

## VII.C.7

### Organische Chemie

# Chemie für mehr Nachhaltigkeit – Möglichkeiten des Kunststoff-Recyclings

Nach einer Idee von Sabine Flügel



© RAABE 2024

© Witthaya Prasongsin/Lizenzfrei

Das Thema Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) ist seit einigen Jahren ein fester Bestandteil des Schulunterrichts. Auch im Fach Chemie können verschiedene der UN-Ziele für nachhaltige Entwicklung besprochen werden. In dieser Unterrichtseinheit soll der Fokus auf das 12. Ziel der Vereinten Nationen, nachhaltige/r Konsum und Produktion, gesetzt werden. Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster sollen beispielsweise durch eine Kreislaufwirtschaft sichergestellt werden. Inwiefern es möglich ist eine echte Kreislaufwirtschaft für Kunststoffe bzw. Plastik in Gang zu bringen, soll diese Einheit mit Informationstexten und Schülerversuchen zur verschiedenen Recyclingverfahren, wie Umschmelzen oder Pyrolyse, zeigen.

#### KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	9/10
Dauer:	8 Unterrichtsstunden
Kompetenzen:	1. Bewertungskompetenz; 2. Erkenntnisgewinnungskompetenz; 3. Kommunikationskompetenz
Inhalt:	Recycling, Kunststoff, Abfall, Ökobilanz, Pyrolyse, BNE, Plastik



## Auf einen Blick



### Vorbermerkung

Die GBU zu den verschiedenen Versuchen finden Sie als Download.

### Einstieg

Thema: Einführung zu Recycling von Kunststoffen

M 1 Recycling von Kunststoffen

### Erarbeitung

Thema: Verschiedene Verfahren zum Recycling von Kunststoffen

M 2 Pyrolyse als Recycling Verfahren

M 3 Depolymerisation als Recycling Verfahren

Dauer: Vorbereitung: 5 min, Durchführung: 30 min

Chemikalien:  Polystyrol (Joghurtbecher o. Ä.)

Geräte:  Schutzbrille  Brenner und Feuerzeug  
 250-ml-Becherglas  Reagenzglas  
 Stativ mit Klammer und Muffe  Stopfen mit Loch  
 Glasrohr  Schlauch

M 4 Umschmelzen als Recycling Verfahren

Dauer: Vorbereitung: 5 min, Durchführung: 30 min

Chemikalien:  schmelzbarer Kunststoff (PET, PE)

Geräte:  Schutzbrille  Feuerfeste Unterlage  
 Heißluftföhn  Schere  
 2 Tiegelzangen  Glasstab  
 Silikonförmchen

M 5 Selektives Lösen als Recycling Verfahren

Dauer: Vorbereitung: 5 min, Durchführung: 30 min

Chemikalien:  Essigsäureethylester    Carotin oder anderer fettlöslicher Farbstoff  
 Styropor  Orangenschale  
 verschiedene Kunststoffe

- Geräte:**
- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Schutzbrille                     | <input type="checkbox"/> 10-ml-Messzylinder |
| <input type="checkbox"/> Luftballon                       | <input type="checkbox"/> Pipette            |
| <input type="checkbox"/> 400-ml-Becherglas                | <input type="checkbox"/> Zahnstocher        |
| <input type="checkbox"/> Pinzette                         | <input type="checkbox"/> Spatellöffel       |
| <input type="checkbox"/> Silikonförmchen (Pralinenformen) |   |

**M 6** Bioabbaubare Kunststoffe

## Ergebnissicherung

**Thema:** Zusammenfassung Recyclingverfahren von Kunststoffen

**M 7** Bioabbaubare Kunststoffe

**M 8** Lernerfolgskontrolle: Kreuzworträtsel zu Recycling

## Lösungen

Die Lösungen zu den Materialien finden Sie ab Seite 15.

## Minimalplan

Falls nicht genügend Zeit vorhanden ist, können nur ausgewählte Verfahren zum Recycling von Kunststoffen (M 2 bis M 5) besprochen werden. Alternativ können die Materialien M 2 bis M 6 als Gruppenpuzzle durchgeführt werden. Die Sicherung der Ergebnisse kann anschließend auf den Materialien M 7 und/oder M 8 erfolgen.

## Erklärung zu den Symbolen

	Dieses Symbol markiert differenziertes Material. Wenn nicht anders ausgewiesen, befinden sich die Materialien auf mittlerem Niveau.		
	leichtes Niveau	 mittleres Niveau	 schwieriges Niveau
	Zusatzaufgabe	 Alternative	 Selbsteinschätzung

## M 3

## Depolymerisation als Recycling Verfahren



Schülerversuch: Depolymerisation von Polystyrol

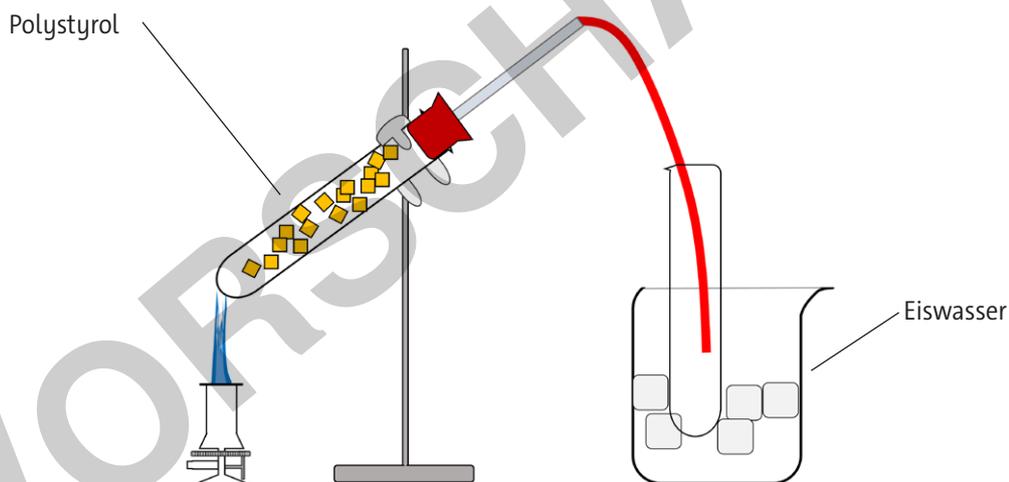
Vorbereitung: 5 min, Durchführung: 30 min

Chemikalien	Geräte	
<input type="checkbox"/> Polystyrol (Joghurtbecher o. Ä.)	<input type="checkbox"/> Schutzbrille	<input type="checkbox"/> Brenner und Feuerzeug
	<input type="checkbox"/> 250-ml-Becherglas	<input type="checkbox"/> Reagenzglas
	<input type="checkbox"/> Stativ mit Klammer und Muffe	<input type="checkbox"/> Stopfen mit Loch
	<input type="checkbox"/> Glasrohr	<input type="checkbox"/> Schlauch
<b>Entsorgung:</b> organische Lösungsmittel		

## Durchführung

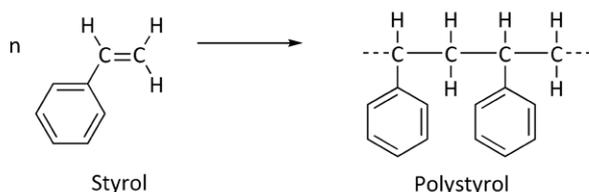
- Schneidet Verpackungsmaterial aus Polystyrol (PS) in 1–2 cm große Stücke und füllt damit ein Reagenzglas zu 2/3 bis 3/4.
- Baut die Apparatur wie in der Skizze im Abzug auf und erhitzt das Polystyrol kräftig.

## Versuchsaufbau



## Aufgaben

1. **Führt** den beschriebenen Versuch **durch**.
2. **Beschreibt** eure Beobachtungen.
3. Das Verfahren nennt sich Depolymerisation. **Stellt** eine Vermutung über das entstehende Produkt **auf** und **beschreibt**, was bei der Reaktion auf Teilchenebene geschieht. Nutzt dazu die Gleichung der Polymerisation von Styrol.



4. **Ordnet** das Recyclingverfahren **begründet** dem Material- oder Rohstoffrecycling zu.

## Bioabbaubare Kunststoffe

M 6



### Aufgabe 1

Öffnet die Internetseite <https://raabe.click/European-Bioplastics> und schaut euch die verschiedenen Grafiken an. **Beschreibt** die Marktentwicklung der Biokunststoffe.

### Aufgabe 2

Lest den Infotext aufmerksam durch und **bearbeitet** folgende Aufgaben:

- Beschreibt** die Kennzeichen biogener und biologisch abbaubarer Kunststoffe.
- Nennt** Materialien, aus denen biogene Kunststoffe hergestellt werden.
- Beschreibt** Vor- und Nachteile von herkömmlichen und Biokunststoffen.
- Erklärt** die Diskrepanz zwischen den ermittelten Vorteilen und der Marktentwicklung der Biokunststoffe.

#### Informationstext

Neben den klassischen Kunststoffen, die aus Erdöl hergestellt werden, gibt es noch Biokunststoffe. Im Alltag sind damit sowohl biogene/biobasierte als auch biologisch abbaubare Kunststoffe gemeint. Dabei ist das ein großer Unterschied. Mit biobasierten Kunststoffen werden diejenigen bezeichnet, die aus natürlichen Rohstoffen wie z. B. Milchsäure, Cellulose, Stärke oder Ähnlichen hergestellt werden. Meist sind sie biologisch abbaubar, müssen es aber nicht sein.

Auch aus Erdöl hergestellte Kunststoffe können biologisch abbaubar sein, wie z. B. PET. Wobei das nicht bedeutet, dass sich der Kunststoff auf dem heimischen Kompost zersetzt oder in die Biotonne darf. Sowohl herkömmliches als auch Bioplastik enthält Schadstoffe, die auf Zellen giftig oder hormonähnlich wirken können. Diese Stoffe sollten daher nicht ins Wasser oder ins Erdreich gelangen.

Biologisch abbaubare Kunststoffe brauchen, um sich in einigermaßen angemessener Zeit zu zersetzen, spezielle Kompostieranlagen, die bestimmte Bakterien zusetzen und für diese optimale Temperaturen und Feuchtigkeitsgrad einhalten. In der freien Natur zersetzen sich Tüten aus biologisch abbaubaren Kunststoffen nicht schneller als herkömmliche Plastiktüten. Tests beweisen, dass auch nach drei Jahren in Erde oder Meerwasser beide Tüten noch vollständig intakt und belastbar sind.

Ein Argument für biogene Kunststoffe ist, dass diese nicht aus Erdöl hergestellt werden und damit die Ressourcen schonen, denn in 20 g Plastik stecken ca. 50 ml Erdöl. Dagegen spricht jedoch, dass für den Anbau der Pflanzen Flächen benötigt werden, die sonst für die Nahrungsmittelproduktion nutzbar wären. Zudem sind Dünger, Pflanzenschutzmittel und evtl. Bewässerung nötig. Will man eine vollständige Ökobilanz eines Produkts erstellen, so müssen Rohstoffproduktion, alle Transportwege, Lebensdauer und Entsorgung des Kunststoffprodukts mit eingerechnet werden. Ein biogener Einmalkunststoffbecher, der z. B. aus Zuckerrohr aus indonesischem Anbau stammt, kann daher eine schlechtere Ökobilanz haben als ein langlebiger PET-Becher aus dem Erdöl der Nordsee.