

Kunststoffe

Schon gewusst?

- ❶ Polymere werden in Kettenwachstumsreaktionen (z. B. **radikale Polymerisation**) oder Stufenwachstumsreaktionen (**Polykondensation, Polyaddition**) hergestellt.
- ❷ Polymere können nach ihren Eigenschaften in Thermoplaste, Elastomere, Duroplaste und thermoplastische Elastomere eingeteilt werden.
- ❸ Kunststoffabfälle können werkstofflich, rohstofflich oder energetisch wiederverwertet werden.

1 Wichtige Begriffe

Begriff	Erläuterung
Kunststoff	Die Begriffe „Polymer“ und „Kunststoff“ werden mehr oder weniger synonym verwendet; „Kunststoff“ betont aber noch mehr den Werkstoffcharakter des Materials.
Polymer	Ein Polymer ist eine Substanz, die aus chemisch einheitlichen organischen Makromolekülen aufgebaut ist. Die Makromoleküle haben dabei nicht alle die gleiche Molekülmasse (und Kettenlänge). Daher sind Polymere durch eine mittlere Molekülmasse charakterisiert. <i>Hinweis: Der Begriff „Polymer“ wird nicht konsequent benutzt; häufig verwendet man ihn für Makromoleküle, die durch eine Kettenwachstumsreaktion synthetisiert werden (die dann als Polymerisation bezeichnet wird).</i>

Makromolekül	Makromoleküle (= „große“ Moleküle) sind langkettige organische, aus sich wiederholenden Einheiten (= Bausteine) aufgebaute Moleküle. Ab einer Molekülmasse von 1 000 u spricht man von Makromolekülen. Die Moleküle, deren Verknüpfung zu einem Makromolekül führt, nennt man Monomere (= Einzelbaustein von griech. „ein Teil“).
Stufenwachstumsreaktionen	Bei Stufenwachstumsreaktionen reagieren die Monomere zunächst zu kurzkettigen Di-, Tri- und Oligomeren und erst gegen Ende der Reaktion zu langkettigen Makromolekülen. Beispiele: Polyaddition, Polykondensation
Kettenwachstumsreaktionen	Bei Kettenwachstumsreaktionen verlängert sich eine Kette an ihrem reaktiven Ende immer weiter. Beispiel: Radikalische Polymerisation

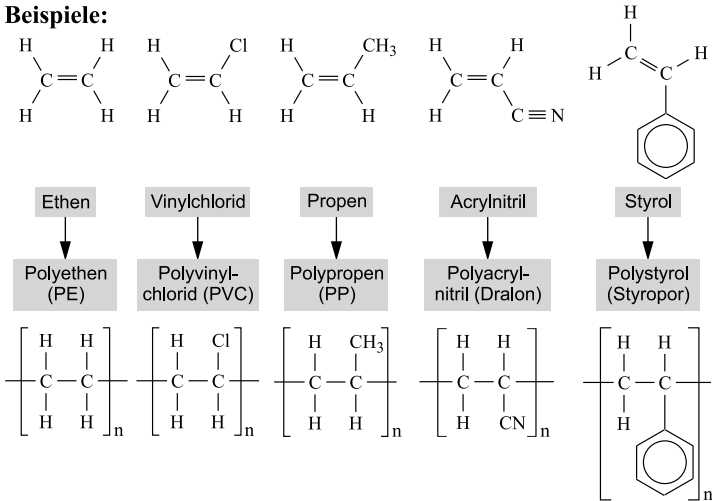
2 Polymere aus Kettenwachstumsreaktionen

Viele Alkene (bzw. -Derivate) können über die **radikalische Polymerisation** zu Makromolekülen verknüpft werden, aber nicht in allen Fällen erhält man dabei Polymere, die für die Verwendung als Werkstoff geeignet sind. So wird beispielsweise Polyethylen (= Polyethen, PE) nicht radikalisch, sondern unter Verwendung von Katalysatoren polymerisiert.

Hinweis: In Abituraufgaben wird darauf nicht eingegangen. Wenn für ein Polymer ein Alken(-Derivat) als Monomer gegeben ist, so wird angenommen, dass dieses radikalisch polymerisiert werden kann.

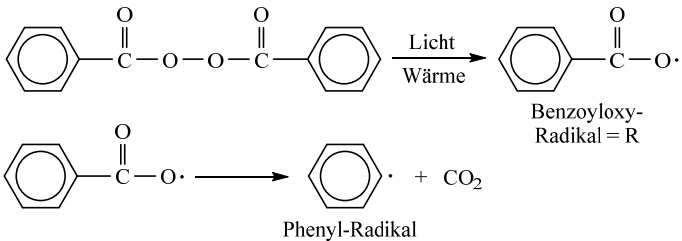


Beispiele:

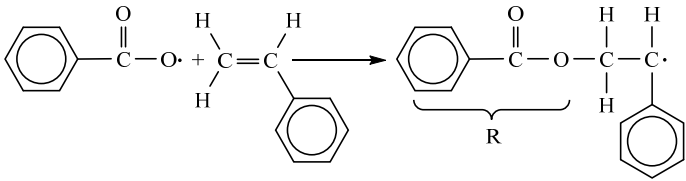


Polystyrolsynthese mit dem Radikalbildner Dibenzoylperoxid:

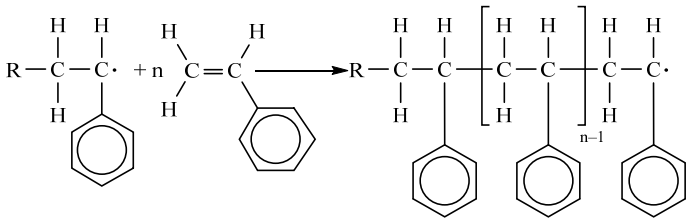
- Bildung der Start-Radikale:** Der Radikalbildner Dibenzoylperoxid zerfällt beim Erwärmen oder bei Belichtung in zwei **Benzoyloxy-Radikale**, die stabil genug sind, um den Kettenstart zu bewirken. Nur wenn nicht genügend Styrol-Monomere vorhanden sind, zerfällt das Benzoylperoxid weiter. Die Phenylradikale können sich dann zum giftigen Biphenyl vereinigen.



- Kettenstart (Initiation):** Ein Radikal trifft auf ein Styrol-Molekül (Monomer) und reagiert zu einem neuen (größeren) Radikal:



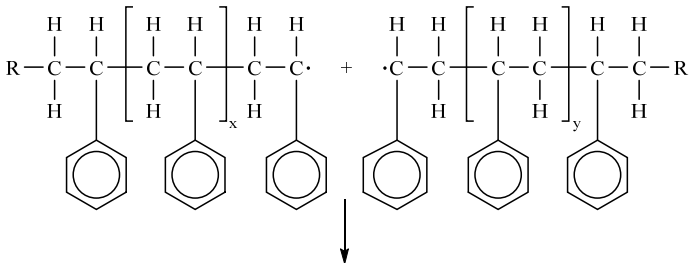
3. **Kettenwachstum oder -verlängerung:** Das größere Radikal reagiert mit einem weiteren Monomer. Die Kette wächst also an ihrem reaktiven Ende. Es entstehen Makromoleküle mit großer Molekülmasse. Ein Formelausschnitt wird mit dem Baustein in eckigen Klammern dargestellt.

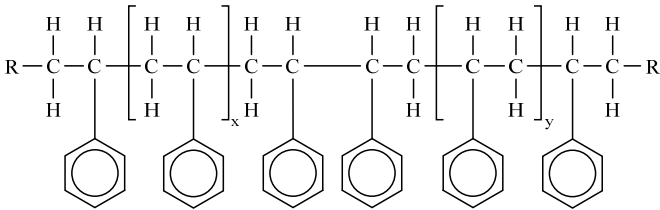


Bei diesem Prozess entsteht ein **Gemisch aus Makromolekülen unterschiedlicher Länge**. Die Eigenschaften des Kunststoffs hängen von der mittleren Kettenlänge der Moleküle im Polymer ab.

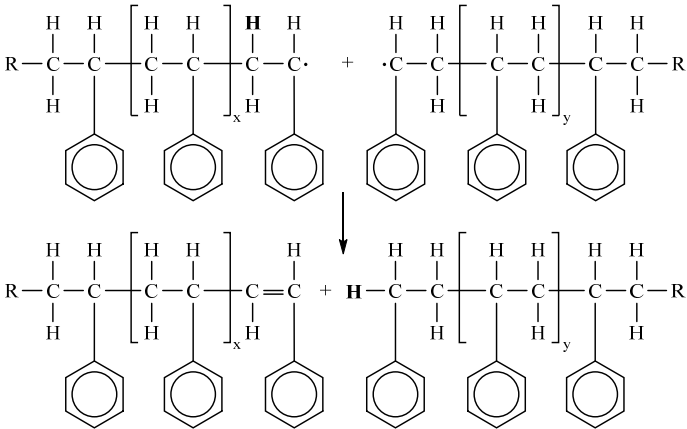
4. **Kettenabbruch:**

Eine mögliche Reaktion ist die **Rekombination:**



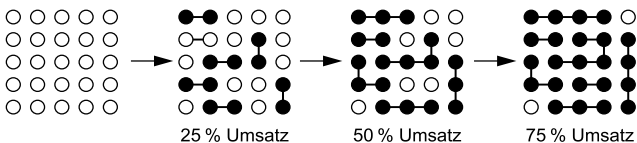


Sogenannte **Disproportionierungsreaktionen** reduzieren ebenfalls die Anzahl der reaktiven Radikale, z. B.:



3 Polymere aus Stufenwachstumsreaktionen

Stufenwachstumsreaktionen verlaufen zunächst unter Bildung von Dimeren, Trimeren und Oligomeren, bevor aus diesen gegen Ende der Reaktion lange Ketten gebildet werden:



Schema einer Stufenwachstumsreaktion: Von links nach rechts:
Unverknüpfte Monomere; Bildung von Dimeren, Trimeren und Oligomeren.