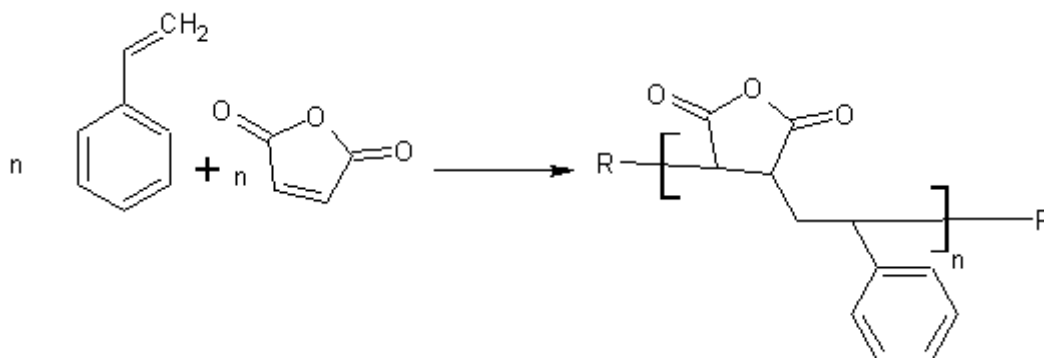


Gruppe 13:

Mischpolymerisation von Styrol und Maleinsäureanhydrid

Reaktion:



Chemikalien:

Eingesetzte Stoffe	Gefahrensymbole	R- und S- Sätze	Einsatz in der Schule [1]
Styrol	Xn	R 10-20-36/38, S 2-23	Sekundarstufe I
Maleinsäureanhydrid	C	R 22-43-42/34, S 2-22-26-36/37/39-45	Sekundarstufe I

Materialien:

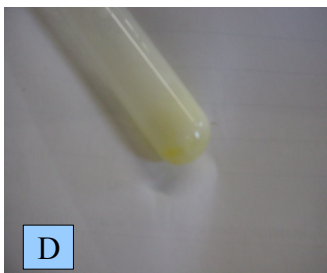
Reagenzglas, Meßzylinder (10 mL), Bunsenbrenner, Reagenzglasständer

Durchführung:

In einem Reagenzglas werden zu 3 mL Styrol 2 g Maleinsäureanhydrid. Über kleiner Brennerflamme wird das Gemisch bis zur klaren Schmelze erhitzt. Das so entstandene Produkt wird weitere zwei Minuten in der Brennerflamme belassen. Anschließend lässt man das Produkt im Reagenzglasständer abkühlen.[2]

Beobachtung:

Der weiße Feststoff Maleinsäureanhydrid (MSA) löst sich zunächst noch nicht im Styrol (Foto A). Beim Erhitzen (siehe Foto B) löst sich MSA und es bildet sich eine klare leicht gelbliche Flüssigkeit (Foto C). Beim Abkühlen wird diese immer trüber und erstarrt (Foto D). Das ein Harz entstanden ist kann man am besten erkennen wenn man das Reagenzglas etwas zerschlägt, dann kommt die Feste (etwas verformbare Masse) am besten zum Vorschein (Foto E).



Entsorgung:

Das Produkt kann abgekühlt samt Reagenzglas in die Feststofftonne gegeben werden.

Fachliche Analyse:

Copolymerisation:

Unter Copolymerisation (häufig wird die Bezeichnung Mischpolymerisation gebraucht) versteht man die gemeinsame Polymerisation von zwei oder mehreren Monomeren, wobei die Makromoleküle des entstehenden Copolymer die beteiligten Monomeren als Grundbausteine enthalten. [3]

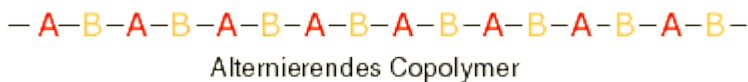
Die Copolymerisation bietet die Möglichkeit, die Eigenschaften von Kunststoffen zu beeinflussen, indem man verschiedene Kunststoffe mit unterschiedlichen Eigenschaften in einem einzigen Kunststoff vereint. Copolymere bestehen also nicht nur aus einer Art von Kunststoff wie z.B. Polyacryl, sondern aus zwei oder sogar mehreren, z.B. Polyacryl und PVC. Zur Synthese werden dementsprechend zwei oder mehr Monomer-Typen verwendet: Bei Polymerisationsreaktionen also verschiedene Ethen-Derivate wie z.B. Acrylnitril und PVC bei der Herstellung von Modacrylfaser; bei Polyaddition, die ohnehin schon zwei Monomere erfordern, wie z.B. eine Dicarbonsäure und einen Dialkohol bei den Polyestern, sind bei einer Copolymerisation entsprechend zwei oder mehr verschiedene Alkohole oder Carbonsäuren beteiligt.

Für die Verknüpfung dieser unterschiedlichen Monomere zu einem Copolymer gibt es verschiedene

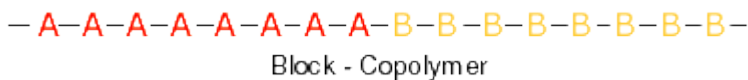
Möglichkeiten, die sich durch die Reaktionsbedingungen steuern lassen. Die einfachste Möglichkeit eines Copolymers, ein "**statistisches Copolymer**" erhält man, wenn man sämtliche Monomere zusammenschüttet und miteinander reagieren lässt. Die verschiedenen Monomere **A** und **B** wechseln dann statistisch ab und bilden einen Kunststoff nach folgendem Schema:



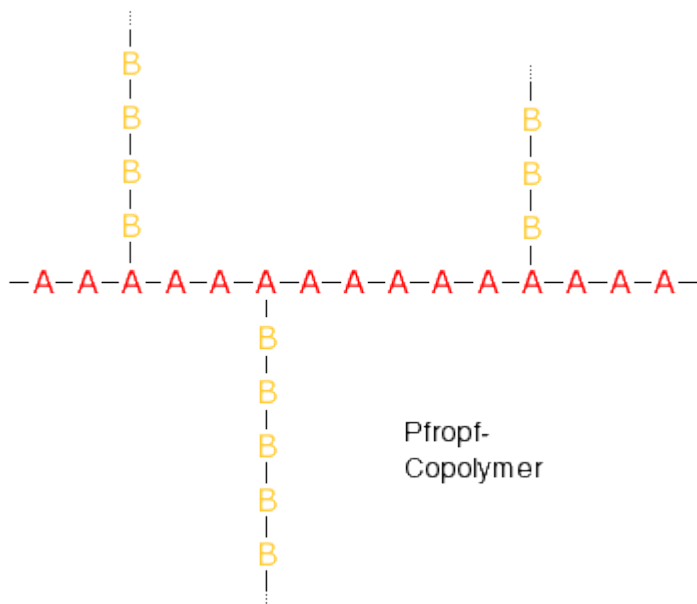
Bei manchen Monomerenkombinationen oder unter Verwendung bestimmter Katalysatoren (Ziegler-Natta-Katalysatoren) kann man auch "**alternierende Copolymere**" erhalten, bei denen sich die Monomere **A** und **B** eins nach dem anderen abwechseln:



Die dritte Gruppe der Copolymere sind die "**Block-Copolymere**", bei denen sich die Monomere blockweise abwechseln, d.h. ein Abschnitt Polymer aus reinem **A** wechselt ab mit einem Abschnitt aus reinem **B** (man könnte auch sagen, dass die jeweils aus den einzelnen Monomeren entstehenden Kunststoffe sich abschnittsweise abwechseln). Solche Copolymere können z.B. aus "lebenden Polymeren" mithilfe der Anionischen Polymerisation hergestellt werden:



Die vierte (und letzte) Gruppe der Copolymere sind die "**Pfropf-Copolymere**". Hier wird üblicherweise erst ein ungesättigtes, meist lineares Polymer (z.B. Polybutadien) synthetisiert, anschließend werden an die Doppelbindungen Ketten eines oder auch mehrerer anderer Polymere (z.B. Polystyrol) "aufgefropft":

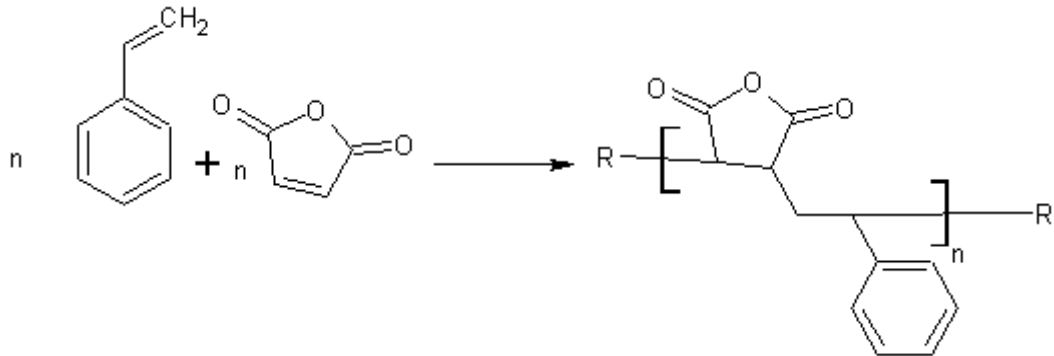


Die Eigenschaften der Pfropf-Copolymere hängen - abgesehen von den Ausgangsstoffen - von der Länge und der Anzahl der Seitenketten ab. Zwei häufig verwendete Pfropf-Copolymere sind ABS

(aus Acrylnitril, Butadien und Styrol und HIPS (High Impact Polystyrol = hochschlagfestes Polystyrol), ein durch Kautschuk modifiziertes Polystyrol. [4])

Zum Versuch:

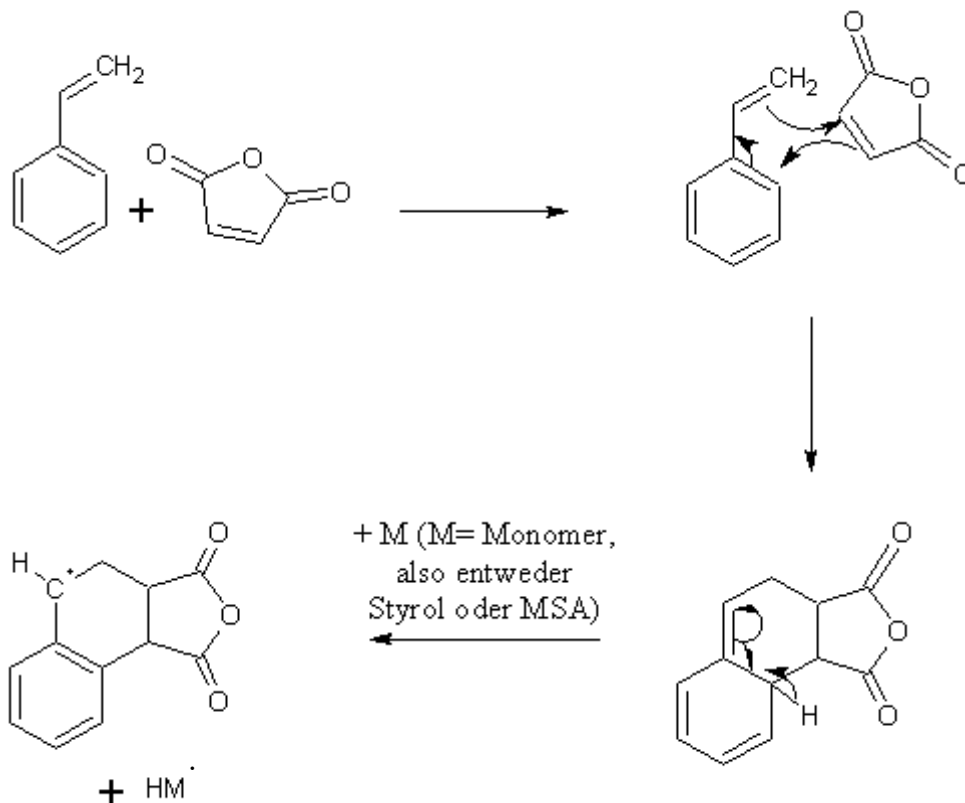
Reaktionsgleichung:



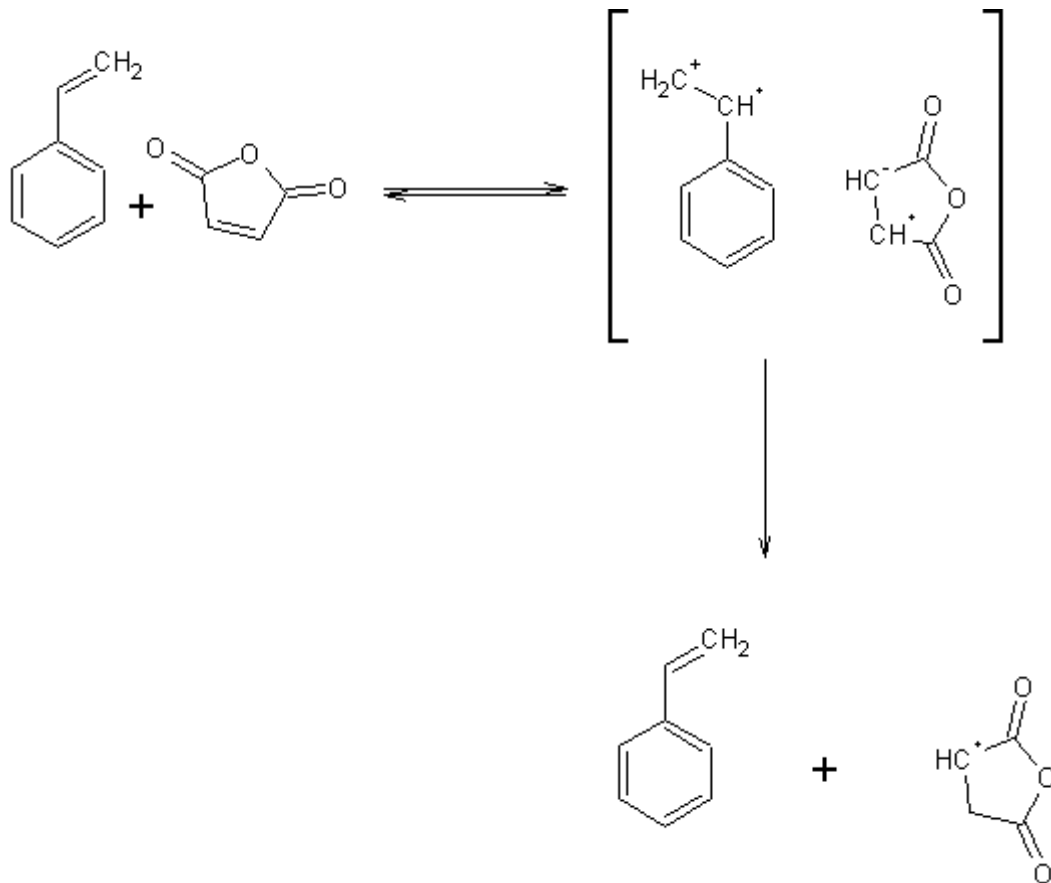
Reaktionsmechanismus:

Obwohl der Versuch den Anschein macht als würde es sich hier um eine einfache Reaktion handeln musste ich schnell feststellen das es zum Reaktionsmechanismus nicht sehr viel zu finden gibt. Am schlüssigsten erschien mir die folgende Überlegung: *Mögliche Reaktionswege bei der Initiierung der S(steht für Styrol)/MSA-Copolymerisation: Diels-Alder-Reaktion zwischen Styrol und MSA (a) und Radikalbildung durch Formierung eines CT-Komplexes (b).* [5]

(a)

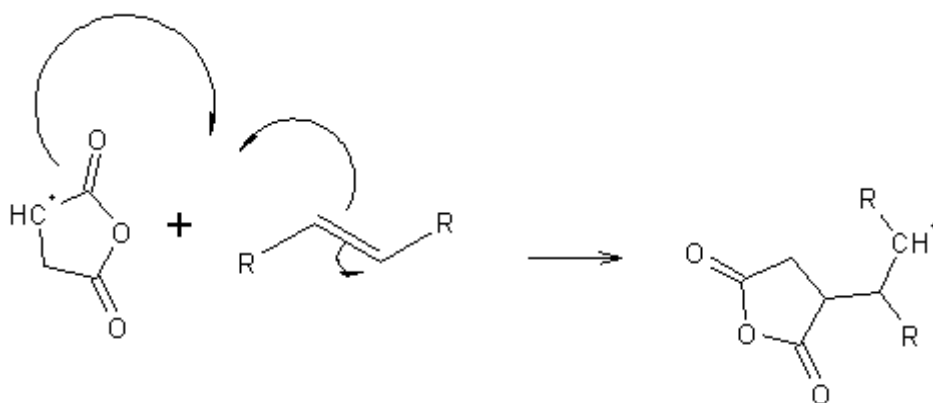


(b)

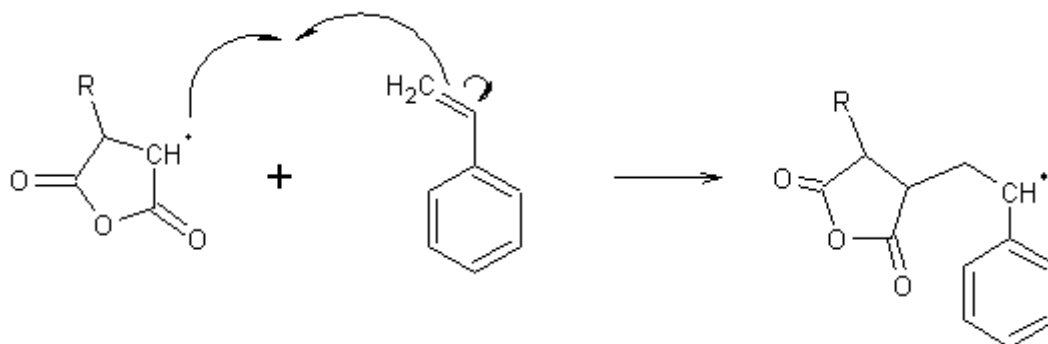


Die so entstandenen Monomer Radikale können nun in Wachstumsreaktionen mit weiteren Monomeren reagieren und so bildet sich das oben erwähnte Copolymer.

Der Kettenstart könnte also wie folgt aussehen:



Wachstumsreaktion:



Begegnen sich zwei Kettenradikale, so reagieren sie miteinander durch Kombination oder Disproportionierung, wobei das Kettenwachstum abbricht.

Da es sich hier nicht um kontrollierte Reaktionsbedingungen handelt wird hauptsächlich ein statistisches Copolymer entstehen.

Methodisch- Didaktische Analyse:

Der zeitliche Aufwand für diesen Versuch ist recht gering, sowohl die Vor- und Nachbereitung wie die Durchführung dürfte jeweils nicht mehr als 5 Minuten dauern (die Wartezeit zum Abkühlen des Produktes nicht mit einberechnet). Der apparative Aufwand ist ebenso gering, da man nicht viel benötigt und alle Geräte an einer typischen auch in mehrfacher Ausführung vorhanden sind.

Der Verbrauch an Chemikalien ist gering. Der finanzielle Aufwand wird also weder durch die Chemikalien noch durch den Verbrauch der Reagenzgläser (Pfennigprodukte) zu hoch werden.

Der Versuch zeigt gut was er zeigen soll und dient dazu den Schülern die Mischpolymerisation zu veranschaulichen. Das der Effekt der Aushärtung so gut zu erkennen ist erhöht den methodischen Wert. Man könnte das Thema Mischpolymerisation im Unterricht auch sicherlich gut ohne diesen Versuch durchführen und mehr auf die Eigenschaften der Copolymere eingehen. Ich weiß das ich in meiner eigenen Schullaufbahn nur ca. 2 Schulstunden mit der Mischpolymerisation zugebracht habe, da wir sehr lang über einfache Polymere gesprochen haben. Ich denke jedoch das dieser kleine und wirklich nicht aufwendige Versuch den Schülern (mit geeigneter didaktischer Reduktion des theoretischen Hintergrundes) den ähnlichen Versuchsverlauf zur „normalen“ Polymerisation verdeutlichen kann (vor allem wenn man in einer der Stunden vorher den von mir beschriebenen Versuch zur Polymerisation von Styrol, siehe Protokoll dazu, besprochen hat) und die Schüler vielleicht nicht mehr so sehr abgeschreckt sind durch die Vielzahl an Monomeren.

Wie schon oben erwähnt ist dieser Versuch nach der ausführlichen Besprechung der Reaktionsmechanismen der Polymerisation anzusiedeln. Laut Lehrplan behandelt man das Thema

Kunststoffe in der 11 Klasse beim Thema Synthetische Makromoleküle. Das Thema Copolymerisation ist hier zwar nicht explizit aufgelistet, gehört aber meiner Meinung nach hinzu, da es sehr eng zusammengehört mit dem Thema „Zusammenhänge zwischen Struktur und Eigenschaften von Polymeren“. Es sollte aus diesem Grund am besten direkt vor oder nach diesem Thema kurz angesprochen werden und kann zum Beispiel mit dem hier aufgeführten Versuch illustriert werden.

Literatur:

1. Soester-Liste
2. Chemie heute, Sekundarstufe II; M.Jäckel; Schroedel Schulbuchverlag; 1992
3. <http://www.chemie.uni-erlangen.de/oc/Nebenfach/ww/pdf/WW-Skript%202005.pdf>
4. <http://www.chemie.fu-berlin.de/chemistry/kunststoffe/copoly.htm>
5. http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=976516772&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=976516772.pdf
6. hessischer Lehrplan (G8)