

Klebstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen – Caseinleim

Informationen


Schon vor vielen Jahrhunderten vermischten Menschen Milch oder Quark mit Kalk und mit Erdfarben. Damit klebten, verputzten und dekorierten sie zum Beispiel Hauswände. Dieser Leim ist wasserfest und sehr hitzebeständig. Leime sind Klebstoffe auf Wasserbasis, wobei es sich um kolloidale Lösungen von tierischen, pflanzlichen oder synthetischen Grundstoffen in Wasser handeln kann. Leime bestehen hauptsächlich aus tierischen Proteinen, das sind stickstoffhaltige, organische Stoffe, die in kaltem Wasser unlöslich, aber quellbar sind. Caseinleim bezeichnet einen Klebstoff, der durch eine alkalische Behandlung des Ausgangsstoffes, in diesem Fall des Caseins der Milch, hergestellt wird. Heute noch wird Casein als Grundlage von Papier- und Holzleim verwendet, besonders für die Etikettierung von Flaschen, weil Caseinleime eine hohe Anfangsklebkraft auf kalten Flaschen zeigen und wasserbeständig sind. Casein ist der Haupteiweißbestandteil der Milch und besteht je nach Milchart aus 17 bis 18 verschiedenen Aminosäuren.

Arbeitsaufträge

1. Führe den folgenden Versuch nach der Anweisung durch.
2. Notiere alle Beobachtungen.
3. Informiere dich über die Zusammensetzung von Milcheiweiß.

Material und Chemikalien

Waage, Becherglas, Spatel;
Casein,

	Piktogramme		H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge (GUV-SR 2004, Vers. 8,2010)
Natronlauge C = 2 mol/L		Gefahr	H314, H290	P: 280 330+331 305+351+338 308+310	

Durchführung

- Fülle 25 ml verdünnte Natronlauge in ein Becherglas.
- Löse unter Rühren 10 g Casein darin auf. Rühre gut um, sonst entstehen Klumpen.
- Lass die Mischung anschließend einige Minuten quellen.
- Führe dann Klebstests mit Papier, Pappe, Holz etc. durch.

Beobachtung

SEITE FÜR LEHRENDE

Klebstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen – Caseinleim

Sek I	Sek II
x	

Beobachtung

Es entsteht ein gelblich-weißer, milchiger, zähflüssiger Klebschaum. Der hergestellte Caseinleim braucht ca. drei Minuten zum Trocknen. Er klebt Papier und Pappe gut, aber Holz nicht.

Zeitdauer

Ca. 10 Minuten, ohne Klebversuche.

Erläuterungen

Bei der Herstellung des Klebstoffs bewirkt die Zugabe von Natronlauge eine Deprotonierung der Dicarbonsäuren und Bildung von Carboxylationen und Natriumionen. Dies verbessert die Löslichkeit des Caseins (Das Casein besteht aus 17 oder 18 Aminosäuren, darunter auch Asparagin- und Glutaminsäure.) in Wasser und bringt es so in Lösung. Nach dem Auftrag des Caseinklebstoffs bilden sich Adhäsionskräfte zu den polaren Oberflächen von Papier oder Holz. Beim Abbinden verdunstet das Lösemittel, hier das Wasser. Unter Abspaltung von Wasser entsteht im Trocknungsprozess eine zwei- bzw. dreidimensionale Vernetzung zwischen den Proteinketten, wodurch das Casein seine Festigkeit (Kohäsion) ausbildet, wodurch die Klebung belastbar wird.

Zusammensetzung von Milcheiweiß

Milchproteine	g/L	% des Gesamtproteins
Gesamtprotein	33	100
Casein gesamt	26	79,5
α (s1)-Casein	10	30,6
α (s2)-Casein	2,6	8
α -Casein	9,3	28,4
α -Casein	3,3	10,1
Molkeproteine (Lactalbumin, BSA, Immunglobuline, Lactoglobulin)	6,3	19,3

Tabelle 1: Proteingehalt der Milch (Quelle: <http://www.chemgapedia.de>)

Entsorgung

Die Zugabe von verdünnter Salzsäure führt zur Klumpenbildung des Caseins. Es kann in den Hausmüll entsorgt werden. Kleine Reste und das Natriumchlorid in Wasser können in den Ausguss gegeben werden. Caseinleim kann nicht aufbewahrt werden.

Literatur

Wagner, G. (2004): Kleben und Verbinden. NiU Chemie Heft 80
Quarks und Co.: (2000) Die Kunst des Klebens. WDR Köln

Klebstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen – Stärkekleister

Informationen

Der Begriff Kleister bezeichnet einen Klebstoff in Form eines wässrigen Quellungsprodukts, das im Unterschied zu Leimen schon in geringer Grundstoffkonzentration eine hochviskose, nicht Faden ziehende Masse bildet.

Um Kleister aus reiner Stärke herzustellen, wird die Stärke zunächst mit kaltem Wasser angerührt und dann – je nach Stärkesorte – mit kochendem Wasser überbrüht oder durchgekocht. Stärke ist zum Beispiel in Mais, Kartoffeln und Reis enthalten.

Der Stärkekleister gehört zu den physikalisch abbindenden Klebstoffen. Wässrige, physikalisch abbindende Klebstoffe bestehen aus einem Grundstoff als Bindemittel, welches aus natürlichen (z. B. Stärke) oder synthetischen (z. B. Polyvinylacetat) Polymeren bestehen kann. Im Klebstoff liegen die Polymere in einem Lösemittel oder Dispersionsmedium vor; dieses kann entweder Wasser oder ein leicht flüchtiges organisches Lösemittel sein. Stärkekleister gehört zu den auf Wasser basierenden Klebstoffen, die aus pflanzlichen Naturprodukten hergestellt werden. Dem Kleister werden verschiedene Zusatzstoffe wie Konservierungsmittel, Weichmacher, Stoffe zur Erhöhung der Wasserbeständigkeit, farbgebende Stoffe, Alterungs- und Oxidationsschutzstoffe zugesetzt.

Arbeitsaufträge

1. Führe den folgenden Versuch nach der Anweisung durch.
2. Notiere alle Beobachtungen.
3. Informiere dich über die Strukturen von Amylose, Amylopektin und Cellulose.

Material und Chemikalien

250-ml Becherglas, Heizplatte, pH-Papier, Messzylinder, Waage, Spatel, Glasrührstab;
Wasser, Maisstärke,

	Piktogramme		H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge (GUV-SR 2004, Vers. 8,2010)
Salicylsäure		Gefahr!	H302 H318 H315 H335	261, 270, 280, 302+352, 305+351+338	Organische Abfälle

Durchführung

- Erwärme ca. 120 ml Wasser bis zum Sieden.
- Stelle aus 10 g Stärke und 10 ml kaltem Wasser einen Brei her.
- Löse diesen Brei unter Rühren in dem kochenden Wasser auf.
- Füge anschließend eine Spatelspitze Salicylsäure zu.
- Führe mit dem Stärkeklebstoff Klebversuche mit Papier und Pappe durch.

Beobachtung

SEITE FÜR LEHRENDE

Klebstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen – Stärkekleister

Sek I	Sek II
x	

Beobachtung

Es entsteht ein milchig weißer dickflüssiger Kleister, der nach fünf Minuten Trockenzeit Papier und Pappe gut klebt. Das Papier weicht jedoch etwas durch.

Zeitdauer

Ca. 15 Minuten

Hinweis

Bereiten Sie das heiße Wasser möglichst vor dem Unterricht vor.

Entsorgung

Die Stärkekleisterreste können mit Wasser in den Ausguss gegeben werden. Der Stärkekleister kann luftdicht verschlossen 14 Tage aufbewahrt werden. Die Salicylsäure dient der Konservierung. Dadurch stellt sich ein pH-Wert von 2,5–3 ein, wodurch der Kleister weniger anfällig für Mikroorganismen ist.

Erläuterungen

In Verbindung mit Versuchen zur Kohäsion kann man anhand der ähnlichen Struktur des Stärkemoleküls und der Struktur von Cellulose sowie der zahlreichen funktionellen Gruppen auf eine hohe innere Festigkeit (Kohäsion), eine hohe Adhäsion und damit auf eine gute Klebwirkung schließen.

Stärkekleister sind in kaltem Wasser quellbar, aber unlöslich, ebenfalls sind sie unlöslich in organischen Lösemitteln (z. B. Aceton, Benzin, Alkohol, Ester). Auf über 60 °C erhitzt, tritt eine irreversible Umordnung der Molekularstruktur und eine Volumenvergrößerung bis zum 40-Fachen ein. Die Stärke verkleistert, sie bindet durch Wasserverdunstung physikalisch ab.

Stärke besteht aus zwei Molekülformen: der Amylose und dem Amylopektin. In der Amylose sind Glukosemoleküle überwiegend zu unverzweigten Ketten miteinander verbunden, die eine spiralförmige Helix bilden. In heißem Wasser suspendiert die Amylose in Lösung.

Die einzelnen Moleküle der Amylose sind über α -1,4 glykosidische Bindungen miteinander verknüpft.

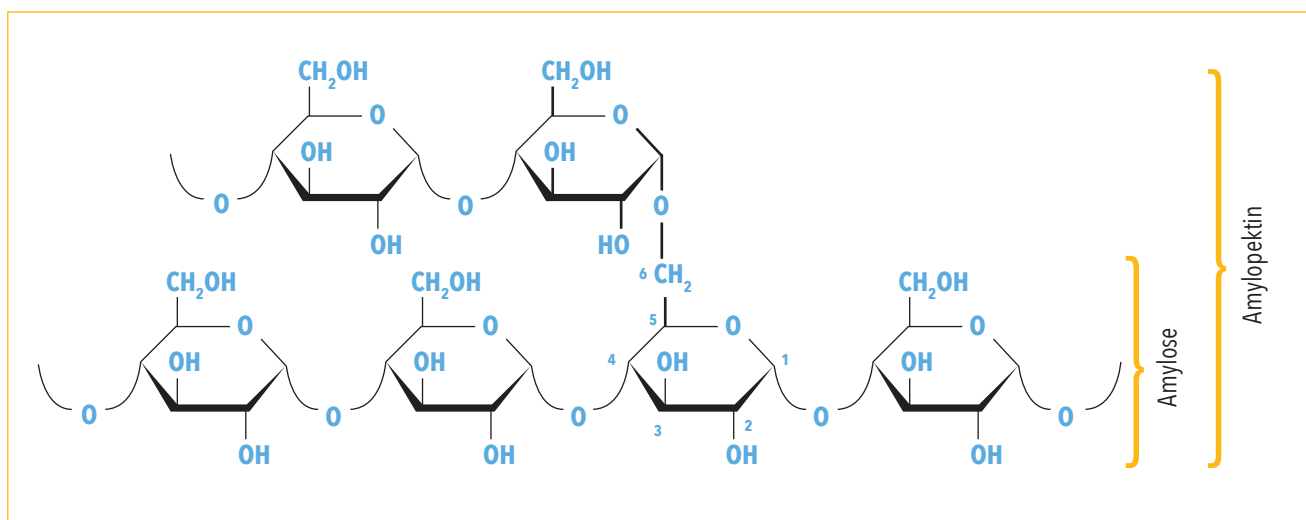


Abbildung Stärke: aus Roempp

SEITE FÜR LEHRENDE

Klebstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen – Stärkekleister

Amylopektin enthält neben den für Amylose beschriebenen α -1,4-Verknüpfungen zusätzlich α -1,6 glykosidische Bindungen (ca. 4–6 %), wodurch Kettenverzweigungen zustande kommen. Der durchschnittliche Abstand zwischen den Verzweigungsstellen beträgt etwa 12 bis 17 Glukose-Einheiten. Die Molmasse von M, 10^7 – 10^8 entspricht ca. 10^5 Glucose-Einheiten, womit Amylopektin zu den größten Biopolymeren gehört.

Stärke	Amylose-Gehalt (%)	Wassergehalt (%)	Verkleisterungstemperatur (°C)
Kartoffelstärke	17–22	17–18	58–60
Maisstärke	0–42	10–15	63–70
Reisstärke	12	12	72
Weizenstärke	16–18	12	50

Tabelle: Zusammensetzung und Eigenschaften der Stärken bestimmter Stammpflanzen.

Cellulose ist der Hauptbestandteil von Papier und Pappe. Der ähnliche Molekülaufbau von Stärke und von Cellulose mit vielen funktionellen Gruppen erleichtert die Ausbildung von Wasserstoffbrückenbindungen und somit die Adhäsion. Dies zeigt, dass Klebstoff und Werkstück zueinander passen müssen und nicht jeder Klebstoff jede Art von Werkstück kleben kann. Es gibt also nicht *den* Klebstoff, sondern für (fast) jeden Anwendungsbereich einen geeigneten Klebstoff.

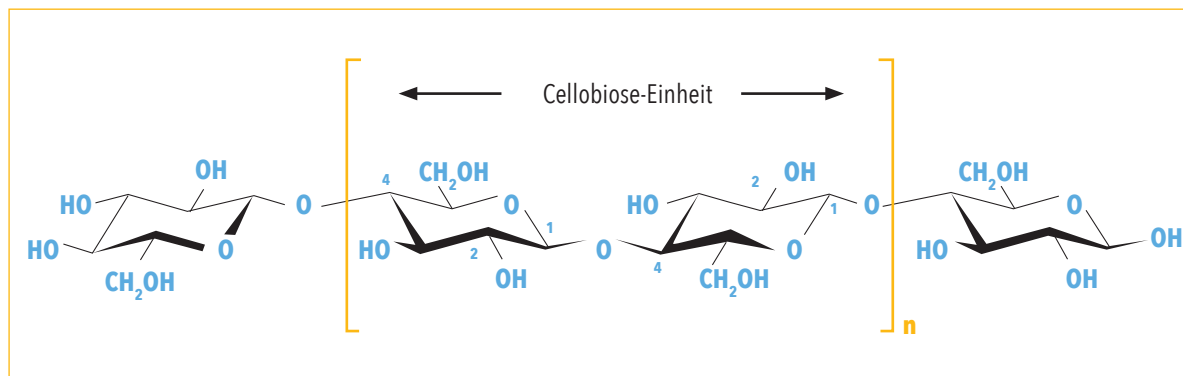


Abbildung Cellulose: aus Roempp

Literatur

- Wagner G.: (2004) Kleben und Verbinden, NiU Chemie Heft 80
 Quarks und Co.: (2000) Die Kunst des Klebens, WDR Köln
 www.roempp.com Stichworte: Cellulose, Stärke

Klebstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen – Gelatineleim

Informationen

Leime bestehen aus stickstoffhaltigen, tierischen Proteinen, die in kaltem Wasser unlöslich sind, aber darin quellen. Erst durch das anschließende Erwärmen werden sie löslich und entwickeln ihre Klebkraft. Beim Erkalten gelieren sie zu einer elastischen Masse, der Gallerte. Als einziger der ehemals vielen Vertreter ist zumeist nur noch die Gelatine bekannt. Bei Gelatine liegt eine hoch gereinigte Substanz vor, die hauptsächlich aus Glutin besteht und Namensgeber für die ganze Gruppe der Glutinleime ist. Bei Gelatine wird heute hauptsächlich auf Gelierfähigkeit geachtet, bei den Leimen auf die Klebkraft. Bei der Bezeichnung wird häufig das Rohprodukt als Namensgeber herangezogen, wie bei Knochen-, Haut- oder Lederleim.

Arbeitsaufträge

1. Führe den folgenden Versuch nach der Anweisung durch.
2. Notiere alle Beobachtungen.
3. Vergleiche die Klebwirkungen mit anderen Leimen.

Material und Chemikalien

100-ml-Becherglas, Glasrührstab, Spatel, Heizplatte, Thermometer, Messzylinder, Waage, Kristallisierschale; Glycerin, Speisegelatine, demineralisiertes Wasser, Zucker.

Durchführung

- Gib 0,5 ml Glycerin, 7,5 g Zucker und 20 ml Wasser in das Becherglas.
- Rühre die Gelatine gut unter und lasse das Gemisch ca. eine halbe Stunde bei Raumtemperatur stehen.
- Die erhaltene Masse lässt du anschließend im Wasserbad bei 50–60 °C schmelzen.
- Führe Klebversuche mit Papier, Holz und Kunststoff durch.

Beobachtung

SEITE FÜR LEHRENDE

Klebstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen – Gelatineleim

Sek I	Sek II
x	

Beobachtung

Die Klebwirkung ist hervorragend.

Zeitdauer

Ca. 40 Minuten

Hinweis

Der Gelatineklebstoff erstarrt sehr schnell an der Luft.

Entsorgung

Der Leim kann im Hausmüll entsorgt werden.

Erläuterungen

Chemisch gesehen ist Gelatine ein Gemisch von Polypeptiden. Das Gemisch wird vornehmlich durch eine mehr oder weniger weit geführte Hydrolyse des in Schwarten vom Schwein, in der Spalthaut des Rindes/Kalbes sowie deren Knochen enthaltenen Collagens gewonnen. Die Weltproduktion beträgt etwa 270.000 Tonnen/Jahr. In den Handel gelangt Gelatine für den Lebensmittelbereich vorwiegend als Granulat, daneben als Blattgelatine und als Lösung. Die Aminosäurezusammensetzung entspricht weitgehend der des Collagens, aus dem sie gewonnen wurde, und enthält mit Ausnahme des Tryptophans und des Methionins alle essenziellen Aminosäuren; Leitaminosäure ist Hydroxyprolin. Gelatine enthält neben wenig Wasser 84–90 Prozent Eiweiß und 2–4 Prozent Mineralstoffe. Gelatinemoleküle bilden große Netze. Wird die Gelatine in Wasser zum Quellen gebracht, lagert sich das Wasser in den Freiräumen des dreidimensionalen Netzwerkes der Riesenmoleküle ein. Gelatine kann entweder als Sol (gelöst) oder als Gel (fest) vorliegen. Sol ist die Bezeichnung für eine kolloidale Lösung, in der ein fester oder flüssiger Stoff in feinsten Verteilung in einem festen, flüssigen oder gasförmigen Medium dispergiert ist. Bei gasförmigen Dispersionsmedien spricht man von Aerosolen. Durch Koagulation (Flockung, Ausflockung) geht ein Sol in ein Gel über.

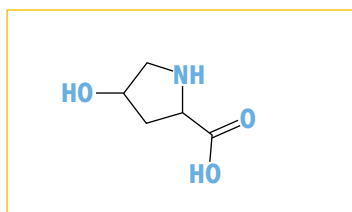


Abbildung: Hydroxyprolin

Literatur

Quarks und Co.: (2000) Die Kunst des Klebens, WDR Köln
<http://www.roempp.com/prod/index1.html>
<http://de.wikipedia.org/wiki/Hydroxyprolin> (20-08-2007)

Klebstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen – Klebstoff aus Gummibärchen

Informationen

Gummibärchen werden aus Saccharose und anderen Zuckerarten, Glukosesirup und Invertzucker unter Verwendung von gelbildenden Stoffen wie Agar-Agar, Pektin, Gelatine, Stärke sowie unter Zusatz von Säuren, färbenden Stoffen und Aromastoffen hergestellt. Können Lebensmittel als Klebstoffe verwendet werden? Seit mehr als 6000 Jahren sind Klebverbindungen bekannt, bei denen als Materialien für die Klebstoffe pflanzliche und tierische Rohprodukte verwendet wurden. Diese Produkte enthalten Kohlenhydrate oder Proteine, die durch Verdunsten des Lösemittels – Wasser – abbinden.

Arbeitsaufträge

1. Führe den Versuch durch und notiere deine Beobachtungen.
2. Vergleiche die Klebwirkung der Masse an den drei verschiedenen Materialien.
3. Recherchiere, welcher Stoff hier als Klebstoff dient: Proteine oder Kohlenhydrate?

Material und Chemikalien

Becherglas, Wasserbad, Thermometer, Heizplatte, Pinsel, Glasstab, Wägeschälchen aus Plastik, Objektträger aus Glas, Papier; 5 Gummibärchen einer Farbe, demineralisiertes Wasser.

Durchführung

- Gib fünf Gummibärchen einer Farbe in ein kleines Becherglas. Erwärme sie vorsichtig in einem Wasserbad auf 60 °C.
- Zu dieser Masse gibst du einige ml Wasser, bis sich die Mischung gut mit einem Pinsel verstreichen lässt.
- Teste die Klebwirkung der Masse an drei verschiedenen Materialien.

Beobachtung

SEITE FÜR LEHRENDE

Klebstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen – Klebstoff aus Gummibärchen

Sek I	Sek II
x	

Beobachtung

Die Gummibärchen schmelzen in ca. 10 Minuten zu einer zähen, klebrigen Masse. Die Geräte lassen sich gut mit Wasser reinigen.

Gummibärchenmasse zwischen Wägeschälchen (Plastik) aufgetragen:

Die Plastikschälchen haften mit der Zeit immer besser aneinander. Nach fünf Minuten zieht der Klebstoff noch Fäden, wenn man die Schälchen trennen will. Nach 15 Minuten benötigt man schon einen größeren Kraftaufwand, um die Schälchen voneinander zu lösen.

Gummibärchenmasse zwischen Objektträgern (Glas) aufgetragen:

Die Objektträger haften von Anfang an gut aneinander. Nach 15 Minuten hat sich die Klebfähigkeit noch weiter verstärkt.

Gummibärchenmasse zwischen Papier aufgetragen:

Nach 15 Minuten kleben die Papierhälften ähnlich stark wie wiederverschließbare Briefumschläge.

Zeitdauer

15 Minuten zur Herstellung des Gummibärchenklebstoffs und etwa 15 Minuten Beobachtungszeit

Hinweis

Bei dem Versuch sollte man gut rühren, sonst entstehen Klumpen, die jedoch die Klebwirkung nicht wesentlich beeinträchtigen.

Entsorgung

Der Klebstoff kann im Hausmüll entsorgt werden.

Erläuterungen

Gummibärchen enthalten zwei Hauptbestandteile: Zucker und Gelatine. Die wirksame klebende Substanz ist die Gelatine, wobei die Mischung mit den Kohlenhydraten besser klebt als Gelatine allein.

Gelatine besteht aus drei schraubenförmig ineinander verschlungenen Protein-Molekülketten. Durch Querverbindungen zu anderen Molekülen bilden sich ausgedehnte Netze. Deshalb ist Gelatine zunächst eine feste Substanz. Damit daraus ein Klebstoff entsteht, wird die Gelatine in Wasser zum Quellen gebracht. Dabei lagert sich das Wasser in den Freiräumen des dreidimensionalen Netzwerkes der Riesennoleküle ein. Diesen Prozess kann man auch unmittelbar beobachten, denn quellende Gelatine saugt Wasser wie ein Schwamm auf. In warmem Wasser löst sich die gequollene Gelatine auf, wobei sich die miteinander vernetzten Riesennoleküle voneinander trennen und frei im Wasser herumschwimmen. Diesen Zustand nennt man „Sole“.

Da Eiweiße sehr hitzeempfindlich sind, darf die Temperatur für die Solebildung keinesfalls auf über 60 °C ansteigen. Im „Solzustand“ ist der Gelatineklebstoff also flüssig, im späteren, abgekühlten Zustand als Gelatine-Gel hingegen fest. Diese beiden Aggregatzustände – flüssig und fest – liegen beim Gelatineklebstoff sehr eng beieinander. Wird der Klebstoff aufgetragen, kommt er an die Luft und erstarrt in Bruchteilen von Sekunden, noch bevor das Lösemittel, also Wasser, komplett entwichen ist. Man spricht von einem schnellen Anzug.

SEITE FÜR LEHRENDE

Klebstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen – Klebstoff aus Gummibärchen

Aus diesem Grund kommt Gelatineleim nach wie vor überall dort zum Einsatz, wo es auf hohe Anfangsfestigkeit ankommt, zum Beispiel in der Buchproduktion. Hier benötigt man Gelatineleim, der aufgrund seines sehr schnellen Abbindens und der damit erzielbaren sehr schnellen Anfangshaftung in der Lage ist, die umgeschlagenen Ecken des äußeren Einschlags der Buchdecke sicher zu kleben.

Gelatineleim klebt nur poröse Materialien, also vor allem natürliche Werkstoffe wie Holz, Leder oder Papier. Betrachtet man diese Materialien durch die Lupe, werden unzählige Vertiefungen, Ritzen und Nischen sichtbar, d.h. solche Materialien besitzen eine große Oberfläche, und es können viel Adhäsionspunkte entstehen. Geht der Leim vom Sol- in den Gelzustand über, erstarrt der Klebstoff, und die Moleküle sitzen fest – mit dem einen Ende am zu klebenden Material, mit dem anderen im Netzwerk der Gelatine. Gleichzeitig beginnt der Klebstoff abzubinden, dazu muss sich das Wasser verflüchtigen. Ein Teil zieht in den Werkstoff – deshalb kann man keine wasserabweisenden Materialien wie Kunststoff mit Gelatineleim kleben –, der Rest entweicht über die Klebfuge. Zum Schluss kommen nochmals faszinierende natürliche Effekte ins Spiel, denn die riesenhaften Molekülspiralen ziehen sich jetzt zusammen. Dabei entwickeln sie eine enorme Kraft, die Klebfuge schrumpft auf ein Minimum, und der Klebstoff hält nun felsenfest (verändert nach <http://www.hobbythek.de/archiv/306/>).

Literatur

Chemie Entdecken: (2002) Experimentalwettbewerb der Klassenstufen 6 – 10 in NRW.
Hobbythek WDR: <http://www.hobbythek.de/archiv/306/> (25.08.2004)

Warum Klebstoffe kleben – Adhäsion und Kohäsion

Informationen

Nach DIN EN 923 wird ein Klebstoff als „nichtmetallischer Werkstoff definiert, der Körper durch Oberflächenhaftung und innere Festigkeit (Adhäsion und Kohäsion) verbinden kann, ohne dass sich das Gefüge der Körper wesentlich ändert.“


Um diese Definition zu verstehen, muss man sich klar machen, was Adhäsion und Kohäsion bedeuten.

Arbeitsaufträge

1. Führen Sie den Versuch durch und notieren Sie Ihre Beobachtungen.
2. Informieren Sie sich genauer über die Begriffe Adhäsion und Kohäsion.
3. Deuten Sie die Versuchsergebnisse.

Material und Chemikalien

Mehrere saubere Objektträger aus Glas, planare Glasplatten oder CDs;
Wasser, Glycerin, Speiseöl,

	Piktogramme	H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge (GUV-SR 2004, Vers. 8,2010)
Brennspiritus		225	210	

Durchführung

- Nehmen Sie einen Objektträger und geben Sie drei Tropfen Wasser darauf. Legen Sie dann einen zweiten Objektträger auf den befeuchteten ersten.
- Wiederholen Sie den Versuch mit den anderen Objektträgern, und nehmen Sie anstelle von Wasser drei Tropfen der anderen Flüssigkeiten.
- Versuchen Sie nun jeweils, die beiden Objektträger senkrecht (Zugrichtung) auseinanderzuziehen. Dann versuchen Sie, sie waagrecht (Scherrichtung) gegeneinander zu verschieben.
- Vergleichen Sie Ihre Ergebnisse und überlegen Sie, wie die Ergebnisse gedeutet werden können.

Beobachtung

SEITE FÜR LEHRENDE

Warum Klebstoffe kleben – Adhäsion und Kohäsion

Sek I	Sek II
x	x

Beobachtung

Versucht man, die Objektträger senkrecht (Zugrichtung) voneinander zu trennen, so ist dies bei den leichter flüssigen (viskosen) Substanzen mit weniger Kraftaufwand möglich als bei Öl und Glycerin.

Verschiebt man die Objektträger waagrecht (Scherrichtung) gegeneinander, so geht dies bei Wasser und Brennspritus sehr leicht. Der obere Objektträger gleitet auf der Flüssigkeitsschicht schnell und leicht hin und her. Bei Glycerin und Öl ist das Verschieben der Objektträger schwerer und langsamer, da die beiden Objektträger stärker aneinanderhaften, da die Kohäsion innerhalb dieser Flüssigkeiten, im Vergleich zu Wasser, höher ist.

Zeitdauer

15 Minuten

Hinweis

Man kann auch weitere Versuche mit Spülmittel, Wachs oder Honig durchführen.

Entsorgung

Die Objektträger können mit Spülmittel gereinigt werden.

Erläuterungen

Brennspritus, Wasser, Öl und Glycerin haben eine innere Festigkeit (Kohäsion), die aber zu gering ist, als dass sie als Klebstoffe eingesetzt werden könnten. Die Unterschiede in den Versuchen ergeben sich durch stärkere Adhäsionskräfte von Wasser und Brennspritus zum Glas, aber geringere Kohäsionskräfte als die hoch viskosen Flüssigkeiten wie Öl, Glycerin oder Honig.

Adhäsion

Der Begriff Adhäsion leitet sich vom lateinischen Wort „adhaerere“ (anhaften) ab und bezeichnet alle Kräfte, die an den Berührungsflächen von Klebstoff und Werkstoff deren Zusammenhaften bewirken. Die Adhäsionskräfte treten immer an Grenzflächen von festen Stoffen auf und bewirken die Haftung des Klebstoffs am Werkstoff. Der Klebstoff überbrückt als Kontaktschicht die Unebenheiten auf den Oberflächen der beiden Teile, die gefügt werden sollen.

Drei Komponenten spielen dabei eine Rolle: Zwischen einzelnen Molekülen entstehen Bindungskräfte (physikalische Adhäsion), bei chemisch reaktiven Systemen können sich gewöhnliche chemische Bindungen zu den Fügeanteilen ausbilden (chemische Adhäsion), und bei einer genügend rauen Oberfläche kann es zu einer mechanischen Verankerung durch die feste Anlagerung in den Vertiefungen (mechanische Adhäsion) kommen, wobei die physikalische Adhäsion die wichtigste Rolle spielt. Je größer die Kontaktfläche ist desto stärker ist die Adhäsion. Aber durch Adhäsion entsteht noch kein fester Zusammenhalt. Die maximale Klebfestigkeit entsteht durch Adhäsion und Kohäsion.

Kohäsion

Das Wort Kohäsion kommt vom lateinischen Begriff „cohaerere“ (zusammenhängen) und bezeichnet eine Kraft, die die innere Festigkeit zwischen den Molekülen im Klebstoff beschreibt. Kohäsionskräfte wirken besonders stark in festen Körpern. Beim Abbinden bilden die Kohäsionskräfte den festen Klebfilm. Die Lösemittel verhindern ein frühzeitiges Abbinden. Beim physikalischen Abbinden bilden elektromagnetische Wechselwirkungen (zwischenmolekulare Wechselwirkungen) zwischen den Klebstoffmolekülen die Grundlage der Kohäsion. Beim chemischen Aushärten verfestigt sich der Klebstoff hauptsächlich über chemische Bindungen zwischen den Klebstoffmolekülen, aber auch über neu erzeugte Bindungen, zum Beispiel durch die Vernetzung kurzkettiger Moleküle zu langkettigen Molekülen, sowie durch zwischenmolekulare Wechselwirkungen zwischen den Klebstoffmolekülen. In speziellen Fällen kann auch eine mechanische Verklammerung verschiedener Klebstoffmoleküle einen Beitrag zur Kohäsion liefern.

Warum Klebstoffe kleben – Adhäsion und Kohäsion

Literatur

Wagner, G. (2004): Klebstoffe und Kunststoffe. NiU Heft 80. S. 27

Quarks und Co.: (2000) Die Kunst des Klebens, WDR Köln

<http://de.wikipedia.org/> Stichwort: Klebstoffe

Irmer, E. (2007): Klebstoffe – ein Thema für den Chemieunterricht in Klasse 7. MNU 60/1, S. 36-42

Warum Klebstoffe kleben – Adhäsions- und Kohäsionskräfte

Informationen

Die Eigenschaften eines Klebstoffs werden maßgeblich von seiner Oberflächenhaftung (Adhäsion) und seiner inneren Festigkeit (Kohäsion) bestimmt.

In diesem Experiment untersuchen wir diese Kräfte etwas genauer.

Arbeitsaufträge

1. Führen Sie den Versuch durch und notieren Sie Ihre Beobachtungen.
2. Informieren Sie sich genauer über die Begriffe **Adhäsion** und **Kohäsion**.
3. Deuten Sie die Versuchsergebnisse. Verwenden Sie auch die Versuchsergebnisse aus Experiment 4.

Material und Chemikalien

Mehrere saubere Objektträger oder Platten aus Glas, CDs,
Wasser, Glycerin.

Durchführung

- Nehmen Sie zwei Objektträger und geben Sie je drei Tropfen Wasser darauf. Dann legen Sie jeweils einen zweiten Objektträger auf die befeuchteten ersten.
- Wiederholen Sie den Versuch mit anderen Objektträgern und nehmen Sie anstelle von Wasser drei Tropfen Glycerin.
- Geben Sie jeweils ein Objektträgerpaar mit Wasser und eins mit Glycerin für ca. 30 Minuten in das Eisfach. Die anderen lassen Sie bei Zimmertemperatur liegen.
- Nach dem Herausnehmen aus dem Eisfach versuchen Sie, alle Objektträgerpaare senkrecht (Zugrichtung) und waagrecht auseinanderzuziehen.
- Vergleichen Sie die Kräfte, die notwendig sind, um die kalten bzw. zimmerwarmen Objektträger auseinanderzuziehen.

Beobachtung

SEITE FÜR LEHRENDE

Warum Klebstoffe kleben – Adhäsions- und Kohäsionskräfte

Sek I	Sek II
x	x

Beobachtung

Versucht man, die Objektträger bei Raumtemperatur senkrecht (Zugrichtung) voneinander zu trennen, so ist dies bei Wasser als Zwischenschicht mit weniger Kraftaufwand möglich als bei Glycerin. Verschiebt man die Objektträger bei Raumtemperatur waagrecht (Scherrichtung) gegeneinander, so geht dies bei Wasser sehr leicht. Der obere Objektträger gleitet auf der Flüssigkeitsschicht schnell und leicht hin und her. Bei Glycerin ist das Verschieben der Objektträger schwerer und langsamer, da die Kohäsion im flüssigen Glycerin höher ist, als im Wasser.

Bei den kalten Versuchsansätzen ist die Trennung in beiden Fällen schwerer. Bei den mit Wasser benetzten Objektträgern ist eine Trennung in der Regel nicht möglich, solange das Wasser zwischen den Platten gefroren ist. Die Experimente können auch mit planaren Glasplatten sowie CDs durchgeführt werden.

Zeitdauer

Ca. 40 Minuten

Entsorgung

Die Objektträger werden mit Spülmittel gereinigt.

Erläuterungen

Wasser und Glycerin haben eine innere Festigkeit (Kohäsion), die aber zu gering ist, als dass sie als Klebstoffe eingesetzt werden könnten. Die Unterschiede in den Versuchen ergeben sich durch stärkere Adhäsionskräfte von Wasser zum Glas, aber geringere Kohäsionskräfte im Vergleich zu der hochviskosen Flüssigkeit Glycerin.

In diesem Versuch entstehen durch das Einfrieren der Wasserschicht hohe Kohäsionskräfte zwischen den Wassermolekülen, die die Trennung der Glasplatten erschweren. Glycerin bleibt trotz des Abkühlens flüssig, sodass die Kohäsionskräfte sich nicht so stark ausprägen.

Literatur

Wagner, G.: (2004) Kleben und Verbinden. NiU Heft 80. S.

Quarks und Co.: (2000) Die Kunst des Klebens, WDR Köln

<http://de.wikipedia.org/> Stichwort: Klebstoffe

Warum Klebstoffe kleben – Benetzung – Tropfenformen von Flüssigkeiten

Informationen

Die Tropfenform gibt Auskunft über die Adhäsionskräfte zu den Oberflächen sowie über die Kohäsionskräfte der Flüssigkeit.

Arbeitsaufträge

1. Führen Sie den Versuch durch und notieren Sie Ihre Beobachtungen.
2. Informieren Sie sich genauer über die Begriffe **Adhäsion** und **Kohäsion**.
3. Deuten Sie die Versuchsergebnisse.

Material und Chemikalien

Mehrere saubere Glasplatten, mehrere PE-Platten, PVC-Platten, CDs, Alubleche oder andere Metallbleche;
Wasser, Glycerin, Speiseöl.

	Piktogramme	H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge (GUV-SR 2004, Vers. 8,2010)
Brennspiritus		225	210	

Durchführung

- Führen Sie mehrere Versuchsreihen durch.
- Legen Sie mehrere verschiedene Bleche oder Platten vor sich hin.
- Tropfen Sie darauf jeweils einen Tropfen Wasser und zeichnen Sie die Tropfenform ab.
- Erstellen Sie eine Reihenfolge von der am besten benetzten Oberfläche bis zur wenig benetzten Oberfläche.
- Führen Sie diese Versuchsreihe mit anderen Flüssigkeiten durch. Verändern Sie dabei nicht das Oberflächenmaterial.
- Erstellen Sie wieder eine Reihenfolge zur Oberflächenbenetzung.

Beobachtung

SEITE FÜR LEHRENDE

Warum Klebstoffe kleben – Benetzung – Tropfenformen von Flüssigkeiten

Sek I	Sek II
x	x

Beobachtung

Es bilden sich verschiedene kugelige Tropfenformen aus. Tropfen mit einer kugeligen Form besitzen eine große Kohäsion und eine große Oberflächenspannung. Die Tropfenform ist auch abhängig vom Material der Platten.

Zeitdauer

15 Minuten

Hinweis

Man kann auch weitere Versuche mit diversen Substanzen durchführen, etwa Klebstoffen.

Entsorgung

Die Objektträger können mit Spülmittel gereinigt werden.

Erläuterungen

Für eine gute Klebung ist eine gute Benetzung unablässig. Benetzung ist eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung für eine gute Klebung. Ein Klebstoff muss nach dem Auftragen möglichst nah an die Oberflächen der Füge­teile gelangen, um eine gute Adhäsion zu den Füge­te­iloberflächen ausbilden zu können. Für eine gute Klebung müssen aber innerhalb des Klebstoffs nach dem Abbinden hohe Kohäsionskräfte wirken. Speiseöl bildet aufgrund seiner höheren Kohäsion einen stärker kugelförmigen Tropfen als Wasser auf Glas. Wasser bildet dafür höhere Adhäsionskräfte aus. Sind die Adhäsionskräfte zu niedrig, ist keine Klebwirkung zu erreichen.

Oberflächenspannung

Unter Oberflächenspannung versteht man die an einer Oberfläche wirkenden Kräfte, die bestrebt sind, die Oberfläche zu verkleinern. Je größer die Oberflächenspannung zum Beispiel einer Flüssigkeit ist, desto größer sind die Kräfte, die einen Tropfen dieser Flüssigkeit zusammenhalten.

Zur weiteren Erläuterung siehe Kapitel 3.3

Literatur

Wagner, G. (2004): Klebstoffe und Kunststoffe. NiU Heft 80. S. 27

Quarks und Co: (2000) Die Kunst des Klebens, WDR Köln

<http://de.wikipedia.org/> Stichwort: Klebstoffe

Irmer, E.: (2007) Klebstoffe – ein Thema für den Chemieunterricht in Klasse 7. MNU 60/1, S. 36-42

Warum Klebstoffe kleben – Die Auswirkung unsauberer Oberflächen

Informationen

Bei mikroskopischer Betrachtung von glatten Oberflächen sieht man, dass diese uneben sind. Sie zeigen viele Tiefen und Höhen. Klebstoffe müssen mit der Oberfläche eine gute Verbindung eingehen können und möglichst in die Rauigkeiten der Oberfläche eindringen können. Deshalb sind sie zu Beginn des Klebprozesses flüssig. Wenn die Oberflächen mit anderen Stoffen wie zum Beispiel Fett oder Farben belegt sind, können die Klebstoffe nicht in die Rauigkeiten der Oberfläche eindringen. Diesen Effekt wollen wir untersuchen.

Arbeitsaufträge

1. Führen Sie den Versuch durch und notieren Sie Ihre Beobachtungen.
2. Informieren Sie sich genauer über die Begriffe Adhäsion und Kohäsion.
3. Deuten Sie die Versuchsergebnisse.

Material und Chemikalien

Mehrere saubere Glasplatten, mehrere PE-Platten, PVC-Platten, CDs, Alubleche oder andere Metallbleche als Plattenpaare; Sand, Wasser, Glycerin, Speiseöl.

Durchführung

- Streuen Sie auf eine Platte von den Plattenpaaren etwas Sand.
- Geben Sie auf die jeweils andere saubere Platte einige Tropfen der drei „Klebstoffe“: Wasser, Glycerin, Speiseöl.
- Pressen Sie jeweils zwei dieser Platten zusammen und versuchen Sie, sie zu trennen.
- Vergleichen Sie die Klebwirkung zwischen den Platten mit Sand und den sauberen Platten.

Beobachtung

SEITE FÜR LEHRENDE

Warum Klebstoffe kleben – Die Auswirkung unsauberer Oberflächen

Sek I	Sek II
x	x

Beobachtung

Die Platten mit Sand lassen sich leicht in Zug- und in Scherrichtung trennen.

Zeitdauer

20 Minuten

Hinweis

Man kann auch weitere Versuche mit diversen Substanzen durchführen, etwa Klebstoffen.

Entsorgung

Die Objektträger können mit Spülmittel gereinigt werden.

Erläuterungen

Siehe zu den Begriffen Adhäsion und Kohäsion Kap. 3.1 und 3.2.

Ein Klebstoff benötigt nach dem Auftragen eine gute Adhäsion zu den Oberflächen der Füge-teile, und sollte sich gut an die Unebenheiten der Oberfläche anpassen können. Da Adhäsionskräfte nur auf sehr kurzen Distanzen (einige zehntel nm) wirksam werden, können Verschmutzungen auf den Oberflächen die Ausbildung dieser Kräfte stark beeinflussen. Sind die Adhäsionskräfte zu niedrig, ist keine Klebwirkung zu erreichen.

Literatur

Wagner, G. (2004): Klebstoffe und Kunststoffe. NiU Heft 80. S. 27

Quarks und Co.: (2000) Die Kunst des Klebens, WDR Köln

<http://de.wikipedia.org/> Stichwort: Klebstoffe

Irmer, E.: (2007) Klebstoffe – ein Thema für den Chemieunterricht in Klasse 7. MNU 60/1, S. 36-42

Tyndall-Effekt

Informationen

Viele Klebstoffe sind in Wasser kolloidal gelöste Makromoleküle, die nach dem Verdunsten des Lösemittels einen Klebstofffilm bilden. Die ungefähre Größe dieser Moleküle lässt sich mit Hilfe des Tyndall-Effekts zeigen. Licht wird bei einem Durchgang durch eine trübe Flüssigkeit an den kleinen Schwebeteilchen gestreut, deren Abmessungen denen der Lichtwellenlänge ähneln. Dieser Effekt ist nach dem Entdecker John Tyndall benannt, der die Streuung von Licht in kolloidalen Lösungen untersucht hat.

Arbeitsaufträge

1. Führen Sie den Versuch durch und notieren Sie Ihre Beobachtungen.
2. Informieren Sie sich über die Wellenlänge des sichtbaren Lichts und die Wellenlänge des benutzten Laserpointers.
3. Geben Sie die ungefähre Abmessung der Makromoleküle an.

Material und Chemikalien

2 Bechergläser, 250 ml (hohe Form), 1 Glasrührstab, Laserpointer;
Wasser, Tapetenkleister.

Durchführung

- Füllen Sie zwei Bechergläser mit ca. 200 ml Wasser.
- Geben Sie in ein Becherglas fünf Spatelspitzen Tapetenkleister und rühren Sie gut um.
- Lassen Sie diese Mischung wenige Minuten stehen.
- Verdunkeln Sie den Raum etwas und leiten Sie einen Laserstrahl durch das Glas mit dem Tapetenkleister.
- Stellen Sie das Becherglas mit dem Wasser in den Laserstrahl und vergleichen Sie Ihre Beobachtungen.

Beobachtung

SEITE FÜR LEHRENDE

Tyndall-Effekt

Sek I	Sek II
x	x

Beobachtung

Im Glas mit dem Tapetenkleister sieht man einen Lichtstrahl und viele Teilchen, an denen das Licht gestreut wird.

Zeitdauer

Ca. 10 Minuten

Hinweis

Wenn kein Laserpointer vorhanden ist, lässt sich schnell eine Ersatzapparatur aufbauen. Man nimmt einen DIN A5 großen schwarzen Karton und faltet ihn so, dass eine Öffnung von ca. 1 cm Durchmesser entsteht. Der Raum wird verdunkelt, und das Licht einer Taschenlampe (Licht vom Smartphone funktioniert ebenfalls) wird durch den Trichter geleitet. In diesen Strahlengang stellt man die Bechergläser.

Entsorgung

Die Klebstofflösung wird im Hausmüll entsorgt.

Erläuterungen

Die Makromoleküle lassen sich in entsprechenden Lösemitteln (hier Wasser) durch Lichtstreuung nachweisen. Diese Erscheinung, auch Tyndall-Effekt genannt, tritt nur bei Makromolekülen auf, deren Molekularmasse $> 10^4$ ist.

Thermoplastische Klebstoffe – Schmelzklebstoff

Informationen






Schmelzklebstoffe sind Thermoplaste, die in festem Zustand zum Beispiel als Granulat angeliefert werden und mittels Schmelzgeräten bei Temperaturen zwischen +130 °C und +200 °C geschmolzen werden. In dieser flüssigen Form werden sie auf einen der Fügeteile aufgebracht und sofort mit dem anderen Fügeteil zusammengefügt. Die Festigkeit wird sehr schnell, unmittelbar nach Erkalten und Erstarren der Schmelze erreicht. Schmelzklebstoffe haben somit gegenüber Lösemitteln und Dispersionen keinen Schwund und füllen Fugen gut aus. Wichtig ist, dass der Klebstoff beim Fügen der Teile noch warm und flüssig ist, um die Klebflächen gut zu benetzen. Wir stellen einen Schmelzklebstoff her, der nicht erst abgekühlt wird, sondern von der Reaktion her sofort in flüssiger Form aufgetragen wird. Die Klebung erfolgt anschließend beim Abkühlen.

Arbeitsaufträge

1. Führen Sie den folgenden Versuch nach der Anweisung durch.
2. Notieren Sie alle Beobachtungen.
3. Informieren Sie sich über die Kondensation als Reaktionstyp.
4. Erklären Sie die unterschiedlichen Eigenschaften von Thermoplasten und Duroplasten mit Hilfe ihrer unterschiedlichen Struktur.

Material und Chemikalien

Waage, Spatel, Einwegpipette, Reagenzglasgestell, Reagenzglas, Holzklammer, Gasbrenner, Siedesteine, Aktivkohlestopen;

	Piktogramme		H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge (GUV-SR 2004, Vers. 8,2010)
Ethandiol	 	Achtung	302-373	-	
Phthalsäureanhydrid	  	Gefahr	334-317	342+311	

Durchführung

- Arbeiten Sie wegen der Geruchsbelästigung unter dem Abzug oder verwenden Sie einen Aktivkohlestopen.
- Wiegen Sie 1,5 g Phthalsäureanhydrid in ein Reagenzglas.
- Überschichten Sie den Feststoff mit 1 mL Ethandiol.
- Erwärmen Sie die Mischung vorsichtig bei entleuchteter Flamme, bis eine klare Lösung entsteht.
- Fügen Sie ein Siedesteinchen hinzu, und erhitzen Sie das Reaktionsgemisch im schräg gehaltenen Reagenzglas unter ständigem Schütteln zum schwachen Sieden, bis die Flüssigkeit eine dunkle Orange-Färbung annimmt.
- Lassen Sie die Mischung ca. eine Minute abkühlen und verteilen Sie dann die Masse auf Holzstäbchen oder Glasplatten. Pressen Sie die Teile gleich gut zusammen.

Beobachtung

Thermoplastische Klebstoffe – Schmelzklebstoff

Sek I	Sek II
	x

Beobachtung

Die Holz- und Glasteile sind gut miteinander geklebt.

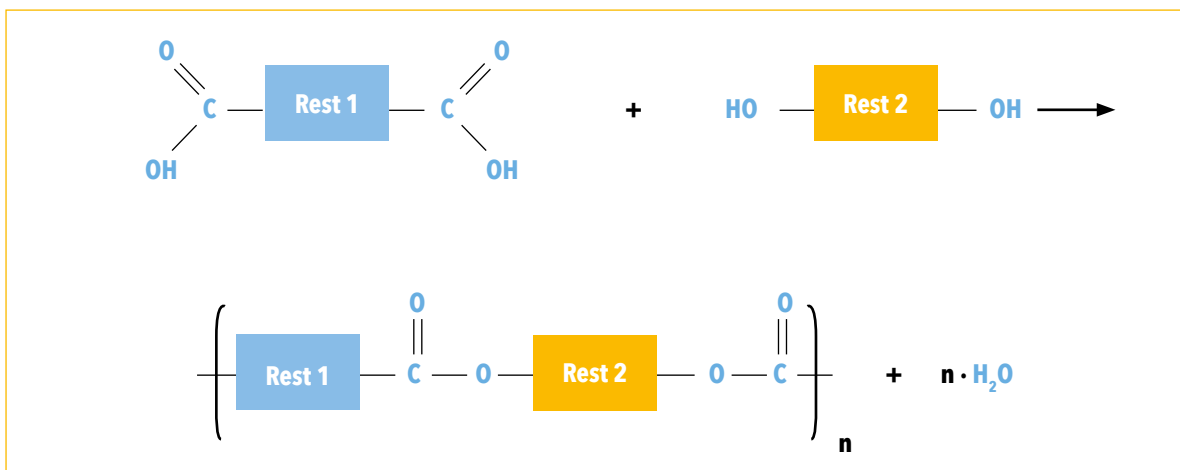
Zeitdauer

15 Minuten

Hinweis

Den Unterschied zwischen thermoplastischen und duroplastischen Werkstoffen kann man deutlich an diesem Klebstoff und dem vernetzten Polyester erkennen und erläutern.

Modellskizze



Entsorgung

Der Klebstoff kann im Hausmüll entsorgt werden.

Erläuterungen

Es ist ein linearer Polyester entstanden. An dem gebildeten Polyester können keine Vernetzungsreaktionen stattfinden; er verhält sich daher als Thermoplast.

Literatur

Sternberg, M.: (2001) Die PET-Flasche – ein Projekt zum Thema „Kunststoffe im Alltag“. In: Chemie aktuell Kopiervorlagen und Materialien Heft 1. – Stuttgart: Klett-Verlag S. 45

Brückmann, J. et al.: (2001) Experimente zu Makromolekülen. Köln: Skriptum des Arbeitskreises im Kölner Modell am Institut für Anorganische Chemie der Universität zu Köln

Synthetische Klebstoffe – Glyptalharzklebstoff (Duomer)

Informationen






Glyptalharz ist eine Gruppenbezeichnung für zu den Alkydharzen gehörende Polyester aus Glycerin und Phthalsäure, die heute wegen ihrer unbefriedigenden Eigenschaften (Sprödigkeit, schlechte Löslichkeit) nur noch in geringen Mengen produziert werden. Alkydharz ist eine Sammelbezeichnung für eine Gruppe von Kunstharzen, die weltweit in 30 Prozent aller Beschichtungsstoffe die Bindemittelbasis darstellen und in einem weiteren Viertel mindestens in kleinen Anteilen enthalten sind. Es handelt sich um Polykondensationsharze aus Polyolen, mehrwertigen Carbonsäuren und fetten Ölen oder freien natürlichen und/oder synthetischen Fettsäuren; mindestens ein Polyol muss tri- oder höherfunktionell sein. Auf diese Weise sind die Eigenschaften trocknender Öle mit denen von Polyesterharzen verknüpft. Der Begriff „Alkyd“ leitet sich aus der Kombination „al-cohol + acid“ ab.

Arbeitsaufträge

1. Führen Sie den folgenden Versuch nach der Anweisung durch.
2. Notieren Sie alle Beobachtungen.
3. Informieren Sie sich über die Kondensation als Reaktionstyp.
4. Erläutern Sie den Reaktionsmechanismus.
5. Erklären Sie die unterschiedlichen Eigenschaften von Thermoplasten und Duroplasten mit Hilfe ihrer unterschiedlichen Struktur.

Material und Chemikalien

100-ml-Weithals-Erlenmeyerkolben, Glasstab, Uhrglas, Handschuhe, Werkstückproben, elektrische Heizplatte oder Dreifuß, Drahtnetz und Brenner, Tiegelzange, 50-ml-Becherglas, Pinsel, Materialproben für Klebversuche; Glycerin,

	Piktogramme		H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge (GUV-SR 2004, Vers. 8,2010)
Aceton	 	Gefahr	225-319-336	210-233-305+351+338	Organische Abfälle
Phthalsäureanhydrid	  	Gefahr	334-317	342+311	
Ethandiol	 	Achtung	302-373	-	

Durchführung

- ⦿ **Arbeiten Sie unter dem Abzug.**
- ⦿ Geben Sie in einen 100-ml-Weithals-Erlenmeyerkolben 2 ml Glycerin (2,5 g) und 4 g Phthalsäureanhydrid und mischen Sie dieses mit einem Glasstab gut durch.
- ⦿ Legen Sie ein Uhrglas auf die Öffnung und erhitzen Sie den Erlenmeyerkolben mit dem Brenner (die Flamme sollte gerade entleuchtet sein) oder einer Heizplatte vorsichtig, bis eine Rauchbildung einsetzt und die Bildung von weißen Nadeln am oberen Rand des Gefäßes zu beobachten ist (ca. 250 bis 280 °C).
- ⦿ Das Ende der Reaktion erkennen Sie daran, dass nur noch wenige Blasen aufsteigen und die Flüssigkeit viskoser wird (Sie dürfen nicht zu lange warten, da sonst das Harz schon fest wird).
- ⦿ Überschichten Sie den Feststoff mit 1 ml Ethandiol.
- ⦿ Erwärmen Sie die Mischung vorsichtig bei entleuchteter Flamme, bis eine klare Lösung entsteht.
- ⦿ Schalten Sie den Brenner ab, und lassen Sie die Reaktionsmischung erkalten.
- ⦿ Kurz vor Ende des Erkalten geben Sie das Lösemittel Aceton (10 ml) hinzu. Vergewissern Sie sich vorher, dass keine Zündquelle (Brenner etc.) vorhanden ist. Es ist schwierig, den richtigen Zeitpunkt der Acetonzugabe zu finden. Geben Sie das Aceton zu früh dazu, verdampft es schlagartig. Bei zu später Zugabe verfestigt sich das Harz zu schnell und es entsteht ein fester Kunststoff.
- ⦿ Überprüfen Sie die Klebeigenschaften Ihres Klebstoffs an verschiedenen Materialien.

Beobachtung

Synthetische Klebstoffe – Glyptalharzklebstoff (Duromer)

Sek I	Sek II
	x

Beobachtung

Es entsteht eine leicht gelbliche viskose Flüssigkeit, die in der Kälte aushärtet. Falls das Lösen des vorkopolymerisierten Kunststoffes nicht gelungen ist, entsteht sofort der Duroplast. Das ist der ausgehärtete Klebstoff.

Zeitdauer

30 Minuten

Hinweis

Glycerin und Pthalsäureanhydrid reagieren in einem molaren Verhältnis von 1:1. Das ausgehärtete Produkt kann in den Restmüllbehälter gegeben werden. Das Experiment lässt sich auch ohne Zugabe von Aceton durchführen. Dabei härtet der Kunststoff schnell aus, und das Glas kann nicht mehr verwendet werden.

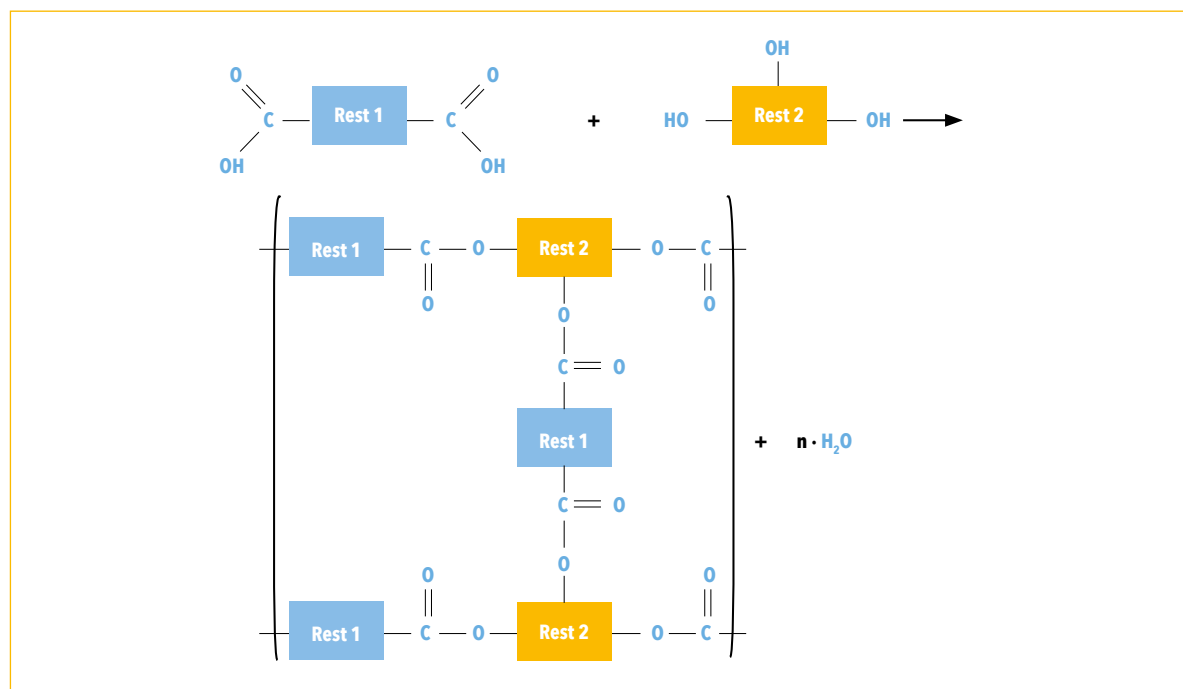
Entsorgung

Der Klebstoff kann im Hausmüll entsorgt werden.

Erläuterungen

Es entsteht zuerst ein linearer Polyester. Da dieser noch offene funktionelle Gruppen besitzt, reagiert er weiter. Dabei entsteht ein dreidimensionales Netzwerk. Dieses ist ein Duroplast.

Die Polykondensation lässt sich in einer einfachen Modellskizze darstellen:



Literatur

Brückmann, J. et al: (2001) Experimente zu Makromolekülen. - Köln: Skriptum des Arbeitskreises im Kölner Modell am Institut für Anorganische Chemie der Universität zu Köln

<http://www.experimentalchemie.de/versuch-028.htm> (23-01-2015)

<http://www.roempp.com>

Topfzeit bei Zweikomponenten-Klebstoffen

Informationen



Bei Zweikomponenten-Klebstoffen liegen Harz und Härter getrennt vor. Bringt man die beiden Komponenten zusammen, startet die Aushärtungsreaktion. Ab diesem Zeitpunkt beginnt die Verarbeitungszeit, auch **Topfzeit** genannt, während der Klebstoff noch viskos ist und verarbeitet werden kann. Danach wird der Werkstoff durch den Klebstoff nicht mehr benetzt, und es tritt keine Klebwirkung (ausreichende Adhäsion) ein.

Arbeitsaufträge

1. Führen Sie den Versuch durch und notieren Sie Ihre Beobachtungen.
2. Informieren Sie sich über die Bestandteile des Zweikomponenten-Klebstoffs.
3. Polyacrylat- oder Epoxidklebstoff! Nach welchem Mechanismus härten sie aus? (Polymerisationsreaktion)

Material und Chemikalien

Zweikomponenten-Klebstoff mit Mischmulde, mehrere Zahnstocher;

	Piktogramme	H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge (GUV-SR 2004, Vers. 8,2010)
2K-Epoxidharz-Klebstoff		Gefahr	s. Herstellerhinweise	
2K-Polyacrylat-Klebstoff		Gefahr	s. Herstellerhinweise	

Durchführung

- Beachten Sie die Gefahrenhinweise der entsprechenden Klebstoffe.
- Mischen Sie die Komponenten, wie es auf der Gebrauchsanleitung angegeben ist.
- Um herauszufinden, wie lange das Gemisch nach dem Anrühren verarbeitbar ist, geben Sie einen Zahnstocher in Abständen von jeweils einer Minute in die Mischung und ziehen ihn wieder heraus.
- Beobachten Sie die Veränderung in der Reaktionsmischung und entfernen Sie das Produkt nach dem Aushärten aus der Mulde.

Beobachtung

SEITE FÜR LEHRENDE

Topfzeit bei Zweikomponenten-Klebstoffen

Sek I	Sek II
	x

Beispiele für 2K-Epoxidharz-Klebstoff:

z. B. Uhu 45585 – Zweikomponenten-Klebstoff Plus Endfest, Prestolith Special 2K – Epoxidharz, E, UHU 49040 Repair All Powerkitt Klebstoff, DELO-DUOPOX 01 rapid, DELO-DUOPOX AD895

Beispiele für 2K-Polyacrylat-Klebstoff:

Pattex Stabilit Express, UHU plus acrylit 2K-Acrylatklebstoff, DELO-MAFLEX 8193

Beobachtung

Beispiel: Pattex Stabilit Express Klebstoff von Henkel (ein Polyacrylat-Klebstoff).

Man beobachtet, wie vom Hersteller im Datenblatt angegeben, eine Topfzeit von zehn Minuten. Der Zahnstocher lässt sich herausziehen und wieder hineinstecken. Nach zehn Minuten entsteht eine homogene plastische Masse. Der Klebstoff lässt sich leicht aus der Anrührmulde herausheben und härtet innerhalb von zehn weiteren Minuten aus.

Zeitdauer

Ca. 25 Minuten

Entsorgung

Die ausgehärteten Klebstoffe werden im Hausmüll entsorgt.

Erläuterungen

Die Aushärtungsreaktion beim Polyacrylat-Klebstoff ist eine radikalische Polymerisationsreaktion.

Bei den Epoxidharzklebstoffen reagieren die Etylenoxidringe in Additionsreaktionen mit den funktionellen Gruppen der Härter (häufig Amine). Durch den katalytischen Einfluss der Amine finden anschließend anionische Polymerisationen der Epoxidgruppen statt.

Synthetische Klebstoffe – Polyurethan-Klebstoff

Informationen




Polyurethan-Klebstoffe werden häufig in Kartuschen angeboten und eignen sich für das Kleben von unebenen, rauen oder auch feuchten Bauteilen und Materialien wie Kunststoff, Holz, Metall, Stein und Beton. Der PU-Klebstoff eignet sich zudem hervorragend, um Unebenheiten auszufüllen und eine glatte Oberfläche zu erzeugen. Beim Austreten aus der Kartusche schäumt der PU-Klebstoff, abhängig von der Rezeptur, leicht auf und gleicht kleine Unebenheiten aus. Außerdem kann er durch seine Klebeigenschaften selbst an vertikalen Flächen angebracht werden.

Arbeitsaufträge

1. Führen Sie den folgenden Versuch nach der Anweisung durch.
2. Notieren Sie alle Beobachtungen.
3. Erarbeiten Sie den Reaktionsmechanismus der Polyaddition.

Material und Chemikalien

Joghurtbecher, Holzstäbe;

	Piktogramme		H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge (GUV-SR 2004, Vers. 8,2010)
Desmophen (Polypropylenether- polyol)		Achtung	302	102-301+312	Organische Abfälle
Desmodur (Diphenylmethan- 4,4'-diisocyanat)	 	Gefahr	315-317-319- 332-334-335- 351-373	102-308+313-302+352- 304+341-305+351+338	Organische Abfälle

Durchführung

- Führen Sie den Versuch mit ausreichendem Schutz unter dem Abzug durch: Schutzbrille, Kittel und Schutzhandschuhe.
- Geben Sie in einen Joghurtbecher 8,6 g Desmophen®/Aktivatorgemisch und dann 12 g Desmodur®44 V20.
- Rühren Sie diese Mischung so lange, bis die eintretende Gasentwicklung den Beginn der Reaktion anzeigt (Dauer 2 min).
- Im Abstand von einigen Zentimetern stecken Sie zwei Holzstäbe in die Mischung. Dann überlässt man die Schaumbildung sich selbst.

Beobachtung

SEITE FÜR LEHRENDE

Synthetische Klebstoffe – Polyurethan-Klebstoff

Sek I	Sek II
	x

Beobachtung

Sowohl das Desmophen®/Aktivatorgemisch als auch Desmodur®44 V20 sind sehr zähflüssige Substanzen. Beim Rühren beobachtet man zunächst die Bildung einer braun-weißen Emulsion, die beim weiteren Vermischen zu einer gelben Masse wird. Man beobachtet dann eine stärkere Gasentwicklung und Schaumbildung. Nach zwei Minuten ist das Gemisch auf das ca. Fünfzehnfache seines Volumens angewachsen. Es ist ein sehr poröser gelber Schaumstoff entstanden.

Der Becher wird sehr heiß. Manchmal schmilzt auch der Boden durch. Der Schaumstoff klebt an den beiden Holzstäben. Nach dem Abkühlen wird der Schaumstoff sehr hart. Er kann erst dann angefasst werden und sollte nicht mehr kleben.

Zeitdauer

10 Minuten

Hinweis

Der Versuch muss so durchgeführt werden, dass kein Desmophen® bzw. Desmodur® in die Atemwege bzw. auf die Haut gelangt. Sollte Letzteres trotzdem geschehen, ist sofort die betreffende Hautstelle unter fließendem Wasser abzuspielen.

Entsorgung

Entsorgen Sie die Reste im Hausmüll.

Erläuterungen

Die Polyaddition wurde 1937 von Otto Bayer durch die Entdeckung der Polyurethane in die Kunststoffchemie eingeführt. Die Polyurethane werden bevorzugt durch die Polyaddition von Di- oder Polyolen (Desmophen®) an Di- oder Polyisocyanate (Desmodur®) aufgebaut. Durch exotherme Reaktion der Hydroxyl-Gruppen mit den Isocyanat-Gruppen entstehen Carbamidsäureester-Gruppen (= Urethan-Gruppe).

Diese Reaktion hat der ganzen Stoffklasse den Namen Polyurethane gegeben. Je nach den verwendeten Ausgangsstoffen kann man lineare oder vernetzte Polyurethane erhalten, die für viele Anwendungen in Schaumstoffen, Elastomeren, Lacken, Klebstoffen, Beschichtungen und Fasern eingesetzt werden. Diese Variationsbreite der Polyurethane wird von keiner anderen Kunststoffklasse erreicht.

Zum Reaktionsmechanismus s. Textheft Abbildung 20.

Literatur

Müller, M.: Kunststoffe aus Makromolekülen. Leverkusen: BAYER AG (2001) 136

Brückmann, J. et al.: Experimente zu Makromolekülen. Köln: Skriptum des Arbeitskreises im Kölner Modell am Institut für Anorganische Chemie der Universität zu Köln (2001)

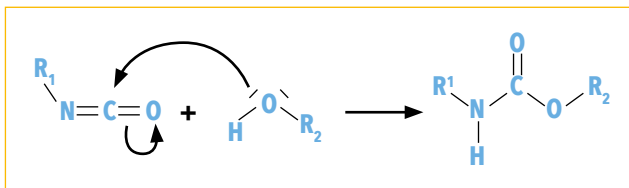
Synthetische Klebstoffe – Herstellung eines Reaktivklebstoffs

Informationen

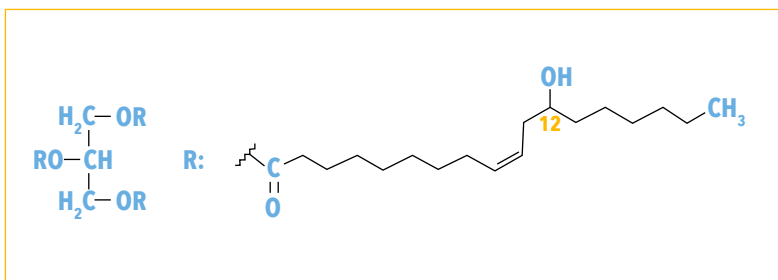
Reaktivklebstoff ist eine Bezeichnung für Klebstoffe, die über chemische Reaktionen aushärten und abbinden. Diese Reaktionen werden durch Wärme, zugesetzte Härter oder andere Komponenten ausgelöst.

In diesem Experiment wird ein Naturstoff-Reaktivklebstoff auf der Basis von Rizinusöl vorgestellt. Rizinusöl enthält zu ca. 80–85 Prozent das Triglycerid der Ricinolsäure. Ricinolsäure enthält am Kohlenstoffatom C-12 eine Hydroxyl-Gruppe. Diese ist verantwortlich für die zu beobachtende Polyaddition mit Diisocyanat zu Polyurethan.

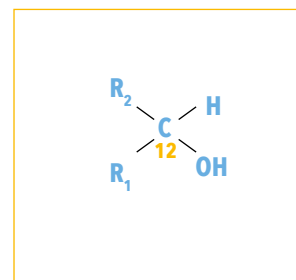
Allgemeines Ablaufschema der Polyadditionsreaktion von Isocyanaten mit Alkoholen:



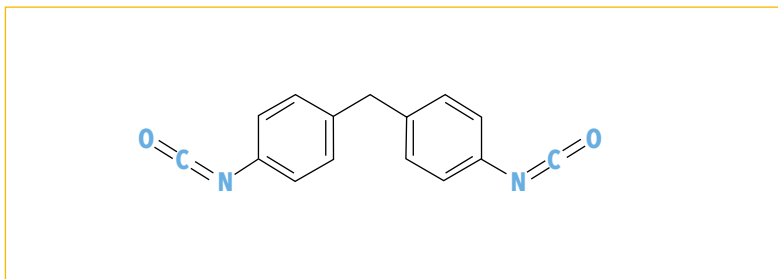
Verwenden Sie für Ihre Darstellung der ablaufenden Reaktion die vereinfachten Strukturformeln des Ricinolsäureesters und des Diphenylmethan-2,2'-diisocyanats



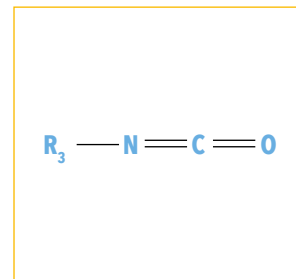
Ricinolsäureester



Vereinfacht



Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat



Vereinfacht



Arbeitsaufträge

1. Führen Sie den folgenden Versuch nach der Anweisung durch.
2. Notieren Sie alle Beobachtungen.
3. Beschreiben Sie den Reaktionsweg unter Verwendung der vereinfachten Strukturformeln.

Synthetische Klebstoffe – Herstellung eines Reaktivklebstoffs

Material und Chemikalien

Pipette (10 ml), Peleusball, Glasstab, Gasbrenner, Feuerzeug, Reagenzglasklammer, Spatel, Reagenzglas, Handschuhe, Küchenrolle, Tiegelzange, Reagenzglasstopfen, Materialien die geklebt werden sollen (Glasplatten, Pappe, Styropor, Holz, Kunststoff);

	Piktogramme		H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge (GUV-SR 2004, Vers. 8,2010)
Rizinusöl					
Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat		Gefahr	351-332-373-319-335-315-334-317	260-280-285-302+352-304+340-305+351+338-309+311	
1,4-Diazabicyclo[2.2.2]octan		Gefahr	228-302-315-319-335-412	210-261-273-305+351+338	

Durchführung

- Füllen Sie in ein Reagenzglas 4 g Rizinusöl.
- Fügen Sie 1,2 ml Diphenylmethandiisocyanat und eine Spatelspitze des Aktivators 1,4-Diazabicyclo[2.2.2]octan hinzu.
- Die Komponenten werden gut gemischt und anschließend vorsichtig erhitzt.
- Erhitzen Sie nicht zu lange, da sonst die Polyadditionsreaktion schon im Reagenzglas endet und Klebversuche nicht mehr gelingen.
- Gute Kleberfolge erzielen Sie, wenn beim Erhitzungsvorgang kleine Klümpchen in der Lösung sichtbar werden. Die Reaktion ist dann hinreichend fortgeschritten, sodass Klebversuche durchgeführt werden können.

Beobachtung

SEITE FÜR LEHRENDE

Synthetische Klebstoffe – Herstellung eines Reaktivklebstoffs

Sek I	Sek II
	x

Beobachtung

Die Klebeigenschaften sind gut bis sehr gut bei Styropor, Glas, Sperrholz und Pappe.

Zeitdauer

Ca. 10 Minuten, ohne Klebversuche

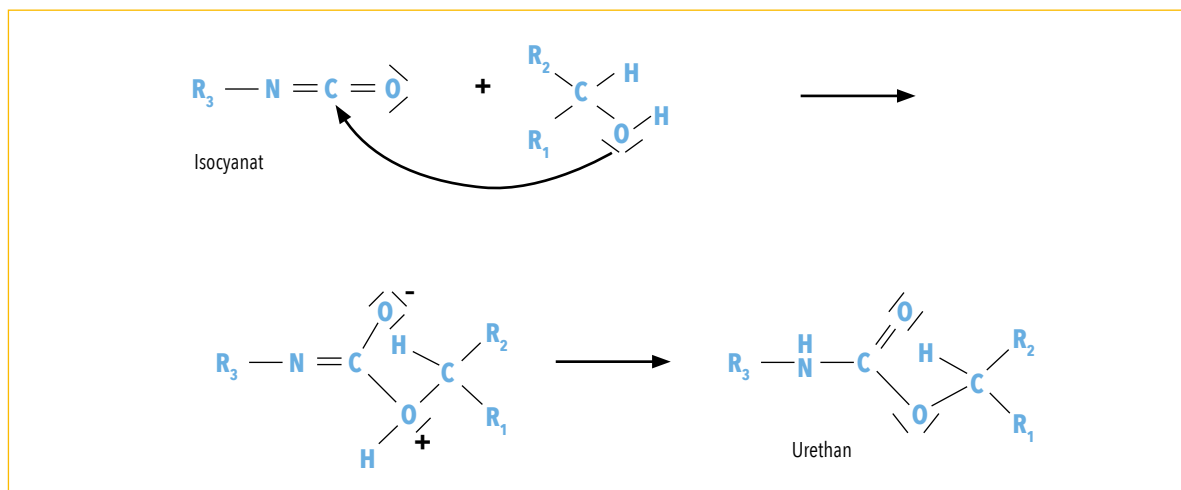
Entsorgung

Die Reaktionsprodukte werden im Hausmüll entsorgt.

Reste von 1,4-Diazabicyclo[2.2.2]octan und Diphenylmethandiisocyanat müssen in dem entsprechenden Behälter für halogenfreie organische Lösemittel entsorgt werden.

Erläuterungen

Der Reaktionsweg lässt sich übersichtlich unter Verwendung der vereinfachten Strukturen für Ricinusöl und Diphenylmethan-2,2'-diisocyanat darstellen.



Die Reaktion startet durch den nukleophilen Angriff der Hydroxyl-Gruppe der Ricinolsäure an das Kohlenstoffatom der Isocyanat-Gruppe. Das zunächst gebildete Zwischenprodukt besitzt zwei mesomere Grenzstrukturen, welche sich durch Verschiebung eines Protons zu einem Urethan stabilisieren. Die Reaktion zu einem Polyurethan entsteht durch weitere Reaktionen der Hydroxylgruppen der Ricinolsäuren und der zweiten Isocyanat-Gruppe.

1,4-Diazabicyclo[2.2.2]octan dient als Katalysator.

Literatur

<http://de.wikipedia.org/wiki/Rizinus%C3%B6l> (20.01.2015)

<http://www.experimentalchemie.de/versuch-027.htm> (20.01.2015)

Silikone – Nachweis von Essigsäure bei der Vernetzung

Informationen




Typische Vertreter von Polykondensationsstoffen sind Silikone. Diese werden unter anderem als Dichtstoffe verwendet. Die wichtigsten Vertreter sind die Acetoxy-Silikone, die beim Vernetzen Essigsäure freisetzen. Alkoxy-Silikone setzen Alkohole, u.a. Methanol oder Ethanol, frei.

Arbeitsaufträge

1. Führen Sie den folgenden Versuch nach der Anweisung durch.
2. Notieren Sie alle Beobachtungen.

Material und Chemikalien

Vier kleine Schnappdeckelgläschen, Pasteurpipette, Pinzette, Kartuschenpresse, Schere, Kupferblech; demineralisiertes Wasser,

	Piktogramme		H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge (GUV-SR 2004, Vers. 8,2010)
Acetoxy-Silikondichtstoff		Gefahr	302-314	280-302+352-305+351+338	
Alkoxy-Silikondichtstoff		Gefahr	226-301-312-315-318-319-335-412		
Essigsäure, $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 2 \text{ mol/l}$		Gefahr	315-319	305+351+338	

Durchführung

- Schneiden Sie vier gleich große Kupferblechstreifen zu (0,5 cm breit, 2 cm lang).
- Füllen Sie in drei Schnappdeckelgläser so viel demineralisiertes Wasser, dass der Boden bedeckt ist.
- Stellen Sie in eines der Gläser einen unbehandelten Kupferstreifen als Blindprobe.
- Geben Sie auf ein Kupferblech einen Streifen des Acetoxy-Silikondichtstoffs, auf ein weiteres Blech einen Streifen Alkoxy-Silikondichtstoff, so dass jeweils eine (untere) Hälfte des Blechs damit bedeckt ist und Sie am oberen Teil noch gut anfassen können.
- Diese Streifen stellen Sie mit Hilfe einer Pinzette in je ein Schnappdeckelglas, so dass die Silicoseite ins Wasser taucht.
- Zum Vergleich geben Sie in ein Schnappdeckelglas gerade so viel Essigsäure, dass der Boden bedeckt ist. Dazu geben Sie einen Kupferstreifen.
- Verschließen Sie alle Gläschen und lassen Sie diese 24 Stunden stehen.

Beobachtung

Silikone – Nachweis von Essigsäure bei der Vernetzung

Sek I	Sek II
	x

Beobachtung

Für die Alkoxy-Silikonmasse und die Blindprobe ist keine Veränderung des Kupferblechs feststellbar. Die Kupferblechstreifen mit der Acetoxy-Silikonmasse und der Vergleichsprobe zeigen bereits nach vier Stunden eine deutliche blaue Verfärbung oberhalb der Flüssigkeit. Nach 24 Stunden beginnt sich auch die Flüssigkeit blau zu färben.

Zeitdauer

Das Ansetzen dauert ca. 10 Minuten, Wartezeit 24 Stunden

Erläuterungen

Infolge der Einwirkung der Essigsäure ist Kupfer(II)-acetat (Grünspan) entstanden.

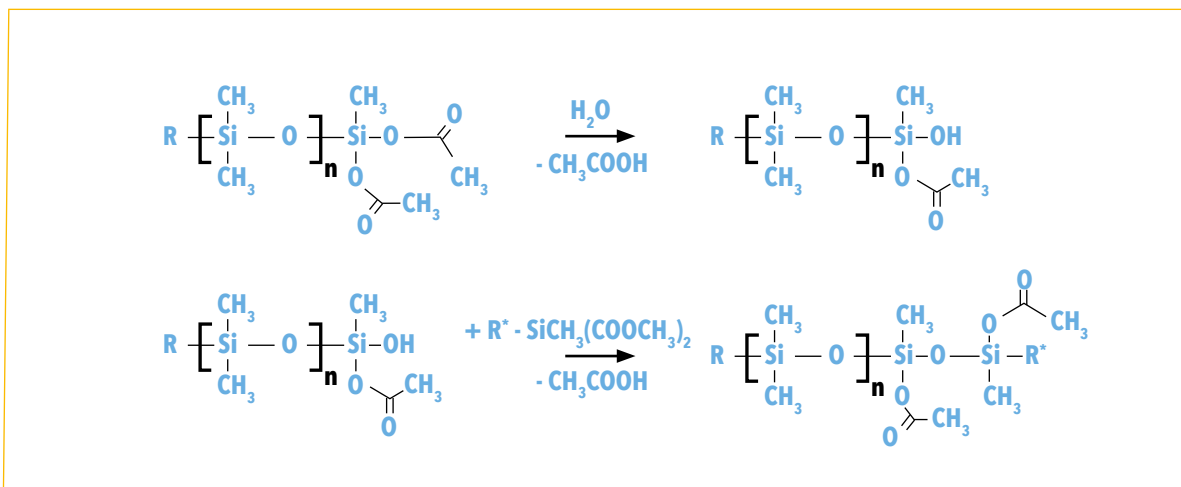


Abbildung 1: Polykondensation von Aceto-Polysiloxanen (Hoßfeld, V. Lühken A., 2015)

Literatur

Hoßfeld, V. Lühken, A.: (2015) Einfache Polymerchemie im Badezimmer. CHEMKON 22, Nr.1, 37-39

Polymerisations-Klebstoffe – Anionische Schnellpolymerisation von Sekundenklebstoff

Informationen

Stimmt es eigentlich, dass „Sekundenkleber“ sogar Nervenfasern verbindet?

Bereits kurz nach der Markteinführung des neuen Superklebstoffs im Jahr 1958 wurde die Zulassung des Sekundenklebstoffs für medizinische Zwecke beantragt. Fortan zogen Ärzte ihn bei oberflächlichen Schnittwunden oder kleineren Operationen immer öfter der Nadel oder Klammer vor. Mit der Wundheilung fällt der Klebstoff nach wenigen Tagen ab, ohne zusätzliche Narben zu hinterlassen.

Heute lassen sich auf diese Weise sogar feinste Nervenfasern neurochirurgisch miteinander verbinden.

Sekundenklebstoffe bestehen aus Cyanacrylat, einer klaren Flüssigkeit, die unter sanftem Druck in Sekundenschnelle polymerisiert und dadurch fest wird. Um diese Kettenreaktion auszulösen, genügt ein wenig Luftfeuchtigkeit.



Cyanacrylat-Klebstoffe sind einkomponentige Reaktionsklebstoffe auf der Basis von monomeren 2-Cyanoacrylsäureestern, insbesondere der Methyl-, Ethyl- und Butyl-, gelegentlich auch Methoxyethylester, die sehr schnell – daher auch ihre Bezeichnung Sekundenklebstoff – zu hochmolekularen, unvernetzten Polymeren aushärten. Die Ausbildung des Polymers erfolgt durch eine anionische Ionenkettenpolymerisation, zu deren Initiierung im allgemeinen Spuren von Feuchtigkeit genügen.

Arbeitsaufträge

1. Führen Sie den Versuch durch und notieren Sie Ihre Beobachtungen.
2. Ermitteln Sie die Strukturen von Acrylsäure und Cyanacrylsäure.
3. Wie verläuft die Veresterung einer Säure mit Methanol?

Material und Chemikalien

100-ml-Becherglas, 100-ml-Messzylinder, Pinzette;
Wasser,

	Piktogramme		H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge (GUV-SR 2004, Vers. 8,2010)
Natronlauge c= 2 mol/l		Gefahr	314-290	280-330+331-305+351+338 308+310	
Sekundenklebstoff		Achtung	315-319-335	261-302+350-305+351+338	

Durchführung

- Geben Sie in das Becherglas ca. 20 ml verdünnte Natronlauge. Öffnen Sie die Tube des Sekundenklebstoffs.
- Tropfen Sie etwas von dem Sekundenklebstoff in die Natronlauge und warten Sie ca. 10 Sekunden.
- Nehmen Sie danach das feste Polymerisat mit einer Pinzette heraus.
- Wiederholen sie den Versuch, indem Sie etwas von dem Sekundenklebstoff in 20 ml Wasser geben.

Beobachtung

SEITE FÜR LEHRENDE

Polymerisations-Klebstoffe – Anionische Schnellpolymerisation von Sekundenklebstoff

Sek I	Sek II
	x

Beobachtung

In Natronlauge entstehen schnell milchigtrübe, feste Tropfen als Polymerisat. In Wasser geschieht dieses langsamer.

Zeitdauer

Ca. 10 Minuten

Hinweis

Erst nach dem vollständigen Aushärten kann man das Polymer anfassen.

Entsorgung

Die Polymere können nach dem Aushärten in den Hausmüll gegeben werden.

Erläuterungen

Bei Cyanacrylat-Klebstoffen reichen Spuren von Luftfeuchtigkeit, um die Polymerisation zu starten. Beschleunigt werden kann diese Reaktion durch Zugabe von Natronlauge. Dabei dienen die in der Natronlauge enthaltenen OH⁻-Ionen als Starter der anionischen Polymerisation. Die Reaktion wird durch einen nukleophilen Angriff am Alkylcyanacrylat gestartet, wodurch eine Kettenreaktion in Gang gesetzt wird.

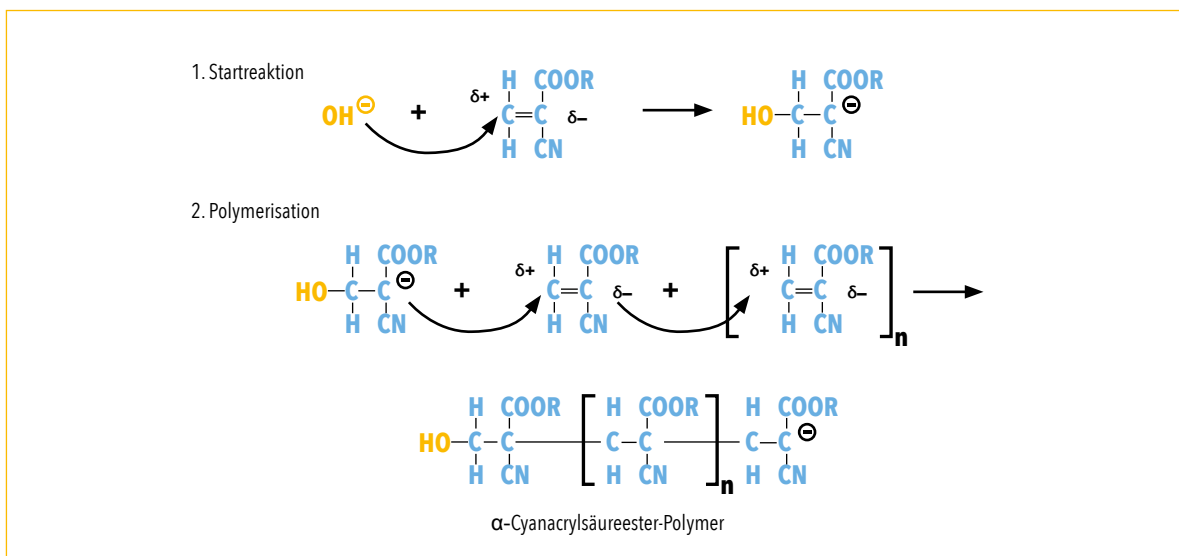


Abb. 1: Mechanismus der anionischen Polymerisation eines Alkylcyanacrylats

Literatur

Wagner, G. (2004): Kleben und Verbinden. NiU Chemie Heft 80

Quarks und Co.: (2000): Die Kunst des Klebens. WDR Köln

www.roempp.com Stichwort: Cyanacrylat-Klebstoffe

Polymerisations-Klebstoffe – Schraubensicherung mit anaerob härtendem Klebstoff

Informationen



Anaerob härtende Klebstoffe werden häufig zum Sichern von Schraubverbindungen eingesetzt. Diese Einkomponenten-Klebstoffe härten unter Ausschluss von (Luft-)Sauerstoff aus.

Arbeitsaufträge

1. Führen Sie den folgenden Versuch nach der Anweisung durch.
2. Notieren Sie alle Beobachtungen.
3. Informieren Sie sich über den zugrunde liegenden Reaktionstyp.

Material und Chemikalien

Schutzbrille, Schutzhandschuhe, Gewindeschrauben mit Muttern (Edelstahl- und Eisenschrauben), Schraubenschlüssel;

	Piktogramme		H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge (GUV-SR 2004, Vers. 8,2010)
Anaerob härtender Klebstoff		Achtung	H319 H335 H412	P261 P273 P337+P313	
Aceton		Gefahr	225-319-336	210-233-305+351+338	

Durchführung

- Entfetten Sie die Schrauben und Muttern mit Aceton unter dem Abzug.
- Tragen Sie auf jeder Schraube am Gewindeende zwei bis drei Tropfen Klebstoff auf.
- Schrauben Sie die dazugehörige Schraubenmutter mit einigen Drehungen auf.
- Prüfen Sie nach fünf Minuten in regelmäßigen Abständen vorsichtig manuell, ob und wie der Klebstoff schon „angezogen“ hat.
- Je Werkstoff-/Klebstoff-Kombination lassen Sie eine Verschraubung mindestens 24 Stunden aushärten. Prüfen Sie sie dann mit einem passenden Schraubenschlüssel.

Beobachtung

SEITE FÜR LEHRENDE

Polymerisations-Klebstoffe – Schraubensicherung mit anaerob härtendem Klebstoff

Sek I	Sek II
	x

Beobachtung

Die Verschraubung mit normalen Eisenschrauben ist bereits nach fünf Minuten recht fest. Die Aushärtung der Edelstahlverschraubungen erfolgt langsamer, als das bei den normalen Eisenschrauben der Fall ist.

Zeitdauer

15 Minuten

Hinweis

Für diesen Versuch eignen sich zum Beispiel die Klebstoffe Loctite 542, DELO ML 5327 (mittelfest), Loctite 5331, DELO ML 5198 (niedrigfest).

Hinweise des Herstellers beachten! Hautkontakt vermeiden! Raum gut lüften! Dämpfe entzündlich! Alle Flammen löschen! **Achtung!** In der S I nicht als Schülerversuch durchführen lassen!

Vor der Durchführung sind ggf. die H- und P-Sätze von den Verpackungen der verwendeten Klebstoffe auf dem Arbeitsblatt zu ergänzen.

Entsorgung

Ausgehärtete Klebstoffproben können im Hausmüll entsorgt werden. Nach Gebrauch sind Tuben, Gebinde und Flaschen, die noch Restanhaftungen des Produkts enthalten, als Sondermüll zu entsorgen.

Erläuterungen

Die in diesen Klebstoffen eingesetzten Monomere von (modifizierten) Acrylsäureestern härten ähnlich den Methylmethacrylaten nach einem Radikalketten-Mechanismus aus. Die Härtereaktion wird hierbei nur unter Ausschluss von Sauerstoff (anaerob) möglich. Dieser Mechanismus erklärt gleichzeitig die Hauptanwendung. Die Härtung wird katalysiert durch Metallionen und bedingt Sauerstoffausschluss. Die Verschraubung ermöglicht die Polymerisation daher in idealer Form. Die Aushärtung der Edelstahlverschraubung erfolgt aufgrund der geschlossenen Chromoxid-Oberflächenschicht (Passivierungsschicht) langsamer und/oder unvollständiger. Der notwendige Metallionenkontakt ($\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$) kommt nicht bzw. zu selten zustande. Die Aushärtung lässt sich durch Erwärmen auf ca. 100 °C beschleunigen.

Lässt eine Schraubensicherung sich bei Raumtemperatur auch mit einem Schraubenschlüssel nicht lösen, so ist die Verschraubung auf ca. 150 °C zu erwärmen. Der Klebstoff erweicht, und die Verschraubung kann gelöst werden.

Klebstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen – Klebstift aus Knochenleim

Informationen

1969 kam der erste Klebstift auf den Markt. Heute werden pro Jahr etwa 12 Millionen Stück verkauft. Ein Hauptbestandteil von Klebstiften ist modifizierte Stärke (Dextrin). Dextrin hat den gleichen Aufbau wie Stärke, besitzt aber kürzere Ketten. Ein weiterer Bestandteil ist Protein aus Knochen. Durch das Kochen von Knochen erhält man das Protein Glutin. Schon 1500 Jahre vor Christus kannte man diese Art der Klebstoffherstellung und nannte den Leim „Glutinum“.


Zur Herstellung von Klebstiften wird Wasser erhitzt. Dann werden Seife (Natriumstearat) und Abbauprodukte der Stärke (Dextrine) darin gelöst, und es entsteht ein fast fester Stoff. Der Vorteil dieses Klebstifts ist, dass der sehr zähflüssige Klebstoff durch das Reiben auf dem Papier in die raue Oberfläche des Papiers gedrückt wird. Das Wasser zieht ein, und die Klebwirkung entsteht durch die Haftung der polaren Gruppen zwischen Stärke und Papier sowie den langen verknäulten Ketten.

Arbeitsaufträge

1. Führe den folgenden Versuch nach der Anweisung durch.
2. Notiere alle Beobachtungen.
3. Recherchiere die Strukturmerkmale von Stärke, Dextrin und Glutin.

Material und Chemikalien

500-ml-Becherglas, zwei 100-ml-Bechergläser, Schale für ein Wasserbad, Spatel, Glasstab;
Dextrin (Stärke), Knochenleim, Traubenzucker,

	Piktogramme		H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge (GUV-SR 2004, Vers. 8,2010)
Zinkoxid		Achtung	410	273-501	Schwermetallsalze

Durchführung

- Lass 5,4 g Knochenleim über Nacht in Wasser quellen. Danach schüttele das überschüssige Wasser ab.
- Löse 2,8 g Dextrin in 3,2 ml demineralisiertem Wasser auf. Gib diese Lösung über den aufgequollenen Knochenleim und vermische alles mit 0,4 g Zinkoxid. Lass die Masse für 8 Stunden stehen.
- Dann erwärmst du die Masse im Wasserbad und rührst, bis eine gleichmäßige Masse entsteht.
- Stelle eine Lösung aus 10 g Traubenzucker und 6 ml demineralisiertem Wasser her und erwärme diese leicht. Dann gib die Traubenzuckerlösung über die zuvor hergestellte Masse und rühre gut um.
- Fülle die Klebmasse zum Beispiel in eine Lippenstifthülle und lass den Klebstoff abkühlen.
- Nun kannst du Klebversuche mit Papier und Pappe machen.

Beobachtung

SEITE FÜR LEHRENDE

Klebstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen – Klebstift aus Knochenleim

Sek I	Sek II
x	

Beobachtung

Der Knochenleim ist in kleinen harten Kügelchen käuflich und wird nach dem Quellen zu einer zusammenhängenden weißlich-milchigen, puddingartigen Masse. Das Vermengen mit Zinkoxid ist sehr schwer, da die feste Knochenleimmasse kaum zerteilbar ist. Beim Erwärmen im Wasserbad löst sich alles auf und wird zu einer gleichmäßigen flüssigen Lösung. Durch das Erkalten entsteht die typische Klebstiftkonsistenz.

Zeitdauer

Der Versuch läuft insgesamt über drei Tage. Die einzelnen Arbeitsschritte dauern 5–10 Minuten.

Hinweis

Der Literatur-Originalansatz wurde auf ein Zehntel reduziert. Wenn der Klebstoff über ein Papier gerieben wird, klebt er Papier sehr gut. Der Klebstift ist nur ein paar Tage haltbar, dann schimmelt er.

Entsorgung

Der Klebstift wird im Hausmüll entsorgt.

Erläuterungen

Der Vorteil dieses Klebstifts ist, dass der sehr zähflüssige Klebstoff durch das Reiben auf dem Papier in die raue Oberfläche des Papiers gedrückt wird. Das Wasser zieht ein, wodurch die Klebfuge um die Hälfte schrumpft. Die Klebwirkung entsteht durch die Haftung der polaren Gruppen zwischen Stärke und Papier, sowie den langen verknäulten Ketten. Der ähnliche Molekülaufbau von Stärke und Cellulose mit vielen funktionellen Gruppen begünstigt die Ausbildung von Wasserstoffbrückenbindungen und von Adhäsionskräften. Durch das Verknäulen der Ketten wird der Klebstoff hart, und Kohäsion entsteht.

Literatur

G. Wagner: (2004) Kleben und Verbinden. NiU Chemie Heft 80

Quarks und Co.: (2000) Die Kunst des Klebens. WDR Köln

N. Maurer, C. Abmann: Herstellung und Vergleich verschiedener Klebstoffe. Download: <http://chf.de/eduthek/projektarbeit/herstellung-vergleich-klebstoffe.html> (14-08-2014)

„Alleskleber“ – Lösemittel in „Allesklebern“

Informationen

Lösemittelhaltige Klebstoffe bieten ein breites Einsatzgebiet und sind vergleichsweise einfach zu verarbeiten. Allerdings sind sie aus Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutzgründen als kritisch anzusehen und werden daher zunehmend durch wasserbasierte Nassklebstoffe ersetzt.

Da bei den lösemittelhaltigen Nassklebstoffen verschiedene thermoplastische Polymere zum Einsatz kommen können, ist auch die Bandbreite der Eigenschaften dieser Klebstoffgruppe recht hoch. Umgangssprachlich werden die lösemittelhaltigen Nassklebstoffe deshalb auch als „Alleskleber“ bezeichnet.

Arbeitsaufträge

1. Führen Sie den folgenden Versuch nach der Anweisung durch.
2. Notieren Sie alle Beobachtungen.
3. Erstellen Sie ein Diagramm zur Abnahme der Masse.
4. Berechnen Sie den prozentualen Lösemittelanteil.

Material und Chemikalien

Waage (0,01 g Wägegenauigkeit), Filterpapier (Ø 8 cm), Uhrglas, Fön; „Alleskleber“ mit und ohne Lösemittel.

Durchführung

- Verstreichen Sie ca. 1–2 g eines „Allesklebers“ auf einem Filterpapier zu einem breiten Fleck. Bestimmen Sie die Masse des Filterpapiers mit Klebstoff genau.
- Legen Sie das Filterpapier auf einem Uhrglas auf die Waage und verfolgen Sie die Massenabnahme pro Minute über mindestens 15 Minuten.
- Tragen Sie Ihre Werte in eine Wertetabelle ein und stellen sie die Massenabnahme gegen die Zeit graphisch dar.
- Stellen Sie das Endgewicht fest, nachdem Sie das Filterpapier mit einem Fön unter dem Abzug etwa eine Minute lang erwärmt haben.

Beobachtung

SEITE FÜR LEHRENDE

„Alleskleber“ – Lösemittel in „Allesklebern“

Sek I	Sek II
	x

Beobachtung

Getestet wurden die unten genannten Klebstoffe. Es können aber auch alle anderen „Allesklebstoffe“ verwendet werden.

Klebstoff	Auftrag Klebstoff (g)	Endmasse Klebstoff (nach 15 min) (g)	Endmasse Klebstoff nach Erwärmen (g)	Anteil Lösemittel (%)
1. Uhu Flinke Flasche (ohne organische Lösemittel)	1,38	0,83	0,39	71,8
2. Uhu Flinke Flasche (mit organischen Lösemittel)	1,70	0,86	0,57	66,5

Zeit (min)	Masse Klebstoff 1 (g)	Masse Klebstoff 2 (g)
0	1,38	1,70
1	1,25	1,55
2	1,17	1,45
3	1,10	1,35
4	1,02	1,28
5	0,95	1,20
6	0,90	1,13
7	0,88	1,06
8	0,87	1,02
9	0,86	0,98
10	0,85	0,94
11	0,84	0,90
12	0,83	0,88
13	0,83	0,87
15	0,83	0,86

Tabelle 1: Massenabnahmen durch Verdunstung der Lösemittel

„Alleskleber“ – Lösemittel in „Allesklebern“

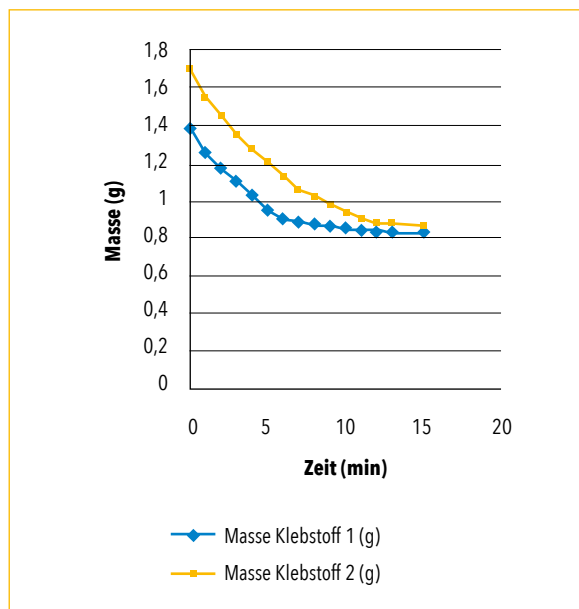


Abbildung 1: Graphische Darstellung der Massenabnahme durch Verdunstung

Zeitdauer

Ca. 30 Minuten inkl. Auswertung

Hinweis

Das Abdampfen des Restlösemittels sollte unter dem Abzug geschehen

Entsorgung

Hausmüll

Erläuterungen

Alle lösemittelhaltigen Klebstoffe binden auf die gleiche Weise ab. Damit die physikalischen Wechselwirkungen zwischen den im Klebstoff enthaltenen Polymeren wirksam werden können, muss das Lösemittel verdampfen; die Moleküle nähern sich einander an, und der Klebstoff wird fest.

Eine Voraussetzung für den erfolgreichen Ablauf dieses Vorgangs ist mindestens ein lösemitteldurchlässiges Füge teil. Der Anteil des Lösemittels in diesen Klebstoffen variiert stark. Er kann bis zu 75 Prozent betragen.

Literatur

Irmer, W.: (2007). Klebstoffe – ein Thema für den Chemieunterricht in Klasse 7. MNU 60/1, 36-42.

Synthetische Klebstoffe - Gelöste Kunststoffe (Polystyrol)

Informationen



Klebstoffe mit Lösemitteln (sog. Nassklebstoffe) werden im Alltag häufig verwendet. Diese Klebstoffe bestehen aus Polymeren, die durch Lösemittel, zum Beispiel Alkohol, Aceton oder Methylacetat, verflüssigt sind. Wenn das Lösemittel verdunstet, bindet der Klebstoff ab. Deshalb sollte das Lösemittel durch das Material oder am Rand entweichen können. Da lösemittelhaltige Nassklebstoffe einige Kunststoffe beschädigen oder sogar auflösen können, müssen bei der Anwendung dieser Klebstoffe unbedingt die Hinweise der Hersteller beachtet werden. Nassklebstoffe werden auf ein Füge teil aufgetragen und sofort mit dem zweiten Füge teil geklebt und fixiert. Bei sogenannten lösemittelfreien Nassklebstoffen ist Wasser das Lösemittel.

Arbeitsaufträge

1. Führen Sie den folgenden Versuch nach der Anweisung durch.
2. Notieren Sie alle Beobachtungen.
3. Informieren Sie sich über die Strukturformeln der verwendeten Stoffe.

Material und Chemikalien

50-ml-Becherglas, Spatel, Glasstab;
Geschäumtes Polystyrol (Styropor),

	Piktogramme		H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge (GUV-SR 2004, Vers. 8,2010)
Ethylacetat (Essig- säureethylester)	 	Gefahr	225, 319, 336	210, 240, 305 + 351 + 338	Organische Abfälle

Durchführung

- Lösen Sie in 10 ml Ethylacetat portionsweise 3 g Styropor unter kräftigem Rühren.
- Führen Sie danach Klebtests mit Papier und Pappe durch.

Beobachtung

SEITE FÜR LEHRENDE

Synthetische Klebstoffe – Gelöste Kunststoffe (Polystyrol)

Sek I	Sek II
x	x

Beobachtung

Das Styropor löst sich eindrucksvoll unter Zischen und Sprudeln, wird weicher, gelartig und klebrig. Nach vollständiger Auflösung entsteht eine weißmilchige, leicht dickflüssige Lösung. Der Polystyrolklebstoff riecht nach Lösemittel. Es ist ein einfacher Klebstoff auf Polystyrolbasis entstanden, welcher Papier, Pappe, Glas, Kunststoffe und sogar Metalle klebt.

Zeitdauer

20 Minuten

Hinweis

Der Polystyrol-Klebstoff ist gut verschlossen über längere Zeit haltbar.

Geben Sie den flüssigen Klebstoff in ein größeres Gefäß mit Wasser, erhalten sie eine glasklare Polystyrol-Platte.

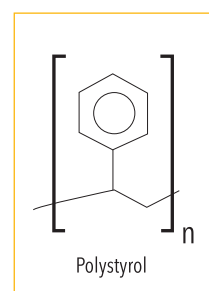
Entsorgung

Entsorgen Sie die Reste im Abfallbehälter für organische Lösemittel.

Erläuterungen

Organische lösemittelhaltige Klebstoffe werden hergestellt, indem ein Kunststoff in eine flüssige Form gebracht wird. Die Polymere liegen suspendiert bzw. gelöst in dem Lösemittel vor und werden appliziert.

Das Fügen findet zu einem Zeitpunkt statt, zu dem noch genügend Lösemittel in der Klebschicht vorhanden ist, um eine Benetzung der zweiten Fügeteiloberfläche zu gewährleisten. Durch Verdunsten der Lösemittel bindet der Klebstoff ab, das heißt, er wird zunächst zäher und verfestigt sich schließlich durch die Ausbildung physikalischer Wechselwirkungen zwischen den Polymerketten.



Literatur

Brückmann, J. et al.: (2001) Experimente zu Makromolekülen. – Köln: Skriptum des Arbeitskreises im Kölner Modell am Institut für Anorganische Chemie der Universität zu Köln

„Alleskleber“ - Polyvinylacetat

Informationen



„Alleskleber“ ist eine allgemein gebräuchliche, aber unkorrekte Bezeichnung für Klebstoffe, mit denen viele (aber nicht alle!) Materialien mit unterschiedlichem Ergebnis geklebt werden können. „Alleskleber“ sind wässrige Dispersionen oder Lösungen von Polymeren, zum Beispiel Polyurethan, Cellulosenitrat, Polyvinylacetat, Polyacrylate in (alkoholhaltigen) Estern und/oder Ketonen oder Wasser als Dispergiermittel bei Dispersionsklebstoffen. „Alleskleber“ binden ab durch Verdunsten des Löse-/Dispersionsmittels oder dessen Abgabe an das zu klebende Substrat. „Alleskleber“ werden besonders im Haushalt und im Do-it-yourself-Bereich eingesetzt.

Arbeitsaufträge

1. Führen Sie den folgenden Versuch nach der Anweisung durch.
2. Notieren Sie alle Beobachtungen.
3. Ermitteln Sie die Strukturmerkmale der genannten Polymere.

Material und Chemikalien

100-ml-Becherglas, Magnetheizgerät, Rührkern, Spatel, Glasstab, Waage, fest verschließbares kleines Gefäß;
PVAC - (Polyvinylacetat),

	Piktogramme		H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge (GUV-SR 2004, Vers. 8,2010)
(Essigsäure-ethylester)		Gefahr	336	210-240-305+351+338	Organische Abfälle
Ethylacetat (Essigsäure-ethylester)		Gefahr	225, 319, 336	210, 240, 305 + 351 + 338	Organische Abfälle

Durchführung

- Arbeiten Sie unter dem Abzug.
- Geben Sie in das Becherglas unter Rühren und schwachem Erwärmen sukzessive 8 g PVAC in 30 ml Ethylacetat, bis es sich aufgelöst hat (ca. 30 Minuten).
- Lassen Sie diese Mischung etwas quellen. Aufgrund der hohen Viskosität kann auch ein Glasstab zum Rühren verwendet werden.
- Führen Sie mit dieser Mischung Klebversuche durch.

Beobachtung

„Alleskleber“ – Polyvinylacetat

Sek I	Sek II
	x

Beobachtung

Das Polyvinylacetat löst sich recht langsam im Ethylacetat auf, und die „Lösung“ wird zusehends viskoser. Es entsteht ein Klebstoff, mit dem man Papier, Pappe, Glas und Kunststoffe sowie Metall gut kleben kann. In einem fest verschließbaren Gefäß ist der Klebstoff gut zu lagern.

Zeitdauer

Ca. 30–40 Minuten

Hinweis

Ohne Erhitzen gelingt das „Lösen“ nur schlecht bzw. erst innerhalb von mehr als einer Stunde.

Entsorgung

Die Reste des Klebstoffs werden im Abfallbehälter „Organische Lösemittel“ entsorgt.

Erläuterungen

Hier handelt es sich um einen Nassklebstoff der ca. 75–85 Prozent an Lösemittel enthält. Sobald das Lösemittel verdunstet, bindet der Klebstoff ab und verbindet die Werkstücke, die mit dem Klebstoff benetzt worden sind. Die Inhaltsstoffe sind zumeist Methylacetat, Polyvinylacetat, Ethanol und Aceton. Polyvinylacetat als Polymer ist der eigentliche Klebstoff, der die Materialien verbindet, das Lösemittel Ethylacetat dient dazu, das Polymer in Lösung zu halten und es so leichter auftragen zu können. Die Abbildung zeigt die Verbindung zwischen Klebstoff und dem Werkstoff Papier.

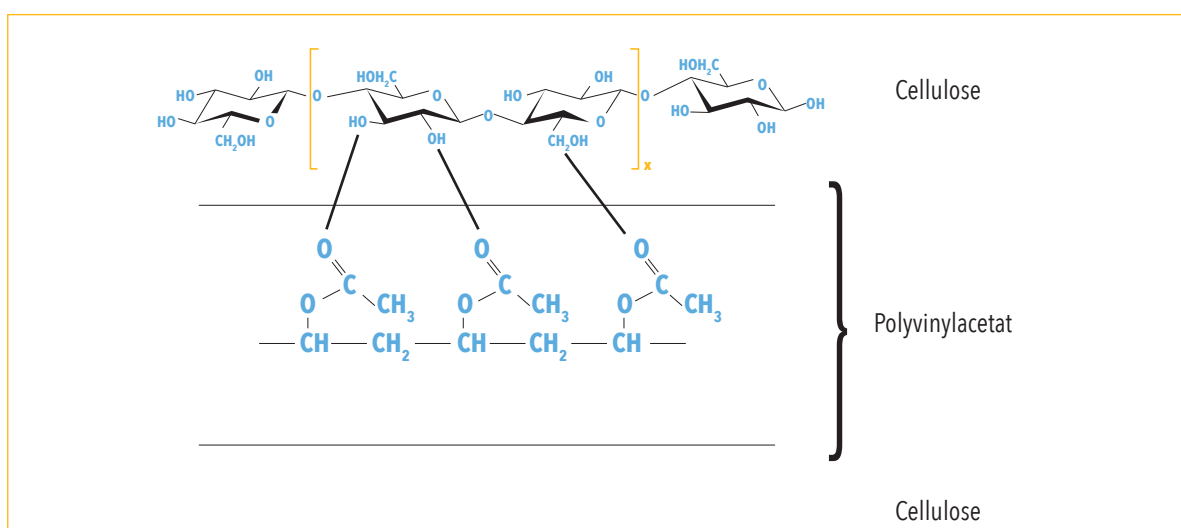


Abbildung aus Degenkolb (2001)

Literatur

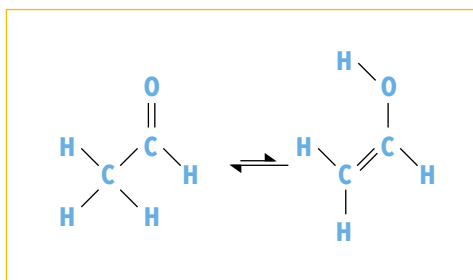
Degenkolb, D.: (2001) Klebstoffe. Universität Bayreuth

<http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/klebstoffe/klebstoffe.htm> (27-02-2015)

„Alleskleber“ – Polyvinylalkohol-Lösung

Informationen

Im Gegensatz zu den meisten Vinylpolymeren (z. B. PVC) kann Polyvinylalkohol nicht durch einfache Polymerisation des entsprechenden Monomers hergestellt werden, da das zugrunde liegende Monomer „Ethenol“ nicht stabil ist. Es steht im tautomeren Gleichgewicht mit Ethanal, wobei das Gleichgewicht weit auf der Seite des Alkanals liegt.



Arbeitsaufträge

1. Führen Sie den folgenden Versuch nach der Anweisung durch.
2. Notieren Sie alle Beobachtungen.
3. Recherchieren Sie die Herstellung von Polyvinylalkohol.

Material und Chemikalien

100-ml-Becherglas, Glasrührstab, Dreifuß, Wärmeschutznetz, Brenner, Thermometer (bis 100 °C), Messzylinder, Waage, Pinsel, Papier- und Pappstreifen, Holz; Polyvinylalkohol, Wasser.

Durchführung

- Erwärmen Sie in einem Becherglas 50 ml Wasser auf ca. 85 °C.
- Fügen Sie unter Umrühren etwa 3 g Polyvinylalkohol dazu und lösen Sie den Feststoff auf.
- Führen Sie mit der entstandenen Lösung Klebttests mit Papier, Pappe, Holz etc. durch.

Beobachtung

„Alleskleber“ – Polyvinylalkohol-Lösung

Sek I	Sek II
	x

Beobachtung

Polyvinylalkohol löst sich in wenigen Minuten vollständig auf. Die Lösung bleibt auch nach Abkühlen auf Raumtemperatur erhalten. Mit dem Pinsel lassen sich dünne Filme erzeugen, die gute Klebeigenschaften auf Papier und Pappe zeigen.

Zeitdauer

Ca. 10 Minuten, ohne Klebversuche.

Erläuterungen

Handelsübliche Typen von Polyvinylalkohol-Klebstoffen werden über alkalische Hydrolyse von Polyvinylacetat (PVA) hergestellt.

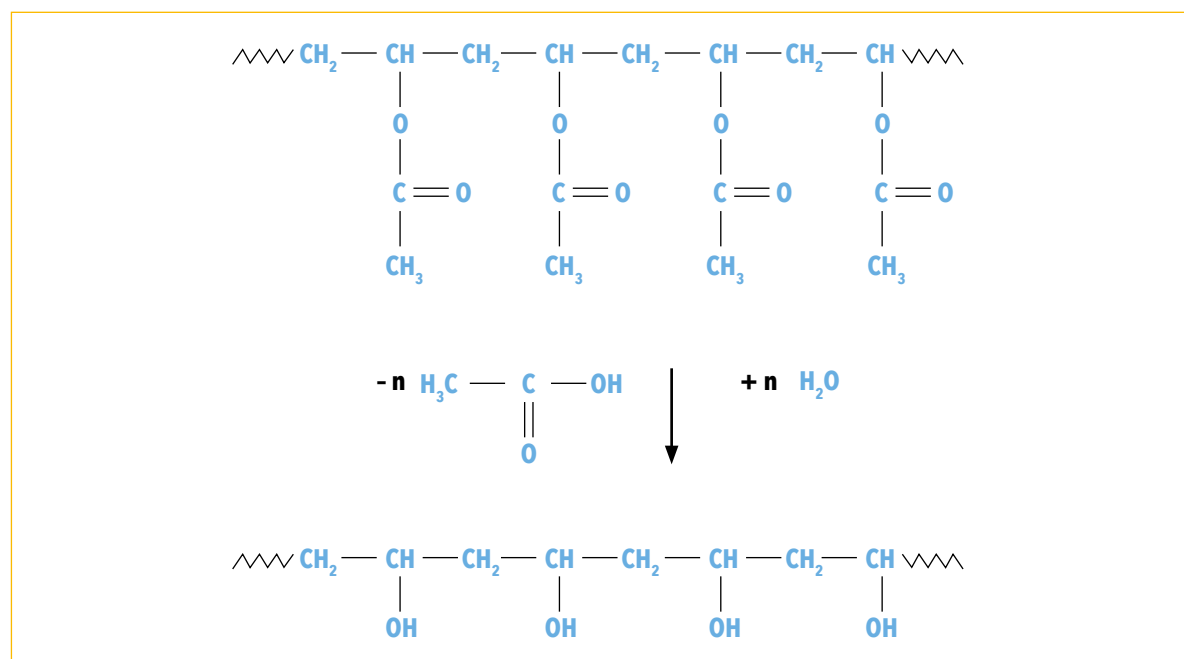


Abbildung: chemgapedia

Während sich Teilhydrolysate bei Raumtemperatur in Wasser lösen, gelingt das Lösen von Polyvinylalkohol nur in heißem Wasser. Die Lösung bleibt dann allerdings auch bei Raumtemperatur stabil. Polyvinylalkohole zeigen ausgezeichnete filmbildende, emulgierende und haftende Eigenschaften. Zudem zeigen die Klebstoffe hervorragende Beständigkeit gegen Öl, Fette und Lösemittel, sowie eine vergleichsweise hohe Reißfestigkeit, Flexibilität und eine hohe Sauerstoffbarriere.

Entsorgung

Hausmüll

Literatur

<http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/9/mac/copolymere/polymeranalog.vlu/Page/vsc/de/ch/9/mac/copolymere/polymeranalog/pva.vscml.html> (27-02-2015)

<http://www.chemie.de/lexikon/Polyvinylalkohol.html> (27-02-2015)

Klebebänder – Vergleich der Klebkraft

Informationen

Die Klebkraft eines Klebebands ist die Kraft, die benötigt wird, um ein auf einer Oberfläche fixiertes Klebeband wieder abzulösen. Der Begriff ist mit der Adhäsion identisch. Vergleichswerte werden durch genormte Laborversuche erzielt. Dazu wird ein 25mm breites Klebeband auf eine polierte Stahlplatte geklebt und im Winkel von 180° abgezogen. Die dazu benötigte Kraft wird in Newton (N) gemessen.

Hier werden vereinfachte Vergleichsuntersuchungen durchgeführt.

Arbeitsaufträge

1. Führen Sie den Versuch durch und notieren Sie Ihre Beobachtungen.
2. Informieren Sie sich über den Aufbau von Klebebändern.
3. Recherchieren Sie die verschiedenen Klebstoffarten, die bei Klebebändern vorkommen.

Material und Chemikalien

Verschiedene Klebebänder, zum Beispiel Malerband oder Malercrepp, Panzerband, Heftpflaster, Absperrband, Sporttape, usw.;
Federwaagen

Durchführung

- Nehmen Sie verschiedene Klebebänder gleicher Länge und gleicher Breite. Kleben Sie diese auf die gleiche Oberfläche. Lassen Sie einen Überstand von ca. 5 cm stehen, an dem Sie nachher ziehen sollen.
- Ziehen Sie die Klebstreifen von der Fläche ab. Halten Sie möglichst einen Winkel von 180° ein.
- Vergleichen Sie die Kräfte, die notwendig sind, um das Band abzuziehen.

Beobachtung

SEITE FÜR LEHRENDE

Klebebänder – Vergleich der Klebkraft

Sek I	Sek II
x	x

Beobachtung

Das Malerkreppband lässt sich sehr leicht abziehen, wobei es häufig reißt. Das Panzerband ist am schwersten abzuziehen. Die Kraft lässt sich mit Federwaagen messen.

Zeitdauer

Ca. 10 Minuten

Erläuterungen

Einseitige und doppelseitige Klebebänder sind heute aus dem Alltag, aber auch aus der technischen Anwendung nicht mehr wegzudenken. Vom Malerband (Kreppband) bis zum Panzerband, vom leicht ablösbaren klebrigen Band bis zum dauerhaft haltenden Band reicht die Palette. Auf den Klebebändern bleiben die Klebstoffe zähflüssig, das heißt, es liegen Polymere in einer Form vor in der sich die Molekülketten noch sehr leicht bewegen können. Zur Herstellung solcher Klebstoffe lassen sich viele, unterschiedliche Polymere einsetzen.

Beanspruchung von Klebungen – Zugbeanspruchung

Informationen

Ein wichtiger Aspekt bei der Entwicklung von Klebstoffen ist die Prüfung auf Beanspruchung der Klebestelle unter verschiedenen Bedingungen. Hier sind unterschiedliche Faktoren relevant, von der Belastbarkeit der Klebung durch unterschiedliche mechanische Beanspruchungen bis hin zur Beeinflussung durch Witterungseinflüsse oder Chemikalien. Die Abbildung zeigt die verschiedenen mechanischen Beanspruchungsformen einer Klebestelle. In diesem Versuch wird aufgezeigt, wie man die Zugbeanspruchung einer Klebung prüfen kann.

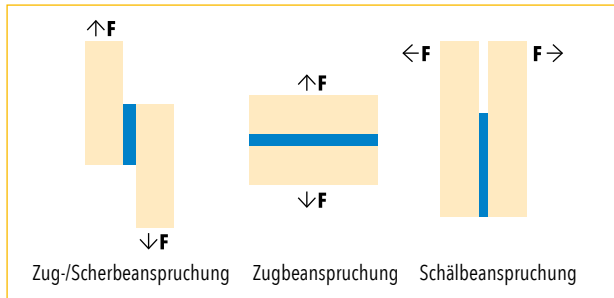


Abbildung 1: Beanspruchungsformen einer Klebestelle

Die Versuchsbeschreibung erfolgt in Anlehnung an Böschen et al. (2012).

Arbeitsaufträge

1. Führen Sie den folgenden Versuch nach der Anweisung durch.
2. Notieren Sie alle Beobachtungen.
3. Erstellen Sie ein Prüfprotokoll

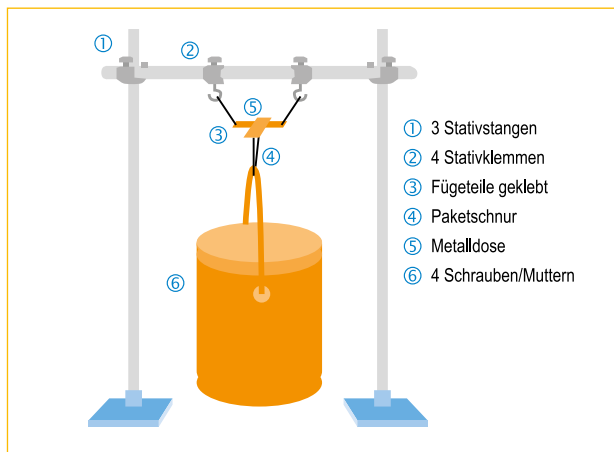


Abbildung 2: Versuchsaufbau (Quelle: Böschen et al. 2012)

Material und Chemikalien

4 Stativklappen, 3 Stativstangen, 4 Schrauben ($d = 2-3$ mm) mit Muttern, 1 Metalldose/-schale (Fassungsvermögen etwa 10 l), Paketschnur, Sand (etwa 20 kg), Uhr, 2 Bechergläser (400 ml), Leitungswasser, Waage (z. B. Personenwaage), Fügeile aus Holz, Kunststoff (PE und PVC), Glas, Plexiglas (PMMA), Metall; Wasser, verschiedene Klebstoffe,

	Piktogramme	H-Sätze	P-Sätze	E-Ratschläge (GUV-SR 2004, Vers. 8,2010)
Brennspiritus		Gefahr	225	210-241-280-240-303+361+353-501

Beanspruchung von Klebungen – Zugbeanspruchung

Durchführung

- Reinigen Sie Füge­teile unterschiedlicher Materialien an den jeweiligen Flächen zunächst mit Ethanol und Küchenpapier.
- Bringen Sie auf eine mittige Klebefläche von 1 cm² einen dünnen Klebstoff­film auf, legen Sie die Füge­teile aufeinander und pressen Sie sie mit Hilfe eines mit Leitungswasser gefüllten Becherglases mit einem Gesamtgewicht von 400 g zusammen (Becherglas auf die geklebten Füge­teile stellen).
- Lassen Sie die Kleb­stelle für mindestens einen Tag trocknen.
- Der Versuch wird laut Skizze (s. oben) aufgebaut. Dazu werden die Bohrungen der Füge­teile mit Schrauben und Muttern versehen und mit Hilfe von Paketschnur an den Stativ­klemmen befestigt.
- Befüllen Sie die Metall­dose nun nach und nach mit Sand. Geben Sie alle 15 Sekunden ca. 350–400 g Sand in die Metall­dose.
- Um das Gesamtgewicht zu erhöhen, kann der Sand mit Leitungswasser getränkt werden.
- Die Masse der Metall­dose bestimmen Sie dann, wenn die Kleb­verbindung bricht oder es zum Bruch der Füge­teile kommt.

Beobachtung

SEITE FÜR LEHRENDE

Beanspruchung von Klebungen – Zugbeanspruchung

Sek I	Sek II
x	x

Zeitdauer

Ca. 60 Minuten für das Testen von drei Klebstoffen an drei verschiedenen Materialien (ohne vorbereitende Klebungen der Fügeiteile)

Hinweis

Der naturwissenschaftliche Unterricht soll den Schülerinnen und Schülern eine Orientierung für naturwissenschaftlich-technische Berufsfelder ermöglichen. Dabei geht es darum, Möglichkeiten aufzuzeigen, wie Tätigkeiten und Aufgaben im Unterricht mit einer gleichzeitigen beruflichen Orientierung verknüpft werden können (Böschchen et al, 2012). Häufig kommt diese Zielsetzung jedoch im alltäglichen Unterricht aufgrund der Zeitknappheit und mangelnden Erfahrung der Lehrkräfte zu kurz. (Thoma, 2010). Es muss verdeutlicht werden, dass es nicht um eine Addition von berufsorientierenden Inhalten zusätzlich zum Fachunterricht geht, sondern um eine lernzielbestimmte Integration in die bestehenden Unterrichtsfächer (Butz, 2008). Die Chemie und Physik von Klebstoffen ist ein gutes Beispiel, mit dem diese Integration erreicht werden kann.

Erläuterungen

Herstellung der Fügeiteile

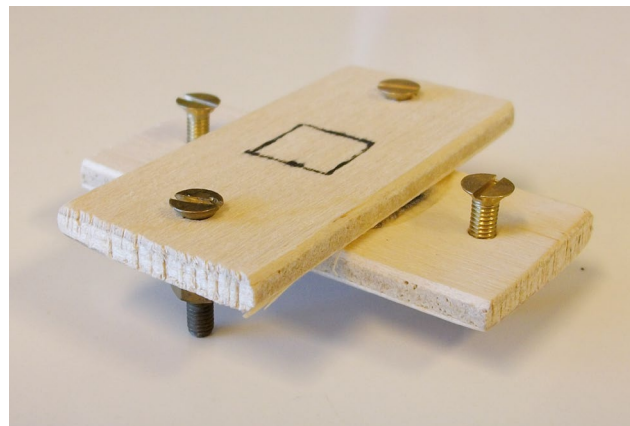
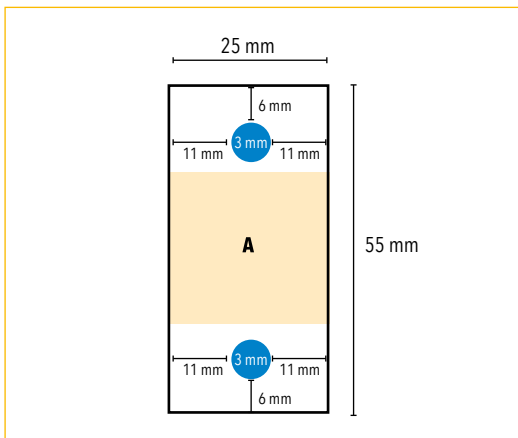


Abbildung 3a: Schemazeichnung eines Fügeiteils mit zwei Bohrungen mit jeweils 3 mm Durchmesser und der resultierenden Klebfläche A.

Abbildung 3b: Geklebte Fügeiteile aus Holz mit bereits eingesetzten Schrauben und Muttern zur Befestigung. (Quelle: Böschchen et al., 2012)

Beobachtungsbeispiele (Es können auch andere Klebstoffe verwendet werden.)

Klebstoff Material	UHU-Der- Alleskleber®	Pattex-Kleben-statt- Bohren®	Pattex-Multi- Alleskleber®	Spezialklebstoffe
Plexiglas	0,196	0,174	0,275	0,201
Kunststoff (PE)	0,064	0,052	0,148	0,063
Kunststoff (PVC)	0,091	0,121	0,191	> 0,278
Holz	> 0,235	0,170	> 0,275	> 0,278
Metall	0,049	0,126	> 0,275	> 0,278
Glas	0,177	> 0,270	0,199	0,237

Tabelle 1: Beobachtungen zum Experiment „Zugbeanspruchung“ (auf der Basis einer Klebfläche von A = 625 mm², die sich nach dem Zusammenpressen der Fügeiteile im Durchschnitt ergibt. Quelle: Böschchen et al., 2012)

SEITE FÜR LEHRENDE

Beanspruchung von Klebungen – Zugbeanspruchung

Hinweise zur Auswertung

Der Versuch lehnt sich eng an das industrielle Prüfungsverfahren zur Messung der Zugbeanspruchungen an. Die Zugfestigkeit wird in Megapascal ermittelt (Tabelle 2).

Zur Berechnung der Zugfestigkeit T_{Zug} wird in dieser Versuchsanordnung folgender Zusammenhang benötigt:

Beispielhaft ergibt sich somit für die Zug-Klebfestigkeit T_{Zug} von UHU-Der Alleskleber® auf Plexiglas:

$$\tau_{\text{Zug}} = \frac{F_{\text{max}}}{A_{\text{Klebefläche}}} \quad \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = \text{MPa} \right]$$

$$F_{\text{max}} = m \cdot \vec{g} \quad \left[\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = \text{N} \right]$$

$$\tau_{\text{Zug}} = \frac{m \cdot \vec{g}}{A_{\text{Klebefläche}}} \quad \text{mit } \vec{g} = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\tau_{\text{Zug}} = \frac{m(\text{Messung}) \cdot \vec{g}}{A_{\text{Klebefläche}}}$$

$$\tau_{\text{Zug}} = \frac{12,5 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{625 \text{ mm}^2}$$

$$\tau_{\text{Zug}} = 0,196 \text{ MPa}$$

Je nach Leistungsstärke der Lerngruppe können solche Berechnungen von den Schülergruppen selbst oder aber mittels eines vorbereiteten Excel-Arbeitsblatts auch am PC durchgeführt werden.

Klebstoff Material	UHU-Der- Alleskleber®	Pattex-Kleben-statt- Bohren®	Pattex-Multi- Alleskleber®	Spezialklebstoffe
Plexiglas	0,196	0,174	0,275	0,201
Kunststoff (PE)	0,064	0,052	0,148	0,063
Kunststoff (PVC)	0,091	0,121	0,191	> 0,278
Holz	> 0,235	0,170	> 0,275	> 0,278
Metall	0,049	0,126	> 0,275	> 0,278
Glas	0,177	> 0,270	0,199	0,237

Tabelle 2: Berechnete Werte für die Zug-Klebfestigkeit T_{Zug} verschiedener Klebstoffe auf verschiedenen Materialien (alle Werte in MPa) (Quelle: Böschen et al., 2012)

Ein zusätzlicher Versuch zur Schälbeanspruchung ist im Artikel von Böschen et al. (2012) beschrieben.

Entsorgung:

Alle Materialien können im Hausmüll entsorgt werden.

Literatur

Böschen, W; Haucke, K. & Parchmann, I. (2012). Klebstoffe – ein Thema zur Vernetzung von Erkenntnisgewinnung und Berufsorientierung, MNU 65/4, 219-230.

Butz, B. (2008): Grundlegende Qualitätsmerkmale einer ganzheitlichen Berufsorientierung. In G.-E. Famulla – B. Butz – S. Deeken – U. Michaelis – V. Möhle – B. Schäfer (Hg.): Berufsorientierung als Prozess. Persönlichkeit fördern, Schule entwickeln, Übergang sichern. Hohengehren: Schneider Verlag, Band 5, 42-62.

Thoma, G. (2010): Die Kluft zwischen Schule und Arbeitswelt und Ansätze zu ihrer Überwindung. Wirtschaft und Berufserziehung, 6, 22-27.