

DECHEMAX-Schülerwettbewerb 2015/2016

Kunststoffe - Natürlich!



Einführung:

Jeder kennt sie – die Plastiktüte! Ob beim Einkaufen oder im Haushalt, Tüten und Folien aus Kunststoffen sind aus unserem Leben nicht wegzudenken. Auch sonst begegnen uns Kunststoffe in vielen Formen als Verpackungsmaterialien. Der Grundstoff der herkömmlichen Kunststoffe ist Erdöl und damit ein fossiler Rohstoff, der bei unserem jährlich steigenden Verbrauch irgendwann zur Neige gehen wird. Das ist mit ein Grund, weshalb man nach alternativen Rohstoffen für die Kunststoffherstellung sucht. Dies sollten nach Möglichkeit sog. nachwachsende Rohstoffe sein. Laut Definition versteht man darunter „land- oder forstwirtschaftlich erzeugte Produkte, die einer Verwendung im Nichtnahrungsbereich zugeführt werden. Sie können stofflich und energetisch genutzt werden.“

Im folgenden Versuch sollt ihr nun selbst Folien aus einem natürlichen Rohstoff herstellen. Lest euch zunächst die ganze Versuchsanleitung genau durch. Notiert während des Versuches alle eure Beobachtungen und beantwortet auch die Fragen zu den Versuchen.

Teil 1: Folie aus Kartoffeln

Herstellung „Folien-Grundstoff“

Material:

- Kartoffeln (300g)
- Jodlösung (gibt es in der Apotheke), funktioniert auch mit Jodsalbe
- 2 große Gläser (z. B. Einmachgläser)
- Messer
- Kartoffelreibe
- Leinentuch (z.B. ein Geschirrtuch)

Vorgehensweise:

Die Kartoffeln werden geschält und zu einem Brei zerrieben, der im Einmachglas mit 150 ml Leitungswasser unter Rühren aufgeschlämmt wird. Die Masse wird durch ein Leinentuch

gepresst und der Presssaft in einem zweiten Glas gesammelt. Der Rückstand im Tuch wird zur Erhöhung der Ausbeute noch zweimal in je 100 ml Leitungswasser aufgeschlämmt und wie eben beschrieben behandelt. Danach kann er weggeworfen werden.

Nach einigen Minuten bildet sich im Glas ein Bodensatz. Durch vorsichtiges Abgießen des Kartoffelpresssaftes (dekantieren) kann man den Bodensatz von der Flüssigkeit trennen. Nehmt eine Messerspitze des noch feuchten Bodensatzes und gebt sie in ein Schnapsglas mit Wasser. Rührt um und gebt zu der Mischung einige Tropfen der Jodlösung. Was beobachtet ihr?

Der restliche Bodensatz wird noch einmal mit etwa 100 ml Wasser gewaschen. Es wird wieder einige Minuten gewartet und das Wasser dann wieder dekantiert. Der Bodensatz kann auf einem Küchenpapier etwas getrocknet werden.

Herstellung einer Folie

Material:

- Bodensatz aus dem Kartoffelwasser
- Glycerinlösung (w = 50 %, Glycerin gibt es in der Apotheke. Beachtet, dass das Glycerin in anderen Konzentrationen vorliegen kann. Fragt am besten euren Apotheker.)
- Wasser
- evtl. Lebensmittelfarbstoffe
- Glas mit passender Abdeckung (muss hitzebeständig sein, evtl. ein Becherglas)
- Wasserbad (Topf)
- Kunststoffunterlage (z.B. Klarsichthülle oder eine umgedrehte Plastikschüssel)

Vorgehensweise:

a)

Etwa 4 g (ca. 1 Teelöffel) des feuchten Bodensatzes werden in einem Glas mit ca. 20 ml (4 Esslöffel) Wasser verrührt. Zur Färbung der Folie kann man auch noch 1-2 ml Lebensmittelfarbstofflösung zugeben.

Die mit einem Uhrglas (oder Untertasse) abgedeckte Mischung wird in einem fast kochenden Wasserbad mindestens 15 min lang erhitzt und dabei ab und zu gerührt (Vorsicht! Nicht am heißen Wasserdampf verbrühen). Danach sollte das heiße Gel noch so flüssig sein, dass es aus dem Becherglas fließt. Ansonsten könnt ihr noch etwas Wasser zugeben. Dann müsst ihr die Mischung aber noch einmal stark erhitzen.

Anschließend wird das heiße Gel gleichmäßig auf einer Kunststoffunterlage verteilt und zum Trocknen über Nacht bei Raumtemperatur gelagert. Die Folie kann dann von der Unterlage abgezogen werden.

b)

Wiederholt den Versuch mit frischem Bodensatz und gebt dieses Mal zu der Mischung mit Wasser noch 2 ml (ca. 1 Teelöffel) Glycerinlösung (50 %ig) hinzu. Anschließend wird wie in Versuch a) weiter verfahren.

Fragen:

1. Worum handelt es sich bei dem Bodensatz?

Der weiße Rückstand ist Stärke. Ein Polysaccharid, das in Kartoffeln, Mais und anderen Pflanzen vorkommt.

2. Erklärt Eure Beobachtung nach Zugabe der Jodlösung.

Die Stärke (höhere Klassen haben auch noch zwischen Amylose und Amylopektin unterschieden) bildet mit dem Jod einen farbigen (blauen) Jod-Stärke-Komplex. Eine Jodlösung dient damit zum Nachweis von Stärke.

3. Beschreibt die Eigenschaften eurer Folien aus den Versuchen a und b.

Beide Folien sind durchscheinend. Die Folie ohne Glycerin ist aber viel spröder und bricht sehr leicht. Die Folie mit Glycerin ist flexibler.

4. Was sind – chemisch gesehen – Kunststoffe und was macht euer Kartoffelprodukt zu einem solchen?

Chemisch gesehen besteht ein Kunststoff aus sehr vielen sehr langen, ineinander verschlungenen Molekülketten. Diese nennt man Polymere. Polymere sind aus sich stets wiederholenden Grundeinheiten, den sogenannten Monomeren zusammengesetzt. Auch die Stärke aus den Kartoffeln ist ein solches Polymer. Der Grundbaustein der Stärke ist der Zucker Glucose.

5. Welche Funktion hat das Glycerin bei der Folienherstellung?

Das Glycerin dient als sog. Weichmacher und sorgt dafür, dass die Folie flexibel wird. Da Glycerin hygroskopisch ist (also Wasser anzieht), behält die Folie ihre elastischen Eigenschaften sehr lange, denn sie enthält immer etwas Feuchtigkeit.

6. Welche anderen Pflanzen könnte man verwenden, um den Rohstoff für eine solche Folie zu gewinnen?

Alle stärkehaltigen Pflanzen, z.B. Mais, Weizen oder Maniok. Es gibt aber auch andere Biopolymere, die man zur Kunststoffherstellung verwenden kann. Hier wären z.B. Polymilchsäure (PLA), Casein (aus Milch) oder Cellulose zu nennen.

Teil 2: Ein süßer Kunststoff

Ein süßer „Kunst-Stoff“

Polyurethan (PUR) ist ebenfalls ein Kunststoff, allerdings wird er nicht für Folien verwendet, sondern überall da, wo Schäume, Füllstoffe oder Dämmmaterialien benötigt werden. In diesem Versuch konzentrieren wir uns auf die Schäume aus PUR, wie sie beispielsweise in der verformbaren Schicht im Inneren des Fußballs vorkommen. Schäume aus PUR können so weich sein, dass Turmspringer beim Üben nicht etwa in wassergefüllte Schwimmbecken (das Wasser wäre zu hart!), sondern in mit PUR-Schaum-Stücken gefüllte Becken springen. Andererseits kennt ihr vielleicht Bauschäume, die zwar aussehen wie ein weicher Schaum, aber richtig hart sind, wenn man sie anfasst – auch sie bestehen aus PUR. Ein großer Unterschied zwischen diesen beiden Schäumen ist auch die Tatsache, dass man aus dem einen – dem weichen Schaum in Sprungmatten – die Luft herausdrücken kann, was bei dem Isolierschaum nicht möglich ist. Beide Schäume bestehen aus kleinen Poren oder Bläschen, die hohle Innenräume umschließen, das PUR bildet nur die Wände zwischen den Poren, sowie beim Schaum in der Badewanne dünne Häutchen aus Wasser und Shampoo kleine Luftblasen umschließen.

Der Unterschied zwischen den beiden Schäumen liegt in ihrer mikroskopischen Struktur. Bei Schäumen für Sprungmatten sind die Poren untereinander und mit der Außenluft verbunden, sodass man die Luft aus den Poren herausdrücken kann – man nennt diese Schäume *offenporig*. Dadurch kann der Schaum nachgeben und viel Bewegungsenergie aufnehmen, was bei einer Sprungmatte ja auch der Sinn der Sache ist. Ein Isolierschaum, der so aufgebaut wäre, würde nicht isolieren, sondern die kalte Außenluft würde fast ungehindert in eine Wohnung eindringen. Isolierschäume sind daher *geschlossenporige* Schäume. Bei ihnen gibt es keine Verbindung zwischen den einzelnen Poren und zur Außenluft, deshalb können sie weder nachgeben noch kann Luft durchströmen.

1. Nennt je zwei Beispiele für offen- und geschlossenporige Schäume aus dem täglichen Leben!

Beispiele für offenporige Schäume:

Haushalts- und Badeschwämme, Schaumstoff für Polsterungen, Moosgummi

Beispiele für geschlossenporige Schäume:

Bootsisolierungen, Badeschaum, Feuerlöschschaum, Armaturenbrett, Formteile im Auto

Styropor: kann je nach Verwendung offen- oder geschlossenporig hergestellt werden.

2. *Herstellen eines Zuckerschaums*

Materialienliste (pro Durchgang):

- 15 g Backpulver (entspricht einem normalen Päckchen für 500 g Mehl)
 - 5 g reine Zitronensäure (Zitronensäure kann man in kleinen Tütchen (à 5 g) im Supermarkt bei den Backzutaten, als größere Packung in Drogerien oder in der Apotheke kaufen. Wenn ihr den Schaum hinterher verkosten wollt, achtet darauf, dass die Zitronensäure Lebensmittelqualität hat.)
 - Gefäß zum Mischen
 - 30 g Traubenzucker
 - Wasser oder farbige Flüssigkeiten, z. B. Rote-Beete-Saft, Fruchtsäfte, gelöste Lebensmittelfarbe
 - kleiner Topf (je schmaler desto besser) oder Becherglas (Hierbei eignet sich am besten ein Butterpfännchen, Puppengeschirr, eine leere Konservendose oder ein schmales sauberes (denkt an den Verzehr) und feuerfestes Becherglas.)
 - Herd oder Heizplatte
 - Gegenstand zum Umrühren, z. B. ein kleiner Löffel oder ein Rührstab
 - hohes Trinkglas
- a) Nehmt 15 g Backpulver und mischt es in einem Gefäß mit 5 g Zitronensäure.
- b) Wiegt 30 g Traubenzucker in den kleinen Topf.
- c) Mischt einen Teelöffel Wasser mit dem Traubenzucker und schmelzt den Zucker langsam unter Rühren auf einer Herd- oder Heizplatte, bis die Flüssigkeit klar ist (der Zucker darf nicht bräunen).
- d) Füllt den geschmolzenen Zucker in das Glas und gebt die Backpulver-Zitronensäure-Mischung dazu. Rührt kräftig aber kurz um, so dass alles vermischt ist.
- e) Wartet und beobachtet, was passiert!

3. Beschreibt, was während des Versuchs passiert!

Direkt nach dem Umrühren beginnt sich ein Schaum im Glas zu bilden, der stetig ansteigt.

Die Musterlösung ist an dieser Stelle nur ein Vorschlag, da die Werte der folgenden Aufgaben je nach Durchmesser des verwendeten Glases variieren. Wir haben bei unseren Probeversuchen ein Glas mit einem Durchmesser von 6 cm und einer Füllhöhe von 10 cm benutzt.

a) Wie lange braucht der Schaum, bis er nicht mehr wächst?

Das Aufschäumen hat etwa 3 Minuten angehalten

b) Wie hoch ist der Schaum?

Die Schaumhöhe betrug dabei ca. 8 cm

c) Wie groß ist das Volumen des Schaums und um wieviel hat es sich im Vergleich zum Volumen der Zutaten vor dem Vermischen vergrößert?

Ausgangshöhe ca. 2 cm

maximale Höhe ca. 8 cm

Zuwachshöhe ca. 6 cm

Das Volumen eines zylinderförmigen Gegenstandes kann über die Formel „ $\pi \times r^2 \times h$ “ (Kreisfläche x Höhe) bestimmt werden.

Ausgangsvolumen:

$$\pi \times r^2 \times h (\pi \times \text{Radius}^2 \times \text{Höhe}) = 3,14 \times 32 \text{ cm}^2 \times 2 \text{ cm} = 56,52 \text{ cm}^3$$

Endvolumen:

$$\pi \times r^2 \times h (\pi \times \text{Radius}^2 \times \text{Höhe}) = 3,14 \times 32 \text{ cm}^2 \times 8 \text{ cm} = 226,08 \text{ cm}^3$$

Die Volumenvergrößerung ist gleich der Differenz aus Endvolumen und Ausgangsvolumen

$$\text{Endvolumen} - \text{Ausgangsvolumen} = 226,08 \text{ cm}^3 - 56,52 \text{ cm}^3 = 169,56 \text{ cm}^3$$

Es ergibt sich eine Volumenvergrößerung von $169,56 \text{ cm}^3$. Das entspricht im Vergleich zum Ausgangsvolumen einer Verdreifung des Volumens.

d) Wie ist der Schaum beschaffen?

Der Schaum hat kleine, gleichmäßige Poren und ist stabil und weich, er kann aushärten.

Bei der Volumenberechnung kann ein Problem auftreten, nämlich dann, wenn das Glas nicht zylinderförmig ist. Die oben gezeigte Formel zur Volumenberechnung ist zum Beispiel bei konischen (trapezförmigen) Gläsern nicht anwendbar.



4. Warum schäumt die Mischung auf und warum bleibt sie stabil?

Welche Zutat ist wofür verantwortlich?

Die Mischung schäumt auf, weil sich in einer chemischen Reaktion das Gas Kohlendioxid bildet. Im Backpulver ist Natriumhydrogencarbonat (Natron) enthalten. Es reagiert mit Zitronensäure unter Zugabe von Wasser zu Kohlendioxid und Natriumcitrat.

Backpulver ist ein Gemisch aus verschiedenen chemischen Substanzen, das bei der Herstellung von Backwaren zur Teiglockerung eingesetzt wird. Die Lockerung des Teiges beruht auf dem Freiwerden von Gasen (Kohlendioxid; CO_2) während des Backvorgangs.

Diese Lösung hat ausgereicht, trotzdem möchten wir diese Reaktion noch einmal etwas genauer beschreiben:

Wasser ist in dieser Reaktion das Lösungsmittel, es kommt zur Ionenbildung:

Natriumhydrogencarbonat \rightarrow Natrium-Ion + Hydrogencarbonat-Ion

$\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{HCO}_3^- (\text{aq})$ (aq bedeutet in Wasser gelöst)

Säuren, in unserem Fall die Zitronensäure, sind Protonendonatoren, sie geben Protonen in Form von H^+ ab. Dieses Proton reagiert mit dem HCO_3^- -Ion zu Kohlensäure (1).

Diese ist instabil und zerfällt in Wasser und Kohlendioxid. (2)

(1) $\text{HCO}_3^- (\text{aq}) + \text{H}^+ (\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 (\text{l})$ (Kohlensäure)

(2) $\text{H}_2\text{CO}_3 (\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{CO}_2 (\text{g})$

Bei Reaktion (2) entsteht das Gas Kohlendioxid, welches für das Aufschäumen verantwortlich ist. Ebenso kommt es zur Nachbildung von Wasser, unserem Lösungsmittel. Diese Eigenschaft ist wichtig und unterstützt das weitere Aufschäumen.

Aber wieso bleibt der Schaum stabil? Die vorher erhitzte Zuckerlösung kristallisiert nach Abkühlen aus und bildet die Porenwände des Schaums. Je nach Heftigkeit der Reaktion (verschiedene Zugabemengen von Wasser) entstehen feine- oder grobporige Schaumgerüste. Dabei sind die feinporigen Schäume stabiler, da sich nur wenig Gas eingelagert hat und die einzelnen Bläsche nicht zu groß sind, d.h. das Zuckergerüst muss nicht so weite Wege überspannen. Die grobkörnigen Schaumgerüste fallen häufig in sich zusammen, da das eingelagerte Gas Kohlendioxid an der Oberfläche austreten kann.

5. Wiederholt das Experiment unter Zugabe von zwei sowie von drei Teelöffeln Wasser. Vergleiche die Ergebnisse dieser beiden Experimente mit denen des ersten Versuchs und geht dabei vor allem auf die Fragen von Aufgabe 3 ein.



Wiederholung des Experiments mit 2 Teelöffeln Wasser:

- a) ca. 5 Minuten
- b) Schaumhöhe ca. 12 cm (Schaum läuft über den Glasrand hinaus)
- c) Ausgangshöhe ca. 2 cm entspricht einem Volumen von ca. $56,52 \text{ cm}^3$
maximale Höhe ca. 12 cm entspricht einem Volumen von ca. $339,12 \text{ cm}^3$
Zuwachshöhe ca. 10 cm entspricht einem Volumen von ca. $282,60 \text{ cm}^3$
Das entspricht einer Volumenvergrößerung von ca. 505 Prozent.
- d) der Schaum hat größere Poren und ist immer noch recht stabil

Wiederholung des Experiments mit 3 Teelöffeln Wasser:

- a) ca. 5 Minuten
- b&c) Schaumhöhe und Schaumvolumen sind in diesem Fall nicht messbar, da Schaum über den Glasrand quoll. Es bleibt festzuhalten, dass bei Zugabe von

3 TL Wasser die größte Menge an Schaum entsteht.

- d) der Schaum hat große Poren, ist sehr instabil und fällt schnell in sich zusammen.

Das beste Maß erreicht man bei einer zugegebenen Wassermenge von etwa 1 bis 2 Teelöffel. Hier erhält man ein gutes Verhältnis zwischen Stabilität und Ausdehnung (Größe des Schaums).

6. Ersetzt die als optimal ermittelte Menge Wasser durch Rote-Beete-Saft, Fruchtsaft, Ketchup oder verdünnte Lebensmittelfarbe und wiederholt damit das Experiment. Was beobachtet ihr?

Ihr könnt auch testen, was passiert, wenn ihr Curry- oder Paprikapulver zu der Backpulver-Zitronensäure-Mischung gebt (dann aber wieder Wasser verwenden).

Macht gegebenenfalls eine Geschmacksprobe: welcher Schaum schmeckt euch am besten?



Je nach dem eingesetzten Färbemittel verfärbt sich auch der Zuckerschaum.

Bei der Zugabe von Pulvern verschlechtern sich die Eigenschaften des Schaum. Die Schaumhöhe verringert sich und der Schaum fällt schneller zusammen. Pulverteilchen, als unlösliche Fremdkörper in den Blasenwänden, stören die stabile Ausdehnung des Schaumgerüsts.

Im Mittelalter und der frühen Neuzeit verließ man sich oft auf die Geschmacksprobe, da man wenig andere Analysemöglichkeiten zur Verfügung hatte. Oftmals ging die Probe mit Vergiftungen einher, da nicht jede wohlschmeckende Substanz (wie zum Beispiel der zum Süßen von Wein benutzte Bleizucker) auch ungefährlich ist bzw. andere schon in geringster Menge giftig sein könnte.

Heutzutage sind Geschmacksproben im Chemielabor verboten, denn sie können gefährliche Folgen nach sich ziehen. Im Chemieunterricht darf deshalb NIE eine Geschmacksprobe ohne Erlaubnis des Lehrers durchgeführt werden.

Hier kann keine richtige Antwort gegeben werden, da es sich bekanntlich über Geschmack nicht streiten lässt. Festzuhalten bleibt, dass euch am besten der Orangenschaum geschmeckt hat. Nicht so lecker waren der Curryschaum und der Rote-Beete-Schaum.

7. Der hergestellte Zuckerschaum war ja nur eine Imitation des PUR-Schaums.
 Welche Reaktion findet beim eigentlichen PUR-Schaum statt?
 Welche anderen Kunststoffschäume gibt es und aus welchen Kunststoffen bestehen sie?
 Welche Eigenschaften haben sie und wo finden sie Verwendung?

Polyurethan entsteht aus der Polyadditionsreaktion eines Polyesters (oder eines Polyacrylates) und eines Polyisocyanats.

Einfach:

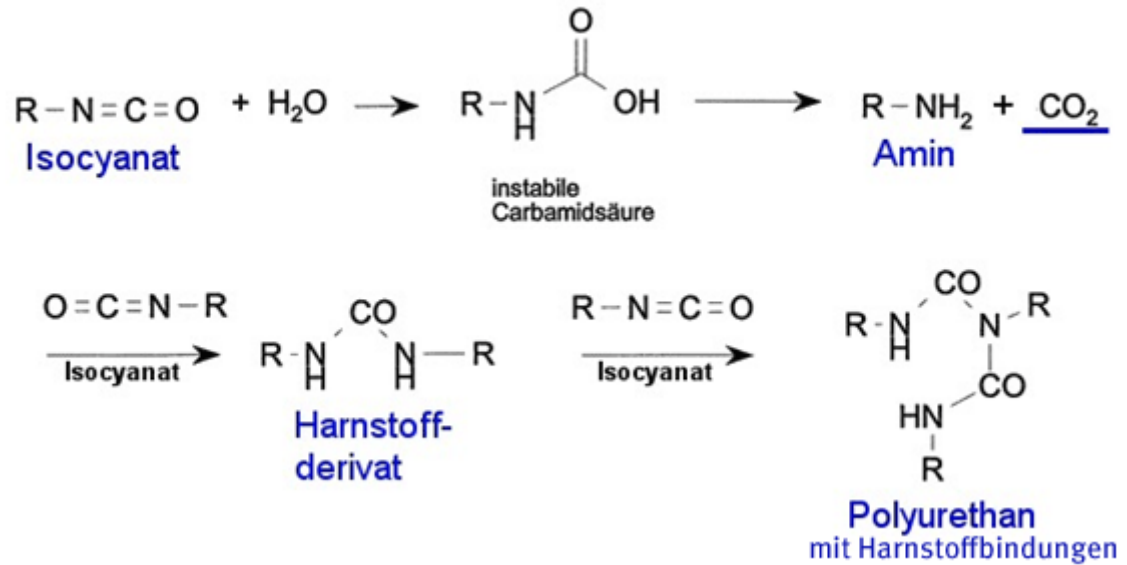
Beim eigentlichen PUR-Schaum wird das Aufschäumen durch die Zugabe von Wasser erreicht. Das Wasser reagiert mit dem Isocyanat, es entsteht Kohlendioxid, welches den Schaum auftreibt.

Wortreaktionsgleichung:

Isocyanat + Wasser \rightarrow Polyurethan + CO₂ (welches den Schaum aufbläht)

Etwas komplexer:

Der eigentliche PUR-Schaum entsteht, wenn man die Polyadditionsreaktion mit einer Gasentwicklung kombiniert. Dazu muss Wasser zugegeben werden. Bei der Polyurethanbildung entsteht dann durch die Reaktion von Wasser mit Isocyanat eine Carbaminsäure, die sofort zu CO₂ und einem Amin zerfällt. Dieses bildet mit einem weiteren Isocyanat-Molekül eine Harnstoffeinheit. Im letztendlich entstandenen Polyurethanmolekül sind dadurch einige Urethanbindungen durch Harnstoffbindungen ersetzt.



Auch Montageschaum, der in Baumärkten in Spritzflaschen verkauft wird, ist ein Polyurethankunststoff. Das Wasser (oder allgemein der Aktivator) wird automatisch beim Öffnen der Spritzdüse zum oberen Teil der Reaktionsmischung hinzugefügt. So entsteht der Kunststoff erst, wenn er benötigt wird.

Andere Schaumkunststoffe:

Kunststoff	Eigenschaften	Einsatzmöglichkeiten
Schaumpolystyrol	Schaumstoff; wärmedämmend, schockdämpfend	Isolation von Kabeln Wärmedämmmaterial für Gebäude Verpackungsmaterial
Polyethylen	hart oder weich beständig gegenüber Wasser, nicht starken Säuren und Basen	Rohr- und Schallleitungen Schuhindustrie Folien
Polyurethan	unterschiedliche Eigenschaften, wird durch die Wahl des passenden Isocyanats und Alkoholen bestimmt	Fußbälle Matratzen u. v. m.

Wir danken der Bayer MaterialScience AG für die Versuchsanregung.

3. Haltbarkeit und Abbaubarkeit von Plastik

Der Begriff „Bioplastik“ ist sehr verwirrend – manchmal bezieht er sich darauf, wo das Plastik herkommt (s.o.), manchmal aber auch, was nach Gebrauch damit passiert. Es gibt Biokunststoffe, die biologisch abbaubar sind und solche, für die das nicht gilt – und es gibt sogar fossile Kunststoffe, die biologisch abbaubar sind.

„Biologisch abbaubar“ bezieht sich dabei auf die Bedingungen in industriellen Kompostieranlagen – eine „biologisch abbaubare“ Plastiktüte, die man im Garten vergräbt, kann durchaus sehr lange halten!

Was macht die Haltbarkeit von Kunststoffen (unter anderem) aus?

Testet einige „Kunststoffe“

- Umhüllung von Toilettensteinen (Vorsicht! Den Toilettenstein nicht mit den bloßen Fingern anfassen, da er die Haut reizen kann.)
- Gummibärchentüte
- Euren Schaum aus dem zweiten Versuch
- Ein Stück Styropor (Verpackung oder Baumarkt)
- Eine Meringue (vom Bäcker oder selbstgemacht)
- Vielleicht fallen euch noch andere „Kunststoffe“ ein, die ihr testen könnt

Versucht dazu, kleine Stücke der Kunststoffe in Wasser zu lösen. Testet mit der Jodlösung, ob sich eine ähnliche Reaktion ergibt, wie bei eurem Versuch mit dem Kartoffelextrakt. Notiert eure Beobachtungen und Schlussfolgerungen. Vergleicht dazu auch eure eigene Folie aus Versuch 1 (Kartoffelfolie).

Während sich die Gummibärchentüte und das Styropor in Wasser sicher nicht auflösen werden, habt ihr bei euren selbst hergestellten Kunststoffen und bei der Meringue mehr Erfolg.

Eine Blaufärbung ergibt sich immer dann, wenn Stärke im Spiel ist, also z.B. bei der Kartoffel, aber nicht bei eurem Zuckerschaum – es sei denn, im Backpulver oder der Zitronensäure sind irgendwelche stärkehaltigen Hilfsstoffe zugemischt (?). Meringue gibt es auch mit Stärkezusatz, aber vielleicht habt ihr ein Rezept gefunden, das nur Eischnee und Puderzucker als Zutaten verwendet. Dann sollte auch keine Blaufärbung zu sehen sein.

Welche Vorteile haben die Verpackungen aus natürlichen Rohstoffen gegenüber den herkömmlichen Kunststoffen (und umgekehrt)?

Die Verpackungen aus nachwachsenden Rohstoffen werden sehr viel leichter abgebaut als herkömmliche Kunststoffe. Man kann sie deshalb auch auf dem Kompost entsorgen. Da-

durch wird die Umwelt wesentlich weniger belastet. Außerdem wird bei der Verwendung von natürlichen Rohstoffen die immer knapper werdende Ressource Erdöl, das Ausgangsstoff vieler Kunststoffe ist, geschont.

Wer die Frage 6 aus der 1. Runde „Kunststoff natürlich“ aufmerksam verfolgt hat,

Kennt ihr noch andere, bereits kommerziell genutzte, kompostierbare Kunststoffe?

- „essbares Geschirr“: Teller, Besteck (Stärke), Trinkbecher (Polymilchsäure)
- Gärtnerei: kompostierbare Pflanztöpfe
- Medizin: Nahtmaterial (Polymilchsäure) oder Implantate (Schrauben), die sich langsam auflösen
- Hygieneartikel: z. B. Windeln
- Spielzeug: bunte Maischips zum Basteln
- Kompostierbare Mülltüten (für Kompost-Abfall)