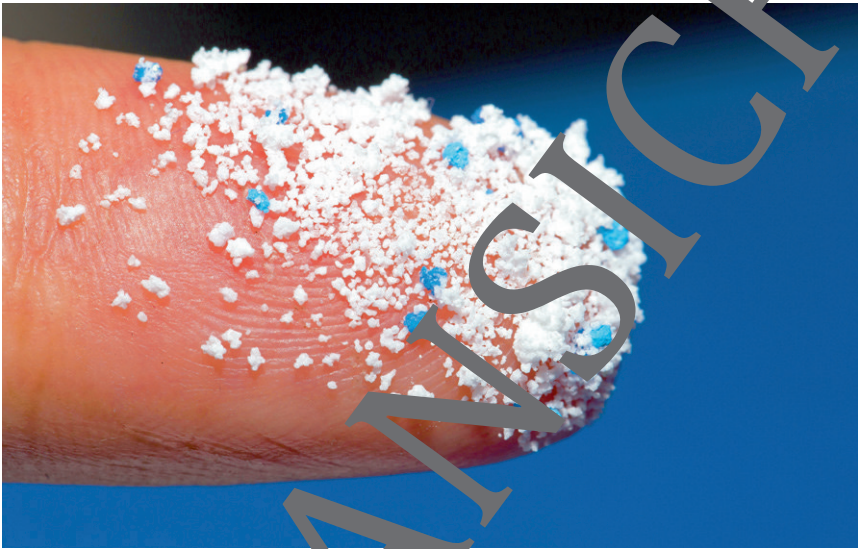


Mikroplastik – kleine Partikel, große Gefahr

Ein Beitrag von Dennis Dietz und Dr. Ruggero Noto La Diega



© pcess609/iStock/Getty Images Plus

Mikroplastik ist in zahlreichen Produkten wie Shampoos, Peelings, Sonnencremes und Medikamenten enthalten. Gleichzeitig wird in den Medien vermehrt auf die Gefahr von Mikroplastik hingewiesen. Inzwischen werden Produkte sogar mit der Kennzeichnung beworben, dass sie kein Mikroplastik enthalten. In unserer schülerzentrierten Unterrichtseinheit werden die Definition und die Entstehung von Mikroplastik behandelt, das Recycling von Kunststoffen und die ausgehende Gefahr in den Blick genommen und der Nachweis von Kunststoffen thematisiert. Dazu wird die Infrarot-Spektroskopie eingeführt und mit der Atomabsorptions-Spektroskopie verglichen.

Impressum

RAABE UNTERRICHTS-MATERIALIEN Chemie Sek. I/II

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Es ist gemäß § 60b UrhG hergestellt und ausschließlich zur Veranschaulichung des Unterrichts und der Lehre an Bildungseinrichtungen bestimmt. Die Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH erteilt Ihnen für das Werk das einfache, nicht übertragbare Recht zur Nutzung für den persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung. In der Inhaltung der Nutzungsbedingungen sind Sie berechtigt, das Werk zum persönlichen Gebrauch, als vorgenannter Zweckbestimmung in Klassensatzstärke zu vervielfältigen. Jede darüber hinausgehende Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Hinweis zu §§ 60a, 60b UrhG: Das Werk oder Teile hiervon dürfen nicht ohne eine solche Einwilligung an Schulen oder in Unterrichts- und Lehrmedien (§ 60b Abs. 3 UrhG) vervielfältigt, insbesondere kopiert oder eingescannt, verbreitet oder in sonstiger Weise öffentlich zugänglich gemacht oder wiedergegeben werden. Dies gilt auch für Extrakte von Seiten und sonstigen Bildungseinrichtungen. Die Aufführung abgedruckter musikalischer Werke ist gemäß GEMA-meldepflichtig.

Für jedes Material wurden Fremdstoffe recherchiert und gekennzeichnet.

In unseren Beiträgen sind wir bemüht, die für Experimente benötigten Substanzen mit den entsprechenden Gefahrenhinweisen zu kennzeichnen. Dies ist ein zusätzlicher Service. Dennoch ist jeder Experimentator selbst angehalten, sich vor der Durchführung der Experimente genauestens über das Gefährdungspotenzial der verwendeten Stoffe zu informieren, die nötigen Vorsichtsmaßnahmen zu ergreifen sowie alle Anordnungen gemäß zu befolgen. Es gelten die Vorschriften der Gefahrstoffverordnung sowie die Dienstvorschriften der Schulbehörde.

Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH
Ein Unternehmen der Klett Gruppe
Rotebühlstraße 77
70178 Stuttgart
Telefon: +49 711 62900-0
Fax: +49 711 62900-60
mailto:info@raabe.de
www.raabe.de

Redaktion: Bugra Bozan
Layout: Rosen MEDIA GmbH & Co. KG, Karlsruhe
Bildmaterial: Titel: © pcess609/iStock/Getty Images Plus
Korrektur: Stefan Mayer

Mikroplastik – kleine Partikel, große Gefahr

Autoren: Dennis Dietz und Dr. Ruggero Noto La Diega

Methodisch-didaktische Hinweise

M 1: Was ist Mikroplastik und woher kommt es?	3
M 2: Nachweis von Mikroplastik	11
M 3: Recycling – Mikroplastik vermeiden	15
M 4: Gefahren für Tiere und Menschen	21
Lösungen	25
Literatur	38

VORANSICHT

Kompetenzprofil

Niveau	vertiefend
Fachlicher Bezug	Kunststoffe, analytische Chemie
Methode	Einzelarbeit, Partnerarbeit, Klausuraufgabe
Basiskonzepte	Konzept der chemischen Reaktion / Struktur-Eigenschaft-Basiskonzept
Erkenntnismethoden	das Vorgehen von Forschern erfragen, Modellberechnungen durchführen
Kommunikation	ein Übersichtsschema und ein Fließschema erstellen
Bewertung/Reflexion	einen Bericht bzw. eine Aussage kritisch bewerten, das eigene Konsumentverhalten reflektieren
Inhalt in Stichworten	Mikroplastik, Partikelgröße, primäres und sekundäres Mikroplastik, Polykondensation, Polymerisation, Polyaddition, Atomabsorptions-Spektroskopie, IR-Spektroskopie, Recycling, rohstofflich, Nahrungskette, Additive, gesundheitliche Gefährdung

Überblick:

Legende der Abkürzungen:

AB Arbeitsblatt

TX Text

ÜA Übungsaufgaben

Thema	Material	Methode
Was ist Mikroplastik und woher kommt es?	M 1	AB, TX, ÜA
Machweise von Mikroplastik	M 2	AB, TX, ÜA
Recycling – Mikroplastik vermeiden	M 3	AB, TX, ÜA
Gefahren für Tiere und Menschen	M 4	AB, TX, ÜA

Mikroplastik – kleine Partikel, große Gefahr

Methodisch-didaktische Hinweise

Mikroplastik ist in zahlreichen Produkten wie Shampoos, Peelings, Sonnencremes und Medikamenten enthalten. Gleichzeitig wird in den Medien vermehrt auf die Gefahr von Mikroplastik hingewiesen. Mittlerweile werden Produkte sogar mit der Kennzeichnung beworben, dass sie kein Mikroplastik enthalten. Für die Schülerinnen und Schüler ist das Thema Mikroplastik also durchaus in ihrer Lebenswelt präsent. Damit eignet sich das Thema „Mikroplastik – kleine Partikel, große Gefahr“ für eine materialgestützte Lernaufgabe im Sinne des Unterrichtsansatzes Chemie im Kontext.

Die Lernaufgabe besteht aus vier Materialien, die unabhängig voneinander verwendet werden können. In den Materialien **M 1**, **M 3** und **M 4** ist der fachsystematische Schwerpunkt klar den Kunststoffen zuzuordnen. Inhaltlich wird hier die Definition und die Entstehung von Mikroplastik behandelt. Außerdem wird das Recycling von Kunststoffen und die ausgehende Gefahr von Mikroplastik in den Blick genommen. Im Material **M 2** wird der Nachweis von Kunststoffen thematisiert. Dazu wird die Infrarot-Spektroskopie eingeführt und mit der Atomabsorptionsspektroskopie verglichen. Der fachsystematische Schwerpunkt liegt hier also eher im Bereich der analytischen Chemie.

In der Lernaufgabe werden Kompetenzen aus allen vier Kompetenzbereichen gefördert. Die Anwendung des Konzeptes der chemischen Reaktion (u. a. zur Erläuterung der Herstellung von primärem Mikroplastik (**M 1**) sowie des Struktur-Eigenschaft-Basiskonzepts (u. a. für die Erläuterung der Eignung von primärem Mikroplastik als Ausgangsstoff für den 3-D-Druck, **M 1**) sind dem Kompetenzbereich Fachwissen zuzuordnen. Der Kompetenzbereich der Kommunikation wird dadurch berücksichtigt, dass in allen Materialien ein Wechsel der Darstellungsebene gefordert wird (**M 1–M 4**). Dazu müssen Übersichts-schemata und Fließdiagramme erstellt werden. Der Wechsel der Darstellungsebene – also der Wechsel von einem Fließtext in eine Abbildung – ist eine typische Kompetenz aus diesem Kompetenzbereich.

Der Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung wird beispielsweise dadurch gefördert, dass die Schülerinnen und Schüler Fragen zur Vorgehensweise von Forschern in ihren Studien stellen müssen. Außerdem sollen sie durch die Anwendung mathematischer Modellrechnungen die von Mikroplastik ausgehenden Gefahren mit abnehmender Partikelgröße quantifizieren (**M 4**). Schließlich wird mit abnehmender Partikelgröße das Oberflächen-Volumen-Verhältnis immer größer. Die Gefahr von Additiven, die an den Mikroplastik-Partikeln haften, ist daher nicht zu unterschätzen.

Auch der Kompetenzbereich der Bewertung wird berücksichtigt. Insbesondere im Zuge der Auseinandersetzung mit Forschungsergebnissen über die gesundheitlichen Gefährdung durch Mikroplastik werden Kompetenzen aus diesem Kompetenzbereich auf vielfältige Weise gefördert (**M 4**). So sollen Berichte und Aussagen kritisch bewertet werden. Auch eine Auseinandersetzung mit dem eigenen Konsumverhalten im Zusammenhang mit der Verbreitung von Mikroplastik wird angeregt.

Mit den Arbeitsaufträgen kann flexibel umgegangen werden. So können einzelne Aufgaben herausgenommen und als Hausaufgabe erteilt werden. Einzelne Materialien inklusive derer Aufgaben eignen sich auch als Klausuraufgaben.

Als zeitlichen Rahmen für diese Aufgabe werden 180 Minuten empfohlen, wenn alle vier Materialien verwendet werden sollen. Diese Zeitempfehlung variiert natürlich mit der Stärke Ihrer Lerngruppe, die Sie besser einschätzen können.

M 1 Was ist Mikroplastik und woher kommt es?

Im Zuge der Diskussion über die zunehmende Verschmutzung unserer Umwelt durch Kunststoffe fällt immer häufiger der Begriff des Mikroplastiks. Doch was ist Mikroplastik eigentlich? Plastik steht in unserem Sprachgebrauch dabei für die Fülle an Kunststoffen, die wir täglich nutzen. Die Vorsilbe „Mikro“ stammt aus dem Griechischen und bedeutet klein. Mathematisch verstehen wir unter „Mikro“ den einmillionsten Teil von etwas. So entspricht ein Mikrometer 10^{-6} Metern ($1 \mu = 10^{-6} \text{ m}$). Unter Mikroplastik verstehen wir also kleine Kunststoffpartikel. Wissenschaftlich existiert zum jetzigen Zeitpunkt keine eindeutige Definition des Mikroplastiks. Fath hat die Definitionen in verschiedenen Publikationen in der Tabelle M 1.1 zusammengefasst:

Tab. M 1.1: Eine mögliche Definition für Mikroplastik

Größe der Partikel (mm)	Bezeichnung
> 25	Makroplastik
5–25	Mesoplastik
1–5	L-MPP (Large Microplastic Particle)
< 1	S-MPP (Small Microplastic Particle)

Eine einheitliche Definition des Begriffs ist aus mehreren Gründen wünschenswert. Auf diese Weise ist es außerhalb der Person oder Institution leichter, sich in die Forschungsarbeit zu diesem Themenfeld einzuarbeiten. So sind die Folgen der Verbreitung von Mikroplastik heute noch lange nicht eindeutig geklärt. Auch die Kommunikation zwischen verschiedenen Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen auf der Welt wird auf diese Weise vereinfacht, da klar sein sollte, worüber man eigentlich spricht. Außerdem kann nur durch eine eindeutige Definition wirkungsvoll ein verpflichtendes oder freiwilliges Verbot von Mikroplastik erreicht werden. Neben der von Fath zusammengetragenen Übersicht zu Mikroplastik, unterscheidet man je nach Ursprung zwischen primärem und sekundärem Mikroplastik.

geschützt werden. Die Silikakapseln können beispielsweise aus Tetraethoxysilan hergestellt werden. Der Herstellungsprozess ist in der Abbildung M.1.4 dargestellt.

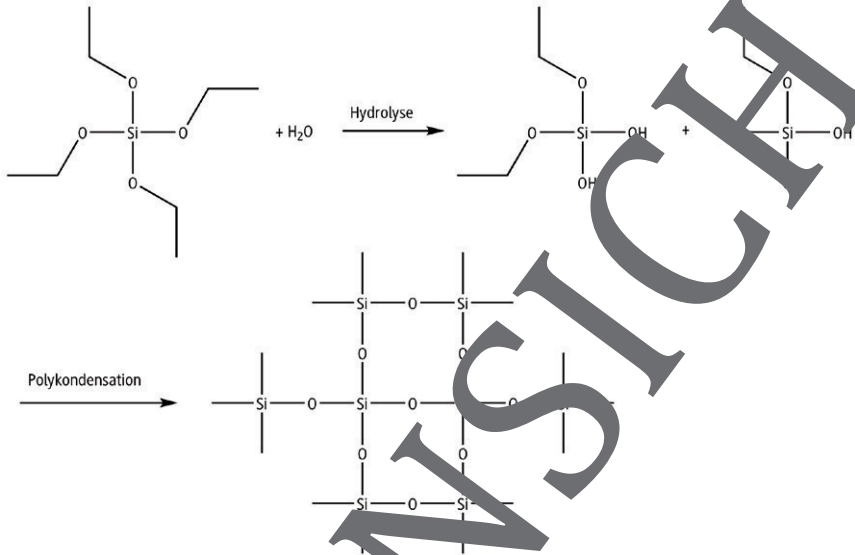
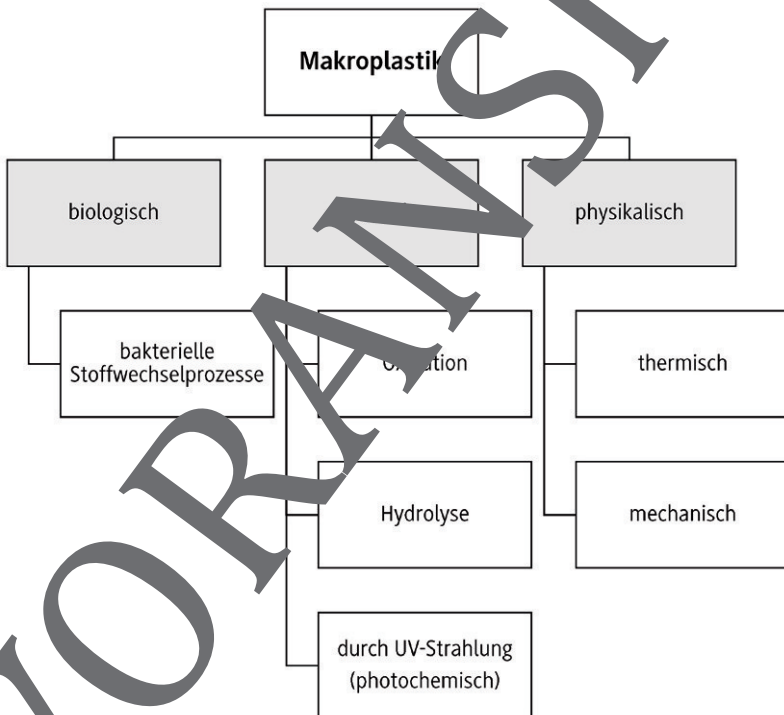


Abbildung M.1.4: Herstellung von Silikakapseln (Mikroplastik) für Sonnencremes

Das Tetraethoxysilan wird teilweise modifiziert, sodass Derivate der Kieselsäure gebildet werden. In einer Polykondensation entsteht dann ein Siliciumdioxid-Netzwerk, das die Kapsel bildet. Durch die Sonnencremes benötigte Kapselgröße wird durch die Einstellung der optimalen Reaktionsbedingungen (pH-Wert, Additive usw.) erreicht. Für den Sonnenschutz werden die Kapseln u. a. mit den in der Abbildung M.1.5 dargestellten Verbindungen gefüllt.

Schmirgelpapiers) in Mikroplastik zerteilt wird. Makroplastik kann auch durch chemische Prozesse zu Mikroplastik zersetzt werden.

Der Sauerstoff in der Luft kann das Makroplastik oxidieren. Polykondensate wie Polyester und Polyamide können je nach Umgebungsbedingungen durch Hydrolyse in Fragmente geteilt werden. Die energiereiche UV-Strahlung der Sonne kann zudem kovalente Bindungen lösen. Durch alle diese chemischen Prozesse wird das Makroplastik spröde, sodass die mechanische Zersetzung erleichtert wird. Außerdem ist die Zersetzung von Makroplastik durch Mikroorganismen nicht auszuschließen. Mikroorganismen sind äußerst anpassungsfähig. Aktuell ist es auch ein Ziel der Forschung, Mikroorganismen genetisch so zu verändern, dass sie in der Lage sind, Kunststoffe abzubauen.



© RAABE 2020

Bildung M 1.7: Entstehung von Mikroplastik durch verschiedene Zersetzungsarten von Makroplastik

Aufgaben

1. **Erläutern** Sie die Notwendigkeit einer klaren Definition des Begriffs Mikroplastik.
2. **Erstellen** Sie ein Übersichtsschema zu den Quellen von primärem Mikroplastik.
3. **Ordnen** Sie die in M 1.2 von der verbraucherzentrale.de gelisteten Kunststoffe begründet nach ihrer Kunststoffklasse.
4. **Formulieren** Sie den Reaktionsmechanismus für die radikalische Polymerisation von Polyethylen.
5. **Formulieren** Sie die Reaktionsgleichung für die Bildung von Nylon.
6. **Erklären** Sie die strukturellen Voraussetzungen dafür, dass eine Verbindung UV-Licht absorbieren kann, anhand einer ausgewählten Verbindung aus M 1.2.
7. **Nennen** Sie Kriterien für die Einsatzfähigkeit einer organischen Verbindung in Sonnencremes zum Schutz vor der UV-Strahlung.
8. **Erläutern** Sie mithilfe des Struktur-Eigenschafts-Konzepts, weshalb PA6 bzw. PA12 als Polymer für den 3-D-Druck geeignet sind.

Der RAABE Webshop: Schnell, übersichtlich, sicher!



Wir bieten Ihnen:



Schnelle und intuitive Produktsuche



Übersichtliches Kundenkonto



Komfortable Nutzung über
Computer, Tablet und Smartphone



Höhere Sicherheit durch
SSL-Verschlüsselung

Mehr unter: www.raabe.de