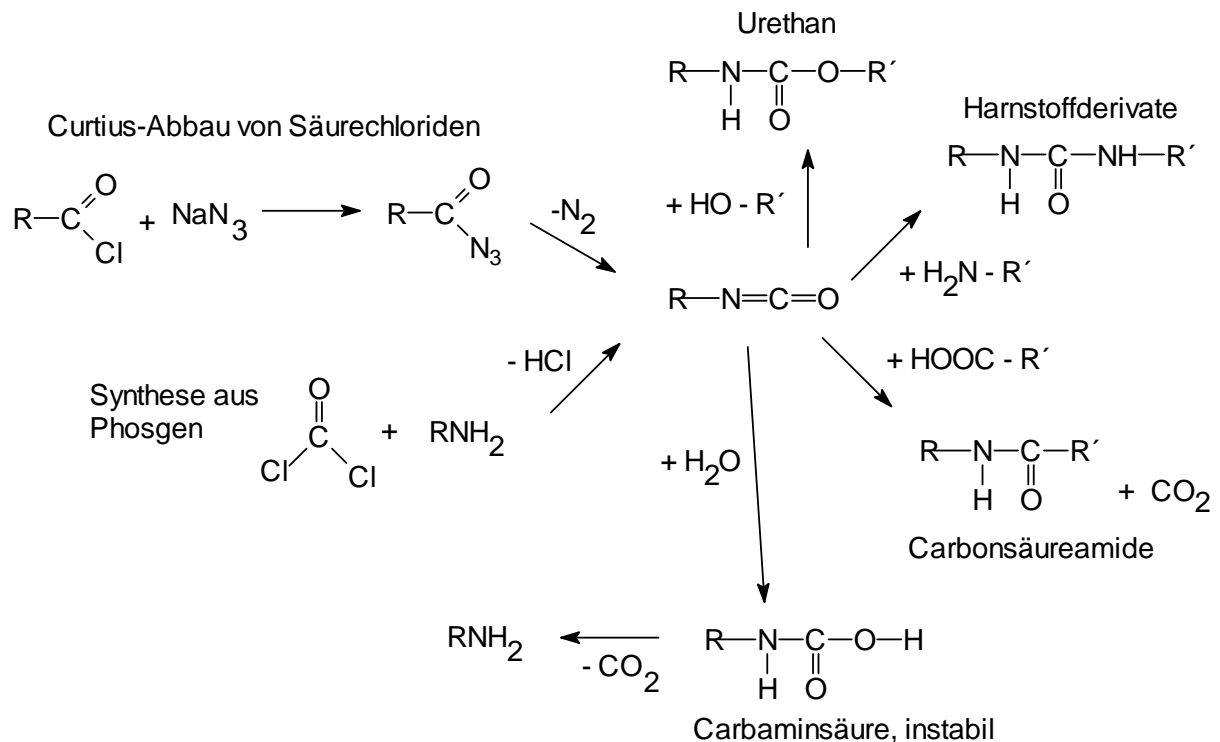


Andreas Stanzel

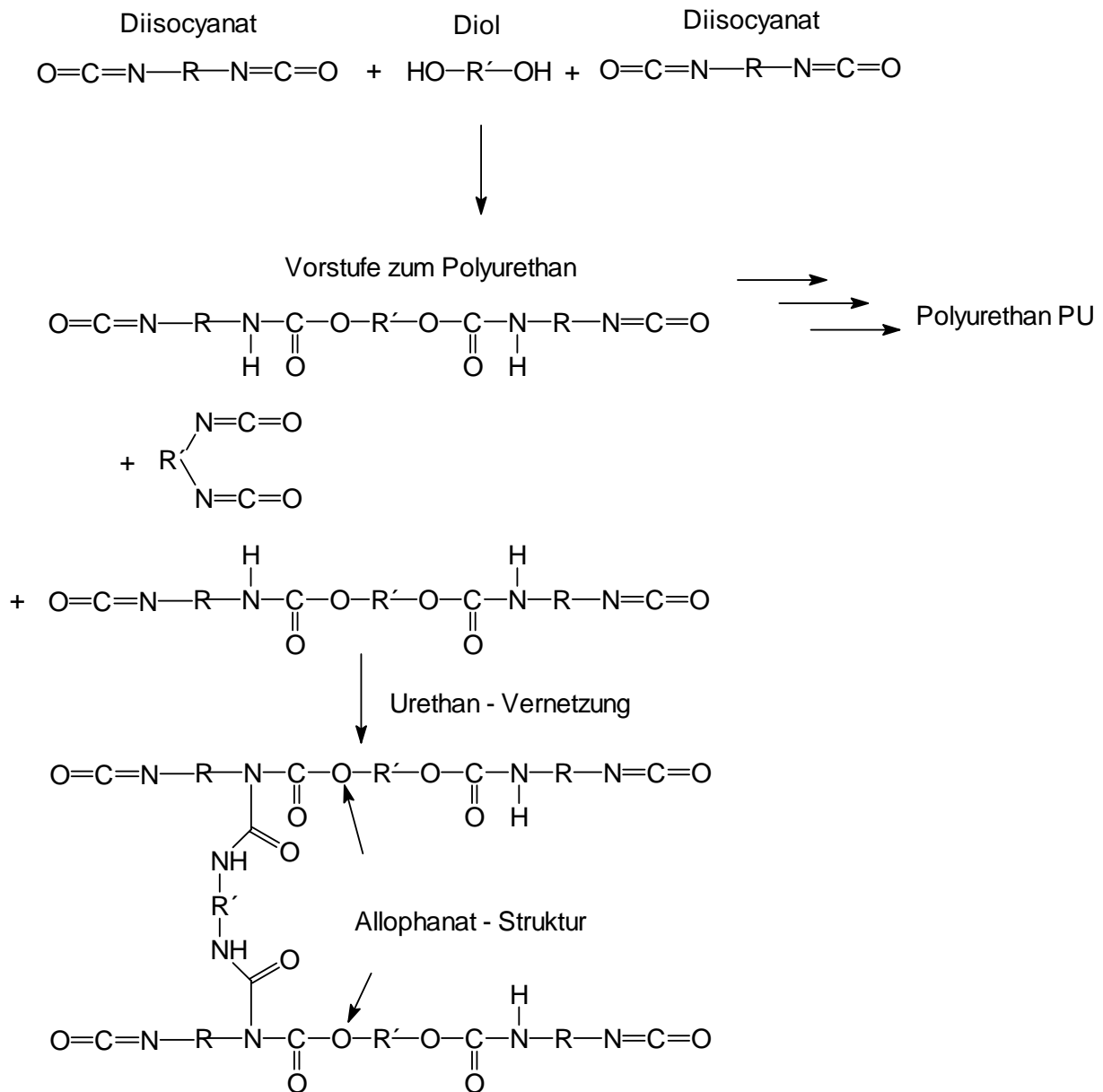
Protokoll zu Versuch 11: Polyurethan-Schaumstoffe

1. Allgemeiner Teil

Die Polyaddition ist eine weitere Möglichkeit Polymere herzustellen. Sie ist eng verwandt mit der Polykondensation jedoch wird hier kein kleines Molekül wie Wasser oder Salzsäure abgespalten. Dies macht die Reaktion schwierig, da man keine Möglichkeit hat das Gleichgewicht der Reaktion zu Gunsten des Polyadditionsproduktes zu verschieben. Bei der Polyaddition hat die Abspaltung eines kleinen Moleküls praktisch schon im Vorfeld stattgefunden. Es entstehen sehr reaktive Monomere wie beispielsweise die Isocyanate. Es ist außerdem unabdingbar, dass die Edukte equimolar eingesetzt werden, sonst werden keine hohen Umsätze erzielt und die Ketten bleiben zu kurz, was für gute physikalische Eigenschaften unerlässlich ist. Zu Schaumstoffen gelangt man, wenn Treibgase wie FCKW's oder Pentan zugesetzt werden. Durch Zugabe geringer Mengen von Wasser reagieren Alkylisocyanate zu Carbaminsäuren. Diese sind instabil und zerfallen unter CO_2 zu Aminen, welche mit noch nicht umgesetzten Isocyanaten zu Harnstoffderivaten weiter reagieren können. Das entstehende Kohlenstoffdioxid schäumt hier schon während der Polymerisation den Kunststoff zu einem Schaum auf. Für die Herstellung von Polyurethan-Weichschäumen setzt man in der Regel lineare, bis schwach verzweigte, bifunktionelle Alkohole ein. Mit verzweigten, mehrfunktionellen Alkoholen gelangt man zu Hartschäumen. Je nach Wahl der Edukte kann man offenzellige Schaumstoffe herstellen, die für Schwämme verwendet werden können. Oder man kommt zu geschlossenzelligen Schaumstoffen, die als Isolatoren Verwendung finden. Im folgenden Versuch soll ein PU-Schaum einmal aus kommerziellen Komponenten und einmal aus Grundchemikalien hergestellt werden. Des Weiteren wird Polystyrol mit und ohne Treibmittel hergestellt. Die untenstehende Grafik zeigt einen Überblick über die Reaktionswege und Darstellungsmöglichkeiten der Alkylisocyanate.



Bei der Reaktion von Diisocyanaten mit Diolen entstehen in analoger Weise Polyurethane, welche unter Ausbildung von Allophanat- bzw. Biuret Strukturen quervernetzen können.



Die Biuretstruktur (nicht abgebildet) sieht der Allophanatstruktur ähnlich. Lediglich die markierten Sauerstoffatome müssen durch NH-Gruppen ersetzt werden. Man spricht dann von der Harnstoffvernetzung.

2. Experimenteller Teil

2.1 Darstellung eines Polyurethanschaumes aus Grundchemikalien

5,22 g (30 mmol) eines technischen Gemisches von Tolylendiisocyanat und 2,95 g (25 mmol) wurden in einen Pappbecher eingewogen und gut durchmischt. Nach Zugabe von 0,09 ml (5,0 mmol) Wasser wurde die Reaktion durch Erwärmen in Gang gebracht. Das Polymer schäumte nur wenig auf und erreichte eine Höhe von etwa 1 cm. Es war weißlich transparent.

2.2 Darstellung eines Polyurethanschaumes aus kommerziellen Komponenten

3,3 g Desmophen®-Aktivator-Gemisch und 5 g Desmodur® 44 V (= 4,4'-Diisocyanatodiphenylmethan) wurden in einem Pappbecher gegeben und gut durchmischt. Nach schon 2 Minuten schäumte das Polyurethan bis zum Pappbecherrand und erreichte eine Höhe von etwa 6 cm. Das Polymer war gelb und hatte viele kleine gleichgroße Bläschen.

2.3 Modellversuch zur Styropor-Darstellung

Es wurden 3 Reagenzgläser bereitgestellt. In alle 3 wurden 5 ml frisch destilliertes entstabilisiertes Styrol gegeben. In Reagenzglas #2 wurden noch 2 ml Heptan zugesetzt, in Reagenzglas #3 3 ml Heptan. Nach Zusatz von dreimal je 50 mg AIBN wurden die Gläser 4 Tage lang bei 40°C getempert. Alle drei Gläserinhalte waren fest und in den Gläsern 2 und 3 waren bereits jetzt etwas mehr Blasen als in Glas 1 zu beobachten. Nun wurden alle drei Reagenzgläser für etwa 3 Minuten in ein 140 °C heißes Ölbad getaucht. In Reagenzglas tat sich fast gar nicht, nur eine große Blase die schon vor dem Aufheizen da war, zerplatze. Das Polystyrol in den beiden anderen Gläsern schäumte deutlich bis fast zum Rand des Glases hoch. Die beiden Gläser zeigten untereinander keine Unterschiede, waren aber im Vergleich zum Glas 1 wesentlich mehr mit kleinen Bläschen durchsetzt.

2.4 Modellversuch zur Styropor-Verarbeitung

Etwa 1 g Styropor F (Polystyrolkugeln, pentanhaltig, BASF-Versuchsprodukt F15) wurden in einem Klapp-Teesieb gegeben, welches man dann in ein siedendes Wasserbad eintauchte. Nach 5 min wurde das Sieb unter laufendem Wasser abgekühlt und das Produkt aus dem Sieb befreit. Es entstand eine Weiße Kugel, bestehend aus vielen kleinen Polystyrolkügelchen die zusammen klebten.

4. Literatur

Praktikumsanleitung

B. Vollmert, *Grundriss der makromolekularen Chemie*, Vollmert-Verlag, Karlsruhe 1988