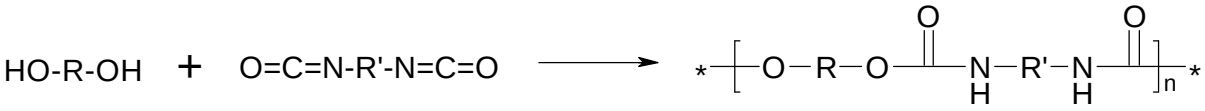
Protokoll

über Versuch Nr. 11

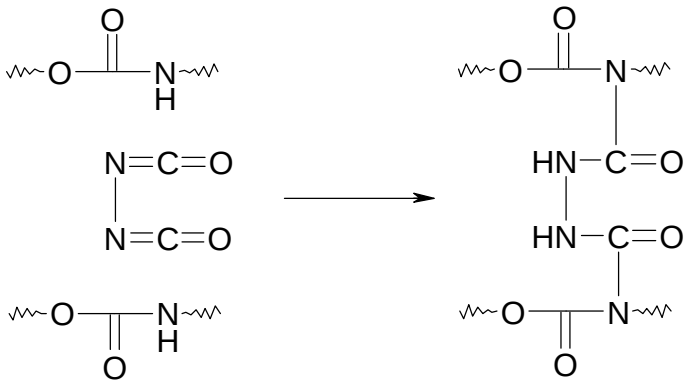
Polyurethan-Schaumstoffe

1. Allgemeiner Teil

Eine weitere Möglichkeit zum Aufbau von Polymeren ist neben der Polykondensation die Polyaddition. Die bei der Polykondensation übliche Verschiebung des Gleichgewichts auf die Produktseite durch Entfernen von Wasser etc. ist allerdings bei der Polyaddition nicht möglich. Um die Reaktionen dennoch quantitativ ablaufen zu lassen, verwendet man hochreaktive Edukte. Die gängigste Polyaddition ist die Umsetzung von Diolen mit Diisocyanaten, welche als solche äußert reaktiv sind. Bei dieser Reaktion entsteht die sog. Urethan-Gruppe:



Durch Addition noch freier Isocyanatgruppen an die jeweils entstandenen Brückengruppen tritt Vernetzung ein; man erhält die Allophanat-Struktur:



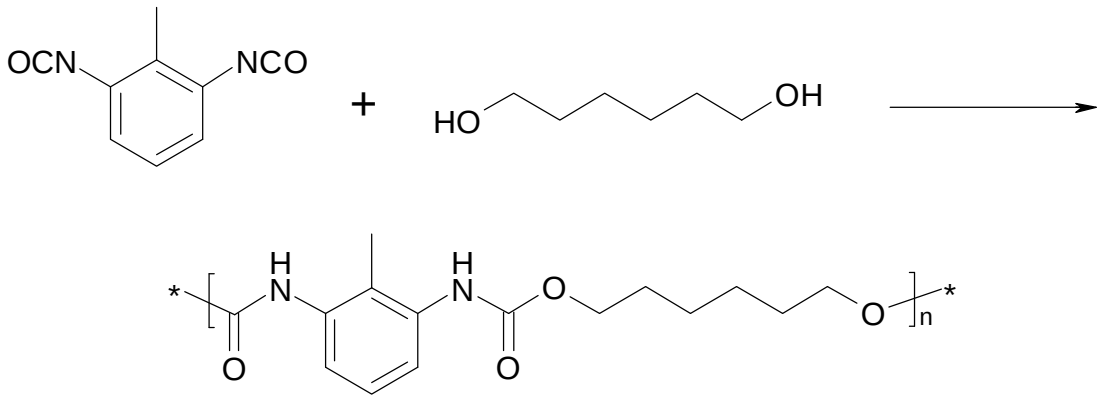
Durch Zugabe von Wasser kann man aus dem Reaktionsgemisch Kohlendioxid freisetzen:

$$2\ O{=}C{=}N\text{-}R\text{-}N{=}C{=}O + H_2O \rightarrow O{=}C{=}N\text{-}R\text{-}NH\text{-}CO\text{-}NH\text{-}R\text{-}N{=}C{=}O + CO_2$$

Das entweichende CO_2 schäumt das entstehende Polymer auf. Verwendet man als Reaktionskomponente bifunktionelle Alkohole, die keine Möglichkeit zur Vernetzung bieten, so erhält man Weichschäume. Verwendet man dagegen trifunktionelle Alkohole, so erhält man durch deren Vernetzung Hartschäume. Von der Wahl der Monomeren hängt es auch ab, ob die Gasblasen im Schaumstoff miteinander verbunden (offenzellig) oder jede für sich völlig vom Polymeren umschlossen sind (geschlossenzellig). Für einen Schwamm sind nur offenzellige Schaumstoffe geeignet, die Flüssigkeit in den Hohlräumen aufnehmen können. Aus dem gleichen grund müssen für Kälteisolierungen geschlossenzellige Schaumstoffe verwendet werden, da in offene Hohlräume mit der Zeit Wasser einkondensiert, und die Isolationswirkung herabsetzt.

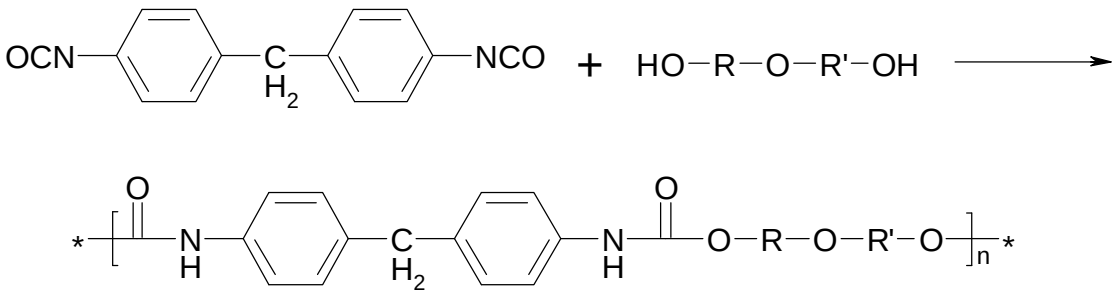
2. Experimenteller Teil

Darstellung eines Polyurethanschaumes aus Grundchemikalien:



5.84 g (33.5 mmol) Toluylendiisocyanat und 3.30 g (27.9 mmol) 1,6-Hexandiol werden in ein mit einer Kunststofftüte ausgeschlagenes Becherglas gegeben und gut durchmischt. Dann gibt man rasch ein paar Tropfen Wasser zu. Durch Erwärmen mit dem Heißluftgebläse soll die Reaktion in Gang gebracht werden. Dies gelingt nur mäßig. Es ist schwaches Aufschäumen des Reaktionsgemischs zu erkennen. Es bilden sich geringe Mengen eines farblosen Polyurethanschaumes.

Darstellung eines Polyurethanschaumes aus kommerziellen Komponenten:



33 g Desmophen®-Aktivator-Gemisch und 50 g Desmodur® 44 V (=4,4'-Diisocyanato-diphenylmethan) werden in eine Kunststofftüte gegossen und durch kräftiges Hin- und Herschwenken miteinander vermischt. Innerhalb von 10 Minuten bildet sich aus der viskosen Lösung ein gelber Schaum, der nach einer halben Stunde ausgehärtet ist.
Die beiden Komponenten wurden offensichtlich nicht vollständig vermischt, weil unter dem Schaum am Boden der Tüte noch Reste von Desmodur® zu erkennen sind.

Modellversuch zur Styropor-Darstellung:

Styropor ist der Handelsname von aufgeschäumtem Styrol. Um dies darzustellen werden in zwei Reagenzgläser je 5 ml destilliertes Styrol sowie je 50 mg Azobisisobutyronitril gegeben.

Einen Reagenzglas werden zusätzlich 2 ml n-Heptan zugesetzt. Beide Reagenzgläser werden mit Gummistopfen verschlossen und 5 Tage bei 40 °C durchpolymerisiert. Der Inhalt beider Gläser ist erstarrt, das Glas ohne Heptan-Zusatz hat eine klare Füllung, wohingegen das Glas mit Heptan-Zusatz eine milchige Füllung aufweist. Beide Gläser werden nun mit dem Heißluftgebläse erhitzt. Das Glas ohne Heptan-Zusatz zeigt keine Reaktion. Die mit Heptan versetzte Probe schäumt dagegen durch das Entweichen des siedenden Heptans kräftig auf und bildet einen wenig belastbaren Schaum.

Modellversuch zur Styropor-Verarbeitung:

Man füllt ein Klapp-Teesieb mit 1 g Styropor F (pentanhaltige Poystyrolkugeln mit einigen mm Durchmesser). Das Teesieb wird in kochendes Wasser getaucht, dabei findet eine rege Gasentwicklung statt. Nach beendeter Gasentwicklung wird das Sieb aus dem Wasser herausgenommen. Die kleinen Styrol-Kügelchen sind zusammengebacken und bis auf die Größe des Teesiebs angewachsen. Das in den Kugeln gelöste Pentan ist durch das heiße Wasser gesiedet und das entweichende gasförmige Pentan hat die kleinen Kugeln zu einer großen aufgeschäumt.

3. Literatur

[1] Praktikumsanleitung
[2] B. Vollmert, *Grundriss der makromolekularen Chemie*, Vollmert-Verlag, Karlsruhe **1988**