

Versuchsbericht - Wettbewerb "Schüler experimentieren"

Herstellung und Untersuchung der Eigenschaften von biologischen Kunststoffen

Friedemann Schneider
Karl-Schmid-Ring 11
07743 Jena

Tassilo Wedding
Scheidlerstr. 5
07745 Jena

Schule: Christliches Gymnasium Jena, Altenburger Str. 10, 07743 Jena

Betreuung: Dr. Christina Walther - Schülerforschungszentrum Jena

SCHÜLER
FORSCHUNGS
ZENTRUM
JENA



CHRISTLICHES
GYMNASIUM
JENA

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Einleitung	3
Forschungsfrage	4
Ausführlicher Forschungsbericht	5
Herstellung und Beurteilung der ersten Versuchsrezeptur (Rezeptur A)	6
Herstellung und Beurteilung einer zweiten Versuchsrezeptur (Rezeptur B)	6
Herstellung und Beurteilung der dritten Versuchsrezeptur (Rezeptur C)	7
Versuche zur Durchlässigkeit an Rezeptur B	8
Kompostierbarkeit von Rezeptur B	9
Ergebnisse und Schlussfolgerungen	11
Zusammenfassung:	11
Danksagung	12
Literaturverzeichnis	13

Einleitung

Die Arbeit widmet sich der Herstellung von Biokunststoffen. Diese wurden auf ihre Eigenschaften untersucht. Es konnten Erkenntnisse zu Wasser- und Öldurchlässigkeit gewonnen werden. Die Eigenschaften ließen sich durch Veränderungen in der Zusammensetzung optimieren. Weitere Untersuchungen sollen Erkenntnisse zur Kompostierbarkeit bringen.

Forschungsfrage

Am ersten Tag widmeten wir uns in erster Linie der Suche nach einem geeigneten Thema für den Wettbewerb "Schüler experimentieren". Die ursprüngliche Idee, aus Erdöl Kunststoffe herzustellen, verwarfen wir recht schnell, da die Umsetzung sehr kompliziert wäre. Nach einiger Überlegung gemeinsam mit unserer Projektbetreuerin hatten wir eine Alternative gefunden, die die erste Idee - Kunststoffe - aufgreift und gleichzeitig ökologische Aspekte berücksichtigt: Wir wollten uns auf die Suche nach biologischen Kunststoffen begeben und stellten uns folgende Fragen:

Gibt es Alternativen zu Kunststoffen aus Erdöl, die mit natürlichen und preisgünstigen Substanzen hergestellt werden können? Lassen sich diese Kunststoffe zur Herstellung von Kunststoffteilen benutzen? Kann man mit diesen Kunststoffen andere Dinge beschichten, um sie wasserundurchlässig(er) zu machen? Sind diese Kunststoffe biologisch abbaubar?

Ausführlicher Forschungsbericht

Suche nach Rezepturen

22. 08. 2018

Unsere Arbeit begann mit der Recherche nach Rezepten¹. Wir wollten Kunststoffe herstellen, welche mit einfachen und natürlichen Substanzen und nicht aus Erdöl hergestellt werden können.

Wir haben uns für stärkebasierte Kunststoffe interessiert, da die Bestandteile einfach zu beschaffen sind. Bei dieser Art von Kunststoffen wird Stärke erhitzt. Dabei verkleistert die Stärke (Bild 1). Das Verkleistern der Stärke macht sich zunächst durch ein leichtes Aufquellen bemerkbar. Bei weiterem Erhitzen quellen die Stärkekörner aufgrund der größeren Wasseraufnahme nun immer weiter auf und bilden schließlich eine schleimige Masse (Bild 2).

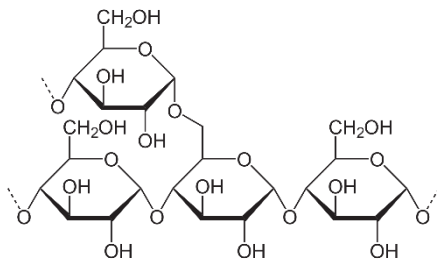


Bild 1: Stärkemolekül²

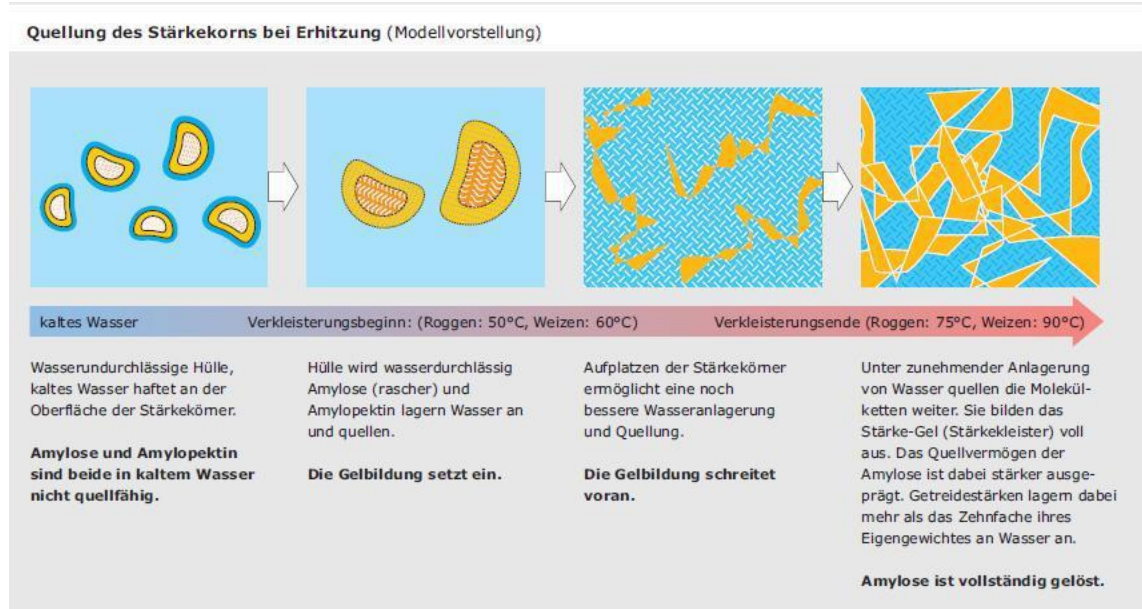


Bild 2: Stärkeverkleisterung³

¹ Quelle: <http://www.bauanleitungen.net/allgemein/bioplastik-herstellen/> (22.08.2018)

² Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/St%C3%A4rke#/media/File:Amylopektin_Haworth.svg (09.01.2019)

³ Quelle: https://www.chids.de/dachs/wiss_hausarbeiten/Kohlenhydrate_Gerner/versuche/protokolle/staerkefolie.pdf

Herstellung und Beurteilung der ersten Versuchsrezeptur (Rezeptur A)

1. Tag 29. 08. 2018

<u>Rezeptur A:</u> 140ml Wasser 30ml Stärke 20ml Essig	<u>Rezeptur B:</u> 140ml Wasser 30ml Stärke 20ml Essig 1ml Glycerin	<u>Rezeptur C:</u> 140ml Wasser 30ml Stärke 20ml Essig 2ml Glycerin
---	---	---

Alle Bestandteile (geplant war Rezeptur B) wurden gemischt und ca. 10 Minuten erhitzt. Das Ergebnis war eine weißliche, schleimig und transparente Masse. Diese wurde auf einer Glasplatte ausgegossen. Am Ende unseres Arbeitstages stellten wir fest, dass wir die Zugabe des Glycerins vergessen hatten (--> Rezeptur A). Trotzdem warfen wir die Arbeit nicht weg und beurteilten später das Ergebnis.

15. Tag 12. 09. 2018



Bild 3: getrockneter Kunststoff

Nachdem wir vor 2 Wochen den Kunststoff angerührt hatten, war er nun auf der Glasplatte getrocknet. (Bild 3) Als wir ihn das erste Mal in getrocknetem Zustand sahen, fiel uns sofort auf, dass sich die Menge des Kunststoffs sehr verringert hatte. Außerdem ist er fest, dünn, etwas trüb und von unten glänzend geworden. Er hat sich teilweise vom Glas gelöst und gewellt. Er ließ sich nicht biegen, sondern zerbrach in zwei Teile. Der übriggebliebene nicht getrocknete Kunststoff, den wir das letzte Mal in eine Dose gefüllt haben, war weiß und schleimig geblieben.

Den getrockneten Kunststoff haben wir mit Wasser beträufelt. Dadurch wurde er glitschig wie Gelatine.

Herstellung und Beurteilung einer zweiten Versuchsrezeptur (Rezeptur B)

1.Tag 12. 09. 2018

Wir stellten eine neue Mischung her, diesmal mit Glycerin, so, wie in der Vorschrift angegeben (Rezeptur B). Es wurde sofort deutlich, dass die Konsistenz der Masse wesentlich fester war als beim ersten Versuch. Wir ließen 50g der Masse auf ein Glas laufen und trocknen.

8. Tag 19. 09. 2018

Wir bestimmten den Trocknungsverlust von der Masse, die wir in der letzten Woche angefertigt hatten. Das Ergebnis war für uns alle eine Überraschung. Nachdem wir 50g hatten trocknen lassen, blieben noch 5g übrig. Das entspricht einem Trocknungsverlust von 90%.

Nach diesem Ergebnis wussten wir, dass sich aus diesem Kunststoff keine Formen gießen lassen. Daher kamen wir nach langem Überlegen auf die Idee, Dinge damit zu beschichten.

Also wurde weitere Kunststofflösung nach Rezeptur B hergestellt, mit der wir Filterpapier, Schreibpapier und Küchenpapier beschichteten.

15. Tag 26. 09. 2018

Wir bestimmten nun, wie lange die beschichteten Papiere wasserundurchlässig sind. Dazu wurden die beschichteten Papiere auf eine Petrischale gelegt und mit Wasser beträufelt. Leider haben wir keine exakten Zeiten bis zum Durchweichen bestimmen können. Trotzdem lässt sich feststellen, dass das beschichtete Küchenpapier zwar zunächst wasserdicht war, nach einer Weile allerdings durchweichte. Das beschichtete Filterpapier hielt das Wasser etwas länger als das Küchenpapier (Bild 4), das Schreibpapier (Bild 5) ebenfalls.

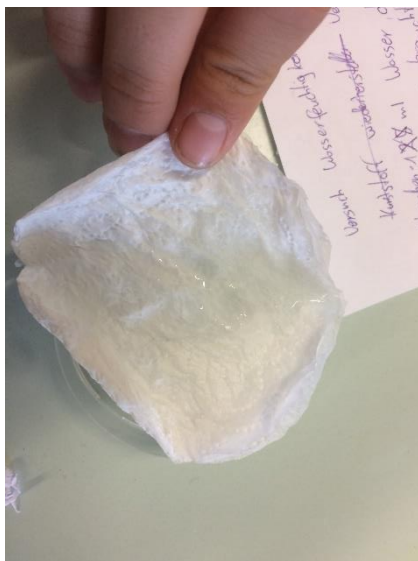


Bild 4



Bild 5

Herstellung und Beurteilung der dritten Versuchsrezeptur (Rezeptur C)

1.Tag 26. 09. 2018

Da der Kunststoff immer noch sehr zerbrechlich war, machten wir einen Versuch mit doppelt so viel Glycerin, um mehr Elastizität zu erhalten (Rezeptur C).

Wieder beschichteten wir Filterpapier, Küchenpapier und Schreibpapier. Diesmal leider wegen mangelnder Absprache in der Gruppe deutlich dicker.

15. Tag 09. 10. 2018

Nach dem Trocknen war die Masse wie bei den vorherigen Rezepturen A und B ebenfalls stark reduziert. Trotz der ungleichen Bedingungen, ließ sich nach dem vollständigen Trocknen Folgendes feststellen: Es ist wieder ein Großteil verdunstet. Anders als erwartet ist der Kunststoff nicht elastischer geworden, sondern fester und deutlich dicker. Außerdem löste er sich teilweise vom Papier ab und schlug Falten. Dies wäre möglicherweise verhindert worden, wenn wir es dünner auf das Papier aufgetragen hätten.

21. Tag 16. 10. 2018

Nachdem der Versuch von Rezeptur C, welchen wir das letzte Mal angemischt hatten, getrocknet war, legten wir es ebenso wie bei den vorherigen Versuchen auf eine Petrischale und beträufelten diese mit Wasser. An den Stellen, an denen das Papier geknickt war, sickerte bei allen Proben Wasser durch. Nachdem wir dies festgestellt hatten, war das ursprüngliche Vorhaben, es in eine Pflanzenpresse oder auf eine Glasplatte zu spannen, immer noch sinnvoll. Mangels Zeit mussten wir nach einer Weile abbrechen. Hier ermittelten wir folgende Werte:

Schreibpapier	Filterpapier	Küchenpapier
nach 3 min. abgebrochen, Papier noch nicht durchweicht	nach 6 min. abgebrochen, Papier noch nicht durchweicht	nach 5 min. durchgeweicht

Nachdem wir in den letzten Arbeitsstunden immer wieder feststellen mussten, dass sich der Kunststoff mitsamt Papier wellte, suchten wir nach einer Möglichkeit dies zu verhindern. Wir hatten die Idee, es auf Pappe zu pinseln und es auf einer geraden Glasplatte fest zu spannen oder es zu pressen (in einer Pflanzenpresse).

Versuche zur Durchlässigkeit an Rezeptur B

1. Tag 7. 11. 2018

Wir wollten uns nun darauf konzentrieren, die Durchlässigkeit von beschichteter Pappe anhand von Öl und Wasser zu testen. Deswegen stellten wir erneut Rezeptur B her, um diese danach auf die Pappe zu streichen. Damit sich die bestrichene Pappe nicht wellte, legten wir eine Alufolie auf die bestrichene Pappe und auf die Alufolie nun eine Glasplatte und spannten alles mit Klammern zusammen. Wir hofften, dass der Kunststoff nicht mit der Alufolie zusammenklebt. Dazu legten wir noch eine unbeschichtete Pappe, um diese dann später mit der Pappe zu vergleichen.

8. Tag 14. 11. 2018

Diesmal wollten wir hauptsächlich die Versuche vom 7. 11. auswerten. Bei dieser Untersuchung fiel uns leider sofort auf, dass der Kunststoff auf dem Filterpapier mit der Alufolie zusammengeklebt ist, sodass wir sie nur sehr schlecht abziehen konnten. Doch wir stellten ebenfalls fest, dass sich das Filterpapier kaum gewellt hat. Der Kunststoff löste sich beim Trocknen auch nicht vom Papier, sondern trocknete sehr „gerade“. Allerdings sollte man die Ränder des Filterpapiers abschneiden, da diese von den Klammern beschädigt worden sind.

Danach legten wir ein 0,5 mm dickes Stück in ein Behältnis mit Wasser und schlossen dieses. Es sollte damit geklärt werden, ob sich der Kunststoff in Wasser komplett löst.

28. Tag 12. 12. 2018

Wir wollten nun die Durchlässigkeit von beschichteter Pappe anhand von Öl und Wasser testen, indem wir die Pappe mit 2 Tropfen Öl bzw. Wasser beträufelten. Bei der Wasserdurchlässigkeit der Pappe fiel uns auf, dass es stark nach einem Lotus-Effekt aussah. Das Wasser lag als kugeliger Tropfen auf der Pappe und drang nur sehr langsam in die Pappe ein. Nach 1 Minute waren noch keine Spuren von Durchweichung zu sehen. Das Wasser verband sich nach 3 Minuten leicht mit der Pappe, dann jedoch lange nicht mehr. Nach 10 Minuten saugte sich die Pappe sehr langsam mit Wasser auf. Wir brachen den Versuch nach 20 Minuten ab. Die Pappe hatte bis dahin erst sehr wenig Wasser aufgenommen.

Bei der Durchlässigkeitsprüfung mit Öl fiel uns auf, dass die Pappe schon nach 2 Minuten ein bisschen Öl aufsaugte. Nach 10 Minuten hatte die Pappe fast das gesamte Öl aufgenommen.

Wir stellten fest, dass die Pappe schneller von Öl als von Wasser durchdrungen wird. Dafür haben wir noch keine Erklärung, da der Kunststoff im Wesentlichen aus Wasser bindenden Substanzen besteht.

Am 14.11.18 hatten wir ein getrocknetes Stück Kunststoff in ein Wassergefäß gelegt. Zum Erstaunen aller hatte es sich nicht aufgelöst. Jedoch hatte sich ein schmieriger Film gebildet, in etwa mit eingeweichter Gelatine vergleichbar. Die gleiche Konsistenz hatten auch die Filme auf den beschichteten Papieren nach den Durchweichungsversuchen.

Kompostierbarkeit von Rezeptur B

<u>Datum</u>	<u>Veränderungen der beschichteten Papiere (Pappe und Filterpapier)</u>	<u>Veränderungen des Vergleichsmaterials</u>
31.10.18	Pappe und Filterpapier eingelegt	gleichzeitig werden auch Laub, Stroh und Küchenabfälle eingeschichtet
23.11.18	<u>Pappe</u> : leichte Verfärbung an den Rändern auf unbeschichteter Seite <u>Filterpapier</u> : leichte Verfärbung des Filterpapiers auf unbeschichteter Seite	der gesamte Kompost ist etwas zusammengesackt, er ist recht trocken, farbige Bestandteile wurden braun bisher keine deutliche Verrottung
12.12.18	<u>Pappe</u> : Verfärbung auf unbeschichteter Seite (größere Fläche) <u>Filterpapier</u> : Verfärbung des Filterpapiers auf unbeschichteter Seite (größere Fläche)	keine deutlichen Veränderung zum 23.11.18
05.01.19	<u>Pappe</u> : Beschichtung ist verrottet, an Ecken und in der Mitte wächst Schimmel, komplett verfärbt (Bild 6) <u>Filterpapier</u> : Beschichtung verrottet und es wächst Schimmel (Bild 7)	Heu und Mist schimmeln, immer noch alle Materialien gut erkennbar, Verrottung schreitet nur langsam voran

Um zu erforschen, ob die von uns beschichteten Papierprodukte tatsächlich biologisch abbaubar sind, starteten wir am 31.10.18 einen weiteren Versuch. Mit Rezeptur B beschichtete Pappe und Filterpapier wurden mit einem Bändchen markiert und gleichzeitig mit anderem organischen Material (Laub, Stroh, Kaninchenmist, Küchenabfälle. usw.) in einen Thermokomposter geschichtet.



Bild 6



Bild 7

Die Beobachtungen sind in der Tabelle (siehe oben) dargestellt. Es deutet sich an, dass die Beschichtung gut verrottet. Ein abschließendes Ergebnis ist noch nicht möglich.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Gibt es Alternativen zu Kunststoffen aus Erdöl, die mit natürlichen und preisgünstigen Substanzen hergestellt werden können?

Es ist uns gelungen, die Masse aus preisgünstigen und natürlichen Substanzen herzustellen. Allerdings verformt sich die Masse stark, was man durch besonderes Pressen (z.B. in einer Pflanzenpresse) oder durch Spannen auf einer Glasplatte verhindern kann.

Lassen sich diese Kunststoffe zur Herstellung von Kunststoffteilen benutzen? Kann man mit diesen Kunststoffen andere Dinge beschichten, um sie wasserundurchlässig(er) zu machen?

Da die Masse nicht elastisch ist, kommen nicht viele Einsatzmöglichkeiten in Frage. Die Kunststoffe lassen sich allerdings gut zur Beschichtung anderer Dinge nutzen. Sie sind für eine bestimmte Zeit wasserundurchlässig. Denkbar wäre deshalb die Beschichtung von Pappgeschirr oder Papiermüllbeuteln.

Möglicherweise könnten andere Eigenschaften mit veränderten Rezepturen erreicht werden.

Sind diese Kunststoffe biologisch abbaubar?

Diese Frage können wir noch nicht abschließend beantworten, da die Zeit im Komposter zu gering war. Jedoch ist es wahrscheinlich, denn die Beschichtung schien sich nach zwei Monaten bereits zersetzt zu haben.

Zusammenfassung:

Leider werden sich aus unseren Experimenten keine Lösungen für das globale Plastikproblem ableiten lassen. Herkömmliche Plastik-Materialien sind unserem Kunststoff in Elastizität und Vielseitigkeit deutlich überlegen.

Aber unsere Ergebnisse könnte man weiter verwenden, um Papier- oder Pappprodukte wie Einweggeschirr zu beschichten. Damit könnte eine länger andauernde Wasserundurchlässigkeit erreicht werden, ohne dabei auf Erdöl oder andere fossile Wertstoffe zurückgreifen zu müssen. Es ließen sich wahrscheinlich Produkte herstellen, die biologisch abbaubar wären.

Danksagung

Wir danken Frau Dr. Christina Walther vom Schülerforschungszentrum Jena für ihre tatkräftige Unterstützung bei der Erstellung der Arbeit. Sie war immer für Fragen offen und half uns bei der Besorgung von Materialien. Desweiteren danken wir dem Christlichen Gymnasium dafür, dass wir die Räumlichkeiten und die Ausstattung der Fachräume nutzen durften.

Literaturverzeichnis

1. <http://www.bauanleitungen.net/allgemein/bioplastik-herstellen/> (22.08.2018)
2. Das große Tafelwerk interaktiv 2.0 - A. Gramme, Dr. W. Kricke, u.a. - Cornelsen Verlag 2011
3. https://www.chids.de/dachs/wiss_hausarbeiten/Kohlenhydrate_Gerner/versuche/protokolle/staerkefolie.pdf (09.01.2019)
4. <https://de.wikipedia.org/wiki/St%C3%A4rke> (09.01.2019)