

Kunststoffe und ihre Eigenschaften - Struktur-Eigenschafts-Beziehungen erklären

Vom Monomer zum Polymer: Strukturaufbau von Kunststoffen

Die radikalische Polymerisation spielt eine große Rolle bei der Herstellung und Anwendung fortschrittlicher Werkstoffe für das Dachdeckerhandwerk. Hier erfahren Sie zwischen welchen Reaktionstypen bei der Synthese von Kunststoffen unterschieden wird und was bei der radikalischen Polymerisation im Detail passiert.

Die Polymerisation

Werden viele Monomere durch chemische Reaktionen zu einer langkettigen Verbindung (Polymer) verknüpft, sprechen wir von Polymerisation. Sie verläuft immer in mehreren Schritten. Im Allgemeinen wird zwischen der Ketten- und der Stufenwachstumsreaktion unterschieden. Je nach Reaktionsmechanismus und Voraussetzungen für die Monomere unterscheidet man drei verschiedene Reaktionstypen:

1. Radikalische Polymerisation
2. Polyaddition
3. Polykondensation

Der am häufigsten industriell hergestellte Kunststoff ist Polyethylen. Dieser Thermoplast wird in vielen Behältern, zum Teil in Frischhaltefolie, Müllsäcken und vielen weiteren Alltagsgegenständen verwendet. Er wird mittels radikalischer Polymerisation synthetisiert.

Die radikalische Polymerisation

Bei der radikalischen Polymerisation handelt es sich um eine Kettenwachstumsreaktion. Bei der Startreaktion, die auch Initiation genannt wird, entsteht zunächst ein Startradikal. Gebildet wird dies beispielsweise durch thermische Zersetzung eines Peroxids. Das bei der Initiation entstehende Radikal startet die Reaktion, indem es an die Doppelbindung des Ethens bindet. Dabei entsteht ein Ethylradikal, das erneut an ein Ethen-Molekül bindet. Auch hierbei entsteht wieder ein Radikal, das weiterreagieren kann. Das Kettenwachstum läuft bis zu mehrere Tausend Male ab und kann durch eine Abbruchreaktion beendet werden. Ein solcher Abbruch kann zum Beispiel durch die Reaktion zweier Radikale erfolgen oder durch Abfangreaktionen, bei der bestimmte Moleküle hinzugefügt werden, die zum Ende der



Radikalische Polymerisation

Polymerisation führen. Letzteres kann dann eingesetzt werden, wenn die für den geplanten Einsatz erforderliche Kettenlänge erreicht wurde. Spätestens wenn das Edukt vollständig reagiert hat stoppt die Synthese. Der Kettenabbruch wird auch Termination genannt.

Radikale sind Atome oder Moleküle, die ungepaarte Valenzelektronen aufweisen und deshalb sehr reaktiv sind. Sie können durch thermische Zersetzung, UV-Strahlung oder ionisierende Strahlung wie Röntgenstrahlung entstehen.

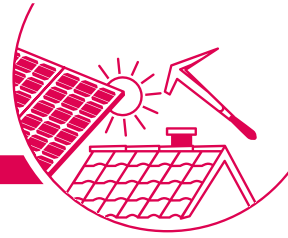
Die Polyaddition

Im Falle der Polyaddition findet das Wachstum der Polymerkette über Additionsreaktionen statt. Hierbei handelt es sich um eine Stufenwachstumsreaktion bei der aus den Monomeren zunächst Dimere, Trimere und daraufhin Oligomere gebildet werden. Diese reagieren später dann mit miteinander zu neuen Addukten. Der Polymerisationsgrad n der Polymere wächst demnach stufenweise an. Bei der Polyaddition bilden Monomere mit zwei funktionellen Gruppen Thermoplaste aus, wohingegen aus Monomeren mit drei funktionellen Gruppen Duroplaste entstehen.



Schon gewusst?

Im Dachdeckerhandwerk werden Flüssigkunststoffe zur Abdichtung eingesetzt. Sie bestehen aus mehreren Komponenten, die erst kurz vor der Verarbeitung gemischt werden. Ein Härter (Initiator) startet die radikalische Polymerisation, wodurch das Material schnell aushärtet – schneller als bei der Polyaddition.



AUFGABEN

1. Definieren Sie den Begriff *Radikal* mit eigenen Worten. Skizzieren Sie ein Radikal in der Lewis-Schreibweise und erklären Sie, weshalb Radikale besonders reaktiv sind. ★
2. Ethen polymerisiert zu Polyethylen. ★ ★
 - a) Formulieren Sie den Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation.
 - b) Benennen Sie die verschiedenen Reaktionsschritte.
 - c) Beschreiben Sie den Reaktionsmechanismus in eigenen Worten.
 - d) Formulieren Sie die Wiederholeinheit für die oben genannte Reaktion.
3. Abbruchreaktion ★ ★
 - a) Erläutern Sie, warum die Kettenreaktion beim Zusammentreffen zweier Radikale gestoppt wird.
 - b) Notieren Sie eine weitere Möglichkeit, die neben der Kombination zweier Radikale zum Stoppen der radikalischen Polymerisation führt, und erläutern Sie, aus welchem Grund die Reaktion stoppt.

Zusatzaufgabe ★ ★ ★

Informieren Sie sich gemeinsam mit einer Partnerin/einem Partner über die Polykondensation und stellen Sie die verschiedenen Reaktionstypen tabellarisch gegenüber. Gehen Sie dabei auf die Anforderungen an das Monomer, den zugrundeliegenden Mechanismus sowie die jeweilige Benennung der Produkte ein und nennen Sie jeweils ein Kunststoffbeispiel.