

# Kunststoffe (Polykondensation)

## Herstellung eines Aminoplasts

7. Stunde (13<sup>15</sup> – 14<sup>00</sup> Uhr)  
am Donnerstag, den 27. Januar 2011

## Chemie- Protokoll

Ein Chemieprotokoll von *Sebastian Huber, Maximilian Mayer, Robert Bozsak* und *Patrick König* – KS 13

### Geräte

- Schutzbrille
- Reagenzglas
- Reagenzglasständer
- Reagenzglashalter
- Pipette
- Spatel
- Waage (mit einer Genauigkeit von  $d = 0,1$  g)
- Alufolie
- Trichter
- Holzstäbchen
- Bunsenbrenner
- Streichhölzer

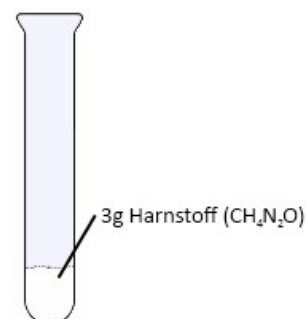
### Chemikalien

- Harnstoff  
[ $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ ; Kohlendiamid]
- 30 %iges Formalin  
[ $\text{HCHO}$ ; Methanal] + [ $\text{CH}_3\text{OH}$ ; Methanol]
- Konzentrierte Salzsäure (1 mol/l)  
[ $\text{HCl}$ ]

### Versuchsaufbau

*Schutzbrille aufsetzen!*

Es werden mit Hilfe des Spatels, der Waage und der Alufolie 3g Harnstoff abgewogen und anschließend mit Hilfe des Trichters in das Reagenzglas gefüllt.



### Versuchsdurchführung

Nun wird mit Hilfe einer Pipette gerade soviel Formalin in das Reagenzglas gegeben, dass der Harnstoff bedeckt ist. Anschließend rührt man den Inhalt des Reagenzglases mit Hilfe des Holzstäbchens um, bis sich der Harnstoff teilweise gelöst hat.

Nun werden mit Hilfe einer Pipette 1 - 2 ml konzentrierte Salzsäure hinzugegeben und vorsichtig umgeschwenkt. Die entstandene Masse wird nun mit Hilfe des Reagenzglashalters in der blauen Flamme des Bunsenbrenners, welcher vorher mit einem Streichholz angezündet wurde, solange erhitzt, bis eine milchige, trübe und weiße Lösung entsteht.

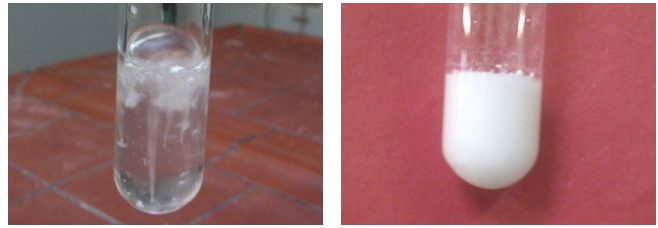


## Beobachtung

Nach der Zugabe von Methanal zum Harnstoff im Reagenzglas kann man, nach dem Umrühren und Lösen, eine Abkühlung des Gemisches feststellen.

Nach der Zugabe von Salzsäure bilden sich zwei Phasen, die sich auch durch heftiges schütteln nicht miteinander mischen lassen.

Die milchig, weißliche Trübung der Lösung löst sich langsam durch das Erhitzen über dem Bunsenbrenner. Während dem Erhitzen bildet sich Wasserdampf. Das entstehende Gemisch trübt sich und riecht undefinierbar säuerlich. Nach ein bis zwei Tagen ist das Gemisch zu einer weißen Masse erstarrt.



## Erklärung

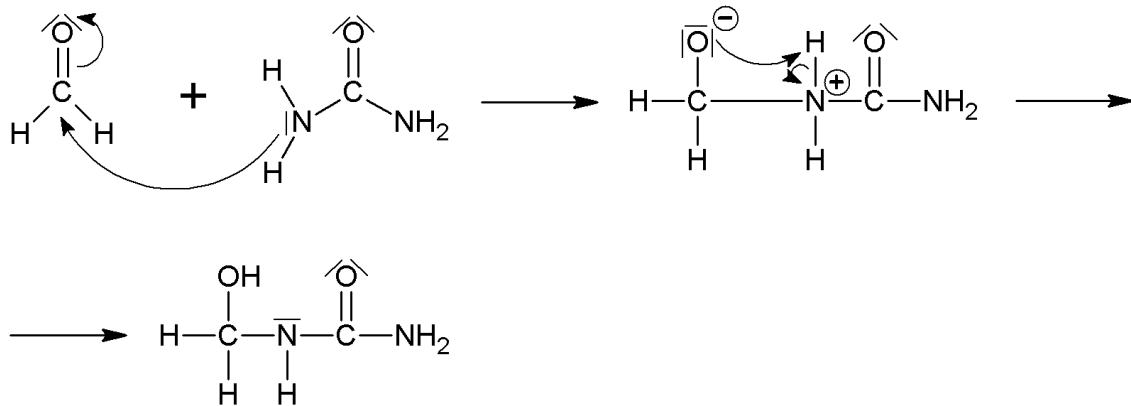
Die Herstellung eines Duroplasten aus Harnstoff ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ ) und Methanal (Formaldehyd,  $\text{HCHO}$ ) beinhaltet zwei grundlegende Schritte:

- 1.) Die Methylierung des Harnstoffes
- 2.) Die Kondensation der Monomere zu Polymeren

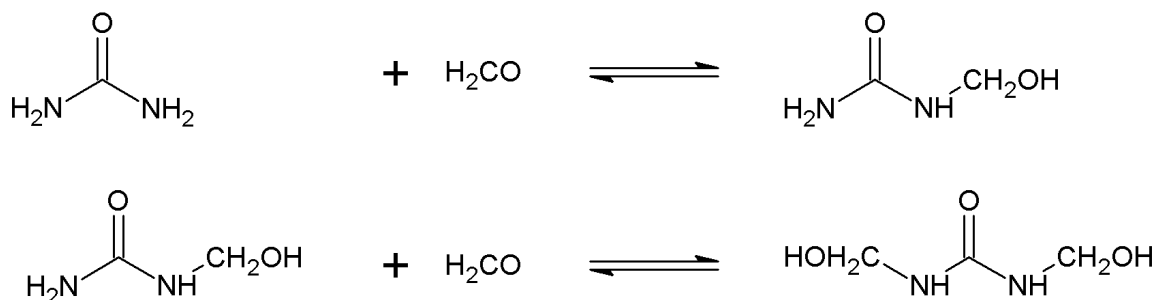
Als letztendliches Produkt entsteht dann ein Harnstoffharz, welcher zunächst zähflüssig, dann nach der Aushärtung eine meist feste weiße Masse bildet, die hydrolyseempfindlich ist. Der Kunststoff aus diesem Versuch wird auf Grund der Beteiligung der Aminogruppe ( $-\text{NH}_2$ ) an der Bindung, zu der Gruppe der *Aminoplaste* gezählt.

### 1.) Die Methylierung des Harnstoffes

Es kommt zu einem nucleophilen Angriff eines Stickstoffatoms aus dem Harnstoff, an das Carbonyl-C-Atom eines Methanal-Moleküls:



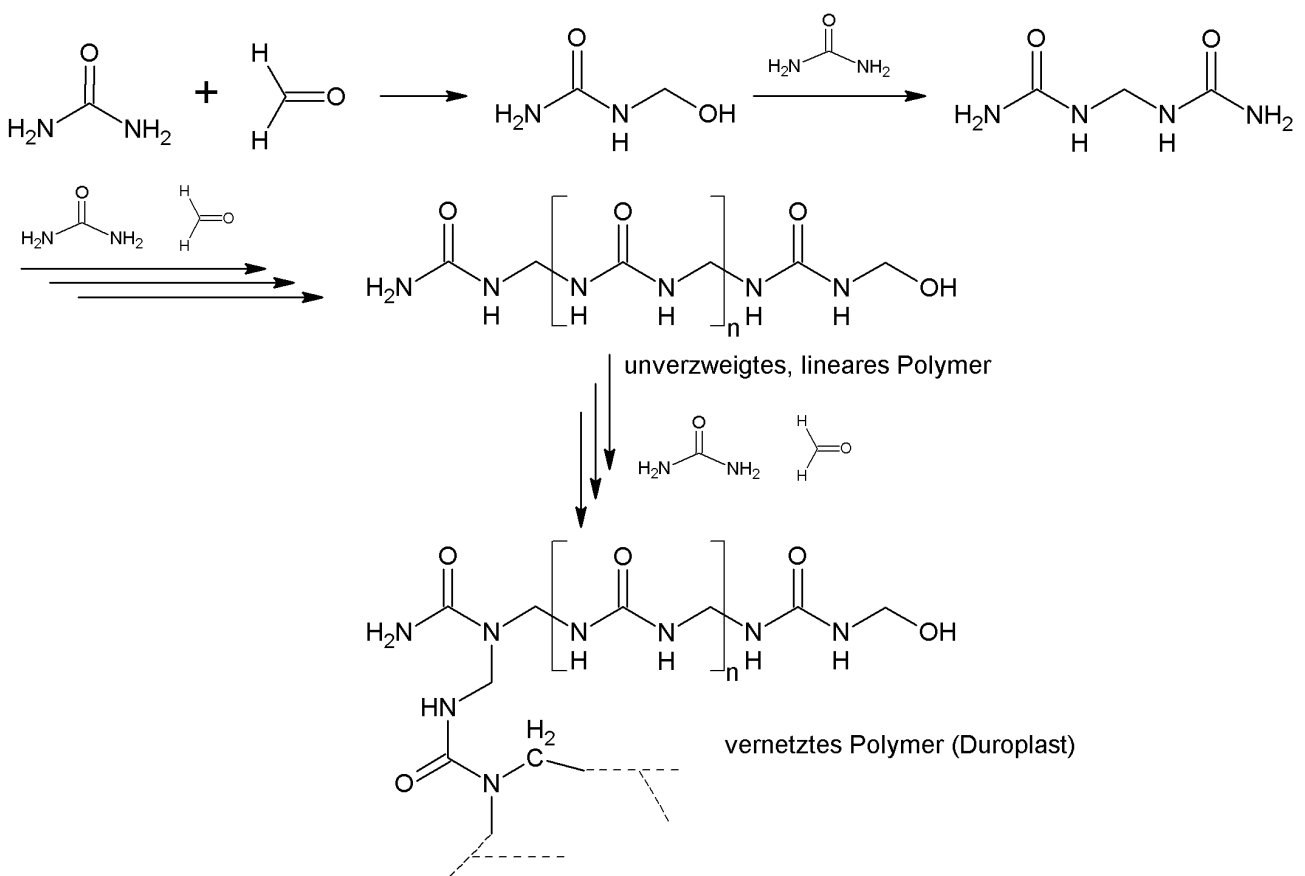
Bei diesem Reaktionsschritt werden ein Methanal- und ein Harnstoff-Molekül zu einem Monomer mit Methylolgruppe ( $-\text{CH}_2\text{OH}$ ) zusammengeschlossen. Dieser Schritt kann sich noch einmal wiederholen, sodass es zu einem Dimethylolharnstoff kommt:



## 2.) Die Kondensation der Monomere zu Polymeren

Wird dem Gemisch Säure zugesetzt, kommt es zuerst zur schlagartigen linearen, dann zur räumlichen Polymerisation zwischen den Monomeren, unter Ausbildung von Methyl- und Methylether-Bindungen. Dies ist auch dadurch begründet, dass die Aminogruppen bei den Polymeren nur sekundärer Art sind und noch weiteres Verbindungspotential mit anderen Elektrophilen, wie z.B. einem Methanal-Molekül, zu einer tertiären Aminogruppe bieten. Bei dieser Ausbildung der Verzweigungen wird Wasser frei. Bei der Bildung einer kovalenten Bindung zwischen einer Aminogruppe und einem Methylolrest wird ein Mol Wasser frei und zwei Monomere können dimerisieren, was die starke Dampfentwicklung während dem leichten Kochen der Lösung erklärt. Die Polykondensation ist säurekatalysiert (d.h. sie benötigt eine saure Umgebung zur zügigen Polymerisation). Die saure Umgebung begünstigt die Bildung von Elektrophilen durch Protonierung funktioneller Gruppen, wie der OH-Gruppe am Methylol.

Folgende Abbildung fasst Schritt 1 und 2 zusammen, wobei die endgültige Struktur neben den hier dargestellten Methylbindungen auch Methyletherbindungen enthalten kann:



Die Kondensation kann durch Hinzugabe von Lauge (pH der Lösung > 7) beendet werden.

### Link zu einem Versuchsvideo:

<http://www.youtube.com/watch?v=dTn-1l68NgA>

### Link zur Versucheseite:

<http://robertbozsak.de/2011/02/versuche-zur-polymerisation-und-polykondensation-von-kunststoffen/>