

Philipps-Universität Marburg

01.09.1998

Fachbereich Chemie

Übungen im Experimentalvortrag für Studierende des Lehramts SS 1998

Leitung: Prof. Dr. Perst

Dr. Butenuth

Dr. Gerstner

**Schriftliche Ausarbeitung des
Experimentalvortrages
zum Thema**

Klebstoffe

Thomas Nassauer

Karlshofstr .6

35232 Allendorf/H.

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Allgemeines über Klebstoffe	3
2 Was ist ein Klebstoff?	3
2.1 Definition	3
2.2 Modell einer Kraftkette über eine Klebung	5
3 Woraus bestehen Klebstoffe?	6
3.1 Demonstration	6
3.2 Bestandteile	7
3.3 Qualitative Analyse eines Ponalleims	7
3.3.1 Versuch 1	8
3.3.2 Versuch 2	9
4 Bindemittel im Klebstoff	10
4.1 Natürliche Bindemittel	10
4.1.1 Versuch 3	12
4.1.2 Versuch 4	13
4.2 Synthetische Bindemittel	16
4.2.1 Versuch 5	17
4.2.2 Versuch 6	19
5 Vor- und Nachteile des Klebens	22

1 Allgemeines über Klebstoffe

Klebstoffe sind die wohl am wenigsten beachteten Werkstoffe des täglichen Lebens. Sie sind typische Sekundärprodukte, die einfach vorhanden sind und ihren Dienst erfüllen. Trotz aller Mißachtung stecken aber in fast allen Dingen des täglichen Lebens Klebstoffe, die elementare Aufgaben erfüllen, welche sonst nur unzureichend oder gar nicht zu bewerkstelligen wären. Um die Bedeutung der Klebstoffe noch etwas hervorzuheben, sind im Folgenden einige Einsatzfelder aufgeführt, in denen Klebstoffe verwendet werden. So kommt z.B. die Papier- und Verpackungsindustrie nicht ohne Klebstoffe aus. Auch in der Möbelfabrikation sind Klebstoffe notwendig, um die einzelnen Materialien zusammenzuhalten. Hält man sich vor Augen, daß pro PKW durchschnittlich etwa 18 kg Klebstoff eingesetzt werden, so kann man nachvollziehen, welche Wertstellung die Klebstoffe hier haben. Als weitere Haupteinsatzfelder sind zu nennen: die Bau- und Ausstattungsbranchen im Handwerk, Schule/Kindergarten, Modellbau, Büro und auch im Haushalt werden Klebstoffe verstärkt eingesetzt.

Weltweit werden etwa 25 Mrd. DM umgesetzt, wobei der deutsche Anteil am Gesamtvolumen etwa 10 % beträgt. Aus dieser Zahl ergibt sich ein statistischer Pro-Kopf-Verbrauch in den westlichen Industrieländern von ca. 6 kg/Jahr.

Die Wertstellung und der Leistungsbedarf einiger in der Industrie eingesetzter Klebstoffe sei durch folgende Beispiele verdeutlicht. So werden Taschenbücher, Kataloge und Telefonbücher heute mit Bindegeschwindigkeiten bis zu 15.000 Exemplaren pro Stunde verarbeitet. Ein weiteres Beispiel ist die Etikettierung von Glasflaschen. Diese läuft mit bis zu 80.000 Flaschen pro Stunde. Das nächste Beispiel ist aus der Zigarettenherstellung. Hier läuft die Längsnahtverklebung mit bis zu 500 m und die Filteranklebung mit über 8.000 Stück pro Minute.

2 Was ist ein Klebstoff?

2.1 Definition

In diesem Kapitel wird den Fragen nachgegangen, was ein Klebstoff ist und wie er wirkt. Der Begriff Klebstoff ist sicherlich jedem bekannt, jedoch stellt sich jeder etwas anderes unter diesem Begriff vor. Klebstoff ist zunächst ein Oberbegriff, welcher folgende Unterbegriffe

mit einschließt: Leim, Kleber, Klebekitt, Reaktionsklebstoffe, Kleister, Kleblack, Kontaktklebstoffe, Lösungsmittelklebstoffe.

Es gibt aber auch eine eindeutige **Definition für Klebstoffe** (DIN 16920):

"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."

Wie man dieser Definition entnehmen kann, sind für eine gute Klebung zwei Kräfte von Bedeutung, die Adhäsion und die Kohäsion.

Zunächst wird die Adhäsion betrachtet. Bei den **Adhäsionskräften** handelt es sich um zwischenmolekulare Kräfte, die an der Grenzfläche zweier verschiedener Phasen auftreten.

Bei der Klebung werden diese Kräfte realisiert durch:

- mechanische Verankerung
- elektrostatische Kräfte
- van-der-Waalskräfte
- chemische Bindung mit reaktiven Oberflächen

Kohäsionskräfte sind Anziehungskräfte, die zwischen den Molekülen einer Phase bestehen.

Sie werden bei der Klebung wie folgt realisiert:

- Anziehung zwischen den Klebstoffmolekülen
- Verfilzung oder Verknäulung fadenformiger Moleküle

Da es für den Klebevorgang noch keine abgeschlossene physikalisch-chemische Theorie gibt, sind im folgenden nur Effekte aufgelistet, welche eine wichtige Rolle beim Klebevorgang spielen:

- Oberflächenspannung des Klebstoffes
- Grenzflächenspannung zwischen Klebstoff und Füge teil
- Struktur der zu verklebenden Oberfläche
- Verankerung des Klebstoffes
- Diffusionsvorgänge und elektrostatische Anziehung auf molekularer Ebene zwischen Klebstoff und den Füge teilen

2.2 Modell einer Kraftkette über eine Klebung

Das folgende Modell soll verdeutlichen, wie bei einer Verklebung über Kohäsions- und Adhäsionskräfte eine Kraftkette ausgebildet wird.

a: Zu verklebende Feststoffoberfläche: Die Feststoffteilchen werden durch die Kohäsionskräfte untereinander zusammengehalten. Bei Feststoffen sind sie durch eine, hier schematisch gezeichnete Oberfläche begrenzt.

b: Ein flüssiger Klebstoff wird zwischen die beiden Oberflächen gebracht. Die Klebstoffteilchen werden nur durch sehr schwache Kohäsionskräfte zusammengehalten. Sie sind hier nicht dargestellt. Eine Benetzung der Oberfläche ist hier noch nicht eingetreten. Die beiden Flächen werden nun zusammengepreßt.

c: Durch ausreichende Benetzung können Adhäsionskräfte ausgebildet werden. Der Klebstoff hat noch nicht abgebunden.

d: der Klebstoff hat abgebunden. Größere Kohäsionskräfte sind zwischen den Klebstoffteilchen entstanden. Nun ist eine kontinuierliche Übertragung einer auf den einen Feststoff angreifenden Kraft auf den anderen Feststoff möglich. Die Verklebung hält einer gewissen Belastung stand.

3. Woraus bestehen Klebstoffe?

In diesem Kapitel werden die Inhaltsstoffe eines Klebstoffes etwas näher erörtert. Durch die folgende Demonstration sollen zwei Aspekte verdeutlicht werden. Zum einen soll der Grundstoff Nitrocellulose vorgestellt werden. Dieser Grundstoff hatte in der Nachkriegszeit eine herausragende Bedeutung und war der am meisten verwendete Klebstoff. Zum anderen soll der Begriff des Grundstoffes eines Klebers verdeutlicht werden.

In diesem Kapitel werden die Inhaltsstoffe eines Klebstoffes etwas näher erörtert. Durch die folgende Demonstration sollen zwei Aspekte verdeutlicht werden. Zum einen soll der Grundstoff Nitrocellulose vorgestellt werden. Dieser Grundstoff hatte in der Nachkriegszeit eine herausragende Bedeutung und war der am meisten verwendete Klebstoff. Zum anderen soll der Begriff des Grundstoffes eines Klebers verdeutlicht werden.

3.1 Demonstration

Tischtennisball als Grundstoff für einen Kleber

Chemikalien:

Aceton, Tischtennisball

Geräte:

250 ml-Becherglas, Zahnstocher, Pinsel, Pappe, Zwinge, Handschuhe, Magnetrührer, Rührfisch, Tiegelszange

Versuchsdurchführung:

In einem 250 ml Becherglas legt man etwa 80 ml Essigsäureethylester vor und gibt unter ständigem Rühren einen Tischtennisball in das Lösungsmittel. Der Ball ist nach 10 Minuten

angelöst. Mit dem Angelösten auf dem Ball läßt sich bereits kleben. Der Tischtennisball hat sich nach ca. Einer Stunde vollständig aufgelöst.

Verwendet Aceton man anstelle des Esters, so ist der Tischtennisball bereits nach 2 Minuten angeätzt und man kann mit ihm kleben. Nach ca. 10 Minuten ist der Ball in Lösung gegangen. Man sollte aber vor Beginn des Versuches in den Tischtennisball einen Zahnstocher stecken, um ihn besser handhaben zu können.

Klebeeigenschaften:

Styropor: wird durch das Lösungsmittel aufgelöst	Holz: sehr gut		
Sperrholz: schlecht	Kunststoff: schlecht	Glas: sehr gut	Pappe: gut

3.2 Bestandteile

Die Hauptbestandteile eines Klebstoffes sind der Grundstoff, die Hilfsstoffe und in manchen Fällen auch Löse- bzw. Dispergiermittel.

Die Hilfsstoffe werden verwendet, um das Einstellen der Klebrigkeit zu erleichtern. Sie halten den Klebstoff flexibel, stabilisieren und konservieren den Klebstoff. Ein weiterer Effekt der Hilfsstoffe ist die Beeinflussung des Abbinde- oder Härungsverlauf. Des weiteren werden die Hilfsstoffe als Weichmacher und/oder Lichtschutzmittel eingesetzt.

Wie oben erwähnt, sind weitere Bestandteile der Klebstoffe die **Lösungsmittel**. Sie werden häufig als Benetzungs- oder Aktivierungsmittel eingesetzt: Auch als Verdünnungsmittel des Klebstoffes finden sie Verwendung.

Der Hauptbestandteil eines Klebstoffes ist sein **Grundstoff (Bindemittel)**. Als Grundstoffe werden hauptsächlich hochpolymere Stoffe eingesetzt, die das Haftvermögen (Adhäsion) und die Eigenfestigkeit (Kohäsion) des Klebstoffes entscheidend beeinflussen.

3.3 Qualitative Analyse eines Ponalleims

Die ersten beiden Versuche befassen sich mit der qualitativen Analyse eines Ponalleims.

Ponalleim ist ein Produkt der Firma Henkel und wird als Holzleim verwendet. Die Definition für Leim lautet:

"Leime sind Klebstoffe, die aus wasserlöslichen Polymeren und Wasser als Lösungsmittel bestehen."

Bei dem Grundstoff des Ponalleims handelt es sich um Polyvinylacetat. Im Versuch 1 soll nun das Acetanion des Grundstoffes nachgewiesen werden.

3.3.1 Versuch 1: Acetatnachweis

Chemikalien:

NaOH, 1 mol/l, Ponalleim, Natriumacetat, H₂O, HCl, 1 mol/l, FeCl₃, Eis

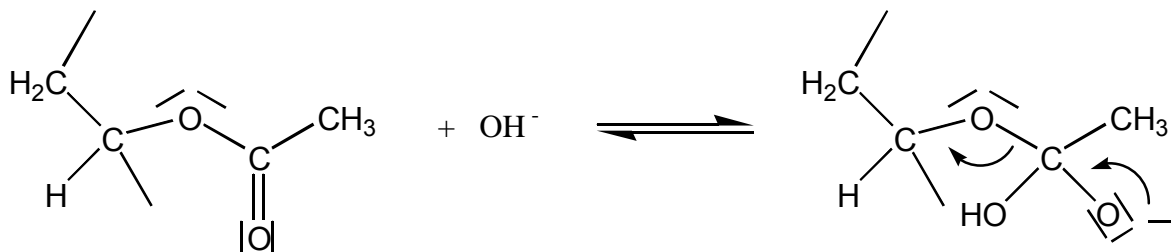
Geräte:

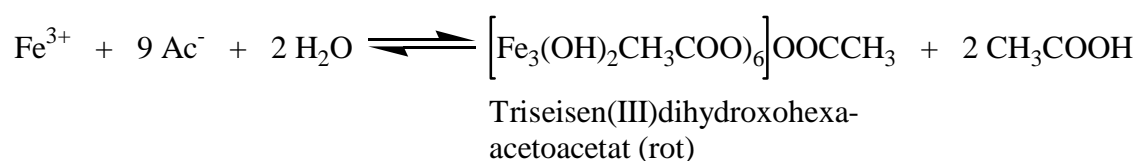
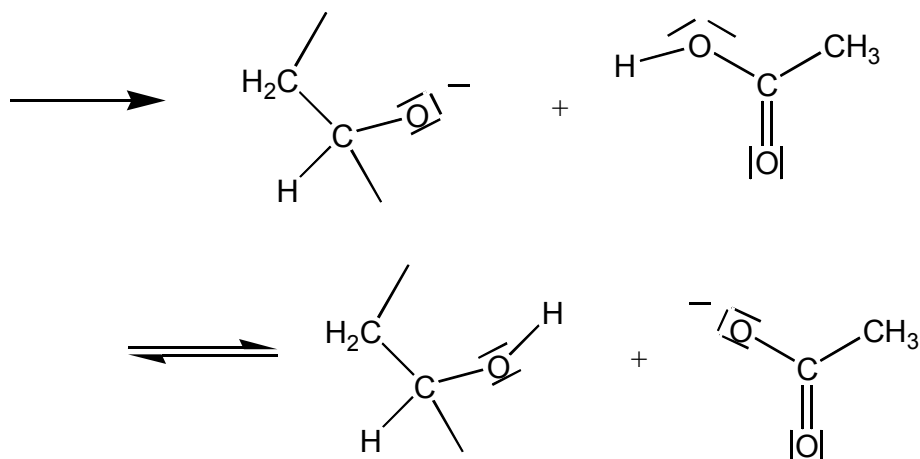
3 Demonstrationsreagenzgläser, 5 ml Vollpipette, Peleusball, Reagenzglasstopfen (groß), Teclubrenner, Tiegelzange, Feuerzeug, 600 ml Becherglas, Pipette (klein), Spatel, Handschuhe, Toilettenpapier

Versuchsdurchführung:

Ponal ist ein Holzleim mit Polyvinylacetat als wäßriger Dispersion. Man legt 5 ml NaOH, $c(\text{NaOH}) = 1 \text{ mol/l}$ in einem großen Reagenzglas vor. Dann gibt man 6 Tropfen Ponalleim zu. Nun schüttelt man das Reagenzglas kräftig, damit der Leim in Lösung geht. Danach erhitzt man das Reagenzglas mit der Natronlauge zum Sieden (stark). Während dem Abkühlen stellt man eine Blindprobe mit Natriumacetat her und gibt in einem anderen Reagenzglas Leim in destilliertes Wasser. Vor dem Abkühlen - was ganz wichtig ist, da es sonst nicht funktioniert - neutralisiert man mit 2 Pipetten und vier Tropfen HCl, $c(\text{HCl}) = 1 \text{ mol/l}$. Nun gibt man zu den drei Reagenzgläsern eine Spatelspitze Eisen(III)chlorid und schüttle. In der wäßrigen Lösung zeigt sich die braun-beige Farbe des Ponal/Hexaaquaeisen-Komplex. Die Blindprobe färbt sich blutrot. In der verseiften Polyvinyl-Acetat-Lösung ergibt sich eine kräftige rote Färbung, die durch den Eisen(III)acetat-Komplex etwas getrübt ist. Zur besseren Verdeutlichung kann man auch noch eine Blindprobe mit Natriumacetat und Eisen(III)chlorid zeigen. Um zu demonstrieren, daß es sich in der verseiften Leimlösung tatsächlich um Acetat handelt, gibt man die Blindprobe zur Lösung des Leimes in Wasser. Es stellt sich die gleiche Färbung ein.

Mechanismus:





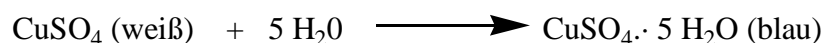
Das Hydroxid-Ion greift im geschwindigkeitsbestimmenden Schritt das C-Atom des Esters nukleophil an. Es findet also eine nukleophile Addition statt. Im Übergangszustand bildet sich ein tetraedrisches Zwischenprodukt aus. Nun findet die Acyl-Sauerstoff-Spaltung statt und die Carbonsäure wird eliminiert. Im letzten Schritt gibt die Carbonsäure das Wasserstoff-Ion an den entstandenen Alkohol ab. Der Gesamtprozeß ist irreversibel.

Es handelt sich hier um einen $B_{\text{Ac}2}$ -Mechanismus. Also eine basenindizierte, bimolekulare Acyl- Sauerstoffspaltung .

In dem zweiten Versuch soll nun das Lösungsmittel Wasser des Ponalleims nachgewiesen werden.

3.3.2 Versuch 2:

Wassernachweis



Chemikalien:

CuSO_4 (wasserfrei), Ponalleim

Geräte:

Reagenzglas, Spatel, Glasstab, Reagenzglasstopfen

Versuchsdurchführung:

In einem Reagenzglas legt man etwas wasserfreies CuSO_4 vor. Nun gibt man etwa 5 cm Ponalleim in das Reagenzglas und gibt noch einmal etwas CuSO_4 zu. Nun vermengt man den Leim mit dem Kupfersulfat. Der Leim wird mit der Zeit fester und färbt sich bläulich. Knetet man nun weiter, so wird der Leim hart und eine blaue Lösung steht oben auf dem Leim. Es bildet sich das blaue Kupfersulfat-pentahydrat, bei dem vier Wassermoleküle das Kupferion quadratisch-planar koordinieren und das fünfte Wassermolekül über Wasserstoffbrückenbindung an SO_4^{2-} und an Koordinationswasser gebunden ist.

4 Bindemittel im Klebstoff

Das folgende Kapitel beschäftigt sich etwas näher mit den wichtigsten Grundstoffen. Man kann hierbei die Grundstoffe in die Gruppe der natürlichen Bindemittel und in die Gruppe der synthetischen Bindemittel einteilen. Hierbei soll jeweils aufgezeigt werden, welche Grundstoffe verwendet werden und in welchen der anfangs erwähnten Einsatzfelder sie benutzt werden. Vor den Versuchen wird immer die Definition der verwendeten Klebstoffgruppen aufgeführt. Dies soll eine exakte Trennung der unterschiedlichen Klebstoffe vereinfachen. Die Versuche stellen Klebstoffe aus dem jeweiligen Grundstoffgebiet dar. Die Klebstoffe werden während des Vortrages hergestellt und auch durch Klebproben erprobt. Durch die angefertigten Klebproben, welche im Vorfeld des Vortrages angefertigt wurden soll verdeutlicht werden, daß nicht jeder Klebstoff für jedes Material geeignet ist. Die während des Vortrages angefertigten Klebproben sollen dazu dienen, das Gelingen des Versuches zu verdeutlichen und weiterhin einen Anwendungsbereich des hergestellten Klebstoffes aufzuzeigen.

4.1 Natürliche Bindemittel

Im Folgenden sind einige Gebiete der natürlichen Bindemittel und deren Verwendungsfelder dargestellt.

Naturharze

- Kolophonium Modelbaukleber
- Fossile Harze Modelbaukleber

Kohlenhydrate

- *Stärke* (V3) Tapent- & Buchbinderkleister
- Dextrin Papierkleber
- Zucker Reaktionskleber

EiweiÙe (Proteine)

- Casein (aus Milch) Flaschenetikettierung, Holzleim
- Gelatine Kontaktkleber

Kautschuk

- Latex (Gummimilch) selbstklebende BriefumschläÙe
- Crepe (gefällte Latex) Kontaktkleber

Wachse und andere Naturstoffe

- Bienenwachs Kontaktkleber
- *Ricinusöl* (V4) Reaktionskleber

In den letzten Jahren wurde die Möglichkeit der Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen zur Herstellung von Makromolekülen intensiv erforscht. Man erhofft sich hierdurch ökologische und auch ökonomische Vorteile: Ungiftigkeit der Edukte, biologische

Abbaubarkeit der Produkte und das Nachwachsen der Edukte. Auch für die Reaktivklebung lassen sich nachwachsende Rohstoffe verwenden.

4.1.1 Versuch 3:

Im dritten Versuch wird ein Stärkekleister hergestellt. Dieser Kleister hatte in der Nachkriegszeit eine tragende Rolle beim Tapezieren erlangt, da Stärke ein Grundstoff war, den sich jeder leisten konnte. Heute ist dieser Kleister durch Methylcellulose vom Markt verdrängt worden. Dies liegt sicherlich daran, daß die Methylcellulose nicht erhitzt werden muß. Die Definition von Kleister lautet:

“Kleister sind Klebstoffe aus Polymeren, die in Wasser aufquellen und dadurch ihre Klebfähigkeit erlangen“.

Stärkekleister

Chemikalien: Stärke, H₂O

Geräte:

Pinsel, 100 ml-Weithals-erlenmeyerkolben, großer Glasstab, Standzylinder, 50 ml-Becherglas, Teclubrenner, Feuerzeug, Dreibein, Asbestnetz, Zwinge, Tiegelfzange, Pappe, Pinsel

Versuchsdurchführung:

2,5 g Kartoffelstärke werden in einem Reagenzglas mit 5 ml Wasser aufgeschlämmt und in einen 100 ml-Erlenmeyerkolben mit 20 ml siedendem Wasser unter Umrühren gegossen. Hierbei ist darauf zu achten, daß das Wasser schon längere Zeit siedet, also vollständig siedet. Quillt die Stärke beim Eingießen nicht, so muß man noch so lange weiter kochen, bis die Stärke aufgequollen ist.

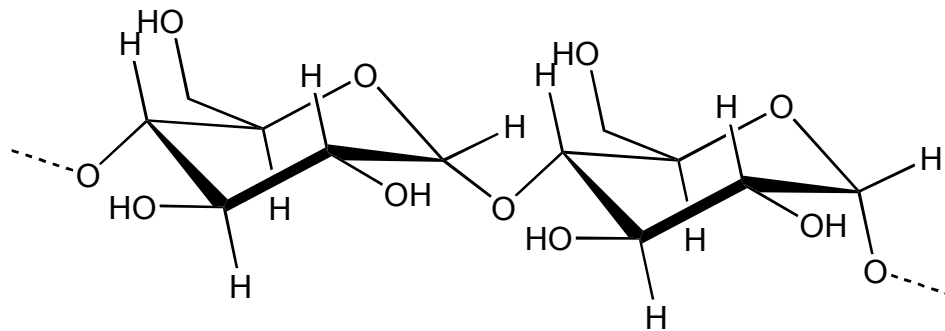
Klebeeigenschaften : Styropor: schlecht Holz: sehr gut Sperrholz: sehr gut

Kunststoff: schlecht Glas: schlecht Pappe: sehr gut

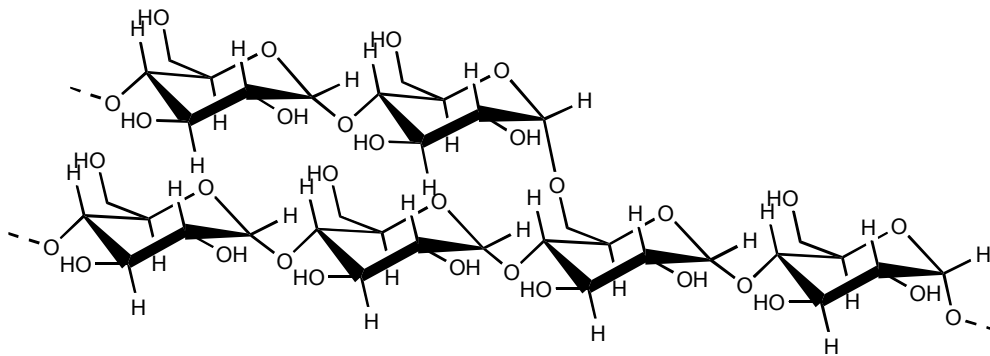
Eigenschaften und Zusammensetzung der Stärke:

Stärke ist ein Polysaccharid, bei dem die Glucose-Einheiten α -glycosidisch verknüpft sind. Sie ist aus zwei Komponenten unterschiedlichen molaren Gewichtes aufgebaut: ca. 20-30% Amylose (MG ca. 50.000 bis 150.000) und 70-80 % Amylopektin (MG ca. 300.000 bis 2.000.000).

Amylose:



Amylopektin \dashrightarrow Quellung



Amylose ist der von Amylopektin umhüllte Bestandteil der Stärke. Es hat eine unverzweigte Struktur. Infolge der 1,4-Stellung bildet Amylose lange, schraubenförmige, verschlungene Ketten mit etwa 300 -1.200 Glucose-Molekülen. Amylopektin (Stärkegranulose) ist der Hauptbestandteil der Stärke. Sie ist in kaltem Wasser unlöslich, quillt jedoch in heißem Wasser und bildet einen Kleister .

Amylopektin ist ein stark verzweigtes Polysaccharid. Die α -1,4-Glucopyranosyl-Moleküle sind α -1,6-glycosidisch verbunden. Die Amylopektinkette verzweigt sich durchschnittlich nach 25 Glucose-Bausteinen durch 1,6-Bindung zu einem astähnlichen Gebilde mit 1.500 bis 12.000 Molekülen Glucose.

4.1.2 Versuch 4:

Als Beispiel für Naturstoff-Reaktivkleber wird hier ein Versuch mit Ricinusöl vorgestellt. Ricinusöl reagiert mit Diisocyanaten in einer Polyadditionsreaktion zu Polyurethan. Da alle

Hydroxid- und Isocyanatgruppen für die Reaktion zur Verfügung stehen, ergibt sich ein hochvernetztes Polyurethan. Aufgrund der geringen Reaktivität der Naturstoffe wird ein Aktivator (1,4-Diazabicyclo[2.2.2]octan) zugesetzt.

Die Definition für Reaktivklebstoffe lautet:

"Reaktivklebstoff ist eine Bezeichnung für Klebstoffe, die über chemische Reaktionen aushärten und abbinden. Diese Reaktionen werden durch Wärme, zugesetzte Härter oder andere Komponenten ausgelöst."

Die hauptsächlich im Triglycerid Ricinusöl auftretende Fettsäure ist die Ricinolsäure mit einem Anteil von 80 %. In einem Molekül Ricinusöl sind also im Durchschnitt 2-3 Moleküle Ricinolsäure enthalten.

Reaktivkleben mit Ricinusöl

Chemikalien:

Ricinusöl, Diphenylmethan-diisocyanat, 1,4-Diazabicyclo[2.2.2]octan

Geräte:

Pipette (10 ml), Peleusball, Glasstab, Teclubrenner, Feuerzeug, Reagenzglasklammer, Spatel, Pappe, Reagenzglas, Handschuhe, Toilettenpapier, Tiegelfzange, Reagenzglasstopfen

Versuchsdurchführung:

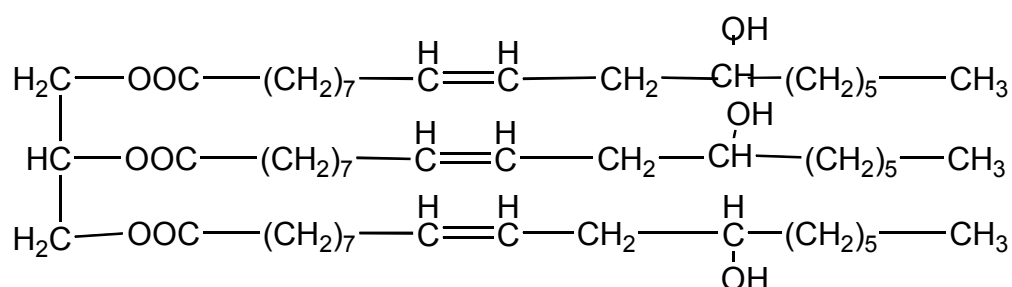
Man füllt in ein Reagenzglas 4 g Ricinusöl, gibt dann 1,2 ml Diphenylmethan-diisocyanat hinzu. Nun fugt man noch eine Spatelspitze des Aktivators 1,4-Diazabicyclo[2.2.2]octan hinzu und vermischt kräftig. Das Gemisch wird nun vorsichtig erhitzt. Man darf hier nicht zu lange erhitzen, da sonst die Polyadditionsreaktion schon im Reagenzglas endet, d.h. man hat ein festes Polyurethan im Reagenzglas und kann das Kleben vergessen. Treten in der Lösung kleine Klümpchen auf, so ist die Reaktion schon so weit fortgeschritten, daß man gute Klebeerfolge erzielen kann.

Klebeeigenschaften:

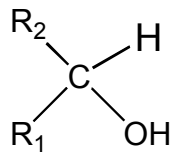
Styropor: sehr gut Glas: gut Kunststoff schlecht Sperrholz: sehr gut Pappe: sehr gut

Mechanismus:

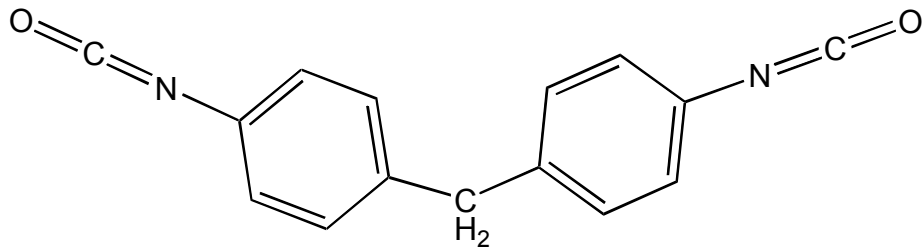
Ricinucöl:



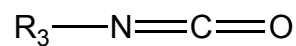
Vereinfacht als:



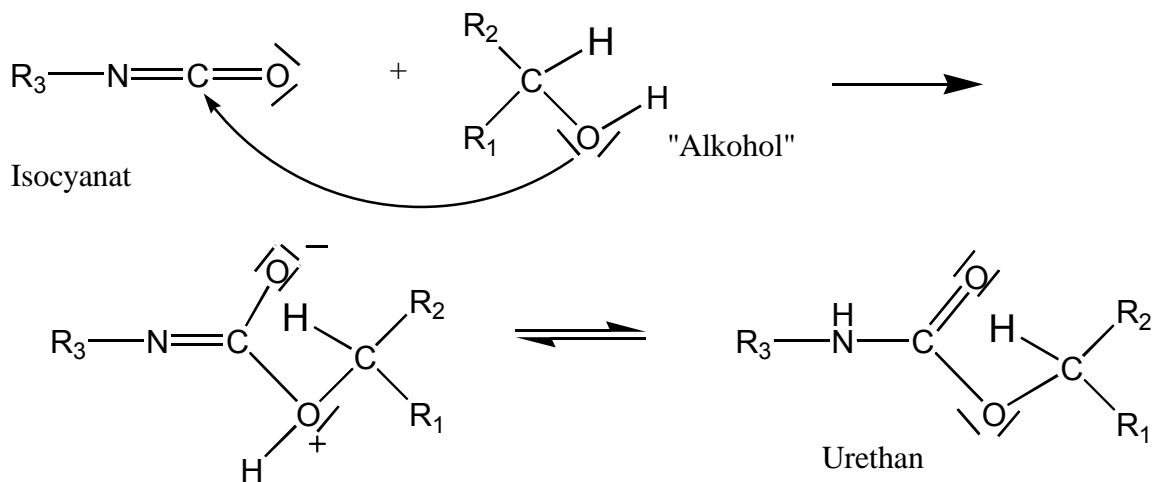
Zweite Komponente für das Reaktivkleben: Diphenylmethan 4,4'-diisocyanat:



vereinfacht als:



Mechanismus der Reaktion:



Die Hydroxid-Gruppe des Ricinusöls greift das Kohlenstoffatom der Isocyanat-Gruppe nucleophil an. Es bildet sich ein Zwischenprodukt, welches zwei mesomere Grenzstrukturen besitzt. Durch Verschiebung eines Protons entsteht zunächst ein Urethan.

Dadurch, daß alle Hydroxidgruppen des Ricinusöls zur Verfügung stehen und auch die zweite Isocyanat-Gruppe noch reagiert, entsteht durch Polyaddition ein hochvernetztes Polyurethan. 1,4-Diazabicyclo[2.2.2]octan dient als Katalysator.

- Polyvinylpyrrolidon Klebestifte
- Polystyrol Modellbaukleber
- Polymethacrylate Plastikkleber, Haftkleber
- Polyvinylacetat(VI, V2) Alleskleber, Holzleim
- Polyvinylacetat/Polyethylen Schmelzkleber(D) Modellbaukleber
- Polyurethane(" V 4") Kontaktkleber, Reaktionskleber
- Cyanacrylate(V5) Sekundenkleber
- Diacrylsäureester Schraubensicherungen
- Polyester(V 6) Metallkleber, Gießharze

4.2.1 Versuch 5:

Dieser Versuch befaßt sich mit der anionischen Schnellpolymerisation eines Sekundenklebers.

In den letzten Jahren sind die Sekundenkleber wieder ins Gerede gekommen. Man hat auch in letzter Zeit wieder häufiger Zeitungsberichten entnehmen können, daß der Sekundenkleber nicht ungefährlich ist. Meist waren die Zeitungsartikel wie folgt überschrieben: " Augenlieder mit Sekundenkleber zusammengeklebt" oder " Schmerzhaftes Trennung von Daumen und Zeigefinger nach Kleben mit Sekundenkleber". Wie man in dem Versuch gesehen hat, brauchte der Sekundenkleber nicht einmal eine Sekunde um auszuhärten, er härtete schon viel früher aus. Die im Versuch vorgelegten Hydroxid Ionen entstehen beim alltäglichen Kleben durch die Autoprotolyse des Wassers, welches durch die Luftfeuchtigkeit bereitgestellt wird.

Anionische Schnellpolymerisation von Cyanacrylaten:

Chemikalien:

Sekundenkleber, NaOH, $c(\text{NaOH}) = 2 \text{ mol/l}$, H_2O

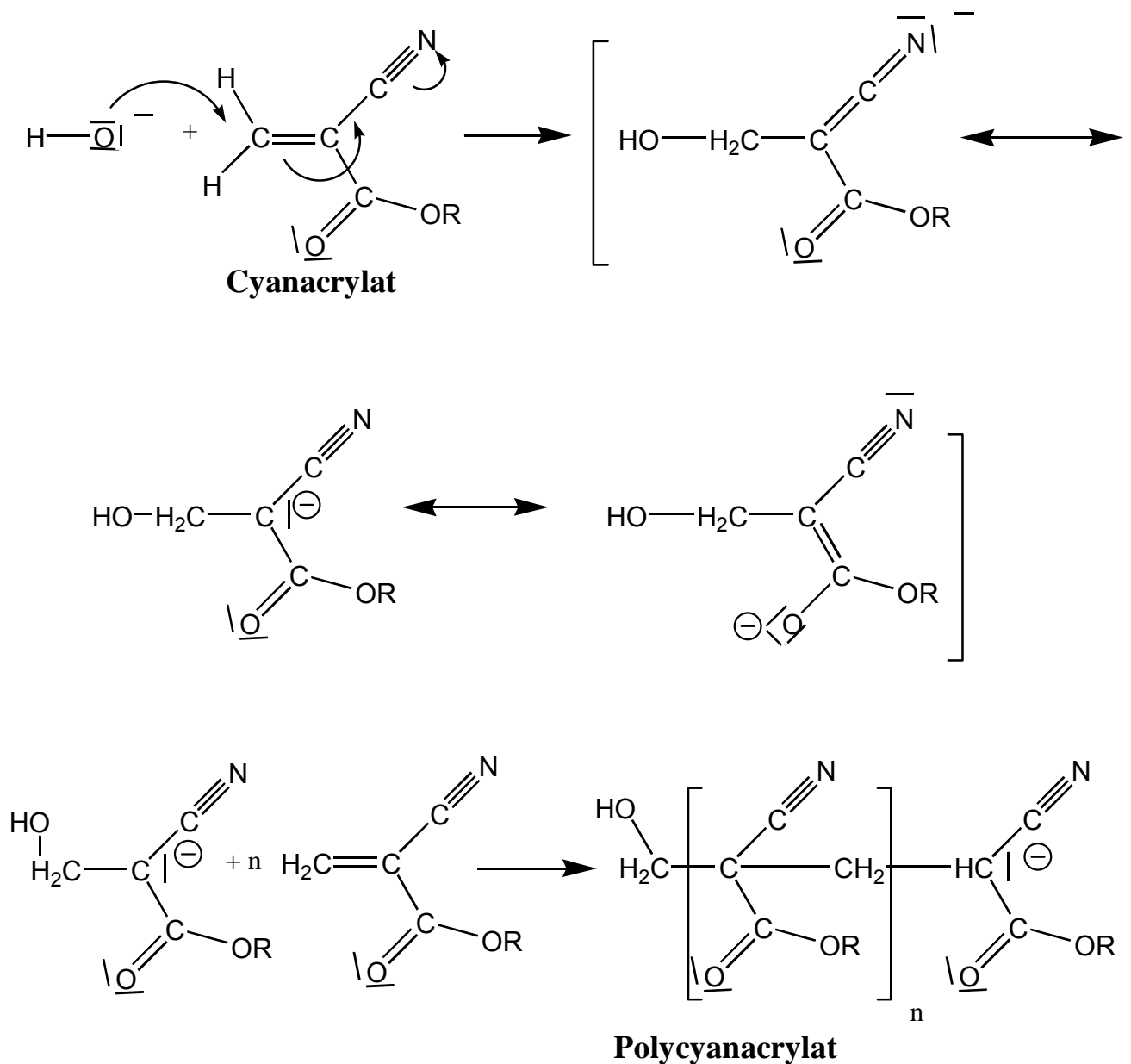
Geräte:

Petrischale (klein), Tiegelzange, Handschuhe

Versuchsdurchführung:

In ein 100 ml-Becherglas gibt man ca. 20 ml Natronlauge, $c = 0,2 \text{ mol/l}$. anschließend gibt man einige Tropfen des Sekundenklebers in die Natronlauge. Es bildet sich ein grau-weißes Polymerisat, welches wie ein Nagel aussieht, bzw. wie eine Qualle, falls das Gefäß nicht zu tief ist.

Mechanismus:



Das Hydroxid-Ion greift die reaktive Doppelbindung des Kohlenstoffatoms im Cyanacrylat nucleophil an. Es bildet sich ein Carbanion, welches durch drei mesomere Grenzstrukturen stabilisiert wird. Unter Zugabe von weiterem Cyanacrylat setzt nun das Kettenwachstum der Polymerisation ein. Es handelt sich hier um eine Polymerisation.

4.2.2 Versuch 6:

Der Versuch Nummer 6 befaßt sich mit der Herstellung eines Glyptal-Harzes. Dieses kann zum Verkleben von Metallen genutzt werden. Dies ist aber nicht das einzige Einsatzgebiet. Auch hier entsteht wieder wie beim Polyurethan ein dreidimensional stark vernetztes Gebilde. Dies beruht auf der Tatsache, daß sowohl das Edukt Glycerin als auch das Edukt Phthalsäureanhydrid mehrere reaktive funktionelle Gruppen hat.

Die Definition für Harze lautet wie folgt:

"Harz ist ein Sammelbegriff für flüssige bis feste organische Produkte, für die eine mehr oder weniger breite Verteilung der relativen Molmasse charakteristisch ist."

Herstellung eines Alkydharzes durch Polykondensation:

Chemikalien:

Glycerin, Phthalsäureanhydrid, Aceton (Lösungsmittel)

Geräte:

100 ml-Weithals-Erlenmeyerkolben, Feuerzeug, langer Glasstab, Handschuhe, Dreibein, Asbestnetz, Becherglas, Teclubrenner, Tiegelzange, 50 ml-Becherglas, Pinsel, Holz

Versuchsdurchführung:

In einem 100 ml-Weithals-Erlenmeyerkolben gibt man zu 4,6 g Glycerin 7,5 g Phthalsäureanhydrid und mischt diese gut durch. Nun erhitzt man mit dem Brenner - nicht auf voll auffreihen - (geradeso zwischen blauer- und gelber Flamme) - auf ca. 250 bis 280 °C, dann setzt die Reaktion unter Rauchbildung und Bildung von weißen Nadeln am oberen Rand des Gefäßes ein. Das Ende der Reaktion erkennt man daran, daß nur noch wenig Blasen aufsteigen und die Flüssigkeit viskoser wird (nicht zu lange warten, da sonst das Harz schon fest wird). Kurz vor Ende des Erhaltens muß man das Lösungsmittel Aceton zugeben, da das Harz sich sonst zu schnell verfestigt und man es nicht mehr aus dem Gefäß bekommt. Man darf das Aceton aber auch nicht zu früh zugeben, da es sonst schlagartig verdampft.

Klebeeigenschaften :

Styropor: sehr gut

Holz: mäßig

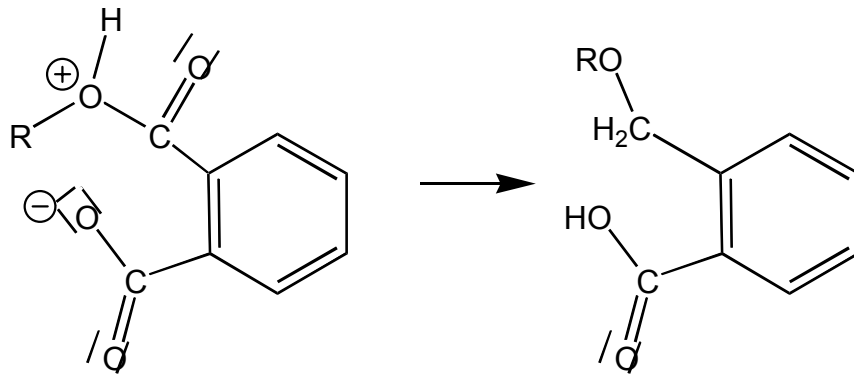
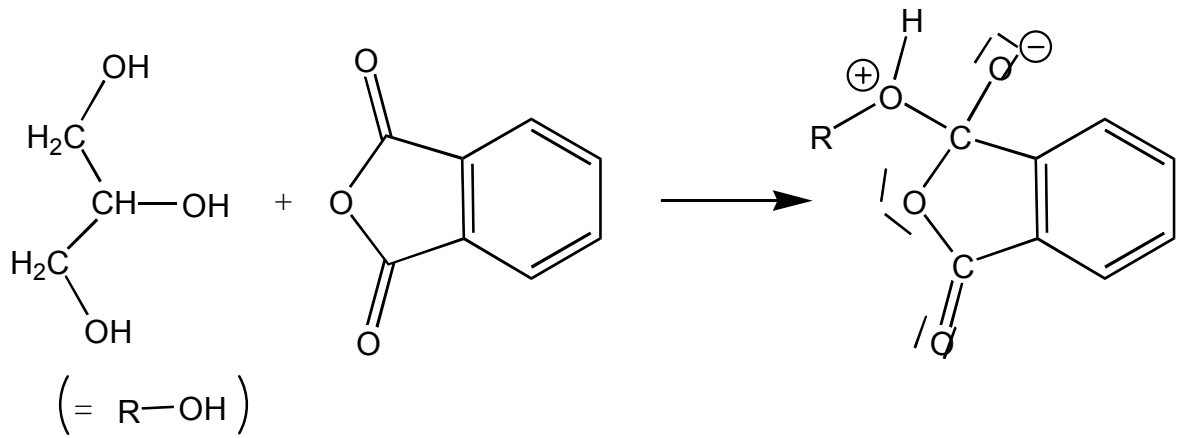
Sperrholz: gut

Kunststoff: schlecht

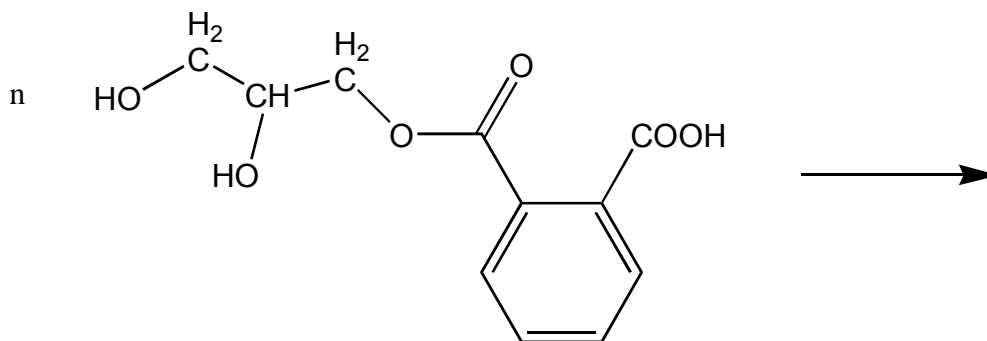
Glas: sehr gut

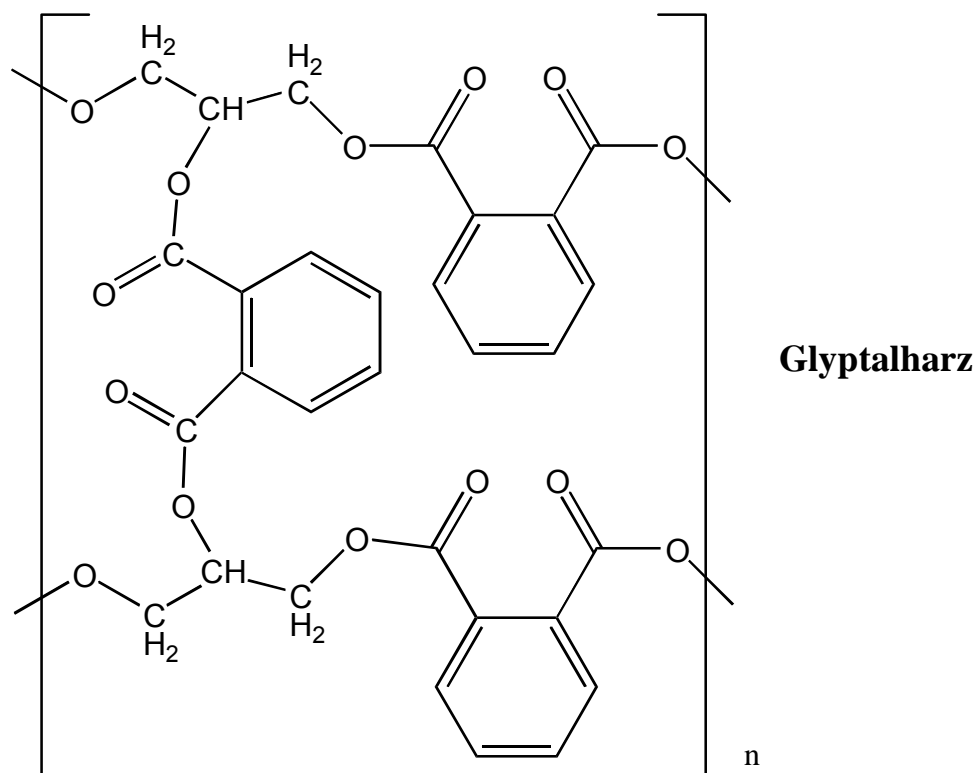
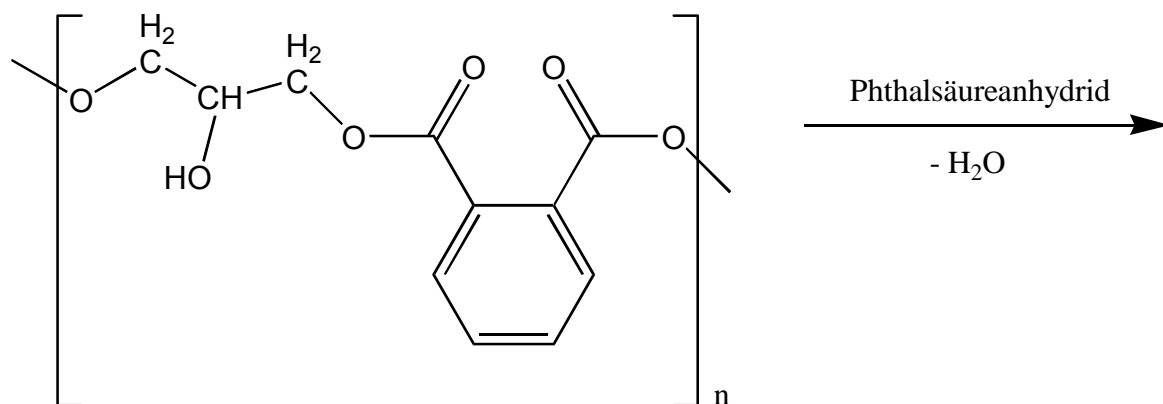
Pappe: schlecht

Mechanismus:



Polykondensation:





Die Hydroxid-Gruppe des Glycerins greift das C-Atom des Anhydrids nucleophil an. Es bildet sich ein Zwischenprodukt aus. Durch die Spaltung einer Kohlenstoff-Sauerstoff-Bindung wird der Ring aufgebrochen. Im nächsten Schritt wandert das Proton an die Carboxylat-Gruppe. Es entsteht ein Phthalsäuremonoester, welcher noch weiter verestert wird. Durch Polykondensation, d.h. unter Abspaltung von Wasser und weiterem Verbrauch von Phthalsäureanhydrid entsteht ein Polyesterharz, das sog. Glyptalharz. Dieses bildet

lineare Ketten, kann aber bei einem Überschuß von Phthalsäureanhydrid auch dreidimensional vernetzte Gebilde ergeben.

5 Vor- und Nachteile des Klebens.

In diesem Abschnitt soll nun die Anwendung der Klebstoffe im Vordergrund stehen. Es sollen hier einmal die Vor- und Nachteile des Klebens aufgeführt werden, um dem Leser Kriterien an die Hand zu geben, die ihm eine Entscheidung für oder wider das Kleben erleichtern soll. Die Vor- und Nachteile, welche in diesem Kapitel aufgeführt werden, sind verallgemeinert und treffen nicht alle auf jeden Klebstoff zu.

Zunächst sollen die Vorteile des Klebens in den Vordergrund gestellt werden. So ist ein großer Vorteil des Klebens die Tatsache, daß Kleben die unterschiedlichsten Materialien dauerhaft und sicher verbindet. Dadurch, daß der Klebstoff direkt auf die Füge­teile aufgebracht werden kann, sind keine Bohrungen nötig, welche das Material schwächen könnten. Die durch das Kleben hergestellten Verbindungen sind in der Regel gas- und flüssigkeitsdicht, so daß z.B. Rohre aus Kunststoff heutzutage meistens geklebt werden. Ein großer Vorteil gegenüber dem Schweißen und dem Löten ist, daß das Materialgefüge nicht verändert wird und so Angriffsflächen für Korrosion verhindert werden. Um Werkstoffe verschiedener Zusammensetzung dauerhaft zu verbinden, ist Kleben meist die einzige Möglichkeit.

Um aber nun die Wahl nicht zu einfach zu machen, sollte man sich auch folgende Nachteile vor Augen halten, wenn es darum geht zwei Teile dauerhaft miteinander zu verbinden. Ein großer Nachteil der Klebungen ist sicherlich die oft geringe mechanische Festigkeit. Sollte man etwas zusammenkleben wollen, daß einer großen Hitze ausgesetzt ist, so sollte man beachten, daß Klebungen meist nur gering thermisch belastbar sind (meist nur bis 125° C). Auch chemische Einflüsse und UV - Strahlung können die Klebung negativ beeinflussen. Sind die zusammengeklebten Teile hoher statischer Belastung ausgesetzt, so kann es zu Verformungen kommen, die sogar soweit gehen können, daß die Klebeverbindung gelöst wird. Um dem vorzubeugen, muß man die Klebung durch die Art des Zusammenklebens oder durch "Bandagen" stabilisieren.

Literaturangaben:

Praxis der Naturwissenschaften, Heft 7/38, 15. Oktober 1989: Klebstoffe

M. Just und A. Hradetzky, Chemische Schulexperimente. Bd. 4: Organische Chemie. Verlag Harry Deutsch, Frankfurt Main. 1978, S. 369 F. Bukatsch und W. Glöckner, Experimentelle Schulchemie, Bd. 8. Aulis Verlag, Köln 1977 F. Bukatsch und W. Glöckner, Experimentelle Schulchemie, Bd. 9. Aulis Verlag, Köln 1977

Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie, Bd. 14. Urban & Schwarzenberg, München 1957

C. Hennies und K. Imkampe, Klebstoffe im Chemieunterricht, Praxis (Chemie) 30, 301 (1981) Hollemann -Wiberg

P. Krebs, Mehrkomponentenklebstoffe- Grundlagen und Anwendungsgebiete. ChED 3/ 4 (1977) Chemie- Experiment und Didaktik

K. Großberger und A. Schleip, Kleben im Alltag. Praxis (Chemie) 38, Heft 7, S. 2 (1989) Bayer -Walter

Chiuz Heft 41980S. 124ff

Praxis der Naturwissenschaften, Heft 10/38, 15. Oktober 1981: Klebstoffe G. Vollmer und M. Franz, Chemie in Hobby und Beruf, Teil 2, Thieme