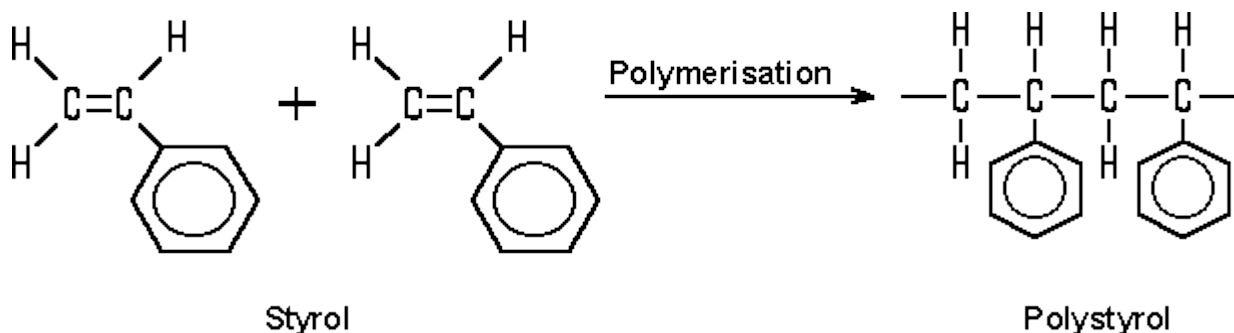


Gruppe 13:

Polymerisation von Styrol

Reaktion:

Polystyrol wird aus Styrol gebildet, Dibenzoylperoxid dient dabei als Katalysator.



[Abb.: siehe Quelle 3]

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 |
| Dibenzoylperoxid | Xi, E | R 2-36-43, S 2-3/7-14-36/37/39 | Lehrerversuch da explosiv und sensibilisierende Wirkung |

Materialien:

Reagenzglas, Becherglas, Messzylinder 10 mL, Heizplatte

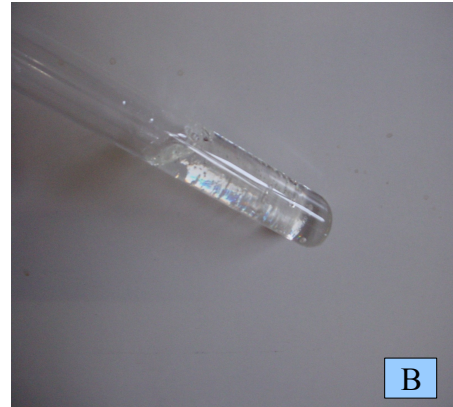
Durchführung:

Vorsicht! Der Versuch ist unter dem Abzug durchzuführen, offene Flammen im Raum sind zu löschen!

5 mL Styrol werden im Reagenzglas mit 0,5 g Dibenzoylperoxid gut vermischt. Anschließend wird das Gemisch in ein Becherglas mit kochendem Wasser gestellt. Falls die Reaktion zu heftig wird nimmt man das Reagenzglas kurz aus dem Wasserbad. [2]

Beobachtung:

Gibt man das Dibenzoylperoxid in das Styrol und erhitzt, so kann man beobachten wie sich dieses löst und ein weißer Dampf aufsteigt (Foto A). Entnimmt man das Reagenzglas dem Becherglas so sieht man wie sich eine klare dickflüssige Masse gebildet hat, in der man noch deutlich Luftblasen erkennen kann (Foto B).



Beim Abkühlen erstarrt das Produkt immer mehr.

Entsorgung:

Das entstandene Polystyrol kann abgekühlt in die Feststofftonne gegeben werden (samt Reagenzglas, da man dieses nicht mehr gesäubert bekommt).

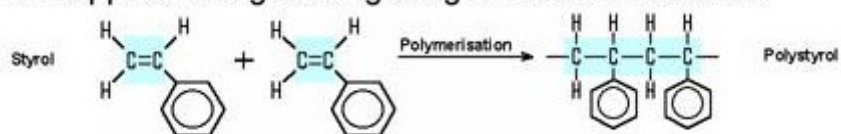
Fachliche Analyse:

Allgemeines zum Thema Polymere:

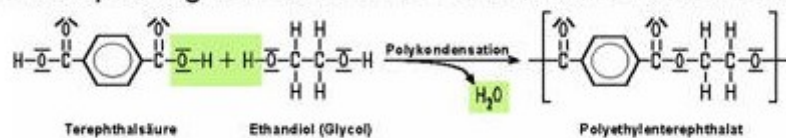
Als Kunststoffe bezeichnet man synthetisch erzeugte makromolekulare Verbindungen; die „Einzelbausteine“ bezeichnet man als „Monomere“.

Polymere können durch folgende Reaktionen entstehen:

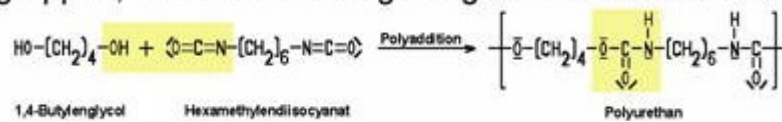
Bei der **Polymerisation** wachsen Moleküle unter Auflösung der C=C-Doppelbindung zu langkettigen Riesenmolekülen:



Bei der **Polykondensation** verknüpfen sich zwei Molekülsorten unter Abspaltung von kleinen Molekülen zu höheren Einheiten:



Bei der Polyaddition verbinden sich die Monomere an ihren Endgruppen, wobei eine Umlagerung der Atome stattfindet:



[Abb.: siehe Quelle 3]

Außerdem gilt folgende Charakteristika der Kunststoffe:

Lassen sich Kunststoffe bei Hitzezufuhr verformen, so bezeichnet man sie als Thermoplaste, sind sie hingegen hitzebeständig, so sind es Duroplaste. Elastische Kunststoffe nennt man Elastomere. Die unterschiedlichen Eigenschaften dieser Kunststoffe sind auf die Anordnung der Molekülketten zurückzuführen.

Thermoplast:

Hier liegen die Makromoleküle hauptsächlich linear, also wenig verzweigt vor.

Duroplast:

Die Makromoleküle dieser Kunststoffart sind miteinander eng vernetzt. Es liegen zwischen den Molekülen feste Bindungen vor.

Elastomere:

Die Makromoleküle dieser Stoffgruppe bildet ähnlich wie bei den Duroplasten eine Netzstruktur aus, jedoch ist hier das Netz weitmaschiger. [4]

(mehr zum Thema Polymere siehe Protokoll zum Thema Polyurethan)

Allgemeines zum Thema Polystyrol:

Um 1830 entdeckte ein Berliner Apotheker ein Öl, das sich an der Luft in eine zähe Masse verwandelte. Das Öl konnte aus dem Styrax-Harz einer südamerikanischen Baumart gewonnen werden und erhielt den Namen Styrol. Es handelt sich hierbei um eine giftige und brennbare Flüssigkeit, die Augen und Atemweg reizt. Den makromolekularen Aufbau des Polystyrols erkannte Hermann Staudinger im Jahre 1920. Zehn Jahre später nahm die IG Farben in Ludwigshafen die großtechnische Produktion von Polystyrol auf, nachdem das Styrol auch durch eine Dehydrierung von Ethylbenzol in großen Mengen zur Verfügung stand.

Polystyrol zeichnet sich durch hohe Transparenz und Oberflächenglanz aus. Da der Kunststoff in der Wärme schmilzt und sich in Lösungsmittel löst, z.B. in Toluol, kann er gut verformt und verarbeitet werden. Der reine Kunststoff ist aber relativ spröde und daher auch schlagempfindlich. Aus diesem Grunde wird bei der Herstellung das Styrol zusammen mit anderen monomeren Stoffen polymerisiert, z.B. mit Acrylnitril oder mit Butadien. Die entstehenden Copolymere zeichnen sich durch eine hohe Elastizität aus. Beim Erhitzen des Polystyrols können Dämpfe von Styrol oder auch

von sehr giftigem Acrylnitril (bei Copolymeren) frei werden. Polystyrol findet einen vielfältigen Einsatz in Spielzeug, Haushaltsgefäßen, Verpackungen oder Gehäuseteilen in der Elektroindustrie. Die Bildung von Polystyrol durch eine Polymerisation von Styrol kann bereits beobachtet werden, wenn Styrol längere Zeit unter Licht- oder Wärmeeinwirkung stehen bleibt. Die Flüssigkeit wird zäh und härtet allmählich aus. Durch die Zugabe eines Initiators, z.B. durch Dibenzoylperoxid, wird die Polymerisation erheblich beschleunigt.

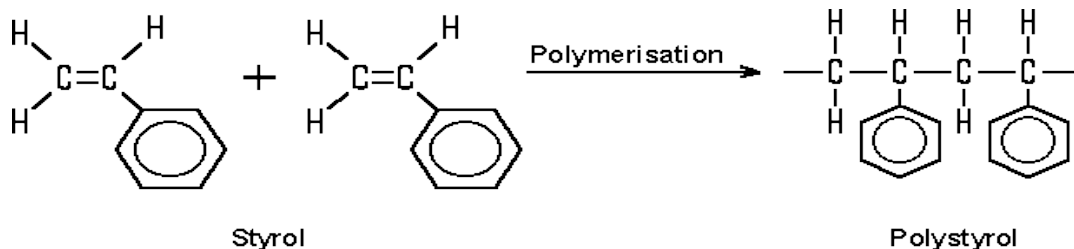


Abb.: Polymerisation von Styrol zu Polystyrol [3]

Ab dem Jahre 1950 wurde ein neues Produkt aus Polystyrol entwickelt. Durch eine Zugabe von Pentan bei der Polymerisation erfolgt ein kräftiges Aufschäumen. Nach dem Entweichen des leicht flüchtigen Pentans erhält man Polystyrol-Schaum, der unter dem Handelsnamen Styropor[®] bekannt ist. Er eignet sich hervorragend als Verpackungsmaterial, Wärmedämmstoff oder zur Herstellung von Schwimmwesten und Rettungsringen. [3]

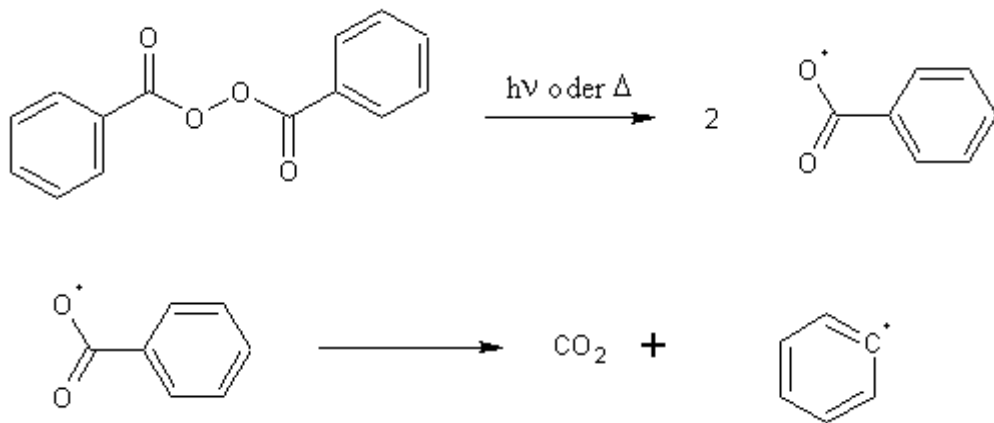
Zum Versuch (radikalische Polymerisation):

Alkene sind häufig in der Lage, mit sich selber und anderen Alkenen zu hochmolekularen Verbindungen, sogenannten Polymeren, zu reagieren.

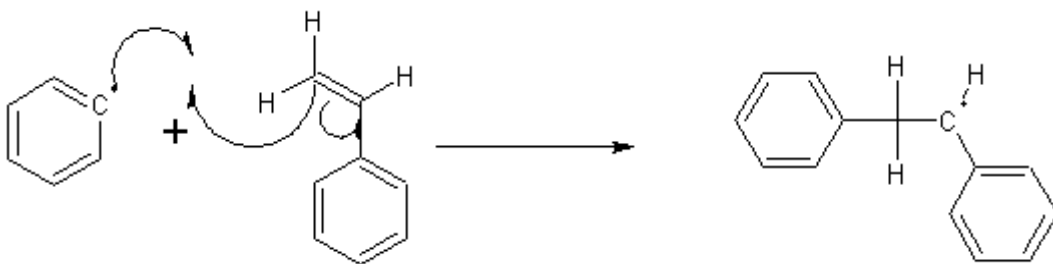
Häufigste Methode zur Herstellung von Polymeren ist die Radikalkettenpolymerisation. Als Startreagenz verwendet man Radikale, die aus organischen Peroxiden (z. B. Dibenzoylperoxid) durch Erwärmen erzeugt werden.

Reaktionsmechanismus:

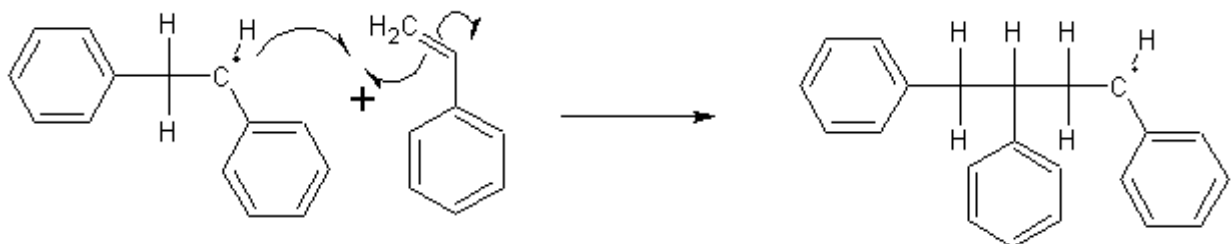
1) Bildung des Reaktionsstarters:



2) Kettenstartreaktion:



3) Kettenwachstumsreaktion:



4) usw. ...

5) Der Kettenabbruch kann entweder durch Rekombination zweier Radikale oder durch Disproportionierung erfolgen. [5]

Methodisch- Didaktische Analyse:

Der zeitliche Aufwand für diesen Versuch ist eher gering, die Vor- sowie Nachbereitung kann in einer 5-Minuten-Pause durchgeführt werden. Die Durchführung geht ebenfalls sehr schnell (ca. 5 Minuten), sodass man ihn sehr gut als Veranschaulichung zum theoretischen Hintergrund verwenden kann.

Der Apparative Aufwand ist ebenfalls sehr gering, zumal alle Geräte an einer typischen Schule vorhanden sein sollten. Zudem ist der Verbrauch an Chemikalien und Geräten sehr gering und der finanzielle Aufwand aus diesen Gründen nicht von Bedeutung.

Der Versuch zeigt wie ein Polymer entsteht und auch kann man an ihm etwas verdeutlichen was für

Eigenschaften Polystyrol hat. Da es sich jedoch wegen der Gefährlichkeit des Dibenzoylperoxid um einen reinen Lehrerversuch handelt muss man gestehen das vielleicht ein größerer Ansatz in einem Demonstrationsreagenzglas (Kostenfaktor wird erhöht) sinnvoller wäre, damit die Schüler besser erkennen können was passiert. Auch muss man nüchtern betrachtet gestehen das dieser Versuch nicht sehr faszinierend und sehr theorielastig ist, um dies etwas aufzulockern empfiehlt sich die folgende Gestaltung, die auch den Alltagsbezug vergrößern könnte (zum Thema Anwendung von Polymeren).

Um den Versuch noch etwas eindrucksvoller zu gestalten könnte man das noch warme zähflüssige Polystyrol vor dem Erstarren z.B. mit Methylorange Anfärben und dann in Förmchen gießen.



Natürlich geht dies auch mit schöneren Motiven als mit einer Tesafilmrolle, eine Kommilitonin hat einen ähnlichen Versuch durchgeführt und dafür Backförmchen verwendet.



Die Einbindung in den Unterricht erfolgt am besten in der 11 Klasse zum Thema „Kohlenstoffchemie II: technisch und biologisch wichtige Kohlenstoffverbindungen“. Hier werden zum Thema „Synthetische Makromoleküle“ die Unterschiedlichen Reaktionstypen zur Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen besprochen. Vorher sollten die Schüler schon etwas über die Klassifizierung der Kunststoffe und über den Aufbau der Makromoleküle wissen. Anhand dieses Versuches kann man dann den Reaktionsmechanismus mit den Schülern erarbeiten und findet durch ihn auch eine leichte Überleitung zum nächsten möglichen Thema: „Zusammenhänge zwischen Struktur und Eigenschaften“. [6]

Fazit: Dieser Versuch kann vor allem dazu dienen denn doch recht theoretischen Unterrichtsteil Reaktionsmechanismen etwas Aufzulockern.

Literatur:

1. Soester-Liste
2. Chemie heute, Sekundarstufe II; M.Jäckel; Schroedel Schulbuchverlag; 1992
3. http://www.seilnacht.com/Lexikon/k_polyst.html
4. Wissensspeicher Chemie; Klaus Sommer, Karl-Heinz Wunsch; Volk und Wissenverlag; Berlin 1996
5. Reaktionsmechanismen; 2. Auflage; Reinhard Brückner; Spektrum akademischer Verlag; Heidelberg, Berlin
6. Hessischer Lehrplan (G8)