



## Verwertung von Kunststoffabfällen

Stand: 17.03.2019

Jahrgangsstufen	13
Fach/Fächer	Chemie (Ausbildungsrichtung ABU, T)
Übergreifende Bildungs- und Erziehungsziele	Bildung für Nachhaltige Entwicklung (Umweltbildung, Globales Lernen)
Zeitraumen	45 Minuten
Benötigtes Material	Medium zur Internetrecherche

## Kompetenzerwartungen

Diese Aufgabe unterstützt den Erwerb folgender Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- bewerten die ökologische und wirtschaftliche Bedeutung von Kunststoffabfall und vergleichen die Abläufe bei der Verwertung. (C13 (T, ABU) 3)

## Infotext

### **Werkstoffliche Verwertung**

Bei der werkstofflichen Verwertung werden entsorgte Kunststoffe mechanisch aufbereitet. Die chemische Struktur wird dabei nicht verändert. Die alten Kunststoffprodukte werden zerkleinert, gesäubert und sortiert. Werkstoffliches Recycling ist sinnvoll, da nur ein Bruchteil an Energie und kein neues Material eingesetzt werden muss. Dazu müssen Altteile aber sauber und sortenrein vorliegen. Nicht sortenreiner Abfall (z. B. Hausmüll) führt zu einer negativen Ökobilanz, da für die Trennung viel Energie und Wasser verbraucht wird.

Diese Art der Verwertung ist ausschließlich für Thermoplaste geeignet. Sie können eingeschmolzen und anschließend neu geformt werden. Nach zu vielen Wiederholungen dieses Vorgangs kommt es aber zu einem Qualitätsverlust. Man spricht in diesem Zusammenhang vom Downcycling.

Die werkstoffliche Wiederverwertung findet sich u. a. im Bereich der Wiederverwertung von Getränkeflaschen aus PET wieder. Aus den gesammelten Sekundärrohstoffen werden Formteile wie zum Beispiel Rohre, Gießkannen, Blumenkästen und vieles mehr hergestellt. Auch Verpackungen aus Schaumpolystyrol ("Styropor") werden in Deutschland sortenrein gesammelt. Diese finden unter anderem eine erneute Verwendung in der Erzeugung von Beton und Ziegelsteinen.

Für eine einfachere Trennung der Kunststoffe wurde 1988 der Recycling-Code eingeführt. Verschiedene Symbole auf den Produkten geben dabei zum Beispiel an, zu welcher Werkstoffgruppe der entsprechende Kunststoff gehört.

### **Rohstoffliche Verwertung**

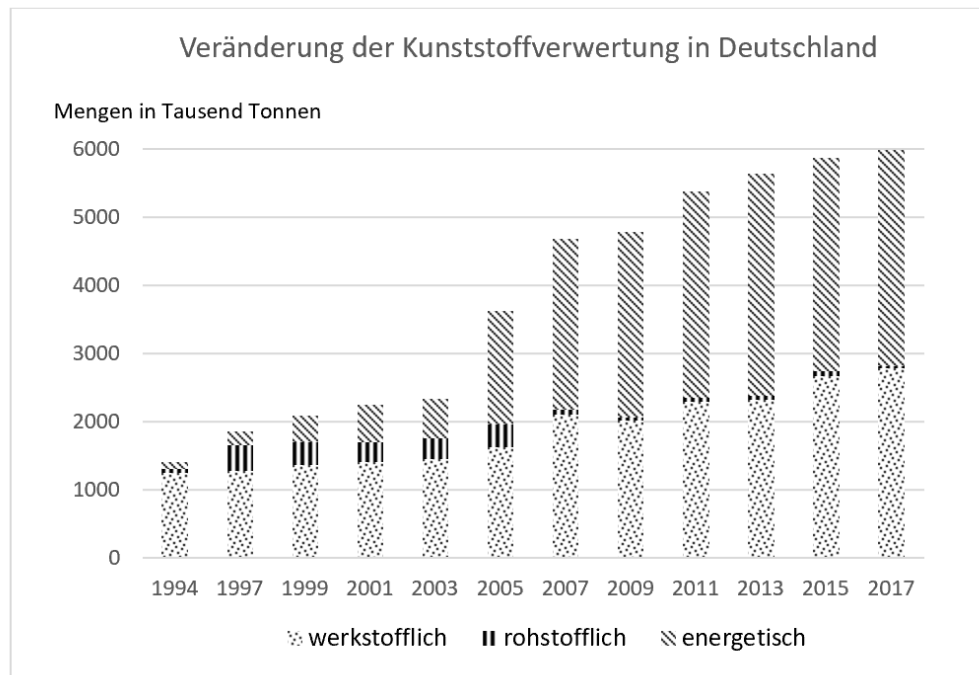
Bei der rohstofflichen Verwertung werden die Polymerketten z. B. durch Einwirkung von Wärme gespalten (= Pyrolyse), die chemische Struktur wird also verändert. Die Produkte sind Monomere oder petrochemische Grundstoffe wie Öle und Gase, die zur Herstellung neuer Kunststoffe oder auch für andere Zwecke eingesetzt werden können. Das rohstoffliche Recycling ist für vermischte und für verschmutzte Kunststoffabfälle geeignet, um Monomere zu gewinnen ist allerdings sortenreiner Kunststoffabfall Voraussetzung.

### **Energetische Verwertung**

Bei der energetischen Verwertung geht es um die Rückgewinnung der in den Kunststoffen enthaltenen Energie durch Verbrennung. Diese findet z. B. in Kraftwerken und Hochöfen statt, da dort sehr hohe Temperaturen vorherrschen und dadurch eine vollständige und somit schadstoffarme Verbrennung möglich ist. Hierbei handelt es sich also im engeren Sinne gar nicht um ein echtes Recycling. Diese Energie wird zur Erzeugung von Strom und/oder Dampf bzw. zur Bereitstellung von Prozesswärme genutzt. Die energetische Verwertung ist für vermischte und für verschmutzte, insbesondere für schadstoffbelastete Kunststofffraktionen geeignet. Der Heizwert von Kunststoffen kann mit dem von Steinkohle verglichen werden.

## Aufgaben:

1. Fertigen Sie ein Fließschema an, um die Abläufe beim werkstofflichen Kunststoff-Recycling übersichtlich darzustellen. [Hinweis: Es können folgende Begriffe verwendet werden: Umschmelzen, Recycling Erzeugnis, Zerkleinern, sortenreines Granulat, Trennen, sortierte Kunststoffabfälle, Verarbeitung]
2. Formulieren Sie mithilfe nachfolgenden Diagramms drei Tendenzen rund um die Veränderung von Kunststoffabfall und seiner Verwertung von 1994 bis 2017.



3. a) Verfassen Sie einen Text, der das Aufkommen und den Verbleib von Kunststoffabfällen entsprechend der Tabelle knapp wiedergibt.

<b>Aufkommen und Verbleib von Kunststoffabfällen in Deutschland 2017 in Mio. Tonnen (und Prozent)</b>		
Anfallort	Gesamt-Kunststoffabfälle	Post-Consumer-Abfälle*
<b>Stoffliche Verwertung</b>	2,87 (46,7%)	2,03 (38,9%)
- <b>werkstofflich</b>	2,82 (45,9%)	1,97 (38,0%)
- <b>rohstofflich</b>	0,05 (0,8%)	0,05 (0,9%)
<b>Energetische Verwertung</b>	3,24 (52,7%)	3,14 (60%)
<b>Deponie</b>	0,04 (0,6%)	0,03 (0,7%)
<b>Abfallaufkommen insgesamt</b>	6,15 (100%)	5,2 (100%)

\*Kunststoffabfälle; entstanden durch private oder gewerbliche Endverbraucher.

- b) Tauschen Sie sich mit Ihrem Sitznachbarn über unerwartete Werte aus und formulieren Sie eine überraschende Tatsache als Grundlage für eine anschließende Diskussion im Plenum.
- c) „Gefahr für Tiere, Meere und Menschen: Mikroplastik“  
Die Auswirkungen auf den Menschen und die Umwelt durch Mikroplastik sind wenig erforscht, da Langzeitbeobachtungen noch fehlen. Dennoch findet sich diese Thematik aktuell immer wieder in den Medien.  
Recherchieren Sie, wie Mikroplastik entsteht und sich verbreitet. Beziehen Sie mit diesem Wissen begründet Stellung zu obenstehender Aussage.
- d) Die Recyclingmengen der stofflichen und energetischen Verwertung beziehen sich auf Kunststoffabfälle, welche in Deutschland angefallen sind, unabhängig ob diese anschließend auch in Deutschland selbst, oder in anderen Ländern recycelt wurden.  
Recherchieren Sie die Problematik rund um den Export von Kunststoffabfall. Nehmen Sie dabei auch wirtschaftliche Aspekte in den Fokus.

## Quellen- und Literaturangaben

Texte, Tabellen und Diagramme wurden selbst erstellt.  
Werte wurden folgenden Quellen entnommen:

<https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertung-entsorgung-ausgewaehlter-abfallarten/kunststoffabfaelle#textpart-1> [letzter Zugriff am 17.03.2019]

<https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/abfall-und-recycling/22033.html> [letzter Zugriff am 17.03.2019]

Weitere Quellen- und Literaturangaben:

[https://www.verbraucherzentrale-hessen.de/sites/default/files/2017-12/Vortrag\\_Dr\\_Carolin\\_Voelcker.pdf.pdf](https://www.verbraucherzentrale-hessen.de/sites/default/files/2017-12/Vortrag_Dr_Carolin_Voelcker.pdf.pdf) [letzter Zugriff am 17.03.2019]

<http://www.maschinenbau-wissen.de/skript3/werkstofftechnik/kunststoffe/431-kunststoffrecycling> [letzter Zugriff am 17.03.2019]

[https://www.bvse.de/images/pdf/kunststoff/2018/Kurzfassung\\_Studie\\_Stoffstrombild\\_2017.pdf](https://www.bvse.de/images/pdf/kunststoff/2018/Kurzfassung_Studie_Stoffstrombild_2017.pdf) [letzter Zugriff am 17.03.2019]

Callister, W. D., Rethwisch, D. G.: *Materialwissenschaften und Werkstofftechnik – Eine Einführung*. Weinheim: WILEY-VCH Verlag 2013.

## Hinweise zum Unterricht

Diskussion zum Thema:

<https://www.br.de/br-fernsehen/sendungen/muenchner-runde/muenchner-runde-plastik-muell100.html> [letzter Zugriff am 17.03.2019]

Das Thema „plastikfrei leben“ eignet sich, um dieses Thema zu vertiefen und auch, um beispielsweise Projekte anzuknüpfen.

## Beispiele für Lösungen der Schülerinnen und Schüler

Zu 1.

sortierte Kunststoffabfälle → Zerkleinern → Trennen → Umschmelzen → sortenreines Granulat → Verarbeitung → Recycling Erzeugnis

[Zerkleinern und Trennen könnten auch vertauscht werden]

Zu 2.

Die Menge des Kunststoffabfalls hat sich von 1994 bis 2017 etwa vervierfacht.

Die energetische Verwertung steigt von 2003 bis 2017 stark an.

Nur ein sehr kleiner Teil des Kunststoffabfalls wird rohstofflich verwertet.

Zu 3.a)

Lösung individuell.

Zu 3.b)

Lösung individuell.

Zum Beispiel:

- Überraschend hoher Anteil der Post-Consumer-Abfälle.
- Überraschend geringer Anteil an Kunststoffabfällen, die auf der Deponie landen.
- Überraschend hoher Anteil an energetisch verwertetem Kunststoffabfall.
- ...

Zu 3.c)

Lösung individuell.

Entstehung und Verbreitung von Mikroplastik:

Zu 3.d)

Lösung individuell.

Problematik rund um den Export von Kunststoffabfall:

- Schlechte Arbeitsbedingungen bei der Verwertung von Kunststoffabfall im Ausland (giftige Dämpfe bei der thermischen Aufbereitung)
- Exporte werden zum Teil der energetischen oder stofflichen Verwertung zugeordnet. Die Weiterverarbeitung außerhalb Deutschlands wird aber nicht überwacht oder kontrolliert, sodass nicht klar ist, ob es zu einer Verwertung oder zur Lagerung auf einer Deponie kommt.
- Kriterien zur Einfuhr von Kunststoffabfällen wurden verschärft. So importiert China beispielsweise nur noch gut vorsortierten Kunststoffabfall. Exporte werden deshalb nun z. T. in andere Länder - mit weniger scharfen Einfuhrbedingungen - verlagert.
- Kosten der Exporte, etc. ...