

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 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. ...)

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

M 4 Umschmelzen als Recycling Verfahren

Dauer: Vorbereitung: 5 min, Durchführung: 30 min

Chemikalien: Schmelzbare Kunststoff (PET, PE)

Geräte: Schutzbrille Feuerfeste Unterlage
 Heißluftföfn Schere
 Tiegelzangen Glasstab
 Spatelförmchen

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 ein neues Material. Wenn nicht anders ausgewiesen, befinden sich die Materialien auf mittlerem Niveau.		
	leichtes Niveau	 mittleres Niveau	 schwieriges Niveau
	Zusatzstoffe	 Alternative	 Selbsteinschätzung

M 1



Recycling von Kunststoffen

Aufgabe 1

Gehe auf die Seite <https://raabe.click/nabu-recycling>.

Finde die dort angegebene Plastikmüllmenge für 2019 und **erkläre** die hohe Differenz der Zahlen dort und im hier angegebenen Informationstext.

Informationstext

2020 wurden allein in Deutschland 2,93 Mio. Tonnen Plastikmüll im Gelben Sack gesammelt. Dazu trägt jeder Deutsche jährlich mehr als 39 kg Plastikmüll bei. Ein von landesweit im Schnitt immer noch 70 % in Verbrennungsanlagen oder auf Mülldeponien. Beides führt zu Problemen. Beim Verbrennen entstehen bei einigen Kunststoffarten giftige Stoffe wie z. B. Dioxin und ätzende Gase (HCl). Beim Deponieren zersetzt sich der Kunststoff durch Witterungseinflüsse wie UV-Licht nie ganz, sondern zerfällt zu Mikroplastik. Das sind Plastikstücke von weniger als 0,5 cm, die man dann im Boden, in Gewässern und über die Nahrungskette schließlich in Tieren und Menschen wieder findet. Im Körper führen diese Kunststoffteilchen zu Entzündungen. Daher will man per Gesetz die Recyclingquote erhöhen: 2025 soll die Vorgabe noch 36 %, 2022 schon 63 %. Kunststoffe zu recyceln, gestaltet sich jedoch aus verschiedenen Gründen schwierig. So muss bei den meisten Recyclingmethoden der Kunststoff sauber sein, also der Müll im Gelben Sack zuerst einmal nach den Kunststoffarten sortiert werden. In modernen Anlagen funktioniert das über Laser: Die Laserstrahlen werden von jeder Kunststoffart unterschiedlich reflektiert. Ein Scanner erkennt sekundenschnell das für die jeweilige Kunststoffart typische Reflexionsmuster und per Luftdruck wird das Kunststoffteil in den entsprechenden Sammelbehälter geschossen. Das funktioniert aber nur, wenn das Teil nur aus einer Kunststoffart besteht. Shampooflaschen sind zum Beispiel mit einer Folie überzogen. Damit die Flaschen vom Scanner erkannt werden, muss der Verbraucher vorher die Folie abziehen. Mit gut schmelzbaren Kunststoffarten, den Thermoplasten, kann das sogenannte Materialrecycling durchgeführt werden. Das bedeutet, dass die Kunststoffe eingeschmolzen und in eine neue Form gebracht werden, wobei die langen Polymerketten erhalten bleiben. Daneben gibt es auch das Rohstoffrecycling. Dabei werden die Polymerketten des Kunststoffes wieder in Monomere zerlegt. Das ist z. B. beim enzymatischen Abbau der Fall, in dem ein Bakterium zwei Enzyme (PETase und METHase) entdeckt, die unter bestimmten Bedingungen eine Tonne PET in 10 Stunden abbauen, wobei die Ausgangsstoffe wieder entsorgt werden können, aus denen neue PET-Flaschen hergestellt werden können.

2. **Erkläre**, weshalb andere Müllbeseitigungsmethoden schlechter als Recycling sind.

Aufgabe 3

Nenne und beschreibe zwei verschiedene Recyclingarten und die Kunststoffsortierung.

Pyrolyse als Recycling Verfahren

M 2

Aufgaben

1. **Recherchiert** im Internet und informiert euch über die Pyrum AG.
Nennt im Anschluss das Ziel der Gründer der neuen Firma.
2. **Beschreibt**, wie das Gummigranulat aus den Altreifen weiterverarbeitet wird.
Nennt dabei das zugehörige Verfahren, die Produkte und deren weitere Verwendung.
3. **Nennt** zwei andere Produkte mit ihrer Verwendung, die aus Altreifen hergestellt werden.
4. **Nennt** die Prozentzahl und die Menge der Altreifen, die verbrannt werden.
5. **Findet** einen weiteren Vorteil für die Umwelt, wenn Altreifen recycelt werden.
6. **Erklärt** mithilfe der Tabellen, warum es nicht sinnvoll ist, Kunststoffe zu verbrennen.

Stoff	Holzpellets	Kohle	Heizöl	Erdgas	PS	P	PP	PET
Heizwert in MJ/kg	18	20–28	39,5	32–45	40	44–46	45	25
Energieverbrauch der Herstellung in MJ/kg					40	38	38	37

7. **Lest** den Infotext und **bearbeitet** folgende Aufgaben.
 - a) **Ordnet** die Pyrolyse dem Rohstoff- bzw. dem Materialrecycling begründet zu.
 - b) **Beschreibt** Vor- und Nachteile der Pyrolyse im Vergleich zu anderen Recyclingmethoden.

Informationstext

Bei der Pyrolyse werden die Polymerketten komplett abgebaut. Dabei entstehen nicht die ursprünglich eingesetzten Monomeren, sondern ein Gemisch verschiedener Kohlenwasserstoffketten (Flüssigkeiten und Gase), wie sie auch im Erdöl enthalten sind. Dieses Kohlenwasserstoffgemisch wird per Destillation getrennt, wobei die einzelnen Fraktionen wieder zu Monomeren für die Kunststoffproduktion umgewandelt oder zu Kraftstoffen weiterverarbeitet werden können. Der große Vorteil der Pyrolyse ist, dass hier ein Kunststoffgemisch eingesetzt werden kann. Das spart die Kosten für eine Sortieranlage. Da aber hohe Energiekosten durch das starke Erhitzen auf 700 °C anfallen, hat sich die Pyrolyse als Recyclingverfahren bisher nicht durchsetzen können. Dennoch lassen Versuche mit speziellen Katalysatoren hoffen, dass der Energiebedarf bei der Pyrolyse noch drastisch gesenkt werden kann. So wurde 2019 in den USA ein Katalysator zur Senkung der Pyrolysetemperatur auf max. 571 °C gefunden, und die Pyrolyse von sortentremten Polymeren gelang sogar mit nur 175 °C.

M 8

Lernerfolgskontrolle: Kreuzworträtsel zu Recycling

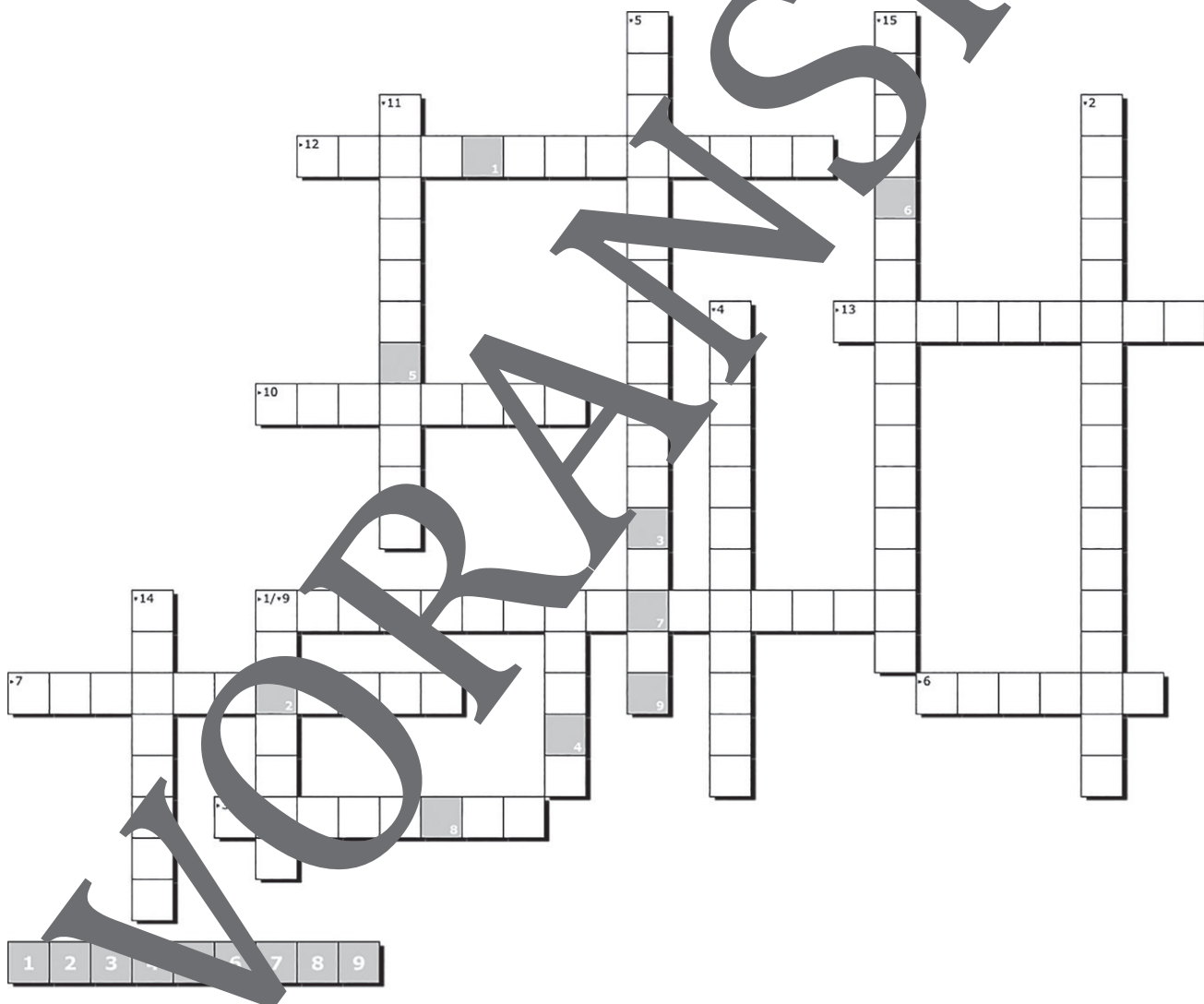


Aufgabe

Löse das Kreuzworträtsel. Alternativ kannst du das Rätsel auch online lösen:

<https://raabe.click/LA-recycling>

- | | |
|--|--|
| 1. Spaltung der Polymerketten durch Hitze | 9. Müll lagert darauf |
| 2. Umschmelzen gehört zum ... | 10. Witterungseinfluss |
| 3. Ein Kunststoff aus Cellulose gehört zu den ... Kunststoffen | 11. Vorgang, bei dem die Qualität schlechter wird |
| 4. Plastikteilchen, die kleiner als 5 mm sind | 12. Kunststoff, der sich in der Kompostanlage zersetzt |
| 5. Recycling mit Spaltung der Polymere | 13. Wiederverwertung |
| 6. Schadstoff bei der Verbrennung von Kunststoff | 14. Verfahren des Kunststoffrecyclings |
| 7. Kunststoff der beim Erhitzen schmilzt | 15. wichtiges Prinzip für den Kunststoffmüll |
| 8. Stoff, der PET abbauen kann | |



Sie wollen mehr für Ihr Fach?

Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



Über 5.000 Unterrichtseinheiten
sofort zum Download verfügbar



Webinare und Videos
für Ihre fachliche und
persönliche Weiterbildung



Attraktive Vergünstigungen
für Referendar:innen
mit bis zu 15% Rabatt



Käuferschutz
mit Trusted Shops



Jetzt entdecken:
www.raabe.de