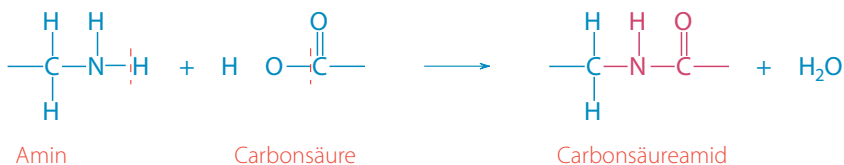


20.4 Exkurs: Aus Carbonsäuren und Aminen entstehen ebenfalls Kunststoffe – Polyamide

Statt eines Alkohols kann ein Amin mit einer Carbonsäure eine Kondensationsreaktion eingehen. Dabei entsteht neben Wasser ein Amid:



Verwendet man bei Kondensationsreaktionen statt zweiwertiger Alkohole Diamine, so bilden sich mit Dicarbonsäuren Polyamide, wie z. B. Nylon.

- Carbonsäureamide bilden sich aus der Kondensationsreaktion eines Amins mit einer Carbonsäure.
- Amidbindung: $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\ | \quad || \\ -\text{N}-\text{C}- \end{array}$
- Polyamide entstehen bei der Polykondensation aus Diaminen und Dicarbonsäuren.

Nylon

Nylon 6,6' ist das wichtigste Polyamid, es wird aus 1,6-Diaminohexan und Hexandisäure (Adipinsäure) gebildet.

Bildung eines Carbonsäureamids:

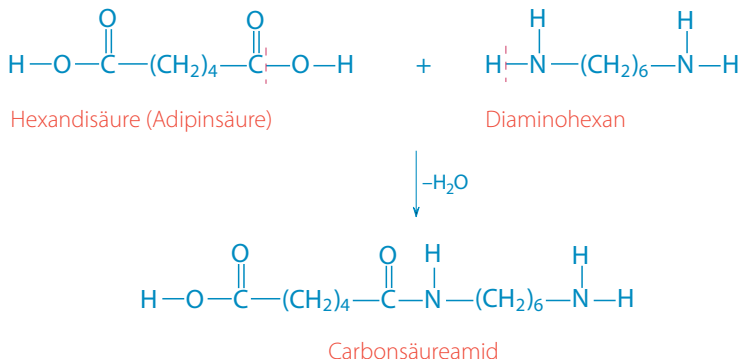
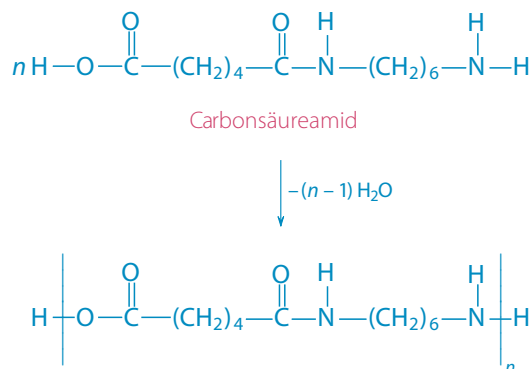


Abb. 20.5

Ausschnitt aus einem Nylon-Molekül (Kalottenmodell)

Bildung des Polyamids Nylon 6,6' (6,6' bedeutet sechs C-Atome sowohl im Dicarbonsäure- wie im Diamin-Molekül):



Wenn man eine Nylonschmelze durch Düsen verspinnt und anschliessend streckt, entstehen sehr reissfeste Fasern. Nylon besitzt eine relativ hohe Erweichungstemperatur¹ und eine gute mechanische Festigkeit. Verantwortlich dafür sind die Wasserstoffbrücken zwischen den NH- und den C=O-Gruppen verschiedener Moleküle. Nylon kann bis zu 3.4 Prozent Wasser speichern, das als Weichmacher wirkt, weil es die zwischenmolekularen Kräfte vermindert. Dies steigert die Beweglichkeit der Moleküle, wobei sich jedoch die Festigkeit mit zunehmender Luftfeuchtigkeit verringert. Der Kunststoff ist gegenüber den meisten Chemikalien beständig.

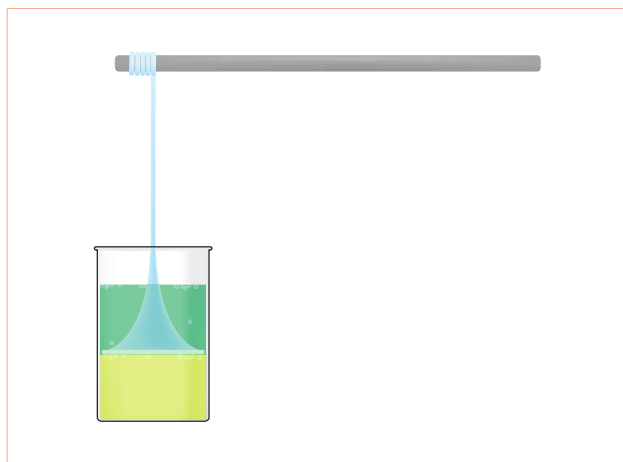


Abb. 20.6

Modellversuch zur Bildung von Nylon. Das Becherglas enthält in Hexan gelöstes Diaminohexan (oben) und darunter Hexandisäure (Adipinsäure). An der Grenzfläche findet die Kondensationsreaktion statt.

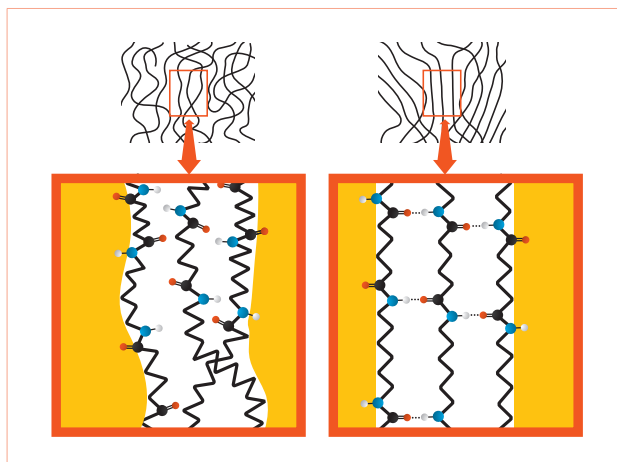


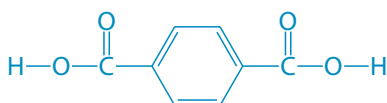
Abb. 20.7

Schema der Wirkung des Streckens auf Nylonfäden. Ausbildung von Wasserstoffbrücken, die zu einer höheren Festigkeit führen

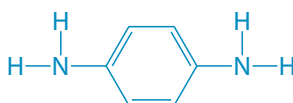
1 Da die Makromoleküle in einem Kunststoff unterschiedlich lang sind, ergeben sich daraus auch unterschiedlich starke zwischenmolekulare Kräfte. Der Kunststoff wird nicht plötzlich flüssig, sondern allmählich weich (Erweichungstemperatur!) und erst dann flüssig.

Aramid

Auch der Kunststoff Aramid (Kevlar) ist ein Polyamid und entsteht aus Terephthalsäure (Benzol-1,4-dicarbonsäure) und 1,4-Diaminobenzol (Benzol: C_6H_6). Das Material ist kaum schmelzbar und verkohlt bei Flammeneinwirkung langsam. Aramidfasern (Kevlarfasern) werden für Feuerschutzkleidung, Flugzeugtextilien, für Schutzkleidung gegen Schusswaffen und als Asbestersatz verwendet. Seile aus Aramid haben die Festigkeit von Stahlkabeln, bei einem Fünftel des Gewichts. Seit Kurzem wird Aramid auch in Autoreifen anstelle von Stahl eingesetzt.

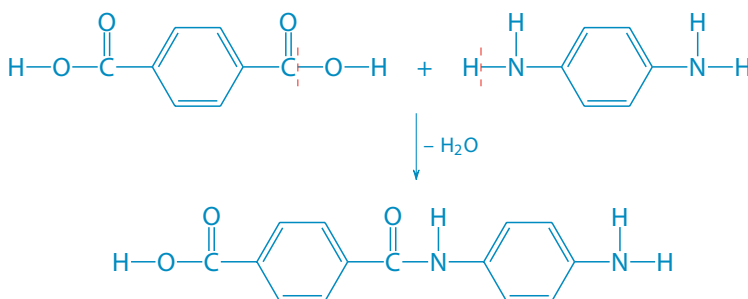


Benzol-1,4-dicarbonsäure

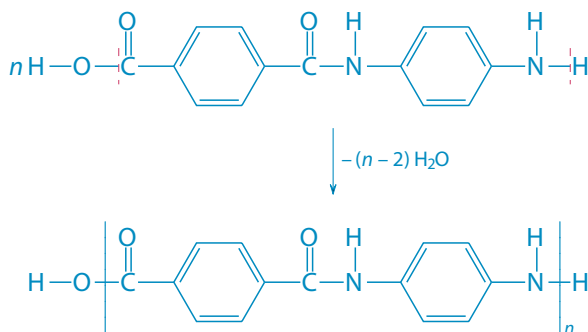


1,4-Diaminobenzol

Bildung eines Diamid-Moleküls:



Bildung eines Aramid-Makromoleküls aus Diamid-Molekülen:



Zentrale Begriffe zum Exkurs 20.4

- › Kondensationsreaktion
- › Amid
- › Carbonsäureamid
- › Dicarbonsäure
- › Diamin
- › Polykondensation
- › Polyamid
- › Nylon
- › Aramid
- › Kevlar

Aufgabe zum Exkurs 20.4

20.8 Erklären Sie die hohe Zugfestigkeit von Nylon.

Lösung zum Exkurs 20.4

20.8 Die Nylon-Makromoleküle bilden untereinander Wasserstoffbrücken aus, sodass sie stark aneinander haften.