Geiseltalstraße
Bavariafilmplatz 3
D-82031 Grünwald
Telefon (0 89) 64 97-1
Telefax (0 89) 64 97-240
E-Mail info@fwu.de
Internet <http://www.fwu.de>

**zentrale Sammelnummern für
unseren Vertrieb:**

Telefon (0 89) 64 97-4 44
Telefax (0 89) 64 97-2 40
E-Mail vertrieb@fwu.de

FWU - Schule und Unterricht

VHS 42 02981

9 min, Farbe

PET - Polyethylenterephthalat

Bereits 1941 wurde in den USA ein Polyester mit dem Namen Poly-Ethylen-Terephthalat entwickelt. Hochwertige Kunstfasern, Folien aber auch Videobänder sind aus Polyester gefertigt. Verbesserte und kostengünstigere Herstellungsverfahren erlauben es, PET heute für Massenartikel besonders in der Verpackung zu verwenden. Dies demonstriert der Film detailliert an der vollautomatischen Fertigung und den Recyclingverfahren von PET-Flaschen. Zusammensetzung, Herstellung und Einsatzmöglichkeiten dieses Werkstoffes werden filmisch veranschaulicht.

Schlagwörter

Polyethylenterephthalat = PET, Polyester, synthetischer Werkstoff, Preform, Spritzgießen, Aufblasen, Befüllen der Flaschen, Mehrwegflasche, Einwegflasche, Recycling, rohstoffliches Recycling, thermisches Recycling, werkstoffliches Recycling

Berufliche Bildung

Chemie, Physik, Biologie • Produktionstechnik

Chemie

Angewandte Chemie • Chemie in Alltag und Umwelt

Allgemeinbildende Schule (7-13)

Berufliche Bildung

GEMA

Alle Urheber- und
Leistungsschutzrechte
vorbehalten.
Nicht erlaubte/genehmigte
Nutzungen werden zivil- und/oder
strafrechtlich verfolgt.

**LEHR-
Programm
gemäß
§ 14 JuSchG**