

Kunststoffe



Klassenstufe	Oberthemen	Unterthemen	Anforderungs- niveau	Durchführungs- niveau	Vorlauf Vorbereitung Durchführung
SII	Polymerchemie	Kunststoffe	●	■	20 min

Autor: Harald Scheve

- 1.0 Allgemeine Einleitung**
- 1.1 Etwas Chemiedidaktik**
- 1.2 Schülervoraussetzungen und Lehrplan**
- 1.3 Lernpsychologische Konsequenzen**
- 1.4 Hinweise zum fächerübergreifenden Arbeiten**
- 1.5 Fachdidaktische Hinweise für einen interessanten Unterricht**
- 1.6 Hinweise vom Autor**

CONATEX-DIDACTIC Lehrmittel GmbH – Im Forstgarten 1 - D-66459 Kirkel
 Kundenservice (kostenfrei): 00800 0266 2839 (D, CH, A, L) oder 0049 (0) 6849 - 99 296 -0
www.conatex.com - email: didactic@conatex.com

Weitergabe und Vervielfältigung dieser Publikation oder von Teilen daraus sind ohne die ausdrückliche schriftliche Genehmigung durch die Conatex Didactic Lehrmittel GmbH nicht gestattet.

2. Ein Versuch einer Definition von Kunststoffen
 - 2.1 Einleitung zum Thema – Warum das Thema Kunststoffe in der Chemie?
 - 2.2 Interessantes aus der Geschichte
 - 2.3 Nicht nur im 19. Jahrhundert wurden schon Kunststoffe verwendet
 - 2.4 Der Beginn der modernen Kunststoffindustrie
 - 2.5 Die weitere Entwicklung bis ins 20. Jahrhundert
 - 2.6 Weltweite Verwendung von Kunststoffen (Welche Bereiche?)
 - 2.7 von Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren
 - 2.8 Einteilung von Kunststoffen nach Herstellung (Polymerisation, Polykondensation und Polyaddition)
 - 2.9 Allgemeine Eigenschaften von Kunststoffen
3. Versuchsreihe
 - 3.1 Schießbaumwolle als Motivationsversuch
 - 3.2 Die Versuchsreihe – als Stationen – oder Gruppenarbeit
 - 3.3 Elementaranalyse von Kunststoff (Nachweis von Wasser und Kohlenstoff)
 - 3.4 Herstellung von Nylon
 - 3.5 Kunststoff ganz natürlich!

1. Ob Backpulver, Essig in der Küche oder Kalkmörtel beim Bau oder Dioxin in Hühnereiern. Chemie ist allgegenwärtig. Allerdings brachte die chemische Industrie im letzten Jahrhundert auch viele Probleme mit sich. Gerade auch der **schwere Atomunfall in Japan hat uns die Verletzlichkeit und die Ambivalenz von Technik und Fortschritt vor Augen geführt**. Die **blinde Technikfreundlichkeit** und das Bewusstsein, dass wir alles mit Chemie, Technik und Medizin lösen können, sind ad acta gelegt. Der Mensch als Herrscher und Dominator der Schöpfung wird nicht nur von Ethikkommissionen in Frage gestellt... und das ist gut so. Dennoch macht es immer wieder Sinn, Sachargumente auszutauschen und dann letztendlich abzuwägen.

Gerade auch der Chemielehrer steht hier unter einer **besonderen Herausforderung**. Er sollte die Chemie - entgegen der Chemielehrergeneration zuvor – nicht als Allheilmittel und Menschheitssegens darstellen, sondern eben auch die negativen Aspekte von Fortschritt erwähnen, so dass unsere Schüler ein **differenziertes Bild vom wunderschönen Fach Chemie** bekommen. Unbestritten ist heutzutage, **dass praxisorientierte Inhalte** für das Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht nicht nur förderlich, sondern auch unverzichtbar sind.

1.1 Didaktischer Ansatz:

Entscheidend ist die didaktische Analyse. Wo sind meine Schüler, und wo kann ich sie am besten abholen – ohne dass die Mehrheit stehen gelassen wird. Gerade im Fach Chemie manchmal schwierig umzusetzen. Nicht ohne Grund rangiert das Fach Chemie unter Schülern auf den hinteren Rängen.

Dieses Thema bietet so **einen starken Alltagsbezug** und gleichzeitig erkennen die Schüler, dass fachmethodische Kenntnisse notwendig sind, um herauszufinden, welche Stoffe beispielsweise im Chlor sind.

Unsere didaktischen Anregungen haben folgende Vorteile: Von Fachleuten für Fachleute!

Conatex erfindet das Rad nicht neu. Wir versuchen immer wieder Themenkomplexe unter neuen Gesichtspunkten neu zu strukturieren und neu aufzuarbeiten. Dabei hilft sicherlich die fachdidaktische Unterstützung von Chemielehrern, die diese Newsletter meist auch im Unterricht oder während einiger Projekte umgesetzt haben.

- ✓ „Versuche, die passen“ – einfach und dennoch durchdacht.
- ✓ Unsere Versuche sind meist Teile eines Themenkomplexes
- ✓ Schnelle und einfache Vorbereitung
- ✓ Problemlose Durchführung
- ✓ Versuche lassen sich einzeln in ein anderes Unterrichtskonzept integrieren
- ✓ Sachanalyse und auch geschichtliche Aspekte, die fächerübergreifend sind und eine besondere motivierende Wirkung auf die Schüler haben

Lehrplan:

Da es in Deutschland kein einheitlichen Lehrplan gibt und dieser in den versch. Bundesländern stark variiert, verzichten wir darauf, an dieser Stelle genaueres zum Lehrplanbezug anzumerken. Kunststoffe als Teil des Lehrplans tauchen oft erst im 10.Schuljahr als Ergänzung der Organischen Chemie auf. Leider schaffen es Kollegen und Kolleginnen oft nicht z.B. im 10.Schuljahr einer Realschule das Thema Kunststoffe zu behandeln. Da gerade dieses Thema ist, welches einen direkten Bezug zum Alltag hat und da gerade ganze Industriezweige der chemischen Industrie von Kunststoffen leben, wäre es an der Zeit im Lehrplan für dieses Thema Platz zu machen. Oft begegnet dieses Thema den Schülern erst in der Oberstufe.... Schade!

Lernen ist Chemie?

Lernen bewirkt biologische und **chemische Veränderungen im Gehirn**. Es handelt sich dabei um Verknüpfungen zwischen den Hirnzellen, den Neuronen. Je mehr solcher Verknüpfungen gebildet werden, desto größer auch der Wissensstand bzw. desto schneller findet man abgespeicherte Informationen. Zwar ist die Anzahl der Neuronen, wie man vermutet, konstant, aber die Verknüpfungen zwischen ihnen

können durch Lernen aufgebaut oder durch Nichtgebrauch abgebaut werden. **Gerade klare Strukturen, Wiederholungen und Arbeiten am Modell haben großen Einfluss auf unser Lernen...!** Schüleraktivität steigert z.B. das Behalten.... Und diese Erkenntnis der Lernpsychologie ist nicht nur auf die Chemiedidaktik begrenzt!

1.3 Lernpsychologische Konsequenzen für die Chemiedidaktik:

Von der Lernpsychologie wissen wir, dass Wissen, das vernetzt werden kann, gesichertes Wissen ist. Je mehr die Schüler Assoziationen und Verknüpfungspunkte zu vorhandenem Wissen setzen können, desto effektiver lernen sie.

1.4. Hinweise zum Fächer übergreifenden Arbeiten

Die Möglichkeiten Kunststoffe als fächerübergreifend zu veranstalten, sind begrenzt. Kunststoffe sind ein chemisches Thema und sollten in der Klassenstufe 10 durchgenommen werden. Sicherlich kann und muss dieses Thema auch in der Oberstufe vertieft werden; hier sind insbesondere die verschiedenen Reaktionsmechanismen zu nennen. Ansonsten kann dieses Thema vielleicht noch im Wahlpflichtbereich behandelt werden.

1.5. Fächer übergreifendes Projekt und weitere fachdidaktische Tipps :

Ähnlich wie bei vielen unserer Themen, die wir vorschlagen, kann auch dieses Thema wieder hervorragend fächerübergreifend z.B. im Projekt behandelt werden. Allerdings kann diese Reihe auch nur im Chemiegrundkurs (Klassenstufe 10-12) oder im Leistungskurs behandelt werden.

Hinweise vom Autor:

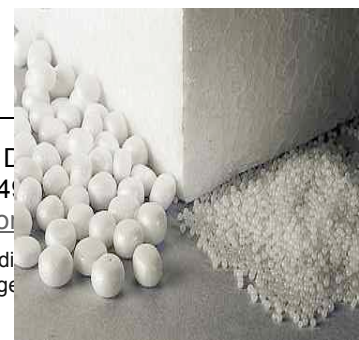
Selbstverständlich hat der Autor nicht den Anspruch in **allerletzter Wissenschaftlichkeit** umfassend das Thema darzustellen. Sicherlich besitze ich **seit 20 Jahren eigene Erfahrungen im Chemieunterricht und deshalb steckt ein gutes Stück eigenes Wissen und die Erfahrung in dieser Arbeit. Falls Sie Anregungen zum Thema haben – oder Kritik anbringen möchten (positiv oder negativ), dann schreiben Sie mir: HScheve@t-online.de**

Wir haben wieder darauf verzichtet alle R- und S- Sätze in Vollständigkeit anzugeben!

Definition von Kunststoffen

CONATEX-DIDACTIC Lehrmittel GmbH – Im Forstgarten 1 - D
Kundenservice (kostenfrei): 00800 0266 2839 (D, CH, A, L) oder 0049
www.conatex.com - email: didactic@conatex.com

Weitergabe und Vervielfältigung dieser Publikation oder von Teilen daraus sind ohne die Genehmigung durch die Conatex Didactic Lehrmittel GmbH nicht ge



Wenn man im Internet recherchiert, dann findet man verschiedene Definition über Kunststoffe:

- 1. Sie sind aus Makromolekülen aufgebaut**
- 2. Sie unterscheiden sich durch die Herstellung**
- 3. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal sind die chemischen Eigenschaften**
- 4. Sie entstehen aus Naturprodukten oder**
- 5. Sie werden aus Primärstoffen wie Erdöl, Kohle, Erdgas und Quarz durch Synthesen hergestellt.**

Einleitung zum Thema:

Wussten Sie, dass kleine Kunststoffkörnchen in den Windeln Babys zuverlässig trocken halten? Kennen Sie den Unterschied zwischen einer wasserlöslichen und einer „normalen“ Plastikfolie? Kunststoffe gehören zu den am meisten benutzten Werkstoffen der modernen Chemie. Kunststoffe sind Teil unseres Alltags, z.B. als Zahnbürste, als Telefonhörer oder als Sitzpolster. Wir benutzen sie ganz selbstverständlich in der Küche, im Auto, bei der Kommunikation und für Verpackungen. Als Dämmmaterial oder Fensterrahmen aus Kunststoff senken sie unsere Heizkosten. Kunststoffe sind auch aus dem modernen Umweltschutz nicht mehr wegzudenken: Von den Sonnenkollektoren über die Windmühlen bis hin zu den Membranen für die Technik der Abwasserklärung – Polymere werden überall gebraucht. Ohne Kunststoffe wäre die Entwicklung unserer Technik und unseres Lebensstandards nicht denkbar. Aus diesem Grund ist das Verständnis der Eigenschaften von Kunststoffen, ihrer Herstellung und Verwendungsmöglichkeiten und nicht zuletzt die Umweltverträglichkeit ein wichtiger Bestandteil der Allgemeinbildung. Wenn ihr zu Hause einen Blick in eure Küche werft, so werdet ihr eine Vielzahl von Kunststoffen sehen. Die Entwicklungen in der Polymerchemie haben unsere Supermarktkultur überhaupt erst möglich gemacht. Im Kühlschrank werdet ihr Verpackungen, Limonadenflaschen, Kunststofffolien oder auch –schalen finden, und irgendwo steht bestimmt auch ein Plastikbeimer eine Salatschüssel oder ähnliches.

„Polymere“ lautet der wissenschaftliche Begriff für Kunststoffe. Er ist abgeleitet von den griechischen Wörtern poly = viel und meros = Teil. Sicherlich werden die Kunststoffe, vielleicht mit viel Glück in der 10.Klasse einer Realschule behandelt. In der Regel wird dieses Thema in der Oberstufe des Gymnasiums behandelt. Die Kunst ist natürlich – wie so oft – so ein Thema „runterzubereiten“ und so didaktisch reduzieren, dass es auch für Schüler der Sekundarstufe 1 verständlich gemacht wird. Es ist eigentlich schade, dass die meisten Schüler, die mit dem 10.Schuljahr die Schule verlassen, nie etwas im Chemieunterricht über Kunststoffe hören. Aus diesem

Grund werden wir in einer ersten Versuchsreihe, Schüler für dieses Thema sensibilisieren. Die Schüler können den Werkstoff Kunststoff phänemologisch kennen lernen ohne sich mit den komplizierten organischen Reaktionsmechanismen beschäftigen zu müssen. Die Schüler sollen forschend-entwickelnd in Gruppenarbeit immer mehr über Kunststoffe kennen lernen.

Zum Abschluss soll nicht nur eine Wissenssicherung erfolgen, sondern sich auch weiterführende Betrachtungen im Hinblick auf Umweltschutz, Recycling, Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, Verwendungszwecke, usw. anschließen.

Die Geschichte des Kunststoffes

Wenn man eine Geschichte von Kunststoffen recherchiert, dann kommt man natürlich ins 19. Jahrhundert. IN diesem Jahrhundert wurden bahnbrechende Erfindungen zum Kunststoff gemacht. Allerdings müsste man schon im ausgehenden Mittelalter beginnen diese Chronik zu schreiben.



Vorläufer der Kunststoffe

Kunststoff¹ ist keineswegs eine Erfindung der industriellen Revolution. Das Material ist weitaus älter. Schon 1531 entdeckte der **Augsburger Benediktinerpater Wolfgang Seidel**, dass man aus Magerkäse ein im warmen Zustand formbares und nach dem Erkalten äußerst festes Material herstellen konnte. Den Käse erhitzte er immer wieder und reduzierte ihn dabei bis daraus ein hartes und transparentes Material wurde. Er hatte Kasein hergestellt.

Es ist "hart wie Knochen und wunderbar durchscheinend" kommentierte der Erfinder des Kunststoffs sein Resultat. Das Kasein wurde daraufhin unter anderem zum Herstellen von **Formen, Trinkgeschirr oder Schmuckstücken** benutzt. Durch Zugabe von Farbstoffen konnten die Gegenstände sogar nach Belieben koloriert werden.

¹ <http://www.technikatlas.de/~tb4/geschichte.htm>

Natürlicher Asphalt

²Einer der frühesten polymeren organischen Rohstoffe in der Geschichte der Menschheit stellt der natürliche Asphalt dar. Er enthält einen hohen Anteil an langkettigen Kohlenwasserstoffen. Bei dem natürlichen Asphalt handelt es sich um braunschwarze, fettglänzende Stücke. Das Wort Asphalt kommt aus dem Griechischen und bedeutet "Erdpech". Bereits die Babylonier und die Sumerer benutzten vor mehr als 5000 Jahren Asphalt zum Abdichten von Bauwerken oder von Wasserkanälen. In Deutschland wurde im Jahre 1838 erstmals eine Straße asphaltiert.



Bernstein

Der gelbbraune Bernstein ist ein Harz ehemaliger Nadelhölzer der Tertiärzeit (im Oligozän vor ca. 30 Millionen Jahren). Der Bernstein enthält ein kompliziertes Gemische an oxidierten Harzsäuren und Harzalkoholen. Er ist fettglänzend durchscheinend und bildet oft rundliche Körner, die man häufig auch an den Ostseestränden findet. Er zersetzt sich bei ca. 370°C ohne zu schmelzen und verbrennt mit heller Flamme. Durch Reiben lädt er sich elektrisch auf. Der Wortstamm *elektr...* leitet sich vom griechischen Wort *elektron* (=Bernstein) ab. Bernstein wurde schon seit dem Altertum als Schmuckstein verwendet. Genau gesagt handelt es sich bei Bernstein (auch Amber oder mineralogisch Succinit genannt) um Baumharz, das vor Jahrmillionen aus den Wunden von Kiefern und anderen Nadelhölzern ausgetreten und an der Luft sehr schnell ausgehärtet ist.

³Gewaltige Mengen sanken durch Wasser, Eis und Brandung in tiefe Sedimentschichten ab, wo sie von Sand, Staub und neu gebildeten Gesteinsschichten zugeschüttet wurden und über Millionen von Jahren unter Luftabschluss und Druck zu Bernstein wurden.

Schellack⁴, Tafellack, Plattlack oder Lacca in tabulis ist eine harzige Substanz, die aus Gummilack gewonnen wird. Gummilack selbst wird aus Ausscheidungen der

² http://www.seilnacht.com/Lexikon/k_gesch.html

³ http://www.planet-wissen.de/natur_technik/schmuck/faszination_bernstein/in

⁴ <http://de.wikipedia.org/wiki/Schellack>



Lackschildlaus *Kerria lacca* (Pflanzenläuse) nach ihrem Saugen an bestimmten Pflanzen gewonnen. Schellack ist in zahlreichen Anwendungen eine natürliche Alternative zu synthetischen Harzen. In vielen Bereichen hat er sich bis heute behauptet oder sogar Anteile zurückgewonnen. In der Farben- und Lackindustrie werden jährlich über 5 000 t Farben auf Schellackbasis produziert. Hervorzuheben ist außerdem die Unbedenklichkeit in Nahrungsmitteln und Pharmazeutika.

19. Jahrhundert – der eigentliche Beginn der Kunststoffe



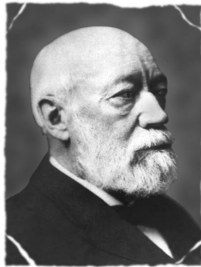
Die modernen Kunststoffe, begannen Sie mit Goodyear? Naturforscher brachten aus Malaysia und Brasilien im 17. und 18. Jahrhundert elastische Massen, gewonnen aus milchigen Baumsäften, mit. Hierfür wurde der Begriff Gummi in Deutschland eingeführt. Der Erfinder Charles Goodyear stellte fest, dass sich Gummi durch Zusatz von Schwefel und durch Vulkanisation in einen guten Reifenwerkstoff verwandeln lässt. Ebenso entdeckte er Hartgummi.

Oder ist der Beginn der Kunststoffgeschichte anzusetzen mit Schönbein?

Dann begann die Kunststoffforschung in der Küche. Die nämlich nutzt der deutsche Chemie-Professor Christian Friedrich Schönbein als Labor. Als er einen mit Schwefel- und Salpetersäure gefüllten Glaskolben umstößt, greift er hastig nach einer baumwollenen Schürze, um die ätzende Flüssigkeit aufzuwischen. Die Schürze wird zum Trocknen aufgehängt und es passiert: Das Baumwolltuch geht mit einem Zischen in Flammen auf – und verpufft regelrecht. Die aggressive Säuremischung hatte den Hauptbestandteil der Baumwolle verändert: die Zellulose – jenes faserige Material, aus dem die Zellwände aller Pflanzen bestehen. Den Zellulose-Molekülen wurden durch die Salpeter-Schwefelsäure-Mischung so genannte Nitrogruppen hinzugefügt: chemische Bauelemente, die aus der Zellulose eine Nitrozellulose (chemisch besser: Zellulosenitrat) machten – und die ist dreimal so explosiv wie Schießpulver. Schönbein indes experimentierte weiter. Und als er nitrierte (d. h. mit Salpetersäure behandelte) Zellulose in Äther und Alkohol legte, stellte er fest: Sobald die Lösungsmittel verfliegen waren, blieb eine gallertartige, klebrige Masse übrig. Er nannte sie »Kollodium« – nach dem griechischen Wort für Leim. Was er noch nicht ahnte: Dieses »kolloidierte« Zellulosenitrat sollte die Grundlage industrieller Kunststoffe werden. Zunächst versuchte man, die Gallerte als Lack, Firnis und wasserdichte Beschichtung von Stoff zu verwenden. Das missglückte zwar, aber das beginnende Industriezeitalter knüpfte bereits viel weiter gehende Hoffnungen an



dieses Material: Wenn es gelänge, daraus eine formbare Masse herzustellen, dann ließen sich vielleicht Gebrauchsgüter in großen Mengen leicht und billig gießen.



⁵ Beginnt die moderne Kunststoffindustrie vielleicht doch in der Neuen Welt? Angestachelt wurde amerikanische Chemiker John Wesley Hyatt ⁶ von einem 10'000-Dollar-Preisausschreiben, mit dem ein neuer

Werkstoff für Billardkugeln gesucht wurde, der das teure Elfenbein ersetzen sollte. Wie Schönbein stellte Hyatt zuerst aus Baumwolle nitrierte Zellulose her. Aber er mischte Kampfer hinzu und setzte die Masse unter Hitze und Druck. Ergebnis: ein Thermoplast – eine Masse, die man in eine Form gießen kann, die sie beibehält, selbst wenn die Kräfte, die sie geformt haben, entfernt worden sind. Die Welt hatte ein neues Material. Hyatt nannte es »Zelluloid« – eine Wort- verbinding von »Zellulose« und dem griechischen Suffix »oid« (ähnlich). 1897⁷ im Labor des bayerischen Chemikers Adolf Spitteler - so geht die Legende - warf die dort lebende Katze eine Flasche Formaldehyd um, deren Inhalt sich in ihre gefüllte Milchschaale ergoss. Die Milch gerann zu einer hornartigen Verbindung, die nach Zelluloid roch. Ernst Krische, ein hannoveraner Hersteller von Schulheften, trat im selben Jahr an Spitteler heran, um seinem von der Schulbehörde erteilten Auf- trag zur Produktion weisser abwaschbarer Schreibtäfelchen nachkommen zu können. Seine Idee, Karton mit Kasein, einem Protein der Milch, zu beschichten, war daran gescheitert, dass das Kasein beim Kontakt mit einem feuchten Schwamm weich wurde. Indem die beiden Forscher, inspiriert durch das Malheur mit der Katze, Formaldehyd zum Kasein gaben, war nicht nur das Problem der Schreibtäfelchen gelöst, sondern auch ein neuer Kunststoff erfunden, der erfolgreich unter dem in England als Erinoid, vermarktet wurde.

Geschichte des Kunststoffes in Kurzform

1838: Victor Regnault gelingt die Herstellung von PCV, indem er Vinylchlorid der Sonne aussetzte

1912 Fritz Klatte entdeckt die Grundlage für die Herstellung von PVC. Dieses wurde damals zur umweltfreundlichen Entsorgung des hochgiftigen Chlors bei der

⁵ http://www.kunststoff-schweiz.ch/html/1_seite.html

⁶

http://www.google.fr/search?hl=de&sugexp=kjrnc&cp=5&gs_id=19&xhr=t&q=goodyear&biw=1366&bih=543&gs_sm=&gs_upl=&b (Bild)

⁷ http://www.kunststoff-schweiz.ch/html/1_seite.html

Herstellung von Natronlauge eingesetzt: Das Chlor wurde in PVC gebunden und konnte so gefahrlos deponiert werden.

⁸1823: Mac- Intosch stellt erstmals Regenkleidung aus Kautschuk- Latex her.

1839: Goodyear entdeckt die Vereinigung von Kautschuk mit Hilfe von Schwefel.

1846: Schönbein erfindet die Schießbaumwolle, indem er Cellulose nitriert.

1869: Hyatt produziert erstmals Celluloid Gebrauchsartikel.

1872: Baeyer gewinnt im Labormaßstab zum ersten Mal Phenolharzkondensat

1887: Entdeckung der Löslichkeit von Cellulose in $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$ -Lösung

1883: Swan gewinnt aus Schießbaumwolle Kunstseide. (Durch Eisessig).

1885: Spitteler und Krischa entdecken halbsynthetischen Kunststoff (Kunsthorn)



1887: Goodwin fertigt Filmbänder aus Celluloid

1892: Fremery und Urban gewinnen Kupferseidefäden.

1904: Deutschland beginnt die Produktion von Kunsthorn.

1909: Baekeland produziert technisch verwertbare Phenol- Formaldehyd- Harze

1912: Klatté entwickelt technische Verfahren zur Herstellung von PVC und erwirbt ein Patent

1922: Staudinger begann mit der Einführung des Makromolekülbegriffes

1927: Staudinger gewinnt aus Polymeren Fasern

1928: Röhm entwickelt einen transparenten Kunststoff, der später als Plexiglas in den Handel kommt.

1930: Aus einer Schmelze werden Kunststofffäden gezogen.

1933: Eine englische Forschergruppe polymerisiert unter hohem Druck Ethen zu Polyethen.

1934: Bei den IG-Farben werden Kunstfasern aus nachchloriertem PVC produziert.

1935: Carothers gewinnt erste spinnbare Fäden aus Polyamid

1937: In den USA beginnt großtechnische Produktion von Polyamid 6,6 (Nylon).

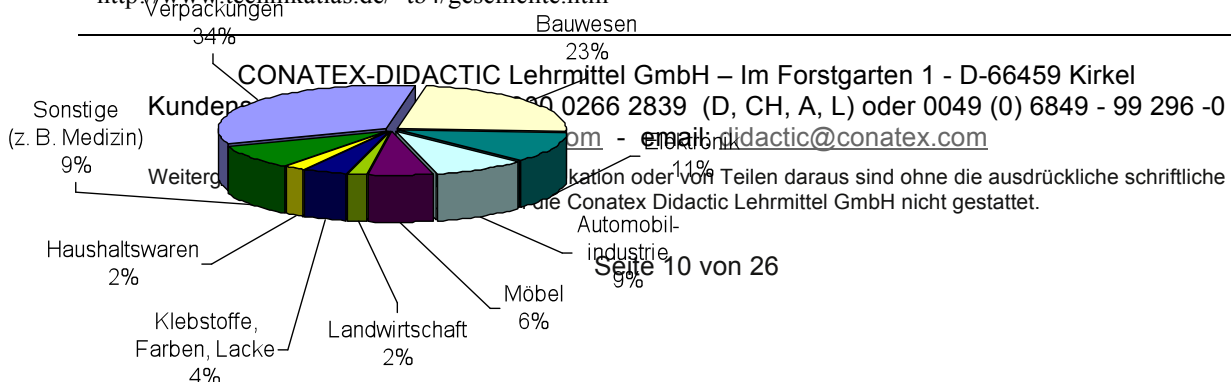
1943: In der Schweiz beginnt Castan mit der Entwicklung von Epoxidharzen.

1946: Whinfield und Dickson stellen aus aromatischen Dicarbonsäuren die ersten gebrauchsfähigen Polyester her .

1949: BASF beginnt mit der Produktion von Styropor.

⁹Weltweite Verwendung von Kunststoffen:

⁸ <http://www.technikatlas.de/~tb4/geschichte.htm>



Eine **denkbare Einteilung ist das Sortieren nach Eigenschaften bzw. Verwendungsmöglichkeiten**

Thermoplaste

Kunststoffe, die schmelzen

Innere Struktur: lange, lineare Molekülketten.

Sie werden durch Energiezufuhr weich, formbar und sie schmelzen.

Dieser Prozess ist reversibel (lat. umkehrbar).

Häufig verwendete Kunststoffe fallen in diese Gruppe (Polyethylen, Polypropylen, Polystyrol, Polyester), aus denen einfache Konsumwaren, Verpackungen, technische Teile in der Automobil- und Elektroindustrie und Bauindustrie produziert werden.

Duroplaste

Innere Struktur: Lange Molekülketten, die oft dreidimensional vernetzt sind.

Sie sind durch Erwärmung nicht plastisch verformbar, sondern sie zersetzen sich.

Ausgehärtete Duroplaste sind hart und spröde.

Der verbreitetste und älteste Kunststoff dieser Klasse ist der "Bakelit".

Weitere Duroplaste sind Polyester (PES), Polyurethanharze für Lacke, Oberflächenbeschichtungen und Kunstharze (Epoxyde).

Elastomere

Innere Struktur: Geknäulte Polymerketten

Durch Erwärmen werden sie nicht weich.

Referent: Stefan Burgemeister

CONATEX-DIDACTIC Lehrmittel GmbH – Im Forstgarten 1 - D-66459 Kirkel
Kundenservice (kostenfrei): 00800 0266 2839 (D, CH, A, L) oder 0049 (0) 6849 - 99 296 -0
www.conatex.com - email: didactic@conatex.com

Weitergabe und Vervielfältigung dieser Publikation oder von Teilen daraus sind ohne die ausdrückliche schriftliche Genehmigung durch die Conatex Didactic Lehrmittel GmbH nicht gestattet.

Die äußere Form ist durch Druck oder Dehnung kurzzeitig veränderbar.
Sie sind in den meisten Lösemitteln unlöslich.

Verwendung in Hygieneartikeln, Gummihandschuhe, Gummimischungen von Autoreifen

Thermoplastische Elastomere

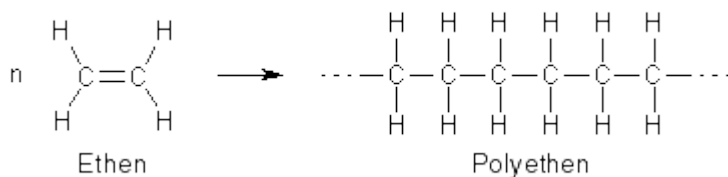
Innere Struktur: Weitmaschig vernetzte Raumnetzwerk-moleküle.

Sie sind eine Mischung aus Duro- und Thermoplasten und beim Erhitzen verformbar.

Einteilung nach Herstellung:

Die gebräuchlichste Einteilung von Kunststoffen, die in jedem Chemie(schul)buch verwendet wird, ist die Einteilung nach ihren Entstehungsreaktionen in Polymerisate, Polykondensate und Polyaddukte:

Polymerisation: Das Reaktionsprinzip ist bei all diesen Polymerisationsarten immer dasselbe: Bei der Polymerisation entstehen aus Monomeren, die Doppelbindungen enthalten, in einer Kettenreaktion, die ohne erkennbare Stufen abläuft, lange Polymerketten. Es finden dabei keinerlei Umlagerungen oder Abspaltung von Molekülbestandteilen statt. Schematisch kann man sich eine Polymerisation ungefähr folgendermaßen vorstellen:



Kunststoffe, die über die Polymerisation hergestellt werden:

Chemische Beständigkeit

Sie sind beständig gegenüber anorganische Stoffen (Mineralsäuren, Laugen, wässrige Salzlösungen) aber empfindlich bezüglich organische Lösungsmittel (Alkohole, Aceton, Benzin).

Diese Eigenschaften machen sie ideal für den Einsatz bei Haus-/ Elektrogeräte, Fahrzeugausstattungen, Spielzeugen.

Niedrige Verarbeitungstemperaturen

Die Verarbeitungstemperaturen bewegen sich zwischen 250 bis 300 °C . So ist ihre Verarbeitung mit geringem Energieaufwand möglich und man kann gut Farbpigmente und Fasern einarbeiten.

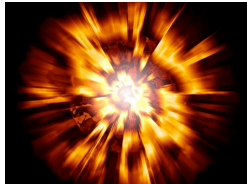
Niedrige Leitfähigkeiten

Die Leitfähigkeit für Wärme und elektrischen Strom liegt deutlich unter der von Metallen. Daher sind Kunststoffe sehr gute Dämmstoffe und werden zur Isolation von elektrischen Leitungen und Kabeln verwendet.

Versuchsreihe:

- 1. Der Anfang: Schießbaumwolle**
- 2. Kurzer Geschichtlicher Überblick (mit 2 oder 3 Anekdoten aus der Kunststoffgeschichte als kurzer aber prickelnder Lehrervortrag)**
- 3. Der Lehrer schiebt einen Tisch mit mehreren Gebrauchsgegenständen aus Kunststoff in den Klassenraum. Die Gegenstände sind aus allen Bereichen des alltäglichen Lebens. Die Schüler benennen die Gegenstände und mit Sicherheit fällt auch der Begriff Plastik oder Kunststoff.**
- 4. Im Anschluss daran erstellen Lehrer und Schüler gemeinsam ein Mind-map über Kunststoffe. In einer ersten Phase sammeln die Schüler Begriffe zu Kunststoff (Brainstorming).**
- 5. In einer zweiten Phase wird versucht, dass Mind-map zu strukturieren.**
- 6. In einer 3. Phase sollten Schüler sich Experimente zu Kunststoffen überlegen. Eine kleine Schülergruppe (2er oder 3er Gruppe) überlegt sich jeweils 3 Versuche zu dem Thema.**
- 7. Dann tragen die Schülergruppen ihre Versuchsvorschläge vor:**
- 8. Der Lehrer sammelt die Vorschläge und erstellt so eine Versuchsliste zu Kunststoffen.**
- 9. Besondere Reaktionsmechanismen können vom Lehrer selbstverständlich noch eingefügt werden.**
- 10. Ein Wochenplan wird vom Lehrer erstellt. Das bedeutet, dass man sich vorher überlegt, welche Versuche man in das Thema einbezieht.**

Herstellung von Kunststoffen, sollte ein Versuchskomplex sein, ob man den klassischen und effektiven Versuch zur Nylonherstellung nimmt oder einen anderen bleibt dem Lehrer überlassen.



3. 1 Dieser Versuch hat nur indirekt mit Kunststoffchemie zu tun, gehört aber einfach trotzdem zum Repertoire! Vielleicht könnte man die Reihe auch mit diesem Versuch anfangen! Dann hat man eine tolle Motivation der Schüler und gleichzeitig würde sich auch ein kurzer Ausflug in die Kunststoffgeschichte anbieten. Es würde sich als Motivationsversuch anbieten, dass der Lehrer schon vorher alles herstellt und am Anfang der Stunde einfach die Wattebäuschen anzündet!

Chemikalien

- konzentrierte Schwefelsäure
- rauchende Salpetersäure
- Eiswürfel

Geräte

- Becherglas (5 l)
- Schale (Durchmesser etwa 20 cm)
- Thermometer
- Glasstab
- pH-Papier

Durchführung

Wir arbeiten die ganze Zeit im Abzug. Dabei tragen wir Handschuhe und natürlich eine Schutzbrille. Zuerst gießen wir etwas konz. Schwefelsäure (120-140ml) zu 70ml rauchender Salpetersäure. Das Becherglas steht dabei unbedingt zur Kühlung in einer Schale mit eiskaltem Wasser. Jetzt warten wir bis das Gemisch auf Zimmertemperatur abgekühlt ist.

Danach geben wir einige Wattebausche hinzu und rühren vorsichtig. Das Ganze lassen wir 15min in der Säuremischung.

Danach nimmt man die Wattebausche vorsichtig heraus, spült sie ab bis das Spülwasser (Indikatorpapier) neutral reagiert. Dann pressen wir die nitrierten Wattebäusche mit Filterpapier aus und zupft sie danach wieder auseinander. Dann lässt Du alles an der Luft trocknen.

Die nitrierte und getrocknete Watte wird auf eine Unterlage gegeben und angezündet. Es verbrennt mit rasch leuchtender Flamme.

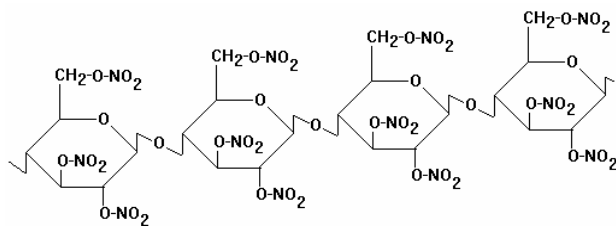


Abbildung: Cellulosetrinitrat (Nitrocellulose, Schiessbaumwolle)

¹¹Versuchsreihe – Stationen mit Kunststoffen

Diese Tabelle soll am Ende gefüllt werden. Vielleicht können nach der Gruppenarbeit, die auch als Stationenarbeit durchgeführt werden kann – je nach Zeit – die einzelnen Ergebnisse vorn (an der Tafel, Overhead, Beamer) von den Schülern eingetragen werden.

K-Probe	Dichte (in Wasser)	Dichte (Kochsalz)	Dichte (Natriumthiosulfat)	Bruchverhalten	Schmelzverhalten	Lösungsmittel	Brennbarkeit + pH-Wert d. Rauchs
Yoghurtbecher PS							
Schlauch Plastikrohr Plastikvinylchlorid PVC							
Nylonstrumpf Polyamid PA							
DVD oder CD Polycarbonat PC							
Kunststoffflasche							

¹¹ Anregungen aus :http://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/didaktik_der_chemie/schulorientiertes/ws0607/ausarbeitungen/kunststoffe_trey_magnin_end.pdf

PP							
Plastiktüte/Folie PE							
Schlauch Plastikrohr Plastikvinylchlorid PVC							

3.2

A) Dichtbestimmung der Kunststoffproben

Eine spezifische Kenngröße von Stoffen ist ihre Dichte. Man kann die Kunststoffproben aufgrund der Dichte in unterschiedliche Dichtegruppen einteilen und dadurch unterscheiden. Eine einfache Untersuchung macht man durch eine Schwimmprobe in Lösungen unterschiedlicher Dichte.

Wasser hat eine Dichte von 1 g/cm³ und alle Stoffe, die auf Wasser schwimmen, haben eine Dichte, die kleiner ist als 1 g/cm³. Man kann die Dichte des Wassers dadurch erhöhen, dass man nach und nach Kochsalz, oder andere lösliche Stoffe hinzugibt. So hat eine Kochsalzlösung einer bestimmten Konzentration z.B. eine Dichte von 1,17 g/cm³ und eine Natriumthiosulfatlösung einer bestimmten Konzentration eine Dichte von 1,37 g/cm³. Man kann also die verschiedenen Kunststoffproben dadurch unterscheiden, dass man sie auf ihre Schwimmeigenschaft hin untersucht.

Chemikalien:

- 50 ml Wasser
- 50 ml Kochsalzlösung (10-15 g Natriumchlorid und 50 ml Wasser)
- 50 ml Natriumthiosulfatlösung (20 g Natriumthiosulfat und 50 ml Wasser)

Geräte:

- Glasschalen
- 3 Bechergläser (100 ml) mit den vorbereiteten Lösungen
- Schere

Durchführung:

Die 3 Bechergläser werden mit den 3 verschiedenen Lösungen (normales Leitungswasser, Salzwasser, Natriumthiosulfatlösung) gefüllt.

Dann schneidest du kleine, gleich große Stückchen der Kunststoffproben aus und gibst sie zunächst in das Becherglas mit dem Wasser.

– Falls die Probe untergeht, trockne sie ab und gebe sie in die Kochsalzlösung.
– Falls die Probe auch hier untergeht, spüle die Probe kurz unter fließendem Wasser ab, trockne sie wieder ab und gebe sie schließlich in die Natriumthiosulfatlösung.

B) Brennbarkeit von Kunststoffen

Man kann manche unbekannte Kunststoffe bereits an ihrem Verhalten beim Entzünden

unterscheiden. Alle Kunststoffe sind brennbar, zeigen aber unterschiedliche Erscheinungen. Bei der Beobachtung des Verbrennungsvorgangs kann man dies alles unterscheiden:

Entzündung – Brennen – Erlöschen oder Weiterbrennen außerhalb der Flamme – Abtropfen

Dämpfe – Rauchbildung – Rußbildung – Farbe der Flamme.

Wir müssen unbedingt unter dem Abzug arbeiten

Chemikalien:

- Kunststoffproben
- Ph-Papier
- Kupferdraht

Geräte:

- Gasbrenner
- Tiegelzange,
- Stativ, Muffe und Klemme
- Metallplatte
- Schüssel mit Wasser
- Schutzbrille

Durchführung:



Wir sollten unbedingt verhindern, dass Kunststoff in die Flamme tropft; deshalb spannen wir den Brenner mit Hilfe des Statives schief ein. Als Schutz sollten wir dennoch eine Metallplatte unter den Brenner legen. Jetzt hält man mit der Tiegelzange eine Probe eines Kunststoffes unter die nicht-leuchtende Flamme des Brenners.

Notiere genau die Zeit, nach welcher die Probe brennt. Zieh die Probe aus der Brennerflamme und beobachte genau, ob der Kunststoff auch ohne Brennerflamme weiter brennt. Beobachte genau

die Flamme und notiere dir die Beobachtungen. Entsteht viel Rauch? Jetzt kann man z.B. auch ein feuchtes Universalindikatorpapier in den Rauch halten. Was passiert?

Falls die Probe brennt, nimmst du sie aus der Flamme, um festzustellen, ob das Material auch

außerhalb der Flamme brennt.

_ Um die brennende Kunststoffprobe zu löschen tauche sie in eine mit Wasser gefüllte Schüssel

B2) Anschlussversuch: Der Nachweis von Halogenen bei den Kunststoffen

Chemikalien:

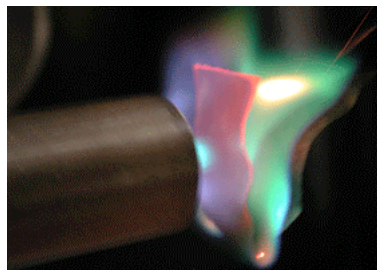
- Kunststoffproben
- Kupferdraht

Geräte:

- Tiegelzange

Durchführung:

Wir führen jetzt die sogenannte Beilstein-Probe¹² durch. Bei dieser wird ein Stück Kupferdraht über der blauen Flamme des



Bunsenbrenners ausgeglüht. Dann nimmt man eine kleine Kunststoffprobe auf die Spitze des Drahtes und hält diese in den Bunsenbrenner. Nach dem Verbrennen des Kunststoffs erkennt man bei Anwesenheit von Halogenen eine **grüne bis blaugrüne** Färbung der Flamme. (Bei der Beilstein-Probe handelt es sich um einen sehr empfindlichen Nachweis.)

Der Schmelzbereich von Kunststoffen

¹²Die **Beilsteinprobe**, benannt nach Friedrich Konrad Beilstein (auch bekannt unter dem russischen Namen *Fjodor Fjodorowitsch Beilstein*) ist ein Verfahren der analytischen Chemie, um organische Verbindungen auf Halogene zu testen^LMit diesem empfindlichen qualitativen Nachweis lassen sich niedermolekulare und hochmolekulare organische Verbindungen untersuchen, also auch Kunststoffe oder organische Pigmente. Aus :

<http://de.wikipedia.org/wiki/Beilsteinprobe>

CONATEX-DIDACTIC Lehrmittel GmbH – Im Forstgarten 1 - D-66459 Kirkel
Kundenservice (kostenfrei): 00800 0266 2839 (D, CH, A, L) oder 0049 (0) 6849 - 99 296 -0
www.conatex.com - email: didactic@conatex.com

Weitergabe und Vervielfältigung dieser Publikation oder von Teilen daraus sind ohne die ausdrückliche schriftliche Genehmigung durch die Conatex Didactic Lehrmittel GmbH nicht gestattet.

Viele Kunststoffe lassen sich in der Wärme leicht verformen. Sie sind thermoplastisch. Thermoplaste sind Kunststoffe, die durch Einwirkung von Wärme weich werden und sich dann verformen lassen.

Nach dem Abkühlen erhärten sie zu einer neuen Form und behalten sie bei.

Chemikalien:

- Kunststoffproben
- Silikonöl oder Pflanzenöl

Geräte:

- Heizplatte (Magnetrührer),
- Magnetührstäbchen, Stift,
- Becherglas (250 ml),
- Thermometer (bis 150°C),
- Schutzbrille
- Reagenzgläser
- Schere
- Holzstäbchen

Durchführung:

Wir schneiden zuerst eine Kunststoffprobe so klein, dass diese in ein Reagenzglas passt. Jetzt beschriften wir das Reagenzglas. Ein Becherglas wird mit etwa 100ml Silikon- oder Pflanzenöl gefüllt und auf eine Heizplatte gestellt. Die beschrifteten Reagenzgläser werden jetzt in das Ölbad gegeben. Das Ölbad wird nun langsam auf etwa 80°C erwärmt. Die Härte überprüfen wir mit einem Holzstäbchen (Zahnstocher); sobald sich die Kunststoffproben eindrücken lassen, ist der Schmelzbereich erreicht. Wir erhitzen nun weiter auf 90°, 100°, 120°, 140° etc. Sobald der Kunststoff anfängt zu schmelzen, liest Du die Temperatur ab und notierst.

C) Wir untersuchen das Verhalten der Kunststoffe gegenüber Lösungsmitteln

Kunststoffe haben viele sehr praktische Eigenschaften. Sie gehören z.B. zu den leichtesten

Werkstoffen und sind in den verschiedensten Lebensbereichen einsetzbar. Man muss aber vor Verwendung eines Kunststoffes immer wissen, in welchem Bereich dieser eingesetzt werden kann, denn nicht alle Kunststoffe sind gegenüber Säuren, Laugen und anderen Lösungsmitteln beständig.

Chemikalien:

- Essigsäureethylester
- Optional :Essigsäure , Natronlauge

Geräte:

- Spatel
- Papiertuch
- Schutzbrille
- Tropfpipette

Durchführung:

Man gibt einen Tropfen des Lösemittels auf jeweils eine Kunststoffprobe und lässt die Flüssigkeit

60 Sekunden einwirken. Dann wischt man den Rest des Lösemittels mit einem Papiertuch ab und untersucht die Oberfläche der Probe mit einem Spatel.

Bruchverhalten der Kunststoffproben

Kunststoffe können weich, biegsam, elastisch, starr, hart oder spröde sein.

Für manche Verwendungszwecke braucht man Kunststoffe mit besonderen mechanischen

Eigenschaften und in anderen Fällen ist es notwendig, dass man die Kunststoff-Produkte nachträglich noch bearbeiten kann, z.B. durch Sägen, Feilen, Raspeln oder Bohren.

Chemikalien:

- Kunststoffproben

Geräte:

- Kneifzange
- Kombizange
- Teppichmesser

Durchführung:

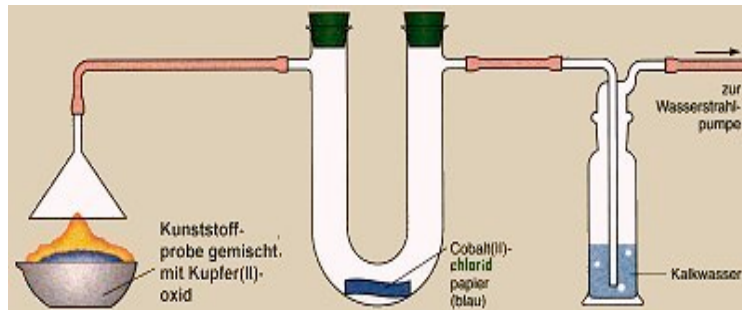
Versuche einmal die Kunststoffproben mehrfach mit der Kneifzange zu knicken, zu zerreißen

oder mit dem Teppichmesser zu zerschneiden. Bitte vorsichtig!

Notiere deine Beobachtungen

3.3 Kunststoffe enthalten Kohlenstoff und Wasserstoff

Den Schülern wurde durch die vorhergehenden Versuche deutlich, dass Kunststoff Kohlenstoff enthalten muss, denn beim Verbrennen von einigen Proben, blieb ein schwarzer Rest (Kohlenstoff) zurück bzw. es bildete sich ein schwarzer Rauch.



Versuch: Untersuchung von Kunststoffen auf die Elemente Kohlenstoff und Wasserstoff

(Quelle: Cornelsen)

Chemikalien:

- Diverse Kunststoffproben
- Kupfer(II)-oxid
- Kalkwasser
- Cobalchlorid-Papier (oder auch weißes entwässertes Kupferoxid=

Geräte

- Glastrichter
- U-Rohr
- Waschflasche
- Stativ
- Stopfen
- Glasrohr
- Wasserstrahlpumpe
- Bunsenbrenner.
- Porzellanschale

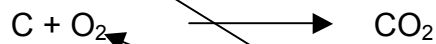
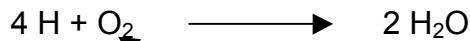
Durchführung

Unterschiedliche Kunststoffproben werden zerkleinert und mit Kupferoxid vermischt und dann in die Porzellanschale gegeben. Dann wird das ganze Gemisch mit dem Brenner angezündet. Anschließend schiebt man die Schale, wie in der Abbildung dargestellt, unter den Glasrichter der Apparatur und fängt die Reaktionsprodukte auf.

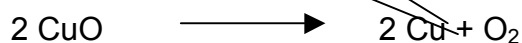
Auswertung

Der Wasserstoff und der Kohlenstoff werden u.a. auch durch den freiwerdenden

Sauerstoff vom Kupferoxid oxidiert, so dass Wasser und Kohlendioxid entsteht. Wahrscheinlich würde diese Reaktion ohne Kupferoxid nicht so reichhaltig ausfallen.

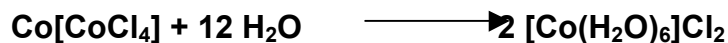


Kupferoxid wird selbst reduziert und es entsteht u. a. auch reines Kupfer



Wassernachweis:

Cobaltchlorid-Papier enthält blaues Cobalt(II)-tetrachlorocobaltat(II), welches mit Wasser den rosafarbenen Hexaquocobalt(II)-chlorid-Komplex bildet:

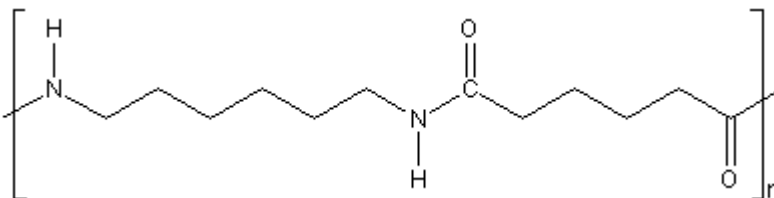


Der Nachweis funktioniert aber auch mit wasserfreiem Kupferoxid!

CO₂-Nachweis:

Kohlenstoffdioxid bildet mit Kalkwasser einen weißen Niederschlag aus feinverteiltem Calciumcarbonat:

3.4 Herstellung von Nylon



Chemikalien:

CONATEX-DIDACTIC Lehrmittel GmbH – Im Forstgarten 1 - D-66459 Kirkel
 Kundenservice (kostenfrei): 00800 0266 2839 (D, CH, A, L) oder 0049 (0) 6849 - 99 296 -0
www.conatex.com - email: didactic@conatex.com

Weitergabe und Vervielfältigung dieser Publikation oder von Teilen daraus sind ohne die ausdrückliche schriftliche Genehmigung durch die Conatex Didactic Lehrmittel GmbH nicht gestattet.

- 1,6-Diaminohexan (Hexamethyldiamin) in 2%iger Sodalösung = **Lösung A**
- Adipinsäuredichlorid in Petroleum = **Lösung B**

Geräte

- 2 Bechergläser (100 ml)
- Glas- oder Holzstab
- Pinzette

Durchführung

Lösung A: In einem 100 ml Becherglas werden 5 g 1,6-Diaminohexan in 25 ml einer 2%igen Sodalösung (Natriumcarbonat) gelöst. [Eine 2%ige Sodalösung stellt man zuvor folgendermaßen her: 2 g Natriumcarbonat werden in 100 ml entmineralisiertem Wasser gelöst]

Lösung B: In einem 100 ml Becherglas werden 3 ml Adipinsäurechlorid in 25 ml Petroleum gelöst.

Überschichte die Lösung A mit der Lösung B:

Gieße dazu vorsichtig - die beiden Lösungen dürfen sich nicht mischen – die Lösung B in das Becherglas der Lösung A (am besten lässt du die Lösung B langsam an der Wand des Becherglases der Lösung A hineinlaufen).

Auswertung: An der Phasengrenze der beiden Lösungen entsteht eine dünne Haut, die du mit einer Pinzette langsam aus der Mitte aufnehmen und zu einem Faden ausziehen kannst. Der Faden lässt sich z. B. über einen Glas- oder Holzstab kontinuierlich aufspulen. Nylon entsteht durch eine Polykondensationsreaktion. Bei der Polykondensation

werden Monomere mit mindestens zwei funktionellen Gruppen unter Austritt eines kleinen Moleküls, meist Wasser, zu Makromolekülen vereinigt. Die reaktionsfähigen Gruppen sind z.B. Carbonsäuregruppen und eine Aminogruppe. Reagieren die Monomere an der Grenze von zwei nicht miteinander mischbaren Phasen, spricht man von Grenzflächenkondensation

3.5 Folie aus Kartoffeln? Wirklich „Kunststoff“?

Chemikalien:

- Maisstärke
- Glycerinlösung 50%ig
- destilliertes Wasser



Geräte:

- Becherglas 100 ml
- Uhrglas
- Wasserbad
- Objektträger
- Glasstab

Durchführung:

2.5 g Maisstärke werden in einem Becherglas mit 20 ml destilliertem Wasser und 2 ml Glycerinlösung (50%ig) vermischt. Dieses Gemisch wird 15 Minuten im Wasserbad gekocht. Dabei wird das Becherglas mit einem Uhrglas abgedeckt, damit eine Verdampfung des Wassers vermieden wird. Ab und zu muss das Gemisch mit einem Glasstab gerührt werden.

Danach sollte das heiße Gel noch so flüssig sein, dass es aus dem Becherglas fließt. Ansonsten könnt ihr etwas Wasser zugeben. Dann müsst ihr die Mischung aber noch einmal aufkochen.

Anschließend wird das heiße Gel auf dem Boden einer umgedrehten PE-Schüssel verteilt. Zum Trocknen wird die Schüssel über Nacht bei Raumtemperatur gelagert. Die Folie kann dann von der Platte abgezogen werden. Die getrocknete Folie lässt sich vorsichtig abziehen.