

# 9 Kunststoffe

## 9.13 Durchblick Zusammenfassung und Übung

### Zu den Aufgaben

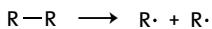
#### A1

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.

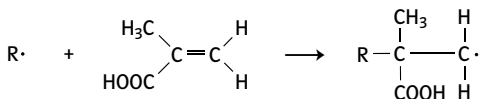
b) Die Bildung des Copolymers erfolgt in einer Polymerisationsreaktion. Das wichtigste Strukturmerkmal der Monomermoleküle ist die C=C-Doppelbindung, sie ist Voraussetzung für die Polymerisationsreaktion.

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.

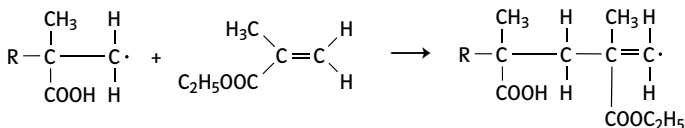
Erzeugung von Startradikalen:



1. Kettenstart (Erzeugung von Monomerradikalen):



2. Kettenwachstum (Verlängerung der „Radikalkette“):



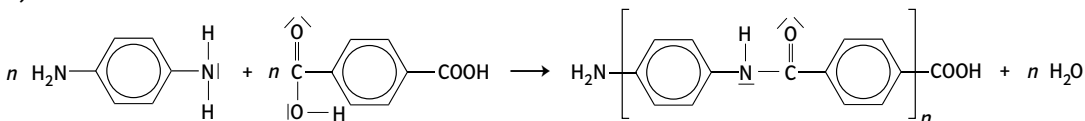
Das Kettenwachstum setzt sich so lange fort, bis zwei Radikale miteinander reagieren und somit einen Kettenabbruch bewirken.

c) Im 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 liegen Säureanionen vor, diese sind in polaren Lösungsmitteln löslich.

#### A2

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.

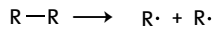
**A3** Da sich im isotaktischen Polypropen die Polymermoleküle besser parallel anordnen können, hat der Kunststoff mehr kristalline Bereiche und besitzt eine hohe mechanische Festigkeit.

**A4**

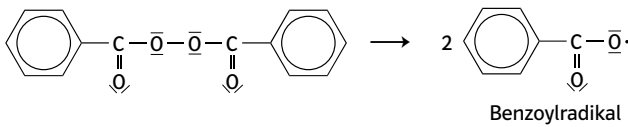
a) Die PVC-Folie ist warm verformbar, kaum elastisch und formstabil.

b) Reaktionsschritte bei der Synthese von PVC:

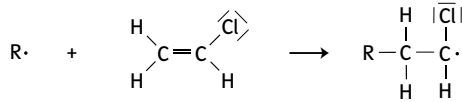
Erzeugung von Startradikalen:



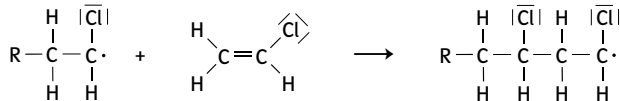
Beispiel:



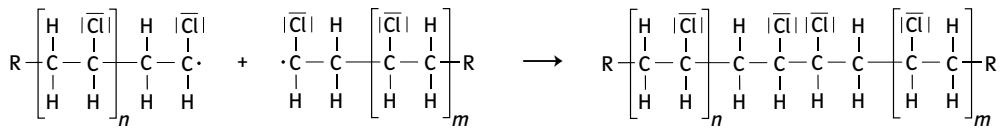
1. Kettenstart (Erzeugung von Monomerradikalen):



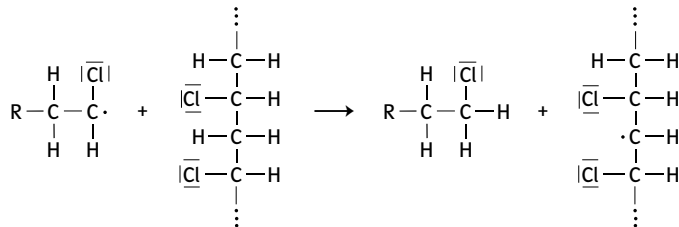
2. Kettenwachstum (Verlängerung der „Radikalkette“):



3. Kettenabbruch (Vernichtung 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.

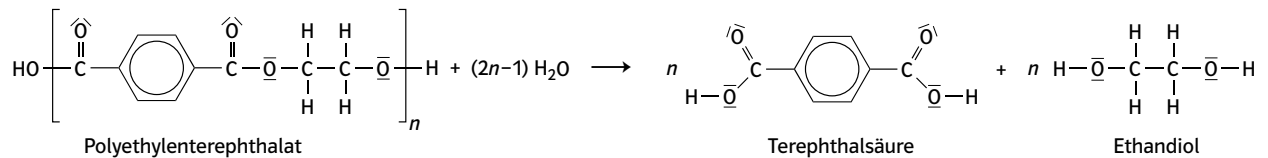
**1. Kettenstart:** Im ersten Schritt der Kettenreaktion spaltet ein Benzoylradikal die Doppelbindung eines Vinylchloridmoleküls. Es entsteht ein verlängertes Radikal.

**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.

**A5** Bei der *werkstofflichen* Verwertung kann sortenreines, nicht oder nur gering verschmutztes Polyethylenterephthalat zerkleinert, aufgeschmolzen und für neue Produkte verwendet werden. Bei der *rohstofflichen* Verwertung wird Polyethylenterephthalat in die Monomere zerlegt, die dann wieder zur Gewinnung von Polyethylenterephthalat eingesetzt werden können:



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