

Versuch: Fäden spinnen – Polymer aus Citronensäure und Glycerin

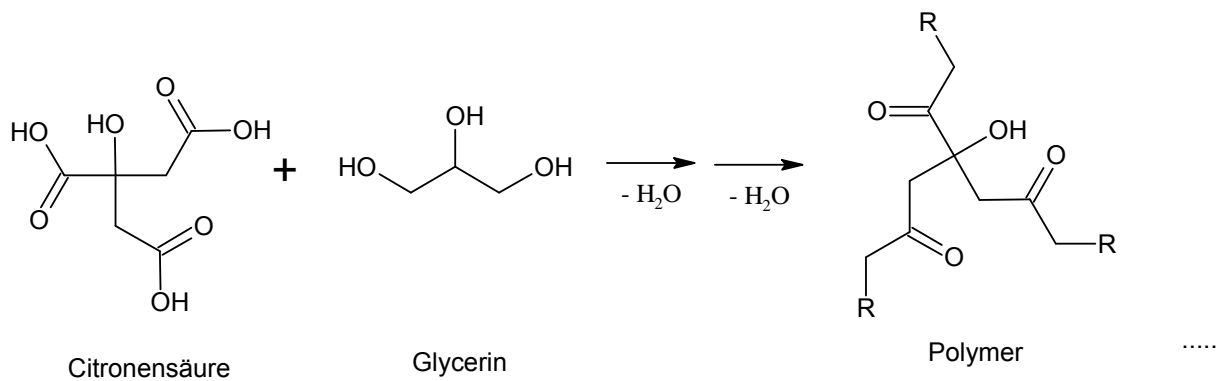
Zeitbedarf:

Vorbereitung: 2 Minuten

Durchführung: 5 Minuten

Nachbereitung: 5 Minuten

Reaktionsgleichung:



Chemikalien:

Chemikalie	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbol	Schuleinsatz
Citronensäure	1,9 g	36	24/25	Xi	Sek.I
Glycerin	0,3 mL	-	-	-	Sek.I

Geräte:

Reagenzglas

Spatel

Messpipette

1 Holzstab (Schaschlickspieß o.ä.)

Reagenzglasständer

Brenner

Waage

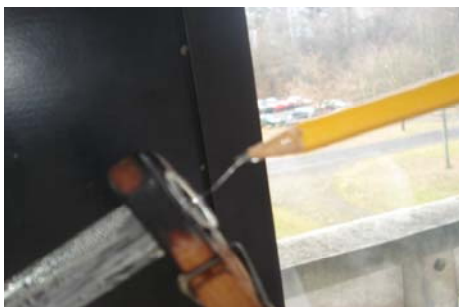
Versuchsdurchführung:

In ein trockenes Reagenzglas werden 1,9 g Citronensäure und 0,3 mL Glycerin gegeben. Nach Vermischen mit einem Holzstab wird über kleiner Flamme unter Schütteln langsam erhitzt und man lässt das Gemisch ca. 2 Minuten lang sieden (das Gemisch darf sich nicht verfärben!). Nach kurzem Abkühlen kann man mit Hilfe des Schaschlickspießes versuchen, Fäden zu ziehen.



Beobachtung:

Es entsteht ein farbloses, hochviskoses Gemisch. An der Reagenzglaswand ist ein Kondensat zu sehen. Mit Hilfe eines Holzstabes können Fäden gezogen werden.



Entsorgung:

Das Reagenzglas wird in die Feststofftonne gegeben.

Fachliche Analyse:

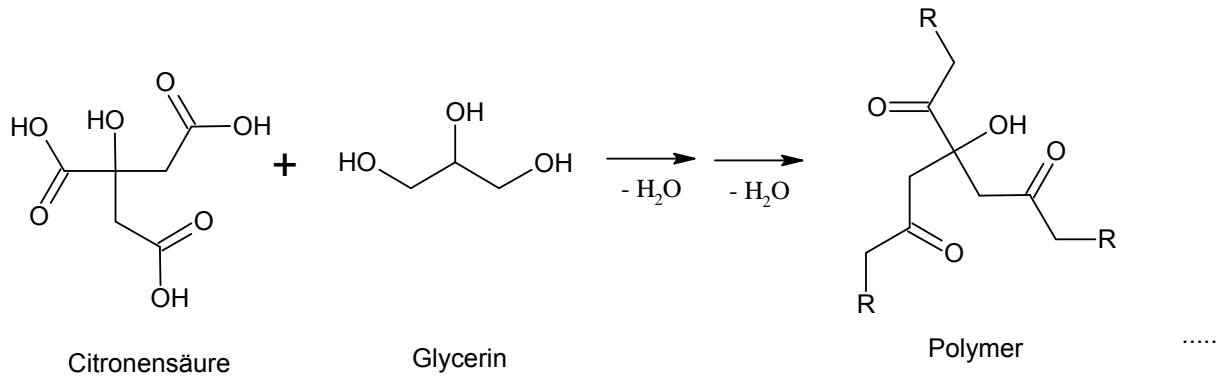
Bei dieser Reaktion entsteht ein hochviskoses Polymer. Polymere sind Makromoleküle, die entweder aus gleichen (Homopolymer) oder aus unterschiedlichen (Copolymer) Monomeren aufgebaut sind. Man kann sie in folgende Klassen unterteilen: Wenig verzweigte, oft lineare Polymere ergeben sogenannte Thermoplaste, die über einen breiten Temperaturbereich hin schmelzen und somit gut formbar sind. Duroplaste hingegen sind durch Wärme nicht verformbar, was auf eine hochvernetzte Struktur rückschließen lässt. Elastomere weisen zwar auch eine vernetzte Struktur auf, jedoch ist diese viel weitmaschiger als das Netz eines Duroplasten. Sie sind gekennzeichnet durch hohe Elastizität, die dazu führt, dass die alte Form nach einer Bewegung wieder hergestellt wird.

Es gibt verschiedene Mechanismen, wie diese Polymere entstehen können: Liegen ungesättigte Monomere vor, so können mit Hilfe von Radikalen oder Ionen Polymere entstehen, wobei die Doppelbindung aufgebrochen wird und dann eine Kettenreaktion in Gang gesetzt wird. Diese Polymerbildung wird Polymerisation genannt und führt meist zu linearen oder wenig verzweigten Molekülen (PE, PVC).

Liegen reaktive Endgruppen vor, die Additionsreaktionen eingehen (Doppelbindungen), so entstehen die Polymere durch Polyaddition (Polyurethan).

Eine weitere Möglichkeit zur Polymerbildung ist die Polykondensation, die sich dadurch von den anderen Mechanismen unterscheidet, dass dabei kleinere Moleküle, zum Beispiel Wasser, abgespalten werden (Nylon, Bakelit). Hierbei liegen Monomere mit mindestens zwei funktionellen Gruppen vor, damit eine Kettenreaktion möglich ist. Besonders geeignet sind hier reaktive Gruppen wie eine Hydroxyl- oder eine Carboxylgruppe. Dieser Reaktionstyp liegt auch im durchgeführten Versuch vor. Die Citronensäure verfügt über drei Carboxylgruppen und Glycerin über drei Hydroxygruppen, die unter Wasserabspaltung miteinander reagieren. Darauf weist die Entstehung des Kondensats am Reagenzglasrand hin. Es entsteht dabei ein Ester, genauer gesagt ein Polyester. Dieser ist aufgrund der trifunktionellen Monomere hochvernetzt und ist somit ein Duroplast. Das gezeigte Schaubild

kann auf alle funktionellen Gruppen übertragen werden, so dass jede Carboxylgruppe der Citronensäure mit einem Glycerinmolekül verestert, das wiederum noch zwei Hydroxygruppen zu einer Veresterung mit weiteren Glycerinmolekülen zur Verfügung hat usw.:



Didaktisch-methodische Analyse:

Einordnung:

Polymere werden in der 11.2 behandelt und sind ein wichtiger Themenblock in der Oberstufenchemie. Neben den klassischen Aspekten wie der Nylonherstellung, Arten von Polymeren, Entstehung und vor allem Verwendung sollte dieser Versuch nicht fehlen, da er anschaulich zeigt, wie aus einem Feststoff und einer leichtviskosen Flüssigkeit ein hochviskoses Polymer entsteht. Zudem bietet der Versuch mit seinem Hintergrund Transfer- und Anwendungsprinzipien, da die Schüler aufgrund der vorgegeben Strukturformeln der Monomere selber darauf kommen können, dass sich dabei ein Duroplast bildet.

Aufwand:

Der Versuch ist nicht aufwendig und kann gut im Unterricht auch von den Schülern durchgeführt werden.

Durchführung:

Da die Chemikalien wahrscheinlich in der Schule vorhanden sind und der Versuch nicht lange dauert, kann er gut im Unterricht durchgeführt werden. Er repräsentiert gut den Mechanismus der Polykondensation und wird den Schülern, wahrscheinlich wie der Versuch der Nylonherstellung auch, im Gedächtnis bleiben.

Literaturangaben:

<http://www.uni-giessen.de/~ge1016/skripte/MakroSept06.pdf>

Elemente Chemie II, 1. Auflage, Stuttgart, 1989

Eigene Schulmaterialien

Vollhardt, K.P.C., Schore, N.E., *Organische Chemie*, 4. Aufl., Wiley-VCH Weinheim, 2005

Soester Liste

Hessischer Lehrplan Chemie für den gymnasialen Bildungsgang, Klasse 7G bis 12G