

Kunststoffe

Sekundarstufe I - II

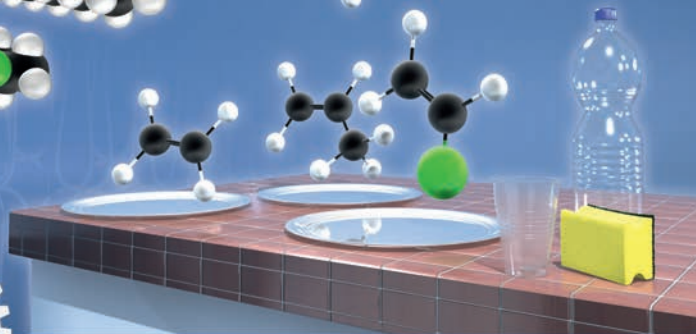
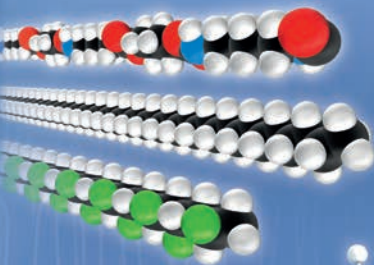
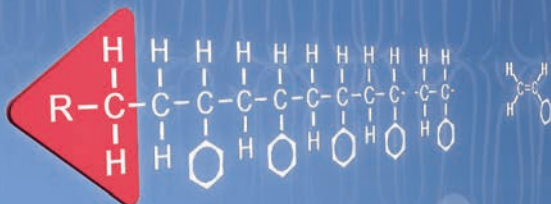
Online-
Lernumgebung



Test
Center

auf www.gida.de

Film  Software



Chemie

DVD
VIDEO

Inhalt und Einsatz im Unterricht

"Kunststoffe" (Chemie Sek. I + II)

Diese DVD behandelt das Unterrichtsthema „Kunststoffe“ für die Sekundarstufe I + II.

Das Hauptmenü bietet folgende 5 Filme zur Auswahl:

Vielfalt der Kunststoffe	11:00 min
Polymerisation	10:20 min
Polyaddition	10:50 min
Polykondensation	8:20 min
Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere	10:20 min

(+ Grafikmenü mit 17 Farbgrafiken)

Die Filme erklären mithilfe von aufwändigen und beeindruckenden 3D-Computeranimationen die Vielfalt der Kunststoffe und ihre Entstehung. Der erste Film bietet auf einfachem Niveau eine Einleitung ins Thema „Kunststoffe“. Die folgenden Filme stellen die Herstellungsprozesse Polymerisation, Polyaddition und Polykondensation auf gehobenem Niveau vor. Der Film „Polymerisation“ zeigt ausführlich die Polyethylen-Bildung und in Schlaglichtern auch PP, PVC und PS. Für die Polyaddition werden im Film Polyurethane hergestellt. Bei der Polykondensation dienen Polyether und Polyester als Beispiele – als Kondensate werden H_2O , CO_2 , NH_3 und HCl genannt. Der letzte Film schildert ausführlich die unterschiedliche Entstehung und die typischen Eigenschaften von Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren.

Die Inhalte der Filme sind stets altersstufen- und lehrplangerecht aufbereitet. Die Filme bieten z.T. Querbezüge, bauen aber inhaltlich nicht streng aufeinander auf. Sie sind daher in beliebiger Reihenfolge einsetzbar, wobei der Start mit dem Film „Vielfalt der Kunststoffe“ ratsam ist.

Ergänzend zu den o.g. 5 Filmen finden Sie auf dieser DVD:

- **17 Farbgrafiken**, die das Unterrichtsgespräch illustrieren (in den Grafik-Menüs)
- **14 ausdrucksfähige PDF-Arbeitsblätter**, jeweils in Schüler- und in Lehrerfassung (im DVD-ROM-Bereich)

Im GIDA-"Testcenter" (auf www.gida.de)

finden Sie auch zu dieser DVD „Kunststoffe“ interaktive und selbstauswertende Tests zur Bearbeitung am PC. Diese Tests können Sie online bearbeiten oder auch lokal auf Ihren Rechner downloaden, abspeichern und offline bearbeiten, ausdrucken etc.

Begleitmaterial (PDF) auf dieser DVD

Über den „Windows-Explorer“ Ihres Windows-Betriebssystems können Sie die Dateistruktur der DVD einsehen. Sie finden dort u.a. den Ordner „DVD-ROM“. In diesem Ordner befindet sich u.a. die Datei

start.html

Wenn Sie diese Datei doppelklicken, öffnet Ihr Standard-Browser mit einem Menü, das Ihnen noch einmal alle Filme und auch das gesamte Begleitmaterial der DVD zur Auswahl anbietet (PDF-Dateien von Arbeitsblätter, Grafiken und DVD-Begleitheft, Internetlink zum GIDA-TEST-CENTER etc.).

Durch einfaches Anklicken der gewünschten Begleitmaterial-Datei öffnet sich automatisch der Adobe Reader mit dem entsprechenden Inhalt (sofern Sie den Adobe Reader auf Ihrem Rechner installiert haben).

Die Arbeitsblätter liegen jeweils in Schülerfassung und in Lehrerfassung (mit eingetragenen Lösungen) vor. Sie ermöglichen Lernerfolgskontrollen bezüglich der Kerninhalte der DVD und sind direkt am Rechner elektronisch ausfüllbar. Über die Druckfunktion des Adobe Reader können Sie aber auch einzelne oder alle Arbeitsblätter für Ihren Unterricht vervielfältigen.

Fachberatung bei der inhaltlichen Konzeption und Gestaltung dieser DVD:

Frau Erika Doenhardt-Klein, Oberstudienrätin
(Biologie, Chemie und Physik, Lehrbefähigung Sek. I + II)

Unser Dank für zur Verfügung gestelltes Bild-/Filmmaterial geht an:

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Lanxess Deutschland GmbH
AVG Köln mbH
Continental Reifen Deutschland GmbH

Inhaltsverzeichnis

Seite:

DVD-Inhalt - Strukturdiagramm

4

Die Filme

Vielfalt der Kunststoffe

5

Polymerisation

7

Polyaddition

10

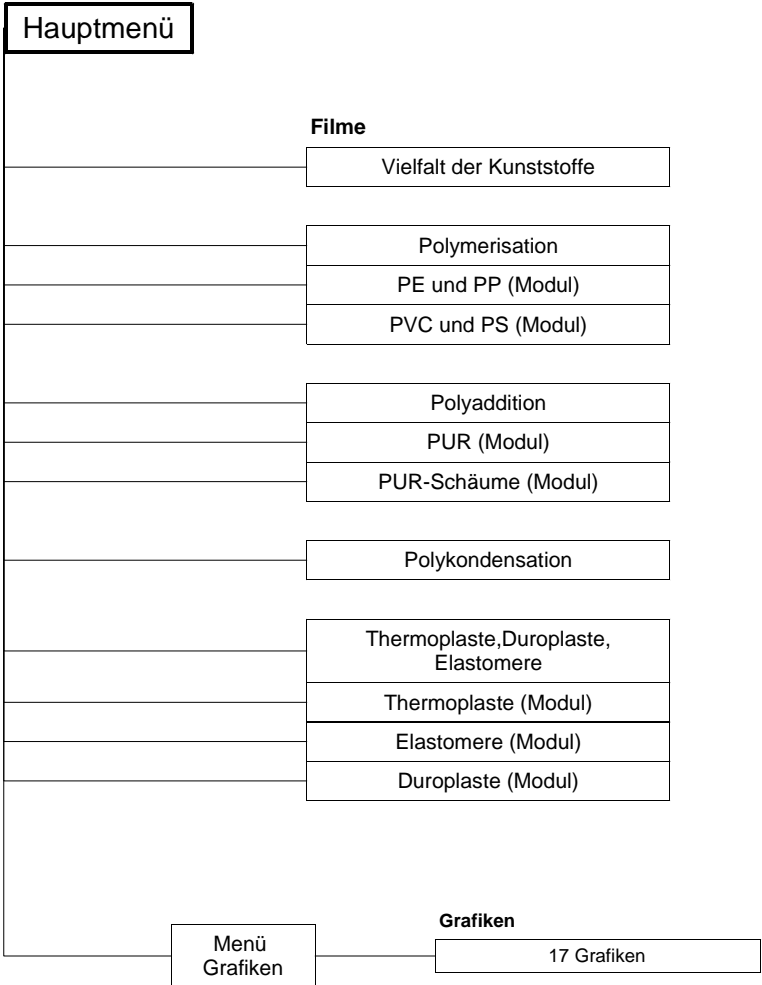
Polykondensation

12

Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere

14

DVD-Inhalt - Strukturdiagramm



Vielfalt der Kunststoffe

Laufzeit: 11:00 min, 2013

Lernziele:

- Verschiedene Grundlagen der Polymerchemie kennenlernen, u.a. die Struktur von Makromolekülen (Polymere);
- Verwertungsprozesse für Kunststoffabfälle unterscheiden können.

Inhalt:

Der Film bietet eine Einführung in das Thema „Kunststoffe“. 1909 wurde das von Fritz Hofmann (1866-1956) entwickelte Produktionsverfahren für den Synthetikgummi BUNA patentiert. Hermann Staudinger (1881-1965) forschte an großen chemischen Molekülen. 1922 prägte er den Begriff „Makromoleküle“ (später auch „Polymere“ genannt).



Abbildung 1: Fritz Hofmann und Hermann Staudinger

Makromoleküle bestehen aus vielen tausend Bausteinen. So ist das Makromolekül Stärke aus tausenden von Glukosemolekülen zusammengesetzt.

Ein Makromolekül, auch Polymer genannt, besteht meist aus 1-3 immer wieder aneinandergefügten Atomgruppen. Der einzelne Baustein eines Polymers heißt „Monomer“. Die Kunststoff-Chemie nennt man auch Polymer-Chemie.

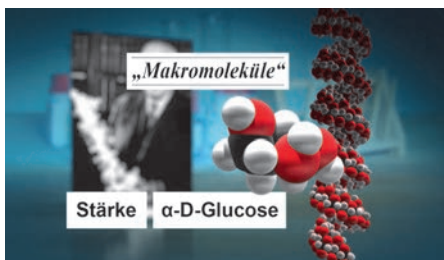


Abbildung 2: Makromolekül Stärke

Die Polymerchemie ist eng mit der Petrochemie verbunden. Aus Erdöl werden Grundstoffe gewonnen, die als Monomere in die Kunststoffproduktion einfließen. Kunststoffe bestehen aus künstlich erzeugten Makromolekülen, die zwar organischen Ursprung haben, aber nicht in der Natur vorkommen.

Kunststoffe werden in drei Typenklassen eingeteilt, die jeweils unterschiedliche Eigenschaften besitzen: Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere.



Abbildung 3: Thermoplaste

Da Kunststoffe sehr widerstandsfähig und langlebig sind, kommt effektiven Recyclingverfahren eine große Bedeutung zu. Bei der werkstofflichen Verwertung kann man den Kunststoff einschmelzen und in neue Produkte gießen. Die rohstoffliche Verwertung zerlegt schwer trennbare Kunststoff-Gemische in ihre gasförmigen Ausgangsstoffe. Bei der thermischen Verwertung schließlich werden die Kunststoffe unter Energie-Rückgewinnung verbrannt.



Abbildung 4: Recycling

* * *

Polymerisation

Laufzeit: 10:20 min, 2013

Lernziele:

- Das Prinzip der Polymerisation am Beispiel des Polyethylen verstehen;
- Weitere Polymerisationsprodukte wie PP, PVC und PS kennenlernen.

Inhalt:

Der Film erklärt das Prinzip der Polymerisation ausführlich am Beispiel von Polyethylen. Polyethylen ist der meistproduzierte Kunststoff der Welt. Er gehört zur Klasse der Thermoplaste und lässt sich gut recyceln. Polyethylen ist lösemittelfest und besitzt eine unpolare und hydrophobe Oberfläche. Außerdem lässt er sich sauber zu Kohlenstoffdioxid und Wasser verbrennen.

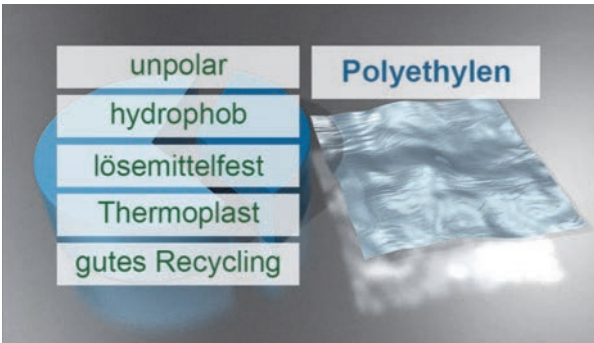


Abbildung 5: Polyethylen

Polyethylen besteht ausschließlich aus Ethen-Monomeren. Ethen ist ein Vertreter der Alkene und besteht aus vier Wasserstoffatomen und zwei doppelt gebundenen Kohlenstoffatomen. Ein Starter-Radikal, ein angeregtes Molekül mit einem freien Elektron am letzten C-Atom, bewirkt beim Ethen das Aufbrechen eines der beiden C-C-Bindungselektronenpaare in zwei freie Elektronen. Dann bindet das Starter-Radikal an eines der freien Elektronen an.

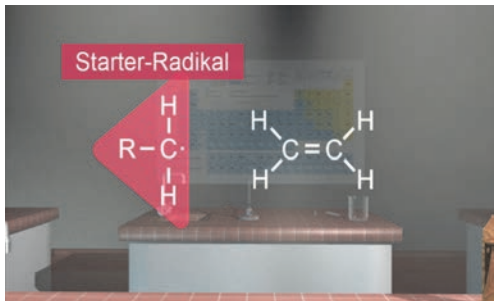


Abbildung 6: Starter-Radikal

Das andere freigestellte Elektron bewirkt beim nächsten Ethen wieder denselben Vorgang. Auf diese Weise läuft eine Kettenreaktion ab. Schließlich werden Stopp-Moleküle zugegeben, die die Kettenreaktion beenden. Die Polymerisation verknüpft also viele Ethen-Monomere zu einem langen Strang. Die Monomere bleiben in ihrer Form erhalten und auch ihre Atom-Anordnung wird nicht verändert.

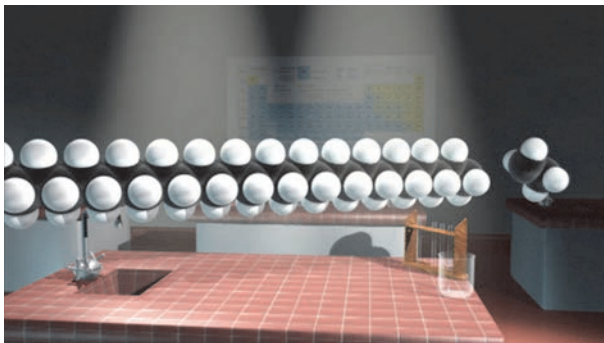


Abbildung 7: PE-Polymerisation im Kalottenmodell

Weitere Polymere, die auf diesem Reaktionsprinzip beruhen, sind Polypropylen, Polyvinylchlorid und Polystyrol.

Zur Herstellung von Polypropylen benötigt man Propen. Propen ist ein Propanmolekül mit einer C-C-Doppelbindung. Durch ein Starter-Radikal wird auch hier die Kettenreaktion ausgelöst (Aufbrechen der C-C-Doppelbindungen), es bildet sich Polypropylen.



Abbildung 8: Polypropylen

Weiteres Beispiel im Film: Aus dem Monomer Vinylchlorid entsteht in der Polymerisation Polyvinylchlorid. Das Monomer Vinylchlorid produziert man aus Ethen, indem man Chlor zusetzt. Dabei brechen die C-C-Doppelbindungen auf und es bildet sich Dichlorethan. Durch Erhitzen gibt Dichlorethan ein Molekül Salzsäure ab, Ergebnis ist Vinylchlorid.

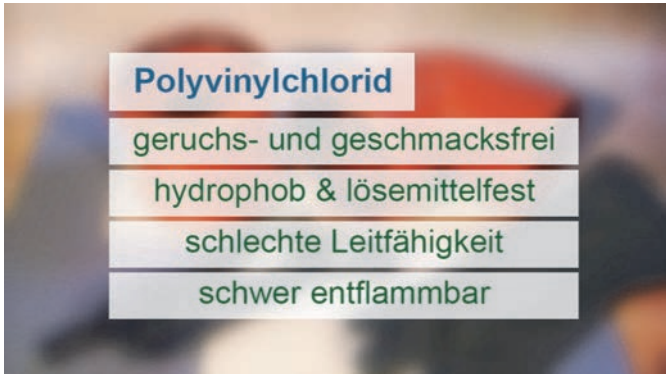


Abbildung 9: Polyvinylchlorid, Eigenschaften

Auch Polystyrol kann man vom Ethen ableiten. Am Ethen wird ein H-Atom durch einen Benzolring ersetzt, es entsteht das Monomer Styrol.

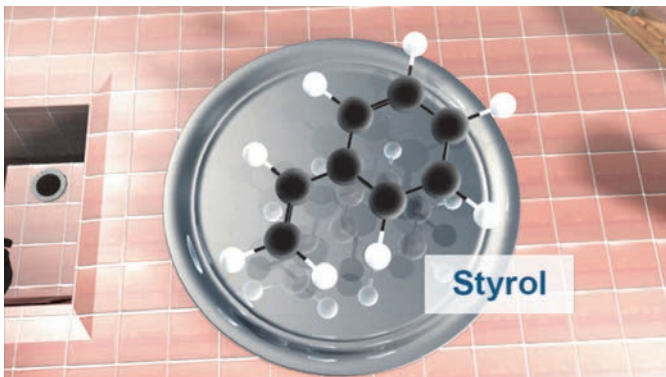


Abbildung 10: Styrol

Polyaddition

Laufzeit: 10:50 min, 2013

Lernziele:

- Das Prinzip der Polyaddition am Beispiel Polyurethan kennenlernen.

Inhalt:

Der Film zeigt die Bildung von Polyurethan. Polyurethane sind entweder schaumig oder verschleißfest. Sie entstehen aus zwei Bestandteilen, eines ist immer ein Diol oder Polyol. Im Film wird die Bildung am Beispiel von dem Polyol 1,4-Butandiol und 1,6-Hexandiisocyanat gezeigt.



Abbildung 11: Produkte aus Polyurethanen

1,4-Butandiol besitzt zwei Hydroxy-Gruppen. 1,6-Hexandiisocyanat besteht aus zwei Isocyanat-Gruppen an einer Hexan-Gruppierung.

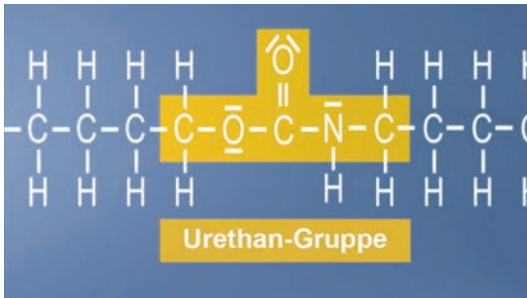


Abbildung 12: Polyaddition

Bei der Polymerbildung bindet sich der Sauerstoff des Diols an den Kohlenstoff der Isocyanatgruppe. Dadurch wird ein Elektronenpaar der C-N-Doppelbindung zum Stickstoff „gedrückt“. Der Sauerstoff gibt nun Wasserstoff ab, der sich an das freie Elektronenpaar beim Cyanat-Stickstoff bindet.

Bei dieser Polyaddition kommt es also zu einer Atom-Umgruppierung. Ein Wasserstoffatom des Diols lagert sich an die Isocyanatgruppe an. Auf diese Weise entsteht die Urethan-Gruppe. Dann bindet die zweite OH-Gruppe des Diols an ein weiteres Diisocyanat und die zweite Isocyanatgruppe bindet an ein weiteres Butandiol (d.h. die Polymerkette kann prinzipiell in beide Richtungen wachsen).

Um einen Polyurethan-Schaum zu erhalten, setzt man während der Polymerbildung Wasser hinzu. Das Wasser reagiert mit freien Isocyanatgruppen, es bildet sich eine Harnstoffgruppe als „Ersatz“ für die Urethan-Gruppe, dabei wird Kohlenstoffdioxid freigesetzt. Das Kohlenstoffdioxid „bläst“ die Polyurethan-Masse regelrecht auf und es entsteht ein schaumiger Kunststoff.

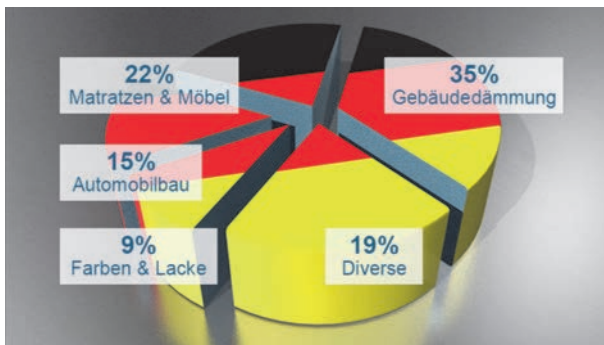


Abbildung 13: Produktion in Deutschland

Die weltweite Produktion von Polyurethan im Jahr 2012 betrug ca. 18 Millionen Tonnen. In Deutschland wurden 2012 ca. 1,5 Millionen Tonnen Polyurethan erzeugt. Kurz nennt der Film die Bereiche, in denen Polyurethan verwendet wird. Als Erster erzeugte 1937 Otto Bayer (1902-1982) bei IG Farben in Leverkusen Polyurethane.



Abbildung 14: Otto Bayer

Polykondensation

Laufzeit: 8:20 min, 2013

Lernziele:

- Die Polykondensation an Polyethern und Polyestern kennenlernen;
- Den Polyester PET als Rohstoff für Getränkeflaschen kennenlernen.

Inhalt:

Bei der Polymerbildung durch Polykondensation wird aus miteinander reagierenden Molekülen Wasser freigesetzt (häufige Reaktion, es gibt aber auch andere „Kondensate“).

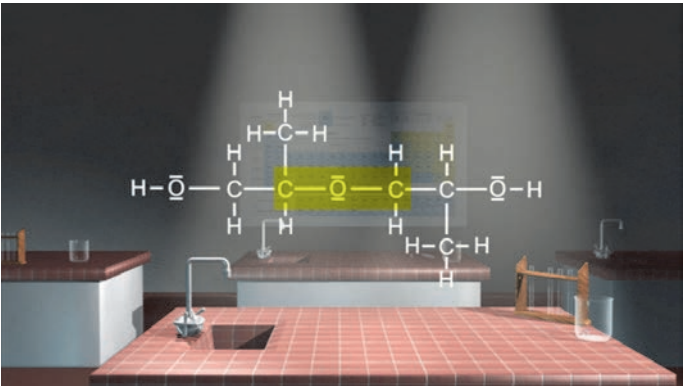


Abbildung 15: Polyether

Die Entstehung von Polyethern wird am Beispiel des Monomers Propan-1,2-diol gezeigt, ein Alkohol mit zwei Hydroxygruppen.

Während der Polykondensation bindet eine Hydroxygruppe ein Wasserstoffatom aus der Hydroxygruppe des nächsten Diols und verlässt als Wasser den Verbund. Es bleibt eine Sauerstoffbrücke zurück, die zwei Propanolmoleküle verbindet, also eine Ethergruppe. Die außen verbliebenen OH-Gruppen reagieren auf dieselbe Weise mit weiteren Propandiolen.

Auch Polyester werden durch Polykondensation gebildet. Im Film werden Ethandisäure und Ethandiol beispielhaft gezeigt. Die OH-Gruppe der Säure übernimmt ein H von der Alkoholgruppe und Wasser kondensiert. Es entsteht ein Ester, Polyethylenoxalat.

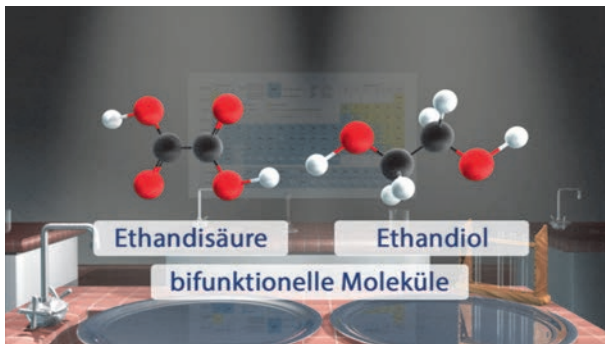


Abbildung 16: Ausgangsstoffe des Polyester

Weiteres Beispiel: Per Polykondensation reagieren Ethandiol und Terephthalsäure zu dem Ester Terephthalsäurehydroxyethylester. Dann lagern sich weitere dieser Diol- und Säure-Monomere an, es bildet sich das Polymer Polyethylenterephthalat, abgekürzt PET.

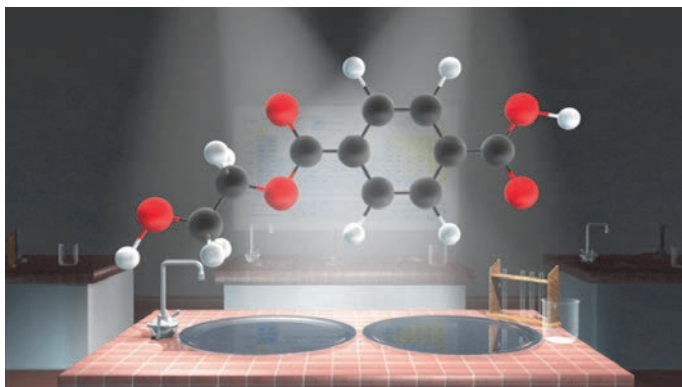


Abbildung 17: PET-Dimer, Start zur Polymerbildung

In einer (Poly)Kondensationsreaktion können auch andere Moleküle freigesetzt werden, zum Beispiel Ammoniak, Chlorwasserstoff oder Kohlenstoffdioxid.

* * *

Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere

Laufzeit: 10:20 min, 2013

Lernziele:

- Die drei Typklassen der Kunststoffe kennenlernen;
- Die Eigenschaften der Typklasse in der Verarbeitung erfahren.

Inhalt:

Kunststoffe kann man in drei Typklassen ordnen: Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere.

Thermoplaste bestehen aus langen, untereinander nicht verbundenen Polymerketten. Bei Wärmezufuhr können sie aneinander vorbeigleiten, so dass man Thermoplaste wieder einschmelzen und neu formen kann. Zu dieser Gruppe zählen PE, PP, PVC und PET.

Elastomere bestehen aus langen, nur punktuell verknüpften Polymersträngen. Sie sind elastisch, so dass sie immer wieder in ihre produzierte Form zurückkehren.

Duroplaste besitzen stark vernetzte Polymerstränge. Sie sind hart und spröde und nicht mehr verformbar. Deswegen kann man sie gut bearbeiten. PUR gehört zu dieser Gruppe.



Abbildung 18: Typklassen der Kunststoffe

Ein typisches Thermoplast ist PET, Polyethylenterephthalat. Getränkeflaschen aus PET werden in einem zweistufigen Spritzgussverfahren hergestellt.

Thermoplaste besitzen bifunktionelle Monomere, die zu Polymersträngen verbunden sind. Im festen Zustand liegen die Polymerstränge von PET dicht und parallel aneinander. Bei Erhitzung auf die Schmelztemperatur von ca. 250 Grad Celsius lösen sich die Polymerstränge voneinander. PET wird weich und formbar. Bei der Abkühlung erstarrt es in der neuen Form.

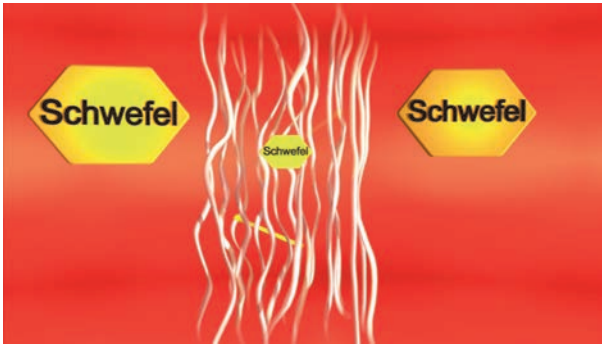


Abbildung 19: Vulkanisation

Naturkautschuk wird erst durch Vulkanisation zu einem Elastomer. Kautschuk ist eigentlich ein Thermoplast und die Polymerstränge sind frei gegeneinander beweglich. Wenn man Roh-Kautschuk mit Schwefel erhitzt, bilden sich Schwefelbrücken, die das Polymergefüge vernetzen. Dadurch wird Kautschuk elastisch.

Duroplaste können u.a. von trifunktionellen Monomeren gebildet werden. Sie bilden dann eine netzartige Polymerstruktur, die nicht einfach gelöst werden kann. Duroplaste bleiben auch bei Erwärmung fest, bei starker Hitze zersetzen sie sich.

Ein weiteres Duroplast ist Polyesterharz. Es bleibt auch bei Zimmertemperatur flüssig. Erst wenn ein Härtermolekül die C-Doppelbindungen der Polymerharz-Kette öffnet und so eine Querverbindung zwischen den C-Ketten bildet, härtet das Harz aus. Es kann nicht wieder verflüssigt werden.

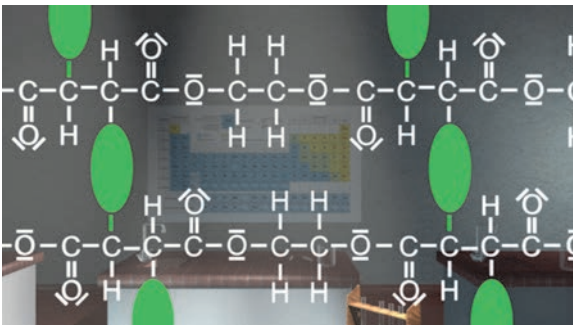


Abbildung 20: Polyesterharz

Kunststoffe lassen sich also nach ihren Produkteigenschaften in Thermoplaste, Elastomere und Duroplaste unterscheiden oder nach ihrer Polymerentstehung in Polymerisation, Polyaddition und Polykondensation.

* * *



GIDA Gesellschaft für Information
und Darstellung mbH
Feld 25
51519 Odenthal

Tel. +49-(0)2174-7846-0
Fax +49-(0)2174-7846-25
info@gida.de
www.gida.de

- Vielfalt der Kunststoffe
- Polymerisation
- Polyaddition
- Polykondensation
- Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere

