

Organisch-chemisches Praktikum für das Lehramt (LA)

Torsten Lasse
 Leitung: Dr. P. Reiß
 WS 2008/09

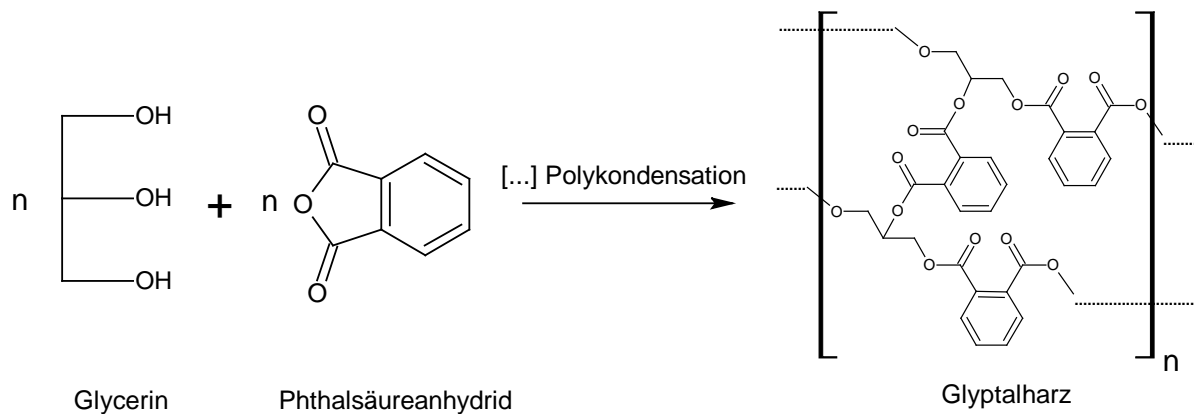
Assistent: Tobias Gerhardt

Schulversuch (Gruppe 13/Selbst): Herstellung eines Klebstoffes: Glyptalharz

Ein Klebstoff wird hergestellt und seine Klebfähigkeit überprüft.

Zeitbedarf

Vorbereitung: 5 min
 Durchführung: 10 min
 Nachbereitung: 5 min

Reaktionsübersicht**Chemikalien und eingesetzte Substanzen**

Eingesetzte Stoffe	Summenformel	Menge	R-Sätze [*]	S-Sätze [*]	Gefahrenkennzeichnung [*]	Schuleinsatz [*]
Phthalsäureanhydrid	C ₆ H ₄ C ₂ O ₃	3,75 g	22-37/38-41-42/43	23-24/25-26-37/39-46	Xn	SI
Glycerin	C ₃ H ₈ O ₃	2,3 g	36	26	Xi	SI
Aceton	C ₃ H ₆ O	nach Bedarf	11-36-66-67	9-16-26	F, Xi	SI

^{*} = nach HessGiss 2006/07

Geräte und Materialien

Bunsenbrenner

Reagenzglas 1x¹
Reagenzglashalter
Glasstab

Materialien zum Test der Klebewirkung (Papier bzw. Pappe, Glasgegenstände, Plastik)

Versuchsaufbau



Abb. 1: Versuchsaufbau

Durchführung

In ein Reagenzglas wurden 3,75 g Phthalsäureanhydrid und 2,3 g Glycerin gegeben. Das Reagenzglas wurde, wie in Abb. 1 gezeigt, schräg unter dem Bunsenbrenner fixiert. Das Gemisch wurde mit der Bunsenbrennerflamme auf etwa 300 °C erhitzt (s. Abb. 2).



Abb. 2: Erhitzung des Ansatzes

Beobachtung (und weitere Durchführung)

¹ Nicht schwerschmelzend! – Siehe ‚Entsorgung‘.

Nach etwa 3 Minuten wurde der Ansatz zähflüssig und kochte auf. Zudem bildete sich im Bereich der Reagenzglasöffnung ein weißer, kristalliner Niederschlag (s. Abb. 3).

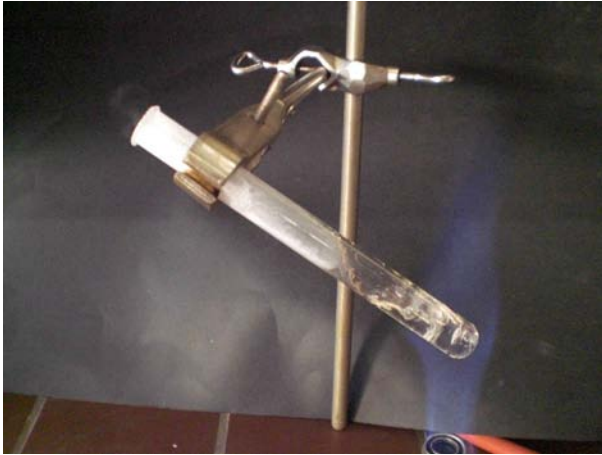


Abb. 3: Aufkochen des Ansatzes, kristalliner Niederschlag im Bereich der Reagenzglasöffnung

Mit einem Glasstab konnten nun einzelne Tropfen des flüssigen Gemisches herausgeholt werden. Es wurde nun getestet, ob verschiedene Gegenstände mit dem selbst hergestellten Klebstoff verklebbar sein würden. Ggf. können dem Kleber als Lösungsmittel noch wenige Milliliter Aceton zugegeben werden.

Es zeigte sich, dass mehrere Gegenstände, darunter Glas, Plastik und Papier bzw. Pappe, fest aneinander geklebt werden konnten. Die Klebewirkung setzte jedoch erst bei der Abkühlung und damit einhergehenden Erhärtung des Klebers ein (s. Abb. 4). Nur nach verstärktem Kraftaufwand ließen sich die Gegenstände (z.B. die Reagenzgläser) (unbeschadet) voneinander trennen. Die Versuchsquelle (siehe Literatur) beschreibt schlechte Klebeeigenschaften des Klebers bei Pappe und Kunststoff. Dies konnte in diesem Versuch nicht bestätigt werden. Im Gegensatz zur Erläuterung in der Versuchsquelle konnten alle drei Materialien gut miteinander verklebt werden.



Abb. 4: Aneinandergeklebte Gegenstände. Plastik (links), Reagenzgläser (Mitte) und Papier/Pappe (rechts)

Der erkaltete und erhärtete Kleber im Reagenzglas konnte durch erneute Erhitzung wieder temporär verflüssigt und für weitere Klebeversuche verwendet werden.

Entsorgung

Da eine Reinigung der verklebten Gegenstände, einschließlich des Reagenzglases, in dem der Kleber angesetzt wurde, sehr schwierig ist, wurden die verunreinigten Gegenstände trocken und mit erhärtetem Klebstoff im Feststoffabfall entsorgt.

Fachliche Analyse

Ein Klebstoff wird folgendermaßen definiert:

„Ein Klebstoff ist ein nichtmetallischer Werkstoff, der Körper durch Oberflächenhaftung (Adhäsion) und innere Festigkeit (Kohäsion) verbinden kann, ohne dass sich das Gefüge und der Körper wesentlich verändern.“ (Definition für Klebstoffe, DIN 16920)

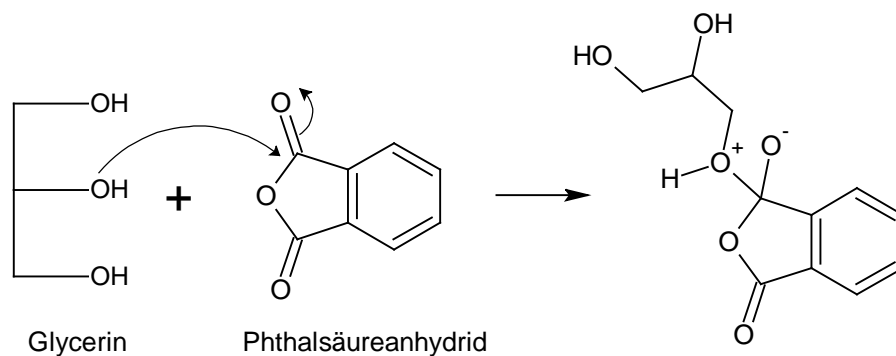
Im dargestellten Fall wird ein Klebstoff auf Basis einer Polykondensation eines bestimmten Esters gebildet. Derartige Klebstoffe zählen zu den so genannten Polyesterharzen, Kunstharzen (im Gegensatz zu den Naturharzen) bzw. Alkydharzen². Diese definieren sich als eine Gruppe von hydrophoben Polymeren, die aus einer Polykondensation (d.h. unter Abspaltung von

² Der Begriff Alkyd entwickelte sich aus den Wörtern *Alkohol* und *Acid* (nach R.H. Kienle, 1927).

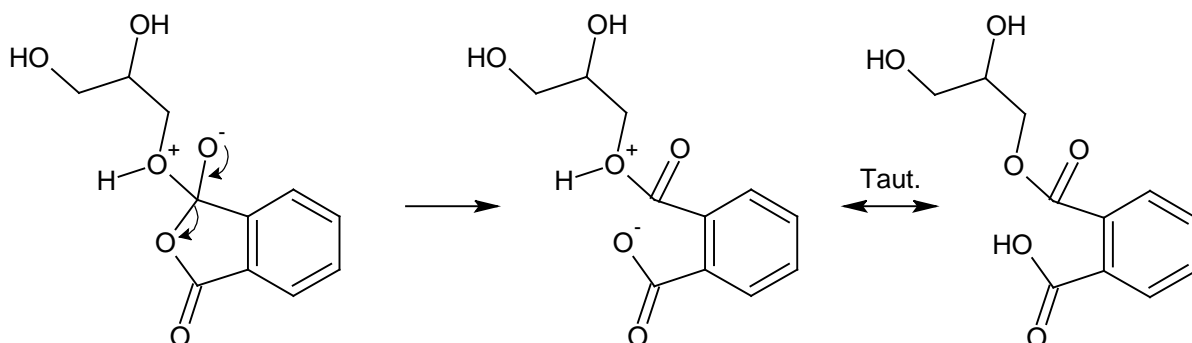
Wasser) von mehrwertigen Säuren und Alkoholen entstehen. Tatsächlich werden zur technischen Herstellung vorrangig das auch hier verwendete Glycerin sowie das Phthalsäureanhydrid (bzw. Phthalsäure) verwendet.

Als Klebstoffe, Additive (Hilfsstoffe) sowie in der Lackindustrie (Alkydharzlacke) finden sie vielfältige Verwendung.

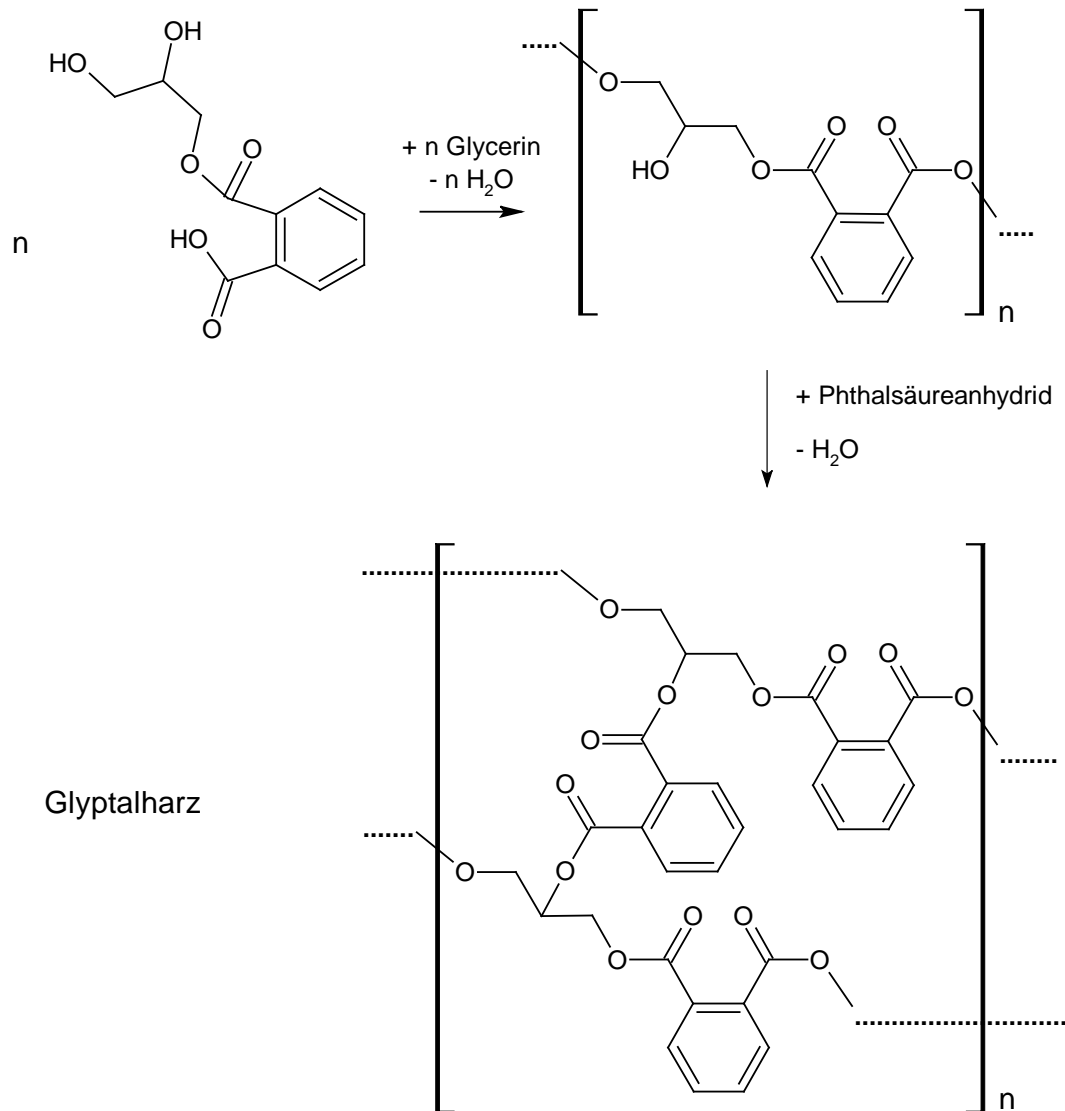
Im Folgenden wird auf den zugrunde liegenden Reaktionsmechanismus eingegangen. Zunächst greift eine Hydroxid-Gruppe des Glycerins das C-Atom an einer Carbonyl-Gruppe des Phthalsäureanhydrids nucleophil an. Durch die Verknüpfung entsteht ein Zwischenprodukt.



Der Ring des Anhydrides wird im Folgenden durch Spaltung einer C-O-Bindung geöffnet. Das Proton wandert daraufhin an die Carboxyl-Gruppe (Tautomerie). Dadurch entsteht schließlich ein Phthalsäuremonoester.



In Polykondensationsreaktionen entsteht schließlich unter weiterer Reaktion mit Phthalsäureanhydrid ein Polyester bzw. Polyesterharz, welches als Glyptalharz bezeichnet wird. Dabei wird Wasser abgespalten.



Hierbei bilden sich vorrangig lineare Ketten aus; erst bei einem Überschuss an zugesetztem Phthalsäureanhydrid werden auch dreidimensionale Strukturen durch weitere Veresterungen an den entsprechenden funktionellen Gruppen, wie dargestellt, ausgebildet.

Zur Modifizierung der Eigenschaften derartiger Alkydharze werden dem Ansatz häufig Fettsäuren zugesetzt und mit verestert. Ebenfalls findet oftmals eine Zugabe von Härtingsbeschleunigern (Sikkativen) statt.

Methodisch-didaktische Analyse

Die Behandlung des Themengebietes der Polymerchemie ist für die Jahrgangsstufe 11 als fakultativer Unterrichtsinhalt für Leistungskurse vorgesehen. In diesem Rahmen bietet sich

ebenfalls die Herstellung eines derartigen Klebstoffes an. Klebstoffe spielen im Alltag der Schüler eine große Rolle, sodass ein derartiges Thema den Schülern interessant erscheinen dürfte. Auf der Basis dieses Versuches kann auch die Vielfalt der Klebstoffe (Sekundenkleber, Alleskleber, Komponentenkleber etc.) und Klebstoffarten (z.B. physikalisch abbindende und chemisch härtende Klebstoffe), die auf dem heutigen Markt zur Verfügung stehen, – zumindest oberflächlich – erörtert werden.

Zum Verständnis des Versuches sollten die Grundlagen zur Polymerchemie parallel erarbeitet – in diesem Fall wäre der Versuch als Einführung in die Polymerchemie geeignet – oder bei Bedarf rekapituliert werden. Die thematische Behandlung der Ester (Veresterung) und Alkohole (auch mehrwertige Alkohole) sollte zuvor erfolgt sein. Die Vermittlung des zugrunde liegenden Reaktionsmechanismus sollte auf Niveau eines Leistungskurses kein Problem darstellen.

Für die Vorbereitung und Nachbereitung sind jeweils etwa 5 Minuten einzuplanen, für die Durchführung etwa 10 Minuten. Es ist jedoch anzuzweifeln, dass viele Schullabors das verwendete Phthalsäureanhydrid im ständigen Sortiment aufweisen. Ansonsten dürfte der Versuch ohne Schwierigkeiten spontan in jeder Schule durchführbar sein. Obwohl problemlos als Schülerversuch realisierbar (und auch im Rahmen eines zeitlich umfangreicheren Stationenlernens empfehlenswert), eignet er sich – m. E. vielleicht sogar besser – auch als anschaulicher Lehrerversuch.

Die Durchführung des Versuches verlief einfach und problemlos, die anschauliche Demonstration der Klebewirkung war in der hier durchgeführten Weise erfolgreich und kann bei den Schülern eine gewisse Faszination hervorrufen.

Da die Reinigung des mit dem erzeugten Klebstoffes verunreinigten Materials sehr schwierig ist, sollten ausschließlich günstige (oder alte) Glasgeräte verwendet werden, die im Anschluss entsorgt werden können. Schwerschmelzende Reagenzgläser sollten somit aufgrund der erhöhten Kosten vermieden werden. Zudem ist generell darauf zu achten, teure Materialien oder Gegenstände nicht mit dem erzeugten Kleber zu verunreinigen.

Alternativ besteht die Möglichkeit, den Klebstoff im Becherglas anzusetzen und zu erhitzen. Dies hätte den Vorteil, den produzierten Kleber leichter entnehmen zu können.

Verunreinigungen mit dem Klebstoff können evtl. mit Aceton (etwas) besser gereinigt werden.

Literatur

McMurry J: Organic Chemistry; 4. Auflage 1996, Brooks/Cole Publishing Company, Pacific Grove, CA, USA

Idee aus:

<http://www.experimentalchemie.de/versuch-028.htm>; Zugriff am 18.01.09

Weitere Quellen:

Hessisches Gefahrstoffinformationssystem Schule; <http://www.hessgiss.de/>; Version 2006/07

Hessischer Lehrplan Chemie G8; unter <http://www.kultusministerium.hessen.de/>; Zugriff am 02.02.09

<http://www.experimentalchemie.de/versuch-027.htm>; Zugriff am 22.01.09

<http://de.wikipedia.org/wiki/Alkydharze>; Zugriff am 25.01.09