

## DECHEMAX-Schülerwettbewerb 2015/2016

Teamname: \_\_\_\_\_

Teamleiter: \_\_\_\_\_

Klassenstufe (Durchschnitt): \_\_\_\_\_



**Hat sich euer Team gegenüber der ersten Runde verändert – sind neue Mitglieder dazu gekommen oder hat jemand das Team verlassen?**

**Nein, keine Veränderung**

**Ja, unser Team besteht jetzt aus folgenden Mitgliedern:**

Teamleiter: \_\_\_\_\_

2. Mitglied: \_\_\_\_\_

3. Mitglied: \_\_\_\_\_

4. Mitglied: \_\_\_\_\_

5. Mitglied: \_\_\_\_\_

### So können wir eure Protokolle am besten bewerten:

Schickt uns die Protokolle bitte **per Post**, es gilt das **Datum des Poststempels**. Einsendeschluss ist der **11. April 2016**. Bitte verwendet keine Schnellhefter, Klarsichtfolien oder ähnliches, sondern tackert die Blätter einfach zusammen.

### Füllt bitte dieses Deckblatt aus und heftet es vor euer Protokoll!

Am besten beschreibt oder bedruckt ihr die Blätter beidseitig, das spart euch Papier und Porto. Weitere Informationen zu den Protokollen findet ihr auch in unseren FAQs unter <http://dechemax.de/faq>.

Ob euer Protokoll bei uns eingegangen ist, erfahrt ihr in eurem Teambereich oder unter [www.dechemax.de/protokolle](http://www.dechemax.de/protokolle).

### Bitte dokumentiert eure Versuche mit Fotos!

Wir können eure Protokolle nicht zurückschicken und können euch auch im Einzelnen keine Auskunft zur Korrektur geben. Alle Rechte an den eingesandten Lösungen gehen an die DECHEMA e.V. über, das schließt auch die Texte und Abbildungen ein, die von der

DECHEMA uneingeschränkt verwendet und zitiert werden können. Die DECHEMA kann über die eingesandten Lösungen frei verfügen und insbesondere über deren Aufbewahrung oder Vernichtung nach der Auswertung frei entscheiden.

Manche Fragen sind für die unteren Klassenstufen noch recht schwierig. Das wissen wir. Macht so viel ihr könnt – wir bewerten jede Klassenstufe getrennt.

**Wartet nicht zu lange, bis ihr mit den Versuchen beginnt, manche brauchen etwas Zeit und es kann immer einmal sein, dass ein Versuch nicht klappt und wiederholt werden muss.**

**Falls ihr zu Hause in der Küche experimentiert, informiert eure Eltern über die Versuche und fragt um Erlaubnis.**

**Vielleicht haben sie ja auch Lust, euch über die Schultern zu schauen.**

**Bitte beachtet beim Experimentieren einige Grundregeln:**

- Während ihr eure Experimente durchführt, sollt ihr (in der Küche oder im Schullabor) nichts essen oder trinken. Wenn ihr also in der Küche experimentiert, dann nicht gerade dann, wenn Essen gekocht wird.
- Auch wenn ihr teilweise mit Lebensmitteln und Geschirr arbeitet, trennt auf jeden Fall die Dinge, die ihr für eure Versuche verwendet, von der eigentlichen Küchenausstattung und kennzeichnet alles.
- Bitte beachtet bei den „Haushaltschemikalien“ die Hinweise auf den Verpackungen.

## 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?
2. Erklärt Eure Beobachtung nach Zugabe der Jodlösung.
3. Beschreibt die Eigenschaften eurer Folien aus den Versuchen a und b.
4. Was sind – chemisch gesehen – Kunststoffe und was macht euer Kartoffelprodukt zu einem solchen?
5. Welche Funktion hat das Glycerin bei der Folienherstellung?
6. Welche anderen Pflanzen könnte man verwenden, um den Rohstoff für eine solche Folie zu gewinnen?

## 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!

Da die benötigten Chemikalien für euch nicht zugänglich sind und ihr bestimmte Sicherheitsanforderungen im Haushalt nicht erfüllen könnt, könnt ihr keinen PUR-Schaum selbst herstellen. Die Herstellung eines PUR-Schaums könnt ihr aber gut mit Zucker simulieren. Weiterer Vorteil des Schaum-Imitats: ihr könnt es essen.

## 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!**

- a) Wie lange braucht der Schaum, bis er nicht mehr wächst?
- b) Wie hoch ist der Schaum?
- c) Wie groß ist das Volumen des Schaums und um wieviel hat es sich im Vergleich zum Volumen der Zutaten vor dem Vermischen vergrößert?
- d) Wie ist der Schaum beschaffen?

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

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

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

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 Verdreifachung des Volumens.

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



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?

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, Rezept unter...)
- 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).

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

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