

Stärke – eine Alternative zu Kunststoff?

Experimente mit einem nachwachsenden Rohstoff



CLAUDIA GREINER

Ort Raum mit vier Backöfen oder Waffeleisen	Jahreszeit ganzjährig	Alter 13 bis 16 Jahre
--	---------------------------------	---------------------------------

I. Überblick über den Unterrichtsverlauf

	Tätigkeit / Inhalt	Zeitbedarf
1. Einstieg	Kunststoffprodukte: Probleme und Eigenschaften.	20 min
2. Versuche mit Stärke	„Forschungsteams“ suchen nach einer Alternative zu Kunststoff.	40 min
3. Auswertung	Ist Stärke eine Alternative zu herkömmlichen Kunststoffen?	12 min
4. Produktpräsentation	Das alles ist aus Stärke!	5 min
5. Bestandsaufnahme	Es gibt eine Alternative – warum wird Stärke so wenig genutzt?	8 min
6. Aufräumen	Materialien waschen, Arbeitsplatz reinigen.	5 min
		90 min

II. Material

- Overhead-Projektor
- 1 Folienstift
- diverse Gegenstände aus Kunststoff z.B. Blumentopf, Mülltüte, Shampooflasche, Cremetopf, Anspitzerdose, Plastiktüte, Einweggeschirr, Brotdose, Kugelschreiber, Schnellhefter
- vier Backöfen oder Waffeleisen
- einige Lappen und Spülbürsten
- einige Geschirrhandtücher
- Spülmittel
- einige Stärkeprodukte: als Kunststoffersatz z.B.: Tragetasche, Anspitzerdose, Lineal, Einweggeschirr, Verpackungschips, Bio-Müllbeutel. Andere Erzeugnisse mit Stärke: Papier, Waschmittel, Zahnpasta
- Text „Informationen über Kunststoff“ im Klassensatz und als Overhead-Folie

pro Gruppe:

- 2 Becher Stärke
- Wasser
- falls vorhanden 1 Tasse Zellulose (aus Apotheke)
- 1 Gefäß zum Anrühren des Teigs, z.B. Müslischale
- 1 Messer
- 3 Esslöffel
- 4-5 hitzebeständige Formen, z.B. Blumenuntersetzer, Tortenförmchen
- 1 Topflappen

- 1 Untersetzer zum Abstellen der heißen Formen
- 1 Stift
- 1 Arbeitsblatt „Versuche mit Stärke“

III. Inhaltliche Einführung

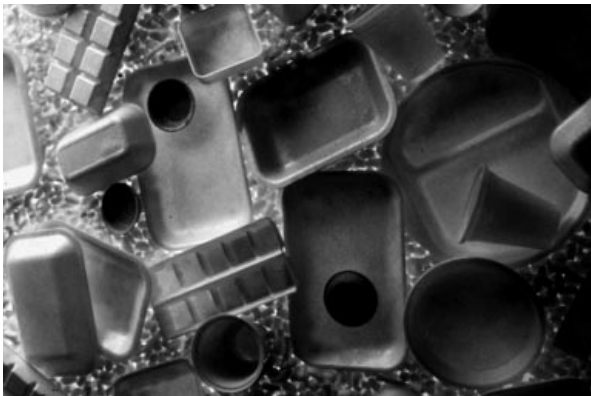
Was sind „nachwachsende Rohstoffe“?

Nachwachsende Rohstoffe (NWR) sind organische Stoffe pflanzlichen oder tierischen Ursprungs, die als Rohstoffe in der Industrie und bei der Energieerzeugung eingesetzt werden. Sie wachsen jährlich oder in überschaubaren Zeiträumen nach und unterscheiden sich somit grundsätzlich von den fossilen Rohstoffen. In Deutschland sind besonders Holz, Raps und Mais von Bedeutung, aus denen die Rohstoffe Zellulose, Fett und Öl, Stärke und Zucker gewonnen werden.

NWR werden schon seit sehr langer Zeit für die Herstellung von Kleidung, als Baustoffe und als Energielieferanten verwendet. Noch bis zu Beginn des 19. Jahrhunderts wurde der Bedarf an chemischen Grundstoffen allein aus NWR gedeckt (LÜCK u.a. 1996). Durch den verstärkten Einsatz fossiler Rohstoffe wurden sie jedoch aus vielen Bereichen zurückgedrängt. Erst seit den Energiekrisen der 70er und dem steigenden Umweltbewusstsein der 80er Jahre beschäftigt sich die Forschung wieder verstärkt mit NWR.

Die Überschusssituation auf dem Agrarmarkt wirkte ebenfalls als Motor für die Suche nach Produktions- und Verwendungsalternativen: Immerhin 30% der landwirtschaftlichen Fläche in Europa werden nicht mehr für die Erzeugung von Nahrungsmitteln benötigt. NWR können daher einen Beitrag zur Einkommenssicherung in der Landwirtschaft leisten. Heute werden in Deutschland auf rund 500.000 ha NWR angebaut, das entspricht ca. 5% der gesamten Ackerfläche (PETEREK 1995).

Mittlerweile gibt es eine breite Palette von sehr unterschiedlichen und qualitativ hochwertigen Produkten aus NWR: Kraftstoff aus Rapsöl, Verpackungen aus Zuckerrüben, Bremsbeläge aus Flachsfasern (siehe Tabelle „Verwendungsbereiche nachwachsender Rohstoffe“ Seite 154).



Welche Vorteile bieten nachwachsende Rohstoffe?

Die FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V. und das Centrale Agrar-Rohstoff-Marketing-Entwicklungswerk Rimpar (C.A.R.M.E.N.) sind von den ökologischen Vorteilen NWR nicht nur wegen ihrer toxikologischen Unbedenklichkeit überzeugt: Auf Grundlage von NWR können naturnahe Kreisläufe aufgebaut werden (siehe Arbeitsblatt „Lebensweg von Bioplastik“). Sie sind biologisch abbaubar und leisten somit einen Beitrag zur Lösung der Entsorgungsprobleme. NWR sind weitgehend CO₂ neutral. Bei der energetischen Nutzung oder Entsorgung wird nur so viel Kohlenstoffdioxid frei, wie die Pflanzen zuvor bei ihrem Wachstum gebunden haben. So entsteht kein zusätzlicher Treibhauseffekt. (Die Erwärmung der Atmosphäre geht zu 50% auf den Ausstoß von CO₂ zurück (BENZ u.a. 1997)). Ein zentrales Argument für die Nutzung von NWR ist die Schonung endlicher fossiler Ressourcen. Weiterhin bieten sie die Chance zur Entwicklung innovativer Produkte, die weltweit vermarktet werden können, und zur Sicherung von Arbeitsplätzen in ländlichen Regionen.

Andere Autoren betonen dagegen, dass NWR nicht das „ökologische Perpetuum mobile“ darstellen (LÜCK u.a. 1996, S. 8). Für die Beurteilung der Nach-

haltigkeit könnten nicht nur die Schonung fossiler Ressourcen oder die Lösung hiesiger agrarpolitischer Fragen betrachtet werden. Aussagen, wie „Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen sind grundsätzlich umweltfreundlicher als andere“, seien nicht möglich. Ausschlaggebend seien vielmehr die Ergebnisse von Produktlinienanalysen und Ökobilanzen. „Sämtliche Stationen – von der Rohstoffgewinnung über den Transport der Rohstoffe zum Ort der Verarbeitung bis hin zur Veredelung der Produkte und schließlich deren Abbaubarkeit“ müssten überprüft und ökologisch bewertet werden (s.o. S. 7, 8).

Warum werden so wenige Erzeugnisse aus nachwachsenden Rohstoffen angeboten?

Produkte aus NWR müssen sich erst gegen „traditionelle“ Lösungen, die den Markt dominieren, durchsetzen. Während ihre ökologischen Vorteile häufig überzeugen, fehlt es vielen Erzeugnissen bislang an Wirtschaftlichkeit. Die Herstellungspreise für Kunststoffverpackungen betragen beispielsweise 1,50 bis 2,- DM/kg, biologisch abbaubare, kunststoffähnliche Werkstoffe sind zur Zeit dagegen noch deutlich teurer (6,- bis 15,- DM/kg).

Den Unternehmen entstehen bei einer Umstellung auf NWR Kosten für die notwendigen Veränderungen der Produktionsabläufe und Maschinen. Im Bereich petrochemischer Kunststoffe etwa ist die Herstellungstechnik weit fortgeschritten. Die Ansprüche an Konkurrenzprodukte aus NWR sind dementsprechend hoch, der Kunststoffersatz soll vergleichbare Anforderungen erfüllen.

Für viele Verbraucherinnen und Verbraucher ist jedoch auch die Umweltverträglichkeit ein wichtiges Kriterium. Nach einer jüngst durchgeführten Untersuchung der Bayrischen Landesanstalt für Ernährung sind viele durchaus bereit, Einbußen bei der Gebrauchstauglichkeit in Kauf zu nehmen und einen höheren Preis zu akzeptieren, wenn die Kosten-Nutzen-Relation in einem erträglichen Rahmen liegt.

Die Erfolgsaussichten von NRW sind günstig: Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten stellt eine steigende Nachfrage fest. Insbesondere für Stärke sei mittelfristig mit einer bedeutenden Absatzsteigerung zu rechnen.

Der nachwachsende Rohstoff Stärke

Der Unterricht behandelt das Thema NWR am Beispiel Stärke. Dieser Naturstoff hat eine lange Tradition und wurde bereits im Altertum bei der Herstellung von Papyrus und Klebstoff verwendet. Stärke wird in Europa aus Kartoffeln, Mais und Weizen gewonnen und steht als Industrierohstoff in großen Mengen und zu günstigen Preisen zur Verfügung.

Stärke ist ein Polysaccharid (Vielfachzucker) und gehört somit zur Stoffgruppe der Kohlenhydrate. Sie ist ein Photosyntheseprodukt und wird als Reservestoff in Knollen, Samen oder Früchten von Pflanzen gespeichert. In der Pflanze liegt sie in Form von Stärkekörnern vor.

Einsatzbereiche

Traditionell wird Stärke in der Lebensmittelproduktion eingesetzt. Fast die Hälfte der in Deutschland verbrauchten Stärke wird jedoch bereits im Non-Food-Bereich verwendet (PETEREK 1995), und zwar vor



allem in der Papier- und Pappe-Industrie und als Rohstoff in der Biotechnologie. Aber auch als Ersatz für petrochemische Kunststoffe wird ihr ein großes Wachstumspotential zugesprochen.

Je nach pflanzlicher Herkunft und Umwandlungsmethode haben die Erzeugnisse sehr unterschiedliche Eigenschaften. Es gibt mittlerweile für eine Vielzahl technischer Verwendungszwecke mehr als 600 verschiedene Stärkeprodukte: Stärke ist in Zahnpasta, Puder und Tabletten zu finden. Garne werden durch eine Appretur aus Stärke vor mechanischen Belastungen bei der Verarbeitung geschützt. Es können Folien, Tragetaschen und Verpackungschips hergestellt werden (siehe Tabelle).



Stärke als Kunststoffersatz

Kunststoffe sind wegen ihrer vielseitigen Verwendbarkeit im Alltag überall zu finden. Sie sind leicht,

bruchfest, gas- und wasserdicht, UV-beständig und färbbar. Kunststoffe werden in der Regel auf Erdölbasis hergestellt. Laut Schätzungen des Verbandes der kunststofferzeugenden Industrie werden die Weltvorräte an Erdöl bei gleich bleibender Förderung aber nur noch 32 Jahre reichen (RUPPRECHT u.a. 1997).

Herstellung von Stärkeplastik am Beispiel von Einweggeschirr und Formteilen

Stärke und Wasser werden z.T. unter Hinzufügung von Zellulose (Pflanzenfasern) und Farbstoffen zu einem Teig vermengt. Er wird in einer zweiteiligen Presse (ähnlich einem Waffeleisen) erhitzt und erhält so die entsprechende Form. Die Produkte sind gut wärmeisolierend und stoßabsorbierend. Ihre Wasserempfindlichkeit kann durch Verändern des Rohfasergehalts und durch Aufbringen von wasserunlöslichen Sperrschichten wie z.B. Bienenwachs reduziert werden. Das Material ist dann auch für heiße Getränke geeignet. Produkte, die nahezu aus reiner Stärke bestehen, sind fettbeständig und können somit auch für Pommes frites und ähnliches verwendet werden.

Ein verantwortungsvoller Umgang mit dieser begrenzten Ressource ist also erforderlich. Die Entsorgung von Kunststoffen ist immer wieder Gegenstand der Kritik (siehe: Entsorgung von Kunststoffmüll). Oberste Priorität haben daher Müllvermeidung und Mehrwegsysteme. Soweit ökologisch und ökonomisch sinnvoll, sollte Kunststoff werkstofflich recycelt werden.

In vielen Bereichen ist der Ersatz durch Naturstoffe wie Stärke, Zellulose, Fasern, Öl und Fett sowie Zucker möglich. Blumentöpfe lassen sich aus Flachs oder Altpapier herstellen. Auf der Basis von Stärke und/oder Zucker entstehen sogar biologisch abbaubare, kunststoffähnliche Werkstoffe und Produkte: Verpackungen aus Stärke sehen aus wie Plastik und fühlen sich an wie Plastik. Sie sind stabil, haltbar und feuchtigkeitsbeständig. Bei den Olympischen Spielen in Lillehammer 1994 beispielsweise bestand das gesamte Geschirr und Besteck aus voll kompostierbarem „Stärkeplastik“ (STÄDTLER 1994).

Ökobilanz: Umweltverträglichkeit von Kunststoff und Stärkeprodukten

Die Frage der Umweltverträglichkeit wird im Folgenden am Beispiel von Einweggeschirr erläutert (nach: RUPPRECHT u.a. 1997).

Rohstoffgewinnung und -verarbeitung

Kunststoff: Einweggeschirr aus Kunststoff wird in der Regel aus Erdöl hergestellt. Bei Förderung und Transport tritt unter normalen Bedingungen und bei Unfällen immer wieder Erdöl aus, mit den bekannten Folgen für Meere, Boden, Flora und Fauna. Für die Kunststofferzeugung wird aus Erdöl gewonnenes Rohbenzin in energieaufwendigen – und damit

umweltbelastenden und ressourcenverbrauchenden – Prozessen weiterverarbeitet.

Stärke: Einweggeschirr aus Stärke wird aus nachwachsenden – potentiell unendlichen – Rohstoffen produziert. Für den Anbau werden vielfach Flächen genutzt, die sonst im Rahmen der EU-Stillelegungsprogramme brachliegen oder aufgeforstet werden würden, nun aber intensiv bewirtschaftet werden. Als Umweltauswirkungen sind vor allem die Belastungen durch die moderne Landwirtschaft zu berücksichtigen, d.h. Treibstoffverbrauch der Maschinen, Einsatz von Pestiziden und Düngemitteln, Monokulturen etc. mit den entsprechenden Folgen für Artenvielfalt, Boden und Grundwasser.

Produktion und Verwendung

Kunststoff: Als Rohstoff für „traditionelles“ Einweggeschirr wird hauptsächlich Polystyrol verarbeitet, das in einem mehrstufigen Verfahren unter hohem Energieverbrauch gewonnen wird. Das Hauptproblem bei der Verwendung des Polymers Polystyrol ist der Restmonomergehalt, also das Styrol. Styrol wirkt bereits in kleinen Mengen als Nervengift und steht seit Jahren in Verdacht, krebserregend und fruchtschädigend zu sein. Die Restmonomere gasen aus und stellen eine Luft- und Gesundheitsbelastung dar. Erhitzung z.B. durch heiße Lebensmittel beschleunigt diesen Entgasungsprozess. Heißer Kaffee in einem Polystyrolbecher kann daher mehrere Milligramm Styrol enthalten.

Stärke: Auch bei der Verarbeitung der Stärke wird Energie benötigt. Die Verwendung des Stärkegeschirrs ist jedoch umweltneutral und toxikologisch unbedenklich.

Entsorgung

Kunststoff: Einweggeschirr zählt zu den Verpackungen und kann somit dem Dualen System Deutschland (DSD) zugeführt werden (siehe Entsorgung von Kunststoffmüll).

Stärke: Stärkeprodukte sind biologisch abbaubar. Die hierbei entstehenden Stoffe (Biomasse, CO₂, Wasser, Humus) können von den Pflanzen beim Aufbau neuer Rohstoffe verwendet werden. Bei ihrer Zersetzung wird nur so viel CO₂ freigesetzt, wie vorher bei der Photosynthese gebunden wurde. Die Natur übernimmt hier also die Rolle des Rohstofflieferanten und Entsorgers. Die Vorteile kommen allerdings nur zum Tragen, wenn die Abfälle auch wirklich kompostiert werden. Rund 60% der Haushalte sind bereits an entsprechende Sammelsysteme („Biomülltonne“) angeschlossen. Bis zum Jahr 2005 sollen es 100% sein. Die Kompostierung von Produkten auf Stärkebasis ist mit ca. 0,50 DM/kg vergleichsweise preiswert. Die Herstellungskosten liegen dagegen noch relativ hoch (BENZ u.a. 1997).

Verwendungsbereiche nachwachsender Rohstoffe

Industriepflanzen	Rohstoffe	Produktbeispiele
Mais, Kartoffeln, Weizen	Stärke	Papier, Pappe, Baustoffe (Kleister, Mineralfaserplatten, Putz etc.), Waschmittel, Drogerieartikel (Zahnpasta, Puder etc.), Textilien, kunststoffähnliche Materialien (Verpackungschips, Folien)
Zuckerrübe	Zucker	Arzneien, Waschmittel, Kosmetika, Kunststoffe (Folien)
Raps, Senf, Sonnenblumen	Pflanzenöl, Fettsäuren	Kosmetika, Waschmittel, Schmierstoffe und Öle, Lösungsmittel, Kunststoffe, Farben, Lacke
Öllein	Leinöl	Farben, Lacke, Linoleum
Flachs (Kokos, Baumwolle, Sisal)	Faser	Textilien, Garne, Papier, Baustoffe (Dämmstoffe), Formpressteile (Karosseriebau, Türverkleidungen bei Fahrzeugen etc.), Asbestersatzstoff in Bremsen, Verpackungen
Hanf	Faser, Hanföl	Zellstoff, Papier, Textilien, Garn, Dämmstoffe, Kosmetika
Holz	Holz, Cellulosefaser	Papier, Pappe, Zellstoff, Bauholz, Möbel, Folie, Tapetenkleister, Lacke
Waid, Krapp	Farbstoff	Farben, Lacke
Arznei- und Gewürzpflanzen	Extrakt	Kosmetika, Pharmaka, ätherische Öle

Energiepflanzen	Rohstoffe	Produktbeispiele
Holz, Getreide, Chinaschilf	Stückholz, Stroh, Hackschnitzel, Ganzpflanze	Strom, Wärme
Raps	Rapsöl	Biodiesel
Kartoffeln, Weizen, Zuckerrüben	Zucker, Stärke	Bioethanol (Kraftstoff bzw. Kraftstoffzusatz)

Entsorgung von Kunststoffmüll

Die Gesamtmenge des jährlichen Kunststoffmülls ist unbekannt. Von den 11,8 Mio. Tonnen Verpackungsmüll, die 1993 in Deutschland anfielen, bestanden 1,5 Mio. aus Kunststoff.

Mit dem Kunststoffmüll wird unterschiedlich verfahren:

Müllverbrennung: Im Mittelpunkt der Müllverbrennung steht die Volumenreduzierung und nicht die Nutzung des Heizwerts. Wegen des relativ geringen Wirkungsgrads der Kunststoffverbrennung von durchschnittlich 15% ist hier die Energie- und Ressourcenverschwendung sehr groß. Zudem werden je nach verbranntem Kunststoff verschiedene Luftschadstoffe frei wie Chlorbenzole, PCB, Dioxine/ Furane (BUND 1994).

Deponierung: Der Abbau von Kunststoffen auf Deponien kann Jahrzehnte, unter Umständen sogar mehrere Jahrhunderte dauern und ist mit giftigen Einträgen in das Sickerwasser verbunden. Für die anfallenden Müllmengen wird der Deponieraum immer knapper.

Recycling: Das DSD muss zur Zeit rund 70% der Kunststoffverpackungen, die es erhält, recyceln. Die häuslichen Kunststoffabfälle, die nicht dem DSD zugeführt werden, kommen in die Müllverbrennung (ca. 1/3) oder auf die Deponie (ca. 2/3).

Werkstoffliches Recycling: In diesem Verfahren wird aus Altkunststoff Neukunststoff gewonnen. Nach der im Frühjahr 1998 im Bundesrat beschlossenen Novellierung der Verpackungsverordnung werden zukünftig 36% der Kunststoffabfälle, die das DSD erfasst, werkstofflich recycelt.

Grundproblem ist die ungeheure Sortenvielfalt der Kunststoffe und deren Zusätze. In aufwendigen Verfahren müssen die Kunststoffe gesammelt, gereinigt, sortiert und neu geformt werden. Kunststoffrecycling ist daher sehr teuer: Die Kosten für die Wiederverwertung von Verkaufspackungen durch das DSD liegen derzeit bei knapp 3,- DM/kg (bei Herstellungspreisen von 1,50 - 2,00 DM/kg) (BENZ u.a. 1997). Mindestens 33,- DM pro Meter Zaunpfahl bezahlen wir dafür, dass aus unseren Joghurtbechern Zaunpfähle

gemacht werden, ein neuer Holzpfosten kostet dagegen nur 14,- DM (BUND 1994).

Wenn die Abfälle nicht sortiert und gereinigt werden, können aus hochwertigem Ausgangsmaterial nur minderwertige Produkte erzeugt werden, für die derzeit kaum Bedarf besteht. Nur wenn die Abfälle wieder zu hochwertigen Kunststoffen aufgearbeitet werden, können Wirkungsgrade bis zu 75% erreicht werden (BUND 1994).

Rohstoffliches Recycling: Aufgrund der Probleme, die mit dem werkstofflichen Recycling verbunden sind, wird ein großer Teil der Kunststoffabfälle vom DSD rohstofflich recycelt. Die Werkstoffe werden in ihre chemischen Bestandteile zerlegt. Gase oder Öle sind die Produkte dieser Verfahren. Sie werden überwiegend als Brennstoff verwendet. Der Wirkungsgrad des rohstofflichen Recyclings liegt mit 32 bis 47% zwar höher als bei der Müllverbrennung und es entstehen weniger und geringer belastete Abgase. Aber ein geschlossener Stoffkreislauf liegt nicht vor, und es erfolgt keine Einsparung von Neukunststoff.

Nach der Novellierung der Verpackungsverordnung 1998 ist zukünftig auch die energetische Verwertung von Kunststoffabfällen erlaubt. Sie dürfen in Industrieanlagen wie Zementwerken und Ziegeleien, deren Standards in der Abgasreinigung niedriger liegen als bei den Müllverbrennungsanlagen, verbrannt werden.

IV. Unterrichtsdurchführung

1. Einstieg – Kunststoffprodukte: Probleme und Eigenschaften

Material: diverse Gegenstände aus Kunststoff (z.B. Blumentopf, Mülltüte, Shampooflasche, Cremetopf, Anspitzerdose, Plastiktüte, Einweggeschirr, Brotdose, Kugelschreiber, Schnellhefter), Overhead-Projektor, 1 Folienstift, Text „Informationen über Kunststoff“ im Klassensatz und als Overhead-Folie

Dauer: 20 min

Die Lehrkraft legt die Gegenstände aus Kunststoff für alle sichtbar auf einen Tisch, wartet einen kleinen Moment und liest dann die „Informationen über Kunststoff“ vor. Nach jedem Abschnitt werden die Informationen besprochen und Fragen beantwortet. Der Text liegt zunächst verdeckt als Folie auf dem Overhead-Projektor und wird während des Vorlesens absatzweise aufgedeckt. Im Anschluss kann der vielfältige Text verteilt werden.

Gemeinsam wird überlegt, warum Kunststoffe – trotz der mit ihnen verbundenen Probleme – so häufig eingesetzt werden. In diesem Gespräch werden die Eigenschaften von Kunststoffen erarbeitet. Eventuell beginnen die Schülerinnen und Schüler auch, mögliche Verbesserungsvorschläge oder Handlungsalternativen zu entwickeln.

Variante:

Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten die „Informationen über Kunststoff“ in Kleingruppen und überlegen sich für die folgende Situation eine Antwort:

Eine Burgfrau und ein Ritter aus einem fernen Jahrhundert haben sich zu euch verirrt. Sie sehen die vielen Gegenstände aus Kunststoff und sind ganz begeistert: „Wir wollen auch Kunststoff haben. Eimer, Stühle, Tische, Trinkbecher, Taschen, Blumentöpfe und Flaschen. Alles soll ab jetzt aus Kunststoff sein. Die ganzen Sachen aus Holz, Ton und Stoff brauchen wir nicht mehr!“

Was antwortet ihr den beiden?

2. Versuche mit Stärke – „Forschungsteams“ suchen nach einer Alternative zu Kunststoff

Material: vier Backöfen oder mehrere Waffeleisen pro Gruppe:
2 Becher Stärke, Wasser, falls vorhanden
1 Tasse Zellulose (aus Apotheke), 1 Gefäß zum Anrühren des Teigs (z.B. Müslischale),
1 Messer, 3 Esslöffel, 4-5 hitzebeständige Formen (z.B. Blumenuntersetzer, Tortenförmchen), 1 Topflappen, 1 Untersetzer zum Abstellen der heißen Formen, 1 Stift,
1 Arbeitsblatt „Versuche mit Stärke“

Dauer: 40 min

Die Lehrkraft greift das vorangegangene Gespräch auf und leitet die nächste Unterrichtsphase etwa mit folgenden Worten ein:

Wir wissen jetzt, dass mit der Benutzung von Kunststoffen viele Probleme verbunden sind. Sie werden aus Erdöl hergestellt, das immer knapper wird. Und eine umweltfreundliche Beseitigung des Kunststoffmülls ist schwierig. Trotzdem wird Kunststoff überall eingesetzt. Er ist aus unserem Leben nicht mehr wegzudenken, weil

er so praktisch ist. Er ist leicht, wasserdicht, flexibel oder fest. Zahlreiche Forscherinnen und Forscher beschäftigen sich mit den besprochenen Problemen und suchen nach Lösungen. Einige glauben, dass es einen umweltfreundlichen Ersatzstoff gibt.

Es ist ein Stoff, der auch noch in 100 Jahren zur Verfügung steht. Denn er wird aus Weizen, Kartoffeln oder Mais gewonnen und wächst somit immer wieder nach. Außerdem können die daraus hergestellten Produkte kompostiert werden. Auf dem Komposthaufen werden sie wieder in die Bestandteile zersetzt, die die nächste Generation von Kartoffel-, Weizen- oder Maispflanzen zum Wachsen benötigt.

Die Lehrperson hält ein Glas mit Stärke hoch. Die Leitfrage „Stärke – eine Alternative zu Kunststoff?“ und die wichtigsten Informationen (kompostierbar, nachwachsender Rohstoff) können kurz an der Tafel notiert werden.

Nun wollen wir in unserem „Labor“ einmal forschen und mit Stärke experimentieren. Die Firma Ökoplast GmbH hat uns beauftragt herauszufinden, ob aus Stärke ein Ersatz für Kunststoff hergestellt werden kann.

Hierzu vermengen die Jugendlichen Stärke und Wasser zu einem Teig, füllen ihn in eine hitzebeständige Form und backen ihn. Die Schülerinnen und Schüler können Mischungsverhältnis, Backzeit und Backtemperatur selbst bestimmen. Zellulose kann als Faserstoff hinzugefügt werden. Es werden jedoch auch ohne diesen Zusatz gute Ergebnisse erzielt.

Experimentiert wird in drei- bis vierköpfigen Forschungsteams. Die Teams erhalten die Materialien, nachdem der Arbeitsauftrag erläutert wurde. Jede Gruppe macht zwei bis vier Versuchsansätze und protokolliert die jeweilige Versuchsdurchführung. Wenn die Gruppen ca. 30 Minuten experimentiert haben, wählen sie ihre besten Ergebnisse aus und präsentieren sie auf einer Ausstellungsfläche. Um zu zeigen, dass Stärkeprodukte, wenn sie abgekühlt und getrocknet sind, sehr reiß- und bruchfest sein können, legt die Lehrkraft eine einige Tage alte Stärkeplatte dazu.

TIPP:

Um Wartezeiten zu vermeiden, sollten die Backöfen rechtzeitig auf ca. 180° C vorgeheizt werden. Anstelle der Backöfen können auch Waffeleisen benutzt werden. Der Teig sollte den Boden knapp bedecken. Die Backzeit verkürzt sich auf 1-2 Minuten.

REZEPTVORSCHLAG „Stärkeplatte“:

Ca. 10 gestrichene Esslöffel Kartoffelstärke zügig mit 5-6 Esslöffeln Wasser verrühren. Die Stärke muss sich auflösen und sich mit dem Wasser zu einem dickflüssigen „Teig“ verbinden. Die Masse wenige Millimeter

dick in einen glasierten Blumenuntersetzer aus Ton gießen und ca. 5-7 Minuten bei 180° bis 200° C backen. Wenn die Platte einige Minuten abgekühlt ist, lässt sie sich vorsichtig aus der Form lösen. Am nächsten Tag ist die Stärkeplatte noch elastisch, aber trotzdem fest. Nach einigen Tagen verliert sie ihre Flexibilität. Beim Trocknen neigen die Platten dazu sich aufzuwölben. Durch regelmäßiges Umdrehen der Platten lässt sich dies verhindern.

3. Auswertung – Ist Stärke eine Alternative zu herkömmlichen Kunststoffen?

Material: Versuchsergebnisse
Dauer: 12 min

Die Gruppen stellen kurz ihre Ergebnisse vor und begutachten die ausgestellten Produkte. Anschließend diskutiert die Klasse, welche Waren sich aus Stärke herstellen lassen könnten. In den Versuchen wird es den Gruppen nicht gelingen, Cremetöpfchen oder Shampooflaschen herzustellen. In der Regel werden sie Platten von unterschiedlicher Konsistenz erzeugen. Bei dem Auswertungsgespräch sind also Phantasie und Erfindungsreichtum notwendig.

Die Schülerinnen und Schüler müssen ihre Vorschläge begründen und gegebenenfalls gegenüber Einwänden verteidigen. Sie überlegen, für welche Produkte das hergestellte Material ein Ausgangsstoff sein könnte. Dazu müssen sie seine Eigenschaften feststellen und mit denen des Zielprodukts vergleichen. Bei der Entwicklung von Verbesserungsvorschlägen, wie z.B. Auftragen einer Beschichtung, Zusatz anderer Stoffe, werden die größeren technischen Möglichkeiten der Industrie berücksichtigt.

4. Produktpräsentation – Das alles ist aus Stärke!

Material: Einige Stärkeprodukte: als Kunststoffersatz z.B.: Tragetasche, Anspitzerdose, Lineal, Einweggeschirr, Verpackungschips, Bio-Müllbeutel. Andere Erzeugnisse mit Stärke: Papier, Waschmittel, Zahnpasta. Am Ende von „VI. Weitere Ideen“ sind Hersteller und Vertriebsfirmen aufgelistet, bei denen in der Regel kostenlose Musterexemplare bestellt werden können.
Dauer: 5 min

Um der Klasse zu zeigen, wie weit die Entwicklung von Produkten auf Stärkebasis fortgeschritten ist, werden diverse Bioplastikprodukte und andere Artikel präsentiert. Die Schülerinnen und Schüler erhalten so einen Eindruck von dem mittlerweile breiten Angebot.

5. Bestandsaufnahme – Es gibt eine Alternative – warum wird Stärke so wenig genutzt?

Material:
Dauer: 8 min

In der folgenden Diskussion überlegen die Schülerinnen und Schüler, warum – trotz ihrer Vorteile – so wenig Bioplastikprodukte eingesetzt werden.

6. Aufräumen – Materialien waschen, Arbeitsplatz reinigen

Material: einige Lappen und Spülbürsten, einige Geschirrhandtücher, Spülmittel
Dauer: 5 min

Verschmutzte Materialien werden gereinigt und die Arbeitsplätze aufgeräumt.

V. Arbeitsblätter, Schaubilder und Spielmaterialien

- Text „Informationen über Kunststoff“
- Arbeitsblatt „Versuche mit Stärke“
- Produktfotografien „Das alles ist aus Stärke!“
- Arbeitsblatt „‘Lebensweg’ von Bioplastik“
- Arbeitsblatt „‘Lebensweg’ von Kunststoff“

VI. Literatur

- BENZ, M., SCHARF, K.H., WEBER, T. (Hg.) (1997): Nachwachsende Rohstoffe, Aulis Verlag.
- BUND FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ E.V. (BUND) (1994): Argumente: Feuer und Flamme für Kunststoffverpackungen?, Bonn.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (Hg.) (1995): Bericht des Bundes und der Länder über Nachwachsende Rohstoffe 1995, Bonn.
- C.A.R.M.E.N. (1997): Verpackungen aus nachwachsenden Rohstoffen. Produktliste, Rimpar.
- C.A.R.M.E.N. (o.J.): Einsatzmöglichkeiten von Werkstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen. Akzeptanz der Produkte durch die Verbraucher, Rimpar.
- DEMUTH, R. (1996): Nachwachsende Rohstoffe, in: Praxis der Naturwissenschaften – Chemie 6 / 45. Jg., S. 1.
- FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V. (Hg.) (o.J.): Nachwachsende Rohstoffe – Spitzentechnologie ohne Ende, o.O.
- LÜCK, G., DEMUTH, R. (1996): Nachwachsende Rohstoffe: Bedeutung für die Bundesrepublik Deutschland – eine Übersicht, in: Praxis der Naturwissenschaften – Chemie 6 / 45. Jg., S. 2-8.
- MELLE, I., BADER, H.J. (1996): Nachwachsende Rohstoffe in der experimentellen Schulchemie – eine Übersicht, in: Praxis der Naturwissenschaften – Chemie 6 / 45. Jg., S. 16-19.

PETEREK, G. (1995): Nachwachsende Rohstoffe, in: Praxis der Naturwissenschaften – Biologie 3/44. Jg., S. 1-5.
 REINHARDT, G.A. (1996): Zur Ökobilanz von Verpackungen aus nachwachsenden Rohstoffen, in: Praxis der Naturwissenschaften – Chemie 6/45. Jg., S. 8-15.
 RUPPRECHT, C., MAYER, J. (1997): Nachwachsende Rohstoffe – eine umweltgerechte Alternative?. Einweggeschirr als schulrelevantes Beispiel, in: Praxis der Naturwissenschaften – Biologie 3/46. Jg., S. 32-38.
 STÄDTLER, S. (1994): Nachwachsende Rohstoffe, in: Naturwissenschaftliche Rundschau, Heft 12/47. Jg., S. 466-469.

VII. Weitere Ideen

- Wenn keine Produkte aus Stärke vorliegen, können zumindest die beiliegenden Fotos gezeigt werden (siehe Produktfotografien „Das alles ist aus Stärke!“).
- Die Arbeitsblätter „Lebensweg von Bioplastik“ und „Lebensweg von Kunststoff“ (siehe V.) werden besprochen, verglichen und diskutiert. Hier lässt sich auch herausarbeiten, dass Stärkeprodukte zwar eher den Anspruch einer Kreislaufwirtschaft erfüllen, ihre Verwendung jedoch auch nicht umwelt- und ressourcenneutral ist.
- Die Schülerinnen und Schüler können einen Lebensweg auch selbständig in Gruppen erarbeiten: Jede Gruppe erhält einen in seine einzelnen Stationen zerschnittenen Lebensweg und überlegt, wie die Bilder angeordnet werden müssen. Anschließend werden die Ergebnisse am Overhead-Projektor besprochen.
- In einem längeren Praxistest überprüft die Klasse die Qualität von Stärkeerzeugnissen.
- Die Kompostierbarkeit von Stärke- und Kunststoffprodukten kann im Schulgarten getestet werden.
- Die Schülerinnen und Schüler überprüfen, ob aus Kartoffeln Stärke gewonnen werden kann. Durchführung: Kartoffeln mit einem Reibeisen zu Brei zerreiben, diesen in ein Geschirrhandtuch füllen und kräftig über einem mit Wasser gefüllten Glas auspressen. Die Flüssigkeit trübt sich, Stärke setzt sich ab. Sie wird mehrfach ausgewaschen, bis sie rein ist. Danach den Stärkenachweis (s.u.) durchführen.
- Stärkenachweis: Jodkaliumiodid-Lösung auf eine Kartoffelscheibe tröpfeln. Die Stärke verfärbt sich dunkelblau bis schwarz. Mit diesem Verfahren kann Stärke in vielen Lebensmitteln nachgewiesen werden.
- 1993 fielen in Deutschland pro Kopf 145 kg Verpackungsmüll an, 23 kg bestanden aus Kunststoff. Die Klasse kann 23 kg gereinigten Verpackungsmüll aus Kunststoff sammeln und in der Schule aufbauen.
- Herstellen von „Verpackungspopkorn“: Maiskörner mit etwas Fett in einem geschlossenen Topf erhitzen. Durch die heiße Luft platzen die Maiskörner und blähen auf. Mit Salz oder Zucker gewürzt, schmeckt das Popkorn sehr lecker. Bei der Produktion von Verpackungspopkorn wird spezieller Mais mit sehr hohem Stärkeanteil verwendet, der bei Erwärmung sein Volumen besonders vergrößert.

- Die Klasse sammelt weitere Informationen über NWR. Sie kontaktiert Behörden und Firmen und bittet um die Zusendung von Informationen und Musterprodukten. Hieraus kann sogar eine kleine Ausstellung entstehen.
- Besuch einer Firma, die NWR verarbeitet oder verwertet (z.B. Biomasseheizwerk).

Adressen

Informationen zum Thema NWR:

- Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Ludwigstr. 2, 80539 München, Tel. 0 89/21 820
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Rochusstr. 1, 53123 Bonn, Tel. 02 28/5 290
- Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungsnetzwerk (C.A.R.M.E.N. e.V.), Technologiepark 13, 97222 Rimpf, Tel. 0 93 65/80 69 55
- FNR – Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Hofplatz 1, 18276 Gülzow, Tel. 0 38 43/69 300

Vertrieb von Produkten aus NWR:

- Eco force – naturprodukte, Obere Hauptstr. 52, 85354 Freising, Tel. 0 81 61/4 12 33
- Wiedemann GmbH, Kirchstr. 9, 86511 Unterbergen, Tel. 0 82 33/93 48

Hersteller von Produkten auf Stärkebasis:

- Müllsäcke, Pflanztöpfe, Einweggeschirr: Biotec Biologische Naturverpackungen GmbH, Bunder Weg 30, 46446 Emmerich, Tel. 0 28 22/9 23 10
- Einweggeschirr, Verpackungen: Gümo Technik Günter Lang GmbH, Bahnhofstr. 3, 87616 Marktobendorf, Tel. 0 83 42/20 07
- Tragetaschen, Beutel, Säcke: Herbert M. Holm, Folienverarbeitung GmbH, Waldhofstraße 4, 25474 Ellerbeck, Tel. 0 41 01/35 50 97

Weitere Hersteller von Produkten aus NWR:

- Dämmstoffe aus Schafwolle und Flachs: Deutsche Heraklit GmbH, Postfach 1120, 84353 Simbach am Inn, Tel. 0 85 71/4 00
- Automobil-Innenverkleidungen aus Flachs: Empe Werke Ernst Pelz GmbH & Co. KG, Dieselweg 10, 82538 Geretsried, Tel. 0 81 71/38 12 77
- Farben, Lacke, Wachsmalstifte, Knetwachs (u.a. mit Stärke): Livos Pflanzenchemie, Forschungs- und Entwicklungs GmbH & Co. KG, Emern Nr. 60, 29568 Wieren, Tel. 0 58 25/880
- Körperpflege-, Wasch- und Reinigungsmittel (u.a. mit Stärke): Spinnrad GmbH, Am Luftschacht 3a, 45886 Gelsenkirchen

Informationen über Kunststoff



1. Kunststoff wird aus Erdöl hergestellt. Die Erdölvorräte reichen schätzungsweise noch 30 Jahre.
2. Jedes Jahr fallen große Mengen Kunststoffmüll an. 1993 waren das allein an Kunststoffverpackungen 1,5 Mio. Tonnen in Deutschland, pro Kopf also 23 kg.



3. Was passiert mit dem Müll?
 - a) **Müllverbrennung:** Der Kunststoff wird verbrannt. Hierbei entstehen giftige Gase.



- b) **Deponierung:** Der Müll wird auf eine Deponie gebracht. Einige Kunststoffe sind so stabil, dass sie dort Jahrzehnte, zum Teil sogar mehrere hundert Jahre liegen.



- c) **Recycling:** 70% des Kunststoffmülls, der in der „gelben Tonne“ landet, muß recycelt werden. Das heißt: Aus dem Müll wird wieder etwas anderes, Neues hergestellt. Dabei gibt es große Probleme, denn die vielen verschiedenen Kunststoffsorten liegen völlig durcheinander im Müll. Bevor man aus ihnen etwas Neues produzieren kann, müssen sie genau sortiert und gründlich gereinigt werden. Manche Kunststoffsorten kann man aber nicht erkennen oder die Abfälle sind klein. Deshalb wird oft gar nicht sortiert. Aus diesen Mischungen erzeugt man dann Produkte von minderwertiger Qualität, wie Lärmschutzwälle, Zaunpfähle und Parkbänke. Wegen dieser vielen Schwierigkeiten wird aus dem überwiegenden Teil des Recyclingmülls letztlich Brennstoff.

Versuche mit Stärke



Mitglieder des Forschungsteams:

Forschungsauftrag: Die Firma Ökoplast GmbH hat euch beauftragt herauszufinden, ob man aus Stärke einen Ersatz für Kunststoff herstellen kann. Da die Ökoplast GmbH eine sehr ungeduldige Auftraggeberin ist, habt ihr nur eine halbe Stunde Zeit. Dann müßt ihr eure Ergebnisse präsentieren.

Material: 2 Becher Stärke, Wasser, eventuell 1 Tasse Zellulose, 1 Gefäß zum Anrühren des Teigs, 1 Messer, 3 Eßlöffel, 4-5 hitzebeständige Formen, 1 Topflappen, 1 Untersetzer zum Abstellen der heißen Formen, Backofen

Durchführung: Mischungsverhältnis der Zutaten, Backzeit und Temperatur könnt ihr ganz nach eurem Forschungsgespür verändern. Tip: Erste Untersuchungen haben ergeben, daß die Backtemperatur mindestens 180° C betragen sollte. Schreibt unten auf, was ihr tut, damit ihr die Ökoplast GmbH genau informieren könnt.

	1. Versuch	2. Versuch
Eßlöffel Stärke:		
Eßlöffel Wasser:		
Temperatur:		
Backzeit:		
Besonderheiten:		
Beobachtungen:		

	3. Versuch	4. Versuch
Eßlöffel Stärke:		
Eßlöffel Wasser:		
Temperatur:		
Backzeit:		
Besonderheiten:		
Beobachtungen:		

Das alles ist aus Stärke



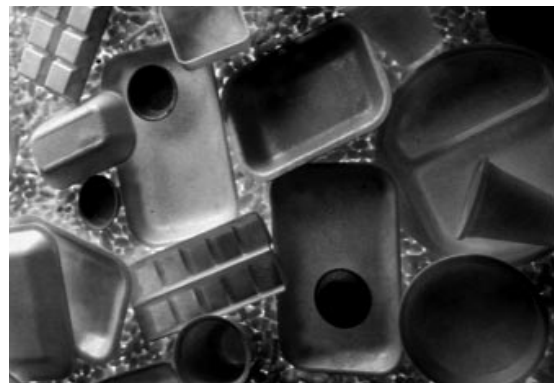
1. Einweggeschirr auf Stärkebasis



4. Einweggeschirr, Verpackungsmaterial auf Stärkebasis



2. Kerzen, Kugelschreiber, Golf-Tx aus einem Werkstoff auf Stärkebasis



5. Verpackungsmaterial auf Stärkebasis

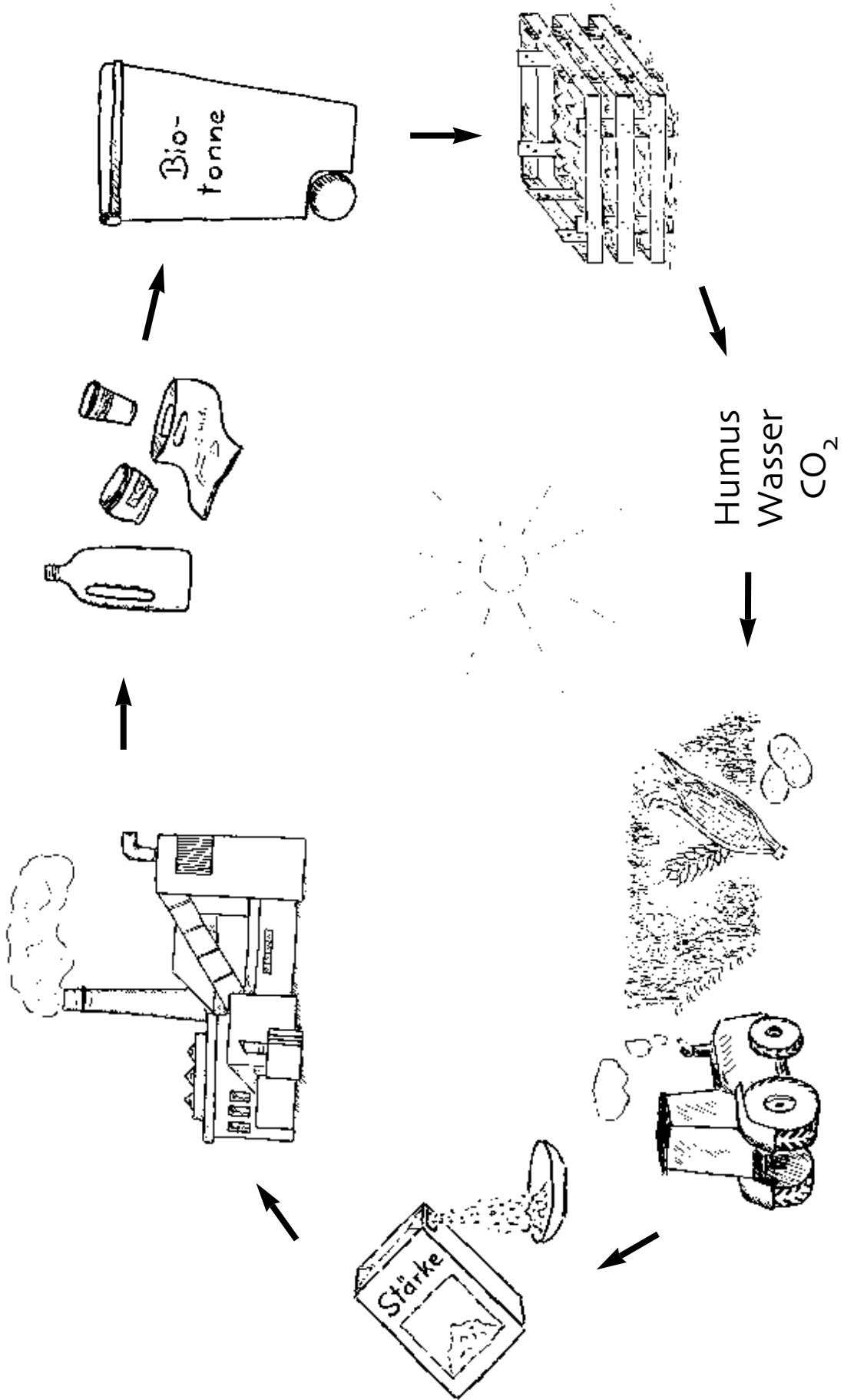


3. Bio-Müllbeutel, Raschelsack (z.B. für Kartoffeln) auf Stärkebasis



6. Schreibmaterialien

„Lebensweg“ von Bioplastik



„Lebensweg“ von Kunststoff

