

10 Kunststoffe

10.14 Durchblick Zusammenfassung und Übung

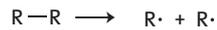
Zu den Aufgaben

A1

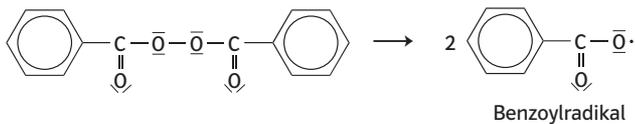
a) Die PVC-Folie ist warm verformbar, kaum elastisch und formstabil.

b) Reaktionsschritte bei der Synthese von PVC:

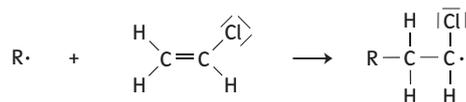
Erzeugung von Startradikalen:



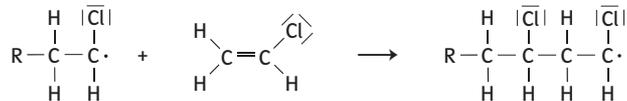
Beispiel:



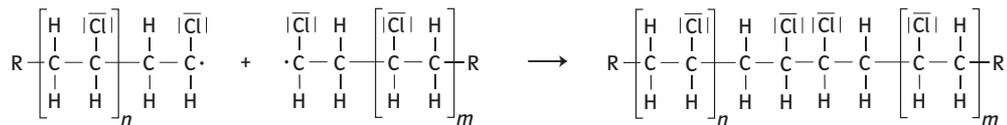
1. Kettenstart (Erzeugung von Monomerradikalen):



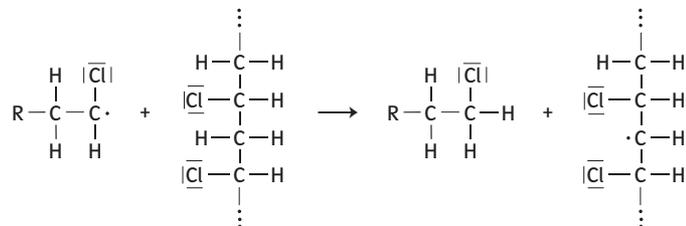
2. Kettenwachstum (Verlängerung der „Radikalkette“):



3. Kettenabbruch (Zusammenschluss von Radikalen):



Kettenverzweigung (Nebenreaktion):



Erläuterungen zu den Reaktionsschritten:

Erzeugung von Startradikalen: Eine Polymerisation muss durch Startmoleküle in Gang gesetzt werden. Im Fall der radikalischen Polymerisation erzeugt man hierfür z.B. Benzoylradikale aus Dibenzoylperoxid.

1. Kettenstart: Im ersten Schritt der Kettenreaktion spaltet ein Benzoylradikal die Doppelbindung eines Vinylchloridmoleküls. Es entsteht ein verlängertes Radikal.

2. Kettenwachstum: Das verlängerte Radikal reagiert mit einem weiteren Vinylchloridmolekül unter Kettenverlängerung. Diese Reaktion setzt sich so lange fort, bis das kettenförmige Radikal mit einem weiteren Radikal reagiert (Kettenabbruch).

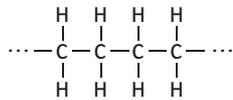
3. Kettenabbruch: Reagieren zwei Radikale miteinander, ist die Reaktionskette beendet und somit die Bildung eines Polymermoleküls abgeschlossen.

Kettenverzweigung: Das bei dieser Nebenreaktion gebildete Radikal kann wie bei 2. mit einem Monomermolekül reagieren.

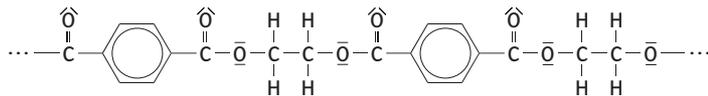
A2 Da sich im isotaktischen Polypropen die Polymermoleküle besser parallel anordnen können, hat der Kunststoff mehr kristalline Bereiche und besitzt eine hohe mechanische Festigkeit.

A3

a) Molekülausschnitt von PE:



Molekülausschnitt von PET:

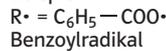


b) Bildung von PE:

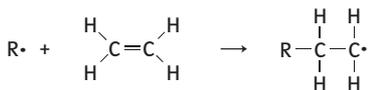
Erzeugung von Startradikalen:



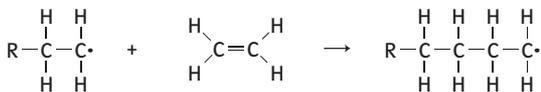
Beispiel:



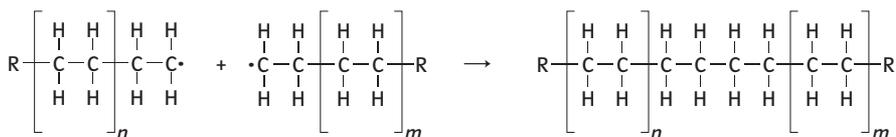
Kettenstart:



Kettenwachstum:

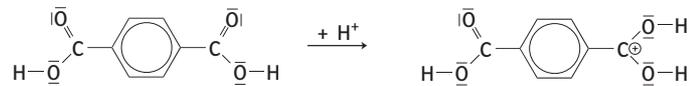


Kettenabbruch:

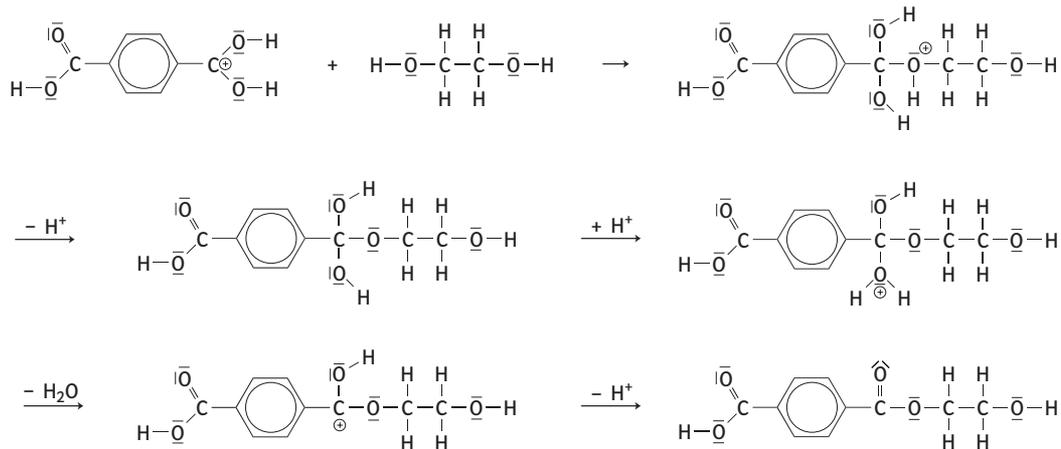


Bildung von PET:

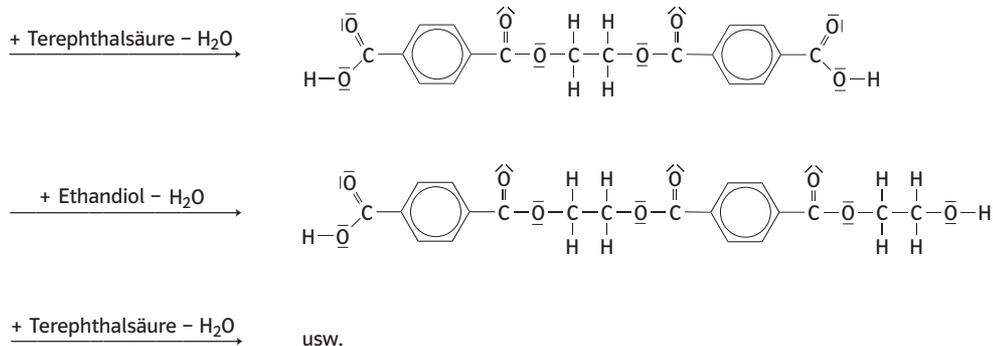
Protonierung eines Terephthalsäuremoleküls:



Addition eines Ethandiolmoleküls und Eliminierung eines Wassermoleküls:



Weitere Veresterungen mit analogen Reaktionsschritten:



c) Synthese von PE: Polymerisation

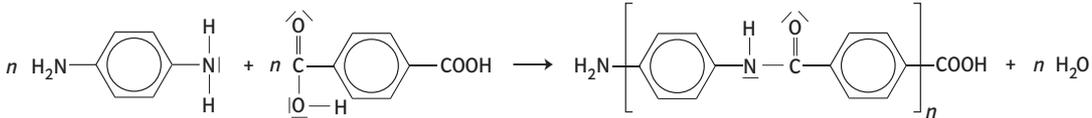
Synthese von PET: Polykondensation

d) Synthese von PE: Alken und Radikalbildner (z. B. organisches Peroxid)

Synthese von PET: Diol, aromatische Dicarbonsäure und Katalysator

A4

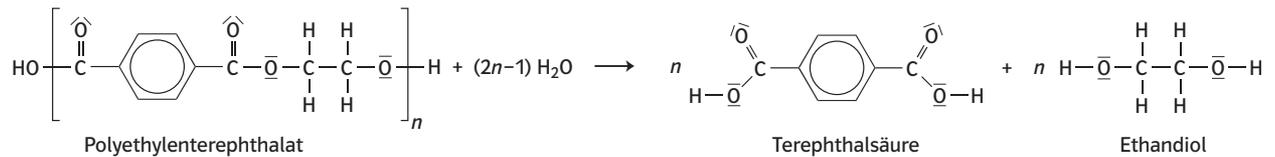
a) In den Aramidfasern existieren kristalline Bereiche entlang der Streckrichtung. In den kristallinen Bereichen sind die Moleküle parallel angeordnet, sie werden durch Wasserstoffbrücken zwischen den Carbonylgruppen des einen und den Aminogruppen des anderen Moleküls zusammengehalten. Durch die eingeschränkte Drehbarkeit der Molekülketten (siehe c)) sind die zwischenmolekularen Wasserstoffbrücken auch durch Wärmebewegung nicht aufzubrechen.

b)

c) Auch um die (formalen) Einfachbindungen des Moleküls ist die freie Drehbarkeit stark eingeschränkt: Die C-N-Bindung der Peptidbindung hat durch das Vorliegen von Mesomerie teilweise Doppelbindungscharakter.

A5

a) Bei der *werkstofflichen* Verwertung kann sortenreines, nicht oder nur gering verschmutztes Polyethylterephthalat zerkleinert, aufgeschmolzen und für neue Produkte verwendet werden. Bei der *rohstofflichen* Verwertung wird Polyethylterephthalat in die Monomere zerlegt, die dann wieder zur Gewinnung von Polyethylterephthalat eingesetzt werden können:



Bei der *energetischen* Verwertung wird Polyethylterephthalat in Heizkraftwerken oder Elektrizitätswerken verbrannt. Ist die Verbrennung vollständig, entstehen nur Kohlenstoffdioxid und Wasser.

b) Das Verbrennen von PET-Verpackungen erzeugt Wärme, die z. B. zur Gewinnung elektrischer Energie verwendet werden kann. Wenn man von eventuellen Zusätzen absieht, die aus dem Abgas herausgefiltert werden können, entstehen bei der Verbrennung nur Kohlenstoffdioxid und Wasser.

Die stoffliche Verwertung kann Rohstoffe und Energie einsparen. Wiederverwertetes PET ist jedoch nicht mehr wie neues PET einsetzbar. Man kann daraus z. B. Fasern herstellen, die in Fleece oder Teppichen Verwendung finden können.

A6 Die Antworten werden individuell ausfallen. Beispiel: Lineal aus Polystyrol. Verwendungsdauer: je nach Benutzung vielleicht 10 Jahre. Polystyrol kann energetisch und stofflich wiederverwertet werden. Energetische Verwertung: Verbrennen zur Energieerzeugung. Stoffliche Verwertung: z. B. Pyrolyse zu Styrol und anderen Aromaten.

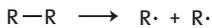
A7

a) Der Kunststoff besteht aus linearen Makromolekülen, zwischen denen Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte und – wenige – Wasserstoffbrücken wirken. Folglich liegt ein Thermoplast vor.

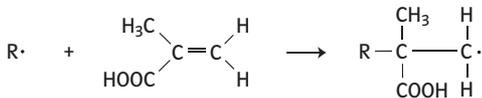
b) Die Bildung des Copolymers erfolgt in einer Polymerisationsreaktion. Das wichtigste Strukturmerkmal der Monomermoleküle ist die C=C-Doppelbindung, sie ist Voraussetzung für die Polymerisationsreaktion.

Eine Polymerisationsreaktion muss durch Startmoleküle in Gang gesetzt werden. Im Fall der radikalischen Polymerisation wird ein Startradikal gebildet; dieses erzeugt durch Reaktion mit einem Monomer ein Monomerradikal. Dieses reagiert mit einem weiteren Monomermolekül unter Kettenverlängerung.

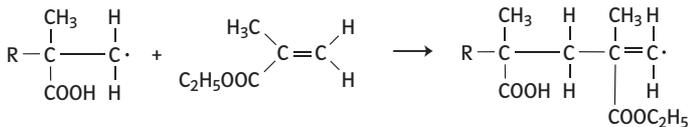
Erzeugung von Startradikalen:



1. Kettenstart (Erzeugung von Monomerradikalen):



2. Kettenwachstum (Verlängerung der „Radikalkette“):

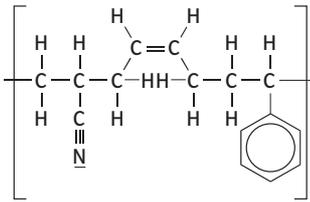


Das Kettenwachstum setzt sich so lange fort, bis zwei Radikale miteinander reagieren und somit einen Kettenabbruch bewirken.

c) Im sauren Milieu des Magens liegen die Makromoleküle in der „Säureform“ vor. Der Einfluss der unpolaren Gruppen überwiegt, die Makromoleküle sind im polaren Milieu des Magens nicht löslich. Im neutralen bis leicht alkalischen Milieu des Darms liegen Säureanionen vor, diese sind in polaren Lösungsmitteln löslich.

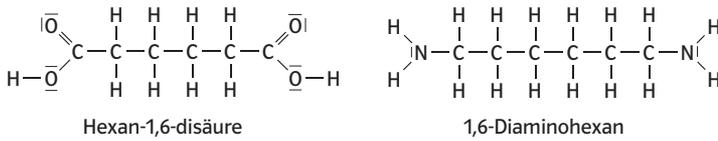
A8

8.1 a) Eine Möglichkeit:

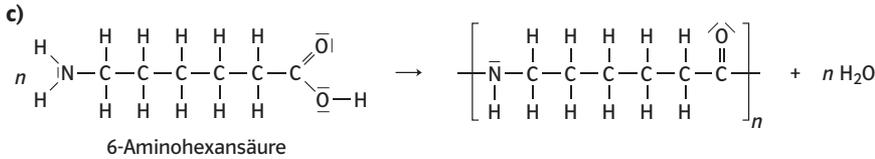


b) Die Monomere reagieren in einer Polymerisation zu dem Copolymer.

8.2 a)



b) 1,6-Diaminohexan und Hexan-1,6-disäure reagieren in einer Polykondensationsreaktion zu einem Polyamid.



d) Zwischen den Amidgruppen der Polymermoleküle wirken Wasserstoffbrücken, also starke zwischenmolekulare Kräfte.

