



Ozeanographie und Klimawandel

Plastik – Fluch der Meere



Lehrendenleitfaden

Responsible Research and Innovation www.irresistible-project.eu



Colophon



IRRESISTIBLE is a project on teacher training, combining formal and informal learning focused on Responsible Research and Innovation. It is a coordination and support action under FP7-SCIENCE-IN-SOCIETY-2013-1, ACTOIVITY 5.2.2. Young people and science: Topic SiS.2013.2.2.1-1 Raising youth awareness to Responsible Research and Innovation through Inquiry Based Science Education. The project IRRESISTIBLE is funded by the EU as FP-7 project number 612367

www.irresistible-project.eu

Coordinator: j.h.apotheker@rug.nl



Entwickelt von Christine Bethke und Katja Weber

in Kooperation mit der Kieler Forschungswerkstatt (Katrin Knickmeier, Katrin Kruse, Katrin Schöps und Anna Thielisch) sowie Klaus Ruppertsberg, Maria Weisermann, Lorenz Kampschulte und Ilka Parchmann im Rahmen des EU-Projekts IRRESISTIBLE, Juli 2015

www.irresistible-project.eu



Lehrendenleitfaden

In diesem Lehrendenleitfaden wird das Modul „Plastik – Fluch der Meere“ vorgestellt, das im Rahmen des EU-Projekts IRRESISTIBLE¹ entstanden ist. In diesem haben Lehrerinnen und Lehrer, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, sowie Expertinnen und Experten eines Museums eng vernetzt zusammengearbeitet, um die Schülerinnen und Schüler (SuS) für den Prozess des verantwortungsvollen Umgangs mit Forschungs- und Entwicklungsergebnissen (RRI²) zu fördern. Dazu erlangen die SuS in diesem Modul zunächst das notwendige Fachwissen zu der Plastikproblematik in den Weltmeeren, ein hochaktuelles Thema, wie man anhand der enormen Medienpräsenz in den letzten Jahren erkennen kann. Auf diesem Grundwissen aufbauend führen die SuS eigene Forschungs- und Recherchearbeiten zu dem Thema durch. Das Bewusstsein über RRI wird in dem Modul aber auch dadurch gefördert, dass die Diskussion unter den SuS über den verantwortungsvollen Umgang mit Forschungs- und Entwicklungsergebnissen initiiert wird.

Das Lernmodul folgt dem 6E-Modell, d.h. die Unterrichtseinheit gliedert sich in insgesamt sechs Phasen: In der Engage-Phase (Kontaktphase) wird das Interesse der SuS zum Thema „Plastik - Fluch der Meere“ über eine Power-Point-Präsentation geweckt. Durch diese werden Fragen aufgeworfen und von SuS formuliert, die im Verlauf der Unterrichtseinheit beantwortet werden sollen. In der Explore-Phase (Erkundungsphase) und in der Explain-Phase (Erklärungs-Phase) erwerben die SuS das notwendige Grundwissen zu der Plastikproblematik in den Weltmeeren. In der Elaborate-Phase (Ausarbeitungsphase) beschäftigen sich die SuS mit weitergehenden Forschungsfragen rund um die lokale Betrachtung des Plastikproblems. Hierbei führen die SuS eigene Experimente durch, lesen wissenschaftliche Veröffentlichungen zu dem Thema und konfrontieren außerschulische Lernpartner (hier: Klärwerksmitarbeiter) mit Fragen. Am Ende dieser Phase wird die Unterrichtseinheit in Bezug auf die sechs RRI-Aspekte, die im Folgenden näher beschrieben werden, reflektiert. Um auch die Öffentlichkeit über dieses hochaktuelle Forschungsfeld zu informieren, gestalten die SuS eine schülerkuratierte Ausstellung³. Diese Austauschphase wird als Exchange-Phase bezeichnet. In der letzten Phase, der Evaluate-Phase (Bewertungsphase), wird das Wissen bezüglich den fachlichen Inhalten und dem verantwortungsvollen Umgang mit Forschung und Innovation mit Hilfe eines Tests überprüft. Zudem reflektieren sie in dieser Phase, ob alle anfänglichen Fragen beantwortet wurden. Sollten noch Fragen offen geblieben sein, könnten hierfür Wissenschaftler befragt werden.

¹ Nähere Informationen zu dem Projekt finden Sie im Internet unter folgender Adresse: www.irresistible-project.eu

² Nähere Informationen zu den RRI-Aspekten finden Sie unter folgender Adresse: http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_rri/KI0214595ENC.pdf#view=fit&pagemode=none

³ Nähere Informationen zu den schülerkuratierten Ausstellungen finden Sie unter folgender Adresse: <http://www.exponeer.de/index.php/de/>

Ebenso besteht die Möglichkeit, in der Forschungswerkstatt der Universität zu Kiel das Ozean-Schülerlabor (<http://www.forschungs-werkstatt.de/labore/ozeanlabor/>), diverse Forschungsinstitute wie etwa das GEOMAR (<http://www.geomar.de/>) oder die Labore des Forschungsclusters future ocean in Kiel (<http://www.futureocean.org/de/>), das Alfred-Wegener-Institut in Bremerhaven (<https://www.awi.de/>), und Ausstellungen in Museen wie etwa die Ausstellung Meeresforschung im Deutschen Museum in München (<http://www.deutsches-museum.de/ausstellungen/verkehr/meeresforschung/>) zu besuchen.

Das Modul „Plastik – Fluch der Meere“ beleuchtet die folgenden RRI-Aspekte: Engagement, Gender Equality, Science Education, Ethics, Open Access, Governance. Diese Aspekte sind in die unterschiedlichen Phasen integriert und werden über verschiedene methodische Zugänge angesprochen. Engagement bedeutet, dass alle gesellschaftlichen Akteure – Forscher, Industrie, Politik und Zivilgesellschaft – am Forschungs- und Innovationsprozess beteiligt sind. In diesem Modul nehmen die SuS aus verschiedenen Perspektiven (Politiker, Forscher, Industrie, Bürger) Stellung zu der Frage, ob Mikroplastik in Kosmetikprodukten verboten werden sollte. Dadurch wird das Kriterium „Engagement“ betrachtet und kann danach im Plenum thematisiert werden. Im Anschluss daran wird ein fiktiver Internetbeitrag gezeigt, der weitere Bürgermeinungen erfasst. An diese Beiträge soll nun eine ethische Diskussion anschließen, um den RRI-Aspekt „Ethics“ genauer zu beleuchten. Es bietet sich an, nach der ethischen Diskussion den RRI-Aspekt „Governance“ zu thematisieren. Dieses Kriterium beleuchtet die Tatsache, dass auch politische Entscheidungsträger Verantwortung an Forschungs- und Innovationsprozessen haben: Schädliche oder unethische Entwicklungen, wie z.B. der Einsatz von Mikroplastik in Kosmetikprodukten, müssen verhindert werden. Es besteht keine Notwendigkeit, Mikroplastik in Kosmetikprodukten einzusetzen, da es alternative Stoffe gibt, die ebenfalls eine Peelingwirkung erzielen. Daher richteten sich die Grünen mit ihrem Antrag „Freisetzung von Mikroplastik beenden“ vom 14.01.2015 an den Deutschen Bundestag. In dem Schreiben fordert der Deutsche Bundestag die Bundesregierung u.a. dazu auf, den Ausstieg aus der Verwendung von Mikroplastikpartikeln in Kosmetika und Reinigungsmitteln aktiv zu unterstützen. [18] An diesem Beispiel kann man nachvollziehen, welche Stellung die Politik hat und wie und ob solche Forderungen tatsächlich umgesetzt werden.

In dem Film „Fluch der Meere – Plastik“ werden aktuelle Forschungserkenntnisse zu dem Thema vorgestellt. Auffällig ist, dass fast nur männliche Wissenschaftler in dem Film gezeigt werden, so dass sich der Film als Diskussionsgrundlage für den RRI-Aspekt „Gender Equality“, also die Gleichstellung der Geschlechter, eignet. Es besteht die Notwendigkeit das Interesse der SuS in dem MINT-Bereich zu fördern, so dass sich mehr Jungen und Mädchen für naturwissenschaftliche Studiengänge und Ausbildungsberufe entscheiden. Diesen Aspekt beleuchtet das Schlüsselkriterium „Science Education“. Die SuS erforschen in kurzen Experimenten, inwiefern wir hier vor Ort mit der Plastikproblematik in den Weltmeeren konfrontiert sind. Basierend auf den eigenen Forschungs- und Recherchearbeiten sollen die SuS Stellung zu der Frage beziehen, ob Mikroplastik in Kosmetikprodukten verboten werden sollte. Dazu benötigen die SuS das notwendige Grundwissen zu der Thematik, welches sie in

der Explore- und der Explain-Phase erwerben. Forschungs- und Innovationsprozesse müssen transparent und für jeden zugänglich sein, damit alle Akteure Verantwortung übernehmen können. Recherchiert man im Internet nach wissenschaftlichen Publikationen – was die SuS in der Elaborate-Phase tun – so kann man erkennen, dass nicht alle Veröffentlichungen kostenlos sind. An dieser Stelle kann nun das RRI-Kriterium „Open Access“ thematisiert werden.

Der Forschungscluster „Ozean der Zukunft“ hat in den vergangenen Jahren die Publikationsreihe World Ocean Review herausgegeben, welche die Themen, welche diesem Modul zugrunde liegen, detailliert und auf einem allgemein-verständlichen Niveau beschreibt. Das mittlerweile vierbändige Werk kann auf der Homepage <http://worldoceanreview.com/> als .pdf heruntergeladen oder kostenlos in gedruckter Form bestellt werden. Da in dieser Veröffentlichung die Inhalte in einer überaus interessanten, weitreichenden und allumfassenden Form dargestellt sind und wichtige, unter anderem vom Menschen beeinflusste, ozeanische Gegebenheiten beleuchtet werden, sind die vier Bände absolut lesenswert.

In dieser Veröffentlichung wird zunächst ein Statusbericht zum derzeitigen Zustand der Meere abgegeben, wobei auf diverse Aspekte eingegangen wird, welche den Eingriff des Menschen in marine Prozesse betreffen. Die drei folgenden Science Hefte beleuchten die Aspekte Fischerei, marine Rohstoffe sowie den nachhaltigen Umgang mit den Weltmeeren näher, welche bereits in der ersten Publikation erörtert wurden, und aktualisieren sowie detaillieren die zuvor dargebotenen Informationen. Dabei werden vor allem die RRI-Aspekte Science Education, Open Access, Ethics und Governance in differenzierter Form behandelt, wobei Dimensionen Engagement und Gender Equality ebenso an einigen Stellen der Gesamtpublikation erkennbar werden.

Die Plastik-Problematik betrifft jedoch nicht nur die Ozeane, sondern auch Binnengewässer. Dies lässt sich anschaulich unter anderem anhand der Studie „Mikroplastik im Auslauf von Kläranlagen“ zeigen, welche vom Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband Wasserverband (OOWV) und dem Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz in Auftrag gegeben und dessen Ergebnisse im Oktober 2014 veröffentlicht wurden. Hierbei wurden 12 Kläranlagen des OOWVs auf Mikroplastikpartikel in deren Auslauf hin untersucht. Dabei fand das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung raus, dass lediglich eine teure Schlussfiltration, über welche nur wenige Kläranlagen verfügen, die Belastung der Gewässer deutlich reduzieren könnte. Diese Studie ist Thema unter anderem der Zeitung Münchner Merkur – etwa „Studie: Mikroplastik im Auslauf von Kläranlagen“ – und der NWZonline – etwa „Mikroplastik bleibt im Abwasser“. Zudem wurden von dem Landesamt für Umwelt einige bayerische Gewässer untersucht und in der Münchner Merkur mehrere Artikel – wie etwa „Plastik-Problem in bayerischen Seen: Wie gefährlich ist das?“ und „Immer mehr Mikroplastik im Trinkwasser“ – veröffentlicht. Hierdurch wird die Wichtigkeit und Verbreitung der Problematik „Mikroplastik in marinen Prozessen“ ebenso auf andere Gewässer – Flüsse, Seen, Teiche – sowie das Trinkwasser verdeutlicht.

- 1. Überblick über das Modul** 10
- 2. Plastik im Alltag** 16
- 3. Plastikmüll im Meer** 21
 - Engage-Phase
 - Explore-Phase
 - Explain-Phase
 - Elaborate-Phase
 - Exchange-Phase
 - Evaluate-Phase
- 4. Quellen** 50
- 5. Anhang** 55

1

Überblick
über das
Modul

Überblick über das Modul

Kurzbeschreibung

Das Modul „Ozeanographie und Klimawandel“ befasst sich mit dem Einfluss der Menschheit auf die Weltmeere. Diese bedecken mehr als 70% des Globus und haben somit einen erheblichen Einfluss auf das Klima der Erde. Aufgrund ihrer enormen Größe sind die Meere relativ inerte Systeme. Durch den anhaltenden Eintrag immenser Mengen von Schadstoffen aus verschiedenen Quellen (CO₂, Plastik, Giftstoffe,...) ist allerdings mittlerweile ein Stadium erreicht, bei dem sich die Bedingungen des Systems verändern. Die Kernidee dieses Moduls ist Darstellung einiger dieser Faktoren und deren Auswirkungen.

Das Teilmodul „Plastik – Fluch der Meere“ untersucht explizit den Einfluss von Plastik auf das marine System: Die unterschiedlichen Wege, auf denen diese ins Meer gelangen, das Verhalten von Kunststoffen im Meer (z.B. die Ansammlung in gigantischen Garbage Patches), die Anlagerung von Giftstoffen an Mikroplastikpartikel sowie deren Eintrag in die Nahrungskette. Dieses Teilmodul besitzt sowohl eine globale als auch eine lokale Ebene und beinhaltet Experimente und Gruppenarbeit.

Struktur

CoL Mitglieder: Christine Bethke, Katja Weber, Katrin Knickmeier, Klaus Ruppertsberg, Lorenz Kampschulte, Ilka Parchmann

Zielgruppe: 9. Klasse Naturwissenschaften (NaWi) / Chemieunterricht (15+ Jahre); ggf. fächerübergreifend Chemie-Bio-WiPo-Erdkunde

Dauer: 13 Unterrichtsstunden (á 45 min.) + circa 10 Schulstunden für die Planung und Ausführung der Ausstellung

Voraussetzungen: Die SuS sollten Grundwissen zum Thema „Kunststoffe“ haben: Aufbau, Herstellung, Eigenschaften und Verwendung von Kunststoffen im Alltag.

Lernziele

Hauptziel: Die SuS erwerben das Grundwissen zu diesem komplexen, globalen Problem, um dadurch an gesellschaftlich relevanten Diskussionsthemen, wie z.B. „Soll Mikroplastik in Kosmetikprodukten verboten werden?“, aktiv teilnehmen zu können. Die SuS sollen durch dieses Modul dazu befähigt werden, verantwortungsvoll mit Forschungs- und

Entwicklungsprozessen umzugehen und die RRI-Kriterien so zu verinnerlichen, dass sie diese auch bei anderen aktuellen Forschungsthemen anwenden können.

Inhaltliche Lernziele

Die SuS sollen am Ende des Moduls:

- beschreiben können, woher die Millionen Tonnen an Plastikmüll stammen, die jährlich in die Meere eingebracht werden.
- erklären können, was mit dem Plastikmüll in den Meeren passiert.
- beschreiben können, auf welche Weise Makro- und Mikroplastik die marinen Lebewesen gefährdet.
- erklären können, ob auch die Gesundheit des Menschen durch den Plastikmüll in den Meeren gefährdet ist.
- basierend auf eigenen Recherchen eine Aussage dazu treffen können, inwieweit wir lokal von der Plastikproblematik in den Weltmeeren betroffen sind.

RRI Lernziele

Die SuS sollen am Ende des Moduls:

- durch das erworbene Grundwissen um die Plastikproblematik in den Weltmeeren in der Lage sein, Verantwortung zu übernehmen und eigene Handlungsoptionen zu überdenken und ggf. zu verändern. Zudem sollen sie in der Lage sein, aktiv an gesellschaftlich relevanten Fragestellungen teilzunehmen („Science Education“).
- verstehen, warum es bei allen Forschungs- und Entwicklungsprozessen wichtig ist, alle Interessensvertreter einzubeziehen („Engagement“).
- Argumente nennen können, warum der öffentliche Zugang von Forschungsergebnissen wichtig ist („Open Access“).
- in der Lage sein, an ethischen Diskussionen rund um die Plastikproblematik in den Weltmeeren teilzunehmen und eine eigene Meinung zu diesem Thema zu entwickeln („Ethics“).
- erkennen, dass mehr Männer als Frauen an Forschungsprozessen teilnehmen. Basierend auf dieser Erkenntnis sollen die SuS Gründe für diese unterschiedliche Verteilung finden und erfassen, was in Deutschland getan wird, um mehr Frauen für Forschungs- und Innovationsprozesse zu gewinnen („Gender Equality“).
- verstehen, dass die Politik zentral wichtig ist, um schädliche oder unethische Entwicklungen in Forschungs- und Innovationsprozessen zu unterbinden („Governance“).

Lerntätigkeiten

Nutzung des 6E-Modells zur Strukturierung des Moduls:

Engage: Das Modul startet mit einer Power-Point-Präsentation (Diashow), die mit faszinierenden Bildern der Flora und Fauna beginnt. Schrittweise werden diese schönen Bilder

1-Überblick über das Modul

von bewegenden Fotos abgelöst, die die Auswirkungen von Plastik auf das Meer und seine Bewohner darstellen.

Explore: Mystery: „Warum ist möglicherweise die Gesundheit von Familie Larsson auf Grönland gefährdet, weil sie ihre traditionellen Essgewohnheiten nicht aufgeben will?“ Die SuS bekommen 16 Karten mit verschiedenen Aussagen. In Vierergruppen analysieren sie die Angaben und versuchen einen Weg zu entwickeln, die Frage zu lösen. Diese Aufgabe soll einen Einblick geben, wie komplex das Zusammenspiel der einzelnen Faktoren in den Meeren ist.

Explain: Als Ergebnis des Mysterys beschreiben die SuS eine Möglichkeit, in welchem Zusammenhang die Familie Larsson mit dem globalen Problem des Plastikmülls in den Meeren stehen könnte. Dies wirft normalerweise eine ganze Reihe neuer Fragen auf, die in der Elaborate-Phase beantwortet werden.

Elaborate: Die SuS setzen sich in weiterer Recherche mit den Fragen der lokalen Betrachtung des Plastikproblems auseinander. In dieser Phase entwickeln sie ihre eigenen Experimente, lesen themenbezogene, wissenschaftliche Publikationen und konfrontieren außerschulische Lernpartner mit Fragen. In dem zweiten Teil der Elaborate-Phase werden die RRI-Aspekte im Plenum diskutiert, indem sie rückblickend auf das bislang durchgeführte Modul herausgearbeitet werden.

Exchange: Eine Ausstellung wird ausgearbeitet, um sich über das gewonnene Wissen mit Mitschülern und/oder Eltern auszutauschen.

Evaluate: An dieser Stelle werden die Kenntnisse der SuS mit einem Test überprüft. Dieser beinhaltet sowohl Fragen bezüglich der globalen als auch der lokalen Aspekte des Problems.

Einbindung von RRI:

Während der Durchführung des Moduls tauchen verschiedene RRI-Aspekte auf, die jedoch als solche nicht hervorgehoben werden. Am Ende der Elaborate-Phase ist eine Reflexionseinheit eingebaut, die rückblickend alle einzelnen RRI-Aspekte aufgreift:

Engagement: Integration von Forschern, der Öffentlichkeit (Familie Larsson) und der politischen Sicht in das Modul.

Gender Equality: Nahezu in allen Materialien sind in den Hauptrollen nur männliche Forscher präsentiert.

Science Education: Das Modul präsentiert Meeresforschung in Form eines hoch interdisziplinären Gebietes der Wissenschaft, welches sowohl die globalen als auch die lokalen

Aspekte beinhaltet. Experimente trainieren die wissenschaftlichen Sichtweisen und Kompetenzen.

Ethics: Die Diskussion über das Dilemma von Familie Larsson wurde durch eine globalere Diskussion in einem fiktiven Internetforum ausgelöst, welche innerhalb der Klasse mit einem Gespräch über die besondere Rolle der Weichmacher fortgesetzt wird.

Open Access: Die Rolle der öffentlich verfügbaren Informationen wird in mehreren Punkten angesprochen. Während der Reflexionsaufgabe wird dies im Rahmen der Medienbildung diskutiert.

Governance: Eine der Gruppen konzentrierte sich auf die vorhandenen politischen Rahmenbedingungen bezüglich des Plastik(müll)s. In der Diskussion über Weichmacher zeigen sich die Probleme der Regulierung eines nicht vollständig verstandenen Systems.

Bewertung

Der Erfolg der Lernziele wird an mehreren Punkten des Moduls bewertet:

- Reflexion der RRI-Aspekte am Ende der Elaborate-Phase
- Ausstellung als Ergebnis
- Schriftlicher Test am Modulende
- RRI-Fragebogen

Planung des Verlaufs

Wenn dieses Modul in niedrigeren Klassenstufen eingesetzt wird (z.B. wenn die SuS bislang keinerlei chemisches Hintergrundwissen über Plastik haben), sollte die einleitende Unterrichtsstunde „Plastik im Alltag“ vor Beginn des Moduls behandelt werden. Diese Einheit erläutert die Grundstruktur, Eigenschaften und Anwendungsbereiche von Kunststoffen, die wichtig sind, um die komplexen Vorgänge in den Meeren zu verstehen (Dauer: circa 1-2 Unterrichtsstunden).

Der Unterrichtsplan des eigentlichen Moduls „Plastik – Fluch der Meere“ ist in der folgenden Tabelle dargestellt:



Phase	Unterrichtsstunden (45 Minuten))	Kommentar
Engage-Phase	1	Benötigtes Material: Power-Point-Präsentation, Arbeitsbögen
Explore-Phase	3	Benötigtes Material: Mystery, Film (Fluch der Meere – Plastik, Max Mönch, Friedemann Hottenbacher) RRI-Kriterien, die in der Phase bereits auftauchen, aber erst am Ende der Elaborate-Phase thematisiert werden: Science Education, Gender Equality
Explain-Phase	2	Benötigtes Material: Arbeitsbögen RRI-Kriterien: Science Education
Elaborate-Phase	6	Benötigtes Material: Experimentiermaterialien, Laptops mit Internetzugang, OHP und Folie RRI- Kriterien: Science Education, Ethics, Governance, Open Access, Engagement (die RRI-Kriterien, die bereits in der Explain-Phase vorgestellt wurden, werden nun direkt angesprochen)
Exchange-Phase	Vorbereitung der Ausstellung und Fachtag (ca. 10h)	In der Ausstellung sollten die RRI-Aspekte aufgegriffen und vertieft werden.
Evaluate-Phase	1	Die inhaltlichen und RRI-Kenntnisse werden mit einem Test überprüft.

Zusätzlich steht sowohl für Lehrkräfte als auch für Schüler jeweils ein zusammenfassender Bogen zur Verfügung, welcher jeweils einen groben Überblick über die gesamte Unterrichtseinheit gibt.

Zum Ende jedes übergeordneten Themengebiets sollen von den SuS noch offen gebliebene Fragen formuliert sowie weiterführende und aus dem Gelernten resultierende Aspekte überlegt werden. Diese sollten von der Lehrkraft auf ihrem Bogen notiert und bei der Vorbereitung der folgenden Unterrichtsstunde berücksichtigt werden. Ebenso kann anhand der erstellten Fragen die durchgeführte Unterrichtsstunde reflektiert werden. Als Hausaufgabe sollen dann die Lernenden eine reflektierende Zusammenfassung der erlernten Inhalte verfassen. Diese kann zu Anfang der nächsten Unterrichtsstunde im Plenum besprochen oder aber zu Bewertungs- und / oder Rückmeldezwecken von der Lehrkraft eingesammelt werden.

2

Plastik im Alltag

Plastik im Alltag

Fachlicher Hintergrund

Der erste Kunststoff wurde 1907 durch Zufall entdeckt, als der Belgier Leo Hendrik Baekeland ein Stück Phenol in eine Formaldehydlösung gab und diese auf fast 200°C erhitzte. [4, S.6] Es entstand eine zähflüssige Masse, die an der Luft aushärtete. Der deutsche Chemiker Hermann Staudinger erkannte 15 Jahre später, dass das Grundprinzip zur Herstellung von Kunststoffen immer gleich ist: „Die Herstellung von Kunststoffen muss man sich demnach vorstellen wie chemisches Lego: Aus Stoffen mit kleineren Molekülen, sogenannten Monomeren, werden zum Beispiel durch Hitze, Druck oder chemische Zusätze langkettige Moleküle, die sogenannten Polymere, gebildet.“ [4, S.7] Es gibt Kunststoffe, die nur aus einer Art von Monomeren aufgebaut sind. Ein Beispiel dafür ist Polystyrol, das nur aus Styrol-Monomeren besteht. Viele andere Kunststoffe sind aus zwei verschiedenen Arten von Monomeren aufgebaut, wie z.B. Nylon. [4, S.7] Vielen Kunststoffen sind Weichmacher zugesetzt, wodurch diese gut formbar und biegsam werden. Ohne diese sind die Kunststoffe spröde und zerbrechen leicht. [21] Es gibt eine Vielzahl an unterschiedlichen Weichmachern auf dem Markt. Einige davon werden heutzutage als kritisch angesehen, da immer mehr Studien negative Effekte für Mensch und Tier feststellten. Früher wurden auch polychlorierte Biphenyle (kurz: PCB) als Weichmacher in Kunststoffen eingesetzt. Aufgrund deren

schädlichen Wirkung auf den Stoffwechsel von Organismen wurde der Stoff PCB 2001 weltweit verboten. [11] Die Weichmacher (Additive) sind nicht fest an den Kunststoff gebunden und können daher unter bestimmten Bedingungen aus diesem freigesetzt werden. [5,S.5]

Hinweis: In diesem Zusammenhang kann ein Versuch zur Herstellung von Nylon eingebaut werden. Die Versuchsanleitung dazu ist der Quelle [23] zu entnehmen. Aufgrund des vorhandenen Gefahrenpotentials der hierfür eingesetzten Chemikalien ist dieses Experiment nur als Lehrerversuch möglich. Die Durchführung eines derartigen Versuchs an dieser Stelle ist sinnvoll, um den SuS zumindest einen groben Eindruck darin zu verschaffen, wie und woraus einige der bekannten Alltagsgegenstände, welche eine große Rolle in den nächsten Unterrichtsstunden spielen werden, erzeugt werden.

Anmerkungen zum Unterricht

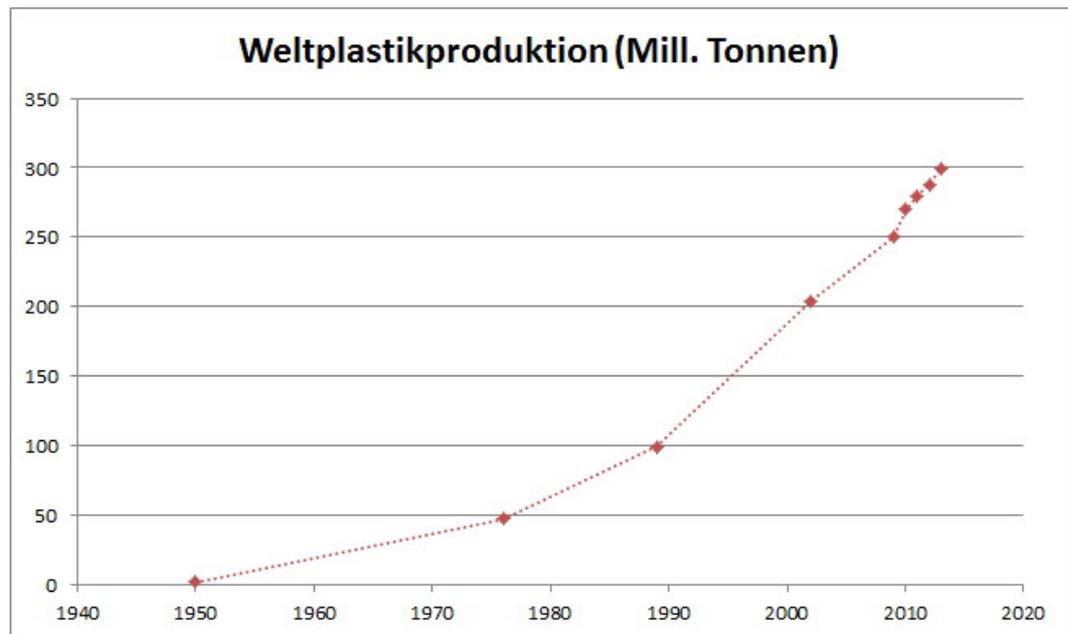
Die SuS bearbeiten die Arbeitsbögen zum Thema „Plastik im Alltag“ zunächst alleine und tauschen sich dann mit ihren Tischnachbarn über die Ergebnisse aus. Da diese Unterrichtseinheit in einer Mittelstufenklasse (9.Klasse, 14-15 Jahre alt) durchgeführt wurde, wurde an dieser Stelle nicht mit Strukturformeln und Reaktionsmechanismen gearbeitet.

Plastik im Alltag – Arbeitsmaterialien

Arbeitsbögen für die Gruppenarbeitsphase (Lösungen)

Plastik – Ein optimaler Werkstoff

- 1) Stelle graphisch dar, wie sich die Plastikproduktion in der Welt seit 1950 entwickelt hat. Nutze die folgenden Daten. [6][8]



- 2) Die Kunststoffproduktion steigt von Jahr zu Jahr rapide an und verdrängt mehr und mehr die herkömmlichen Werkstoffe. Überlege, welche Eigenschaften der Kunststoffe diese zu einem so interessanten Stoff für die Industrie machen.

Kunststoffe sind „leicht, billig, stabil, thermisch und elektrisch isolierend, formbar und für viele Anwendungen nutzbar [...]“. [7, S.27] Die vielen positiven Eigenschaften haben gleichzeitig aber auch eine Kehrseite: Langlebigkeit: Kunststoffe zerfallen in der Umwelt nur sehr langsam. Kostengünstige Produktion: Ein Großteil des Plastiks wird nur zum einmaligen Gebrauch hergestellt. Leicht: Verdriftung mittels Wind und Wasser in ferne Regionen. [7, S.28]

- 3) In Europa werden Plastikprodukte in nahezu allen Bereichen des Alltags eingesetzt. Überlege, in welchen der folgenden Bereiche am meisten / am wenigsten Plastik verwendet wird. Erstelle eine Reihenfolge von 1 (viel) bis 6 (wenig).

Verwendung von Plastik in Europa (Stand: 2013) [8]



Bereich	Anteil (%)
Verpackungen	39.6%
Bauwesen	20.3%
Automobilindustrie	8.5%
Elektronik	5.6%
Landwirtschaft	4.3%
Andere (z.B. Haushaltsgeräte, Möbel, medizinische Geräte,...)	21.7%

Plastik – Was ist das eigentlich für ein Stoff?

- 1) Baue ein Büroklammer-Modell eines Kunststoffs und klebe dieses auf dem Arbeitsbogen ein. Beschreibe die Struktur anhand deines Modells.

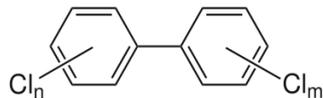
Büroklammer-Modell



Beschreibung der Struktur

Kunststoffe bestehen aus vielen kleinen Molekülen (hier: Büroklammer), die miteinander zu langen Ketten verknüpft sind. Diese bezeichnet man als Polymere.

- 2) Informiere dich, wofür man PCB in Plastikprodukten eingesetzt hat und warum dieser Stoff im Jahr 2001 weltweit verboten wurde.



Strukturformel von PCB [21]

Polychlorierte Biphenyle (kurz: PCB) wurden bis 2001 in zahlreichen Alltagsprodukten eingesetzt, wie zum Beispiel in Kunststoffen als Weichmacher. [11] Danach wurde der Stoff weltweit verboten, da in zahlreichen wissenschaftlichen Studien nachgewiesen wurde, dass dieser Giftstoff Menschen und Tiere schädigt.

Untersuchungen haben gezeigt, dass PCB im menschlichen Gewebe (z.B. Muskel- oder Lebergewebe) nachgewiesen werden kann, und dass dieser Stoff zahlreiche negative Auswirkungen auf die Gesundheit des Menschen hat. [9, S.5] [11] Ist die PCB-Konzentration im Körper hoch, können z.B. Chlorakne, Hautverdickungen, verstärkte Pigmentierung oder Atemwegkrankungen die Folge sein. [9, S.5] Zudem kann ein hoher PCB-Gehalt auch zu Immun-, Fortpflanzungs- und Leberfunktionsstörungen führen. [9, S.5] „Eine krebserzeugende Wirkung wurde im Tierversuch festgestellt, konnte beim Menschen aber bislang weder verlässlich nachgewiesen noch widerlegt werden.“ [9, S.5]

3

Plastik-
müll im
Meer

Plastikmüll im Meer

Fachlicher Hintergrund

Über 6 Millionen Tonnen Plastikmüll gelangen jährlich über verschiedenste Quellen in die Meere. [16] Es gibt viele Arten von Plastik, die unterschiedliche Eigenschaften, wie z.B. Dichte, aufweisen. Plastikarten mit einer größeren Dichte als Meerwasser sinken in die Tiefsee. Man vermutet, dass ein Großteil des Plastikmülls in den Meeren früher oder später in die Tiefsee sinkt. [2, S.40] Hat Plastik eine geringere Dichte als Meerwasser, schwimmt dieses auf dem Wasser und kann mit den Meeresströmungen weltweit verbreitet werden. Der Plastikmüll in den Meeren sammelt sich schließlich an bestimmten Stellen des Ozeans, die man als Garbage Patches bezeichnet. Es gibt insgesamt fünf dieser Müllansammlungen im Meer: im Nord- und Südatlantik, im Nord- und Südpazifik und im Indischen Ozean. [10]

Die im Meer treibenden Makroplastikteile, wie z.B. Plastikflaschen, verändern sich durch das Einwirken von bestimmten Umweltfaktoren. So führt UV-Licht z.B. dazu, dass das Plastik spröde wird. [3, S. 22] Durch das Herauslösen der Weichmacher wird das Plastik noch brüchiger. Mechanische Kräfte, wie z.B. der Wellenschlag, führen dann dazu, dass das spröde Makroplastik in kleinste Makroplastikteile zerfällt. Erreichen diese Plastikteilchen eine Größe von unter 5mm, spricht man von sekundärem Mikroplastik. [3, S.23] Im Meer

findet man neben diesem durch Zerfallsprozesse entstandenen Mikroplastik auch primäres Mikroplastik, also Mikroplastik, das beispielsweise Kosmetikprodukten zugesetzt wird, um eine Peelingwirkung zu erzielen. [3, S.23] Durch den Gebrauch der Produkte gelangt das Mikroplastik mit dem Abwasser in die Klärwerke und kann dort nur unvollständig aus dem Wasser entfernt werden. Das geklärte Wasser wird über Flüsse in die Meere geleitet. Eine weitere Quelle für Mikroplastik sind Kleidungsstücke aus synthetischen Fasern. Beim Waschvorgang werden diese Mikrofasern freigesetzt, die, genau wie das Mikroplastik aus Kosmetikprodukten, in die Meere gelangen können. „Man schätzt, dass beispielsweise über das Klärwerk in Wilhelmshaven pro Jahr 900 Millionen Mikroplastikpartikel in die Nordsee gelangen (Liebezeit 2012)“. [3, S.23]

Es gibt eine Vielzahl von Schadstoffen im Meer, wie zum Beispiel PCB. Dieses wurde in zahlreichen Alltagsprodukten eingesetzt, so auch in Kunststoffen als Weichmacher. [11] Gelangen diese Makroplastikteile nun in das Meer, lösen sich die Weichmacher aus dem Kunststoff heraus, da sie als Additive nicht fest an die Molekülstruktur gebunden sind. Aufgrund der zahlreichen negativen Auswirkungen von PCB für Mensch und Tier ist die Verwendung dieses Stoffes seit 2001 weltweit verboten. [11] Trotzdem findet man diesen persistenten Giftstoff auch heutzutage noch in der Umwelt. Einige im Meer vorhandenen Schadstoffe, wie z.B. PCB, werden aufgrund ihrer hydrophoben Eigenschaften von den ebenfalls hydrophoben Mikroplastikteilchen angezogen. [7, S.31] Da die

Mikroplastikpartikel im Vergleich zu ihrem Volumen eine sehr große Oberfläche haben, reichern diese eine Vielzahl von Schadstoffen an und werden so zu gefährlichen Giftransportern und damit zur Gefahr für Tiere und Menschen. Lebewesen nehmen die mit Schadstoffen angereicherten Mikroplastikpartikel auf. Im Magen-Darm-Trakt der Lebewesen können sich die Schadstoffe von der Oberfläche des Kunststoffes ablösen und sich aufgrund ihrer hydrophoben Eigenschaften im Fettgewebe der Lebewesen anreichern. [3, S.24] Lebewesen am Ende der Nahrungskette, wie zum Beispiel Robben oder Wale, weisen daher eine relativ hohe Schadstoffkonzentration auf. [12] Dies erklärt auch die Tatsache, dass bei den traditionell lebenden Inuits eine hohe PCB-Konzentration im Körper vermerkt werden kann, da sie sehr viel Robben- und Walfleisch essen. Erstaunlich ist, dass die Wissenschaftler bei den Testpersonen trotz einer hohen PCB-Konzentration keine Erkrankungen feststellen konnten, die in Zusammenhang mit dem Schadstoff PCB gebracht werden konnten. [13] Dies widerspricht den wissenschaftlichen Erkenntnissen, da in zahlreichen Studien gezeigt werden konnte, dass PCB die Gesundheit der Menschen auf vielfältige Weise schädigt. [9] Wissenschaftler vermuten, dass die Inuits mit dem Robbenfleisch gleichzeitig einen Stoff aufnehmen, der die negativen Effekte von PCB aufhebt. [13] Dies ist allerdings nur eine Vermutung und muss noch wissenschaftlich überprüft werden.

Engage-Phase

Die Engage-Phase dient dem Einstieg in das Thema „Plastik im Meer“ und soll einen ersten bildhaften Überblick verschaffen. Sie soll bei den SuS Interesse und Motivation wecken und dazu anregen, verschiedene Fragen zu stellen. Die Umsetzung erfolgt in Form einer ca. 5-minütigen Power-Point-Präsentation



Dauer: 1 Unterrichtsstunde (45 Minuten)



Benötigtes Material: Power-Point-Präsentation

Power-Point-Präsentation (Diashow)

Hierbei wird zuerst der intakte Lebensraum von Meerestieren gezeigt, der zunehmend mehr mit Plastikmüll verschmutzt ist. Die Präsentation endet mit verschiedenen verendeten Tieren und der Frage, ob auch wir Menschen durch den Plastikmüll in den Meeren gefährdet sind. Die SuS formulieren Fragen zu den Abbildungen. Im Verlauf der Unterrichtseinheit sollen alle Fragen beantwortet werden. Bleiben Fragen offen, werden Wissenschaftler kontaktiert.

Anmerkungen zum Ablauf der Unterrichtsstunde

Die Lehrkraft zeigt die Präsentation einmal ohne dabei etwas zu sagen (Stummer Impuls) und gibt den SuS vor dem zweiten Abspielen dann folgenden Arbeitsauftrag:

- a) Betrachte die Power-Point-Präsentation und notiere alle Fragen, die durch die gezeigten Abbildungen aufgeworfen werden.
- b) Tausche dich mit deinem Tischnachbarn über die Fragen aus. Erstelle übergeordnete Kategorien, denen ihr eure Fragen zuordnen könnt.

Um das Vorwissen der SuS zu berücksichtigen, werden die Fragen im Unterrichtsgespräch aufgegriffen.

Erste Erfahrungen aus der Unterrichtspraxis

Die SuS hatten großes Interesse an dem Thema. Dies liegt u.a. daran, dass einige Schüler im Urlaub bereits verschmutzte Strände und Gewässer gesehen haben. Basierend auf der Präsentation entwickeln sie daher eine Vielzahl unterschiedlichster Fragen, wie z.B.:

- *Wie stark ist die Ostsee mit Plastik verschmutzt?*
- *Wie viele Tierarten sind durch den Müll bedroht?*
- *In welcher Region ist es besonders schlimm?*
- *Wie viel Plastik wird täglich produziert?*
- *Wie gelangt so viel Müll in die Meere?*
- *Was sind das für kleine Plastikkügelchen? Wo sind sie enthalten?*
- *Schadet das Plastik im Meer auch uns Menschen?*

- *Gibt es Organisationen, die den Müll rausholen? ...*

Die SuS bringen durch die enorme Medienpräsenz Vorwissen zu dem Thema mit, stellen jedoch fest, dass dieses nicht ausreicht, um die Fragen der Mitschüler beantworten zu können. Indem die SuS bei einem sie interessierenden Thema aktiv an ihre Grenzen geführt werden, steigt deren Motivation, neue Erkenntnisse zu gewinnen, noch mehr an.

Explore-Phase

In dieser Phase erwerben die SuS das notwendige Grundwissen zu der komplexen Dimension des Plastikproblems in den Weltmeeren, indem sie das Mystery⁴ „Ist die Gesundheit von Familie Larsson auf Grönland gefährdet, weil wir Menschen seit Jahrzehnten den Plastikmüll in die Meere entsorgen?“ in Gruppenarbeit lösen. Das in der ersten Phase erworbene Fachwissen wird mit Hilfe des Films „Fluch der Meere – Plastik“ gefestigt und durch neue Aspekte erweitert. Außerdem können die SuS beobachten, dass fast nur männliche Wissenschaftler in dem Film gezeigt werden, so dass man an diesem Punkt die RRI-Dimension „Gender Equality“ thematisieren kann. Da Wissenschaftler aus aller Welt gezeigt werden, wird ebenfalls der globale Aspekt der Problematik deutlich.



Dauer: 3 Unterrichtsstunden (à 45 Minuten)



Benötigtes Material: Mystery, Film (Fluch der Meere – Plastik, Max Mönch, Friedemann Hottenbacher)



Mystery-Methode



- 1) Die Mystery-Frage „Ist die Gesundheit von Familie Larsson auf Grönland gefährdet, weil wir Menschen seit Jahrzehnten den Plastikmüll in die Meere entsorgen?“ wird an der Tafel präsentiert. Die SuS äußern Vermutungen zu dem Zusammenhang zwischen dem Plastikmüll im Meer und der Gesundheit von Familie Larsson auf Grönland.
- 2) Danach werden Dreiergruppen gebildet. Jede Gruppe erhält einen Briefumschlag mit den Mystery-Kärtchen und den Arbeitsaufträgen.
- 3) Jeder Schüler bekommt 5 Textkarten, erarbeitet sich anhand dieser die Inhalte und präsentiert sie den Gruppenmitgliedern in einer Kurzpräsentation.
- 4) Die SuS entscheiden gemeinsam, welche Karten für die Aufklärung des Mysterys sinnvoll und wichtig sind.
- 5) Basierend auf den Karteninhalten erstellen die SuS ein Flussdiagramm, das einen Überblick über die gesamten Prozesse in den Meeren gibt. Sollte den SuS nicht bekannt sein, was ein Flussdiagramm ist, muss dieses kurz an der Tafel erklärt werden.
- 6) Die SuS sichten die Mysterys der anderen Gruppen (Schaufensterbummel) und ergänzen fehlende Informationen mit einem Bleistift.
- 7) Eine Gruppe präsentiert zum Abschluss die vervollständigten Lösungen.

⁴ Idee für die Mystery-Methode von Jochen Kempe und Carsten Bornemann



Film (Fluch der Meere - Plastik)

Bevor der Film gezeigt wird, bekommen die SuS folgende Beobachtungsaufträge:

- 1) Fertige eine Tabelle an, in der du auflistet, wie viele männliche und weibliche Wissenschaftler gezeigt werden. (Der Sinn dieses Auftrags sollte kurz besprochen werden.)
- 2) Notiere mindestens zwei weitere Aspekte zu der Plastikproblematik in den Weltmeeren, die du interessant findest.

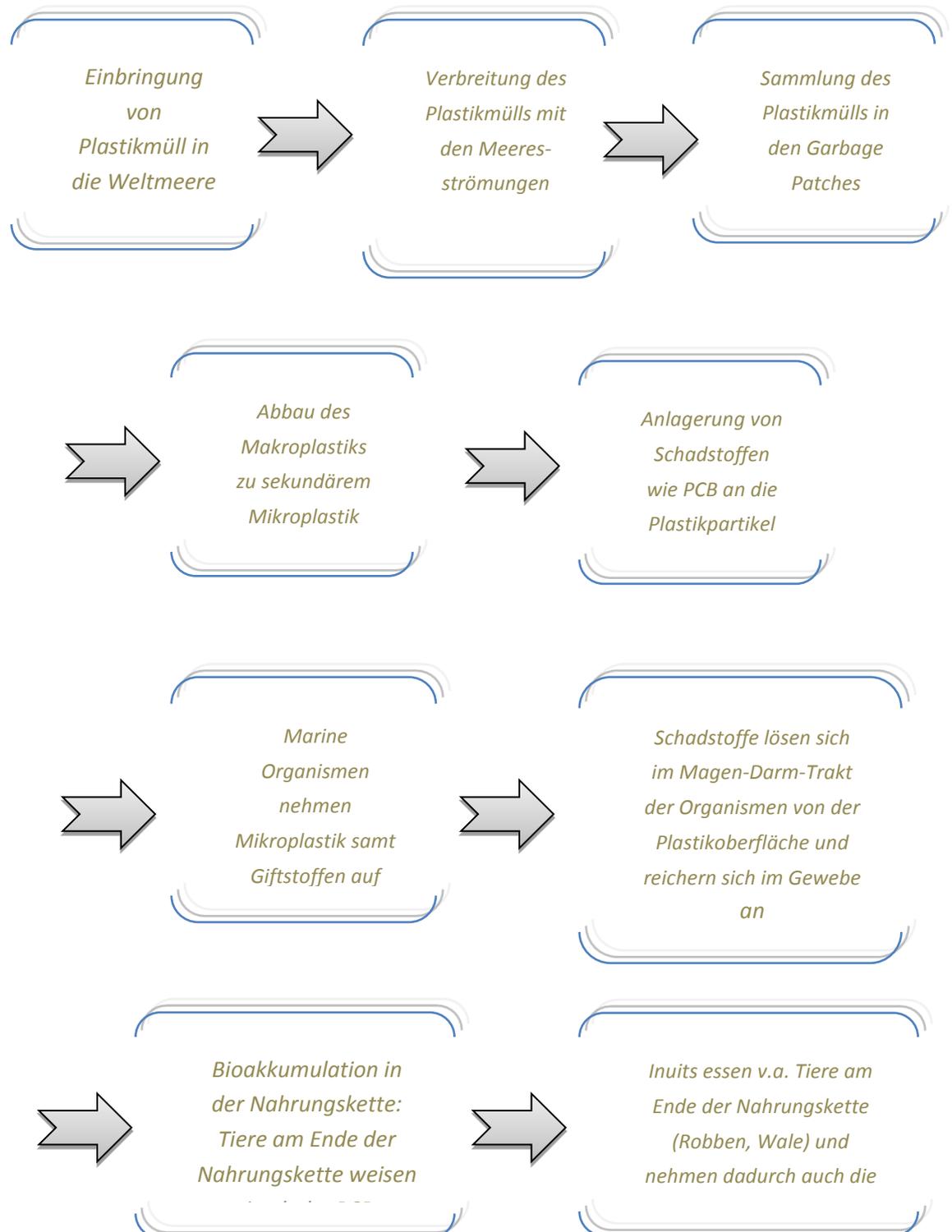
Erste Erfahrungen aus der Unterrichtspraxis

Die Mystery-Methode ist den meisten SuS noch nicht bekannt, da diese Methode im naturwissenschaftlichen Unterricht relativ neu ist. Die Motivation, sich über diese Methode mit dem komplexen Problem auseinanderzusetzen, war bei allen Gruppen sehr hoch. Die Aufgabe ist relativ anspruchsvoll, da die SuS zunächst unwichtige Informationskärtchen aussortieren müssen und dann von den verbleibenden die zentralen Inhalte herausarbeiten müssen. Es hat sich gezeigt, dass die gegenseitige Begutachtung der Mysterys sinnvoll ist, da die SuS fehlende Zusammenhänge ergänzen und somit ein umfassendes und weitreichendes Bild über dieses Thema erlangen können.

Die SuS fanden es wichtig, den Film im Anschluss des Mysterys anzuschauen, da dadurch einige Aspekte besser gefestigt wurden, wie z.B. die Anlagerung von Giftstoffen an Mikroplastik und die Aufnahme in die Nahrungskette. Da der Film recht lang ist, empfiehlt es sich nicht alle Filminhalte zu zeigen. Die passenden Filmkapitel sollten zuvor von der Lehrkraft ausgewählt werden.

Mystery solution

Veranschaulicht den Zusammenhang zwischen dem Plastikmüll in den Meeren und der Gesundheit von Familie Larsson anhand eines Flussdiagramms und beantwortet die Mystery-Frage.



Fazit: Die Gesundheit der Familie Larsson scheint trotz einer hohen PCB-Konzentration nicht gefährdet zu sein. (siehe fachlicher Hintergrund). [13]

Explain-Phase

In dieser Phase wird das Fachwissen aus der Explore-Phase gesichert. Hierfür lösen die SuS im Anschluss an den Film die Aufgaben zu der Plastikproblematik in den Weltmeeren anhand der Bearbeitung von Fragebögen.



Dauer: 2 Unterrichtsstunden (à 45 Minuten)



Benötigtes Material: Fragebögen

Gruppenarbeit: Makro- / Mikroplastik – Sicherung der Fachinhalte

- 1) Die SuS bilden Vierergruppen und erhalten die Arbeitsbögen. Die Aufgaben werden zunächst alleine gelöst, dann mit dem Partner und anschließend mit der Gruppe diskutiert (Think-Pair-Share-Methode)
- 2) Jede Gruppe bekommt während der Erarbeitungsphase eine konkrete Aufgabe, für die sie am Ende der Bearbeitung bei der Präsentation verantwortlich ist.

Erste Erfahrungen aus der Unterrichtspraxis

Die Gruppenarbeit am Ende ist wichtig, um die Inhalte des Mysterys und des Films zu sichern. Auf die strikte Einhaltung der Think-Pair-Share Methode sollte geachtet werden, damit alle SuS zum Denken angeregt werden.

Lösungen zu den Fragebögen

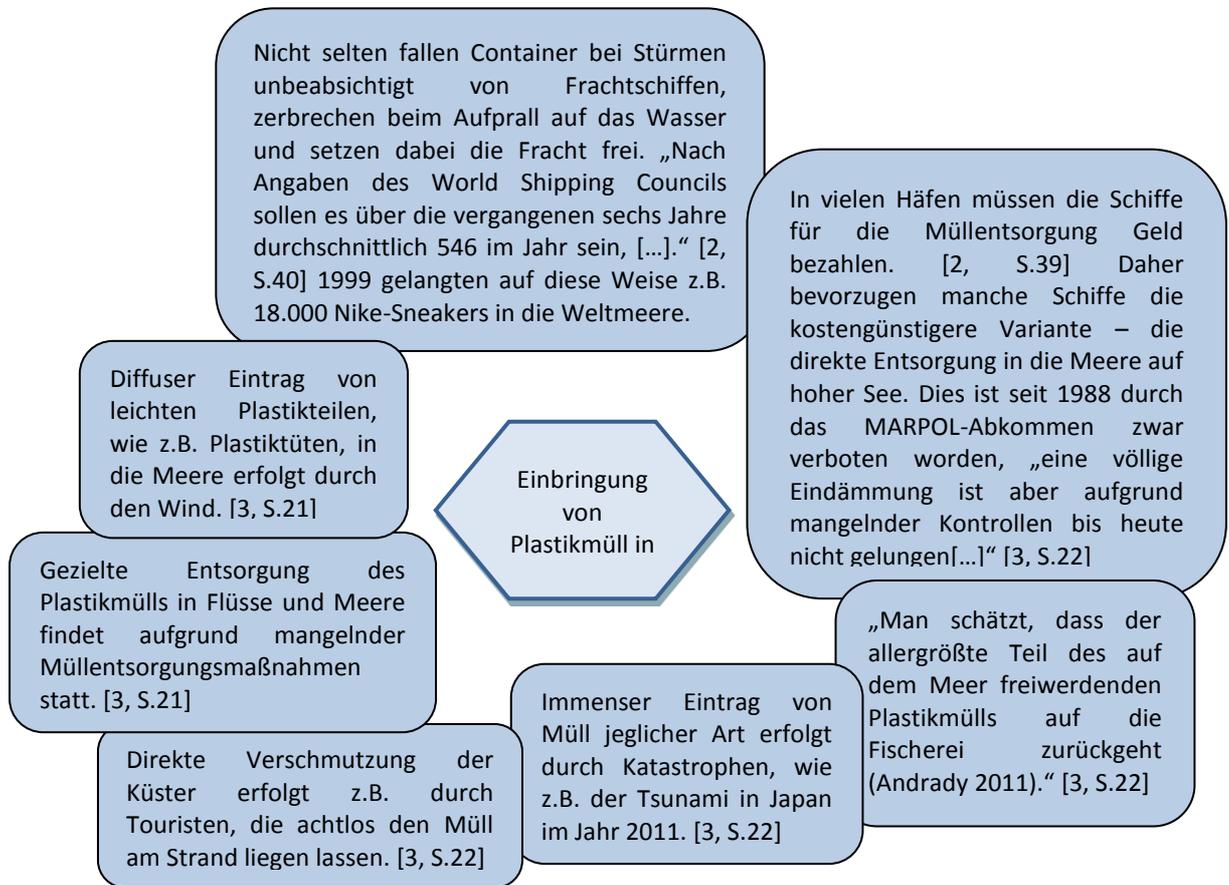
Im Meer findet man sowohl Makro- als auch Mikroplastik. Finde eine geeignete Definition für diese beiden Begriffe:

Als Makroplastik bezeichnet man alle Plastikteile, die größer als 5mm sind. Alle kleineren Teile werden als Mikroplastik bezeichnet. [3, S.23]

Wie gelangt Plastikmüll ins Meer?

Erstelle ein Schaubild, aus dem ersichtlich wird, woher die Millionen Tonnen an Plastik stammen, die sich in den Weltmeeren befinden. [3, S.21/22] [2, S.40]

Es wird geschätzt, dass etwa 80% des in den Meeren vorhandenen Plastikmülls auf landbasierte Quellen zurückzuführen sind und nur 20% des Plastikmülls direkt auf See eingebracht werden. [3, p.21]



Was passiert mit dem Plastikmüll im Meer?

Plastikmüll mit einer geringeren Dichte als das Meerwasser kann über die Strömungssysteme weltweit verbreitet werden. [3, S.22] Endstation des Plastikmülls sind die sogenannten Garbage Patches.

- a) Gib an, welche der folgenden Plastikarten im Meerwasser schwimmen, schweben bzw. sinken. Die Dichte von Meerwasser liegt etwa bei $1,025 \text{ g/cm}^3$ bei 25°C . [14]

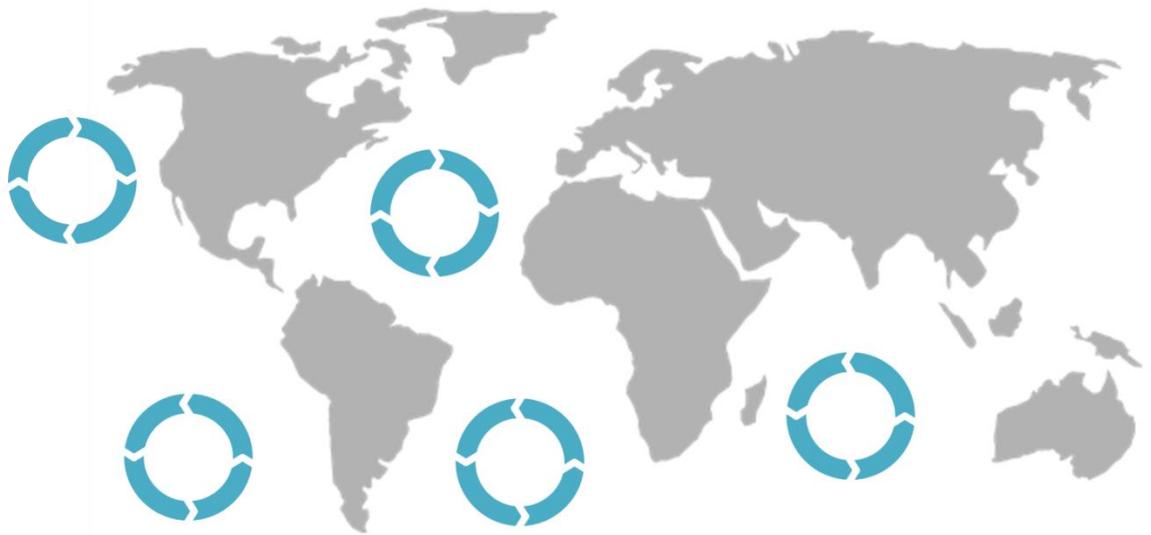


Kunststoff	Dichte in g/cm^3	Verhalten im Meerwasser
PC	1.20	<i>sinkt ab in die Tiefsee</i>
PE	0.95	<i>schwimmt</i>
PP	0.91	<i>schwimmt</i>
PVC	1.36	<i>sinkt ab in die Tiefsee</i>

b) Erkläre, was man unter einem „Garbage Patch“ versteht.

Als Garbage Patches bezeichnet man Müllansammlungen im Meer, die in den Zentren der großen Ringströme entstanden sind. Man darf sich diese Garbage Patches nicht als einen einheitlichen „Müllteppich“ vorstellen, sondern eher als eine „Müllsuppe“ bestehend aus Makro- und Mikroplastikteilchen. [3, S.22]

c) Es gibt fünf Garbage Patches: im Nord- und Südatlantik, im Nord- und Südpazifik und im Indischen Ozean. Kennzeichne die Orte der fünf ozeanischen Müllstrudel in der folgenden Abbildung mit einem blauen Kreis und gib deren Zirkulationsrichtung an. [15, blaue Kreise hinzugefügt]



The garbage in the ocean will be degraded – it is only a question of time [1]



Abbaugeschwindigkeit von Müll in der Reihenfolge: schnell (1) zu langsam (6)

vermutete Abbaugeschwindigkeit in Wochen/Jahren

tatsächliche Abbaugeschwindigkeit in Wochen/Jahren

1. Papierhandtücher

2-4 Wochen

2. Zeitungen

6 Wochen

3. Sperrholz

1-3 Jahre

4. Plastiktüten

1-20 Jahre

5. Aluminiumdosen

200 Jahre

6. Angelschnüre

600 Jahre

Hinweis: Dieser Zusammenhang lässt sich auf einem großen Plakat sehr schön und eindrucksvoll visualisieren (siehe S.33). Dies kann anschließend im Klassenraum aufgehängt und später Teil der Ausstellung werden.

Vom Makroplastik zum sekundären Mikroplastik

Makroplastik wird spröde und brüchig, wenn es lange Zeit im Wasser treibt. Erkläre dieses Phänomen.

Gelangen Makroplastikteile (z.B. Plastikflaschen oder Plastiktüten) in die Meere, lösen sich die Weichmacher aus dem Plastik, da diese als Additive nicht fest an den Kunststoff gebunden sind. Dadurch und durch den Einfluss des UV-Lichts, werden die Kunststoffe spröde und zerbrechen leicht. [3, S.22]

Durch den Zerfall des spröden Makroplastiks entsteht sekundäres Mikroplastik. Nenne zwei Prozesse, die zu dem Zerfall von Makroplastik führen.

Bei dem Transport mit den Meeresströmungen wird dieses spröde Makroplastik durch die mechanischen Kräfte der Wellen und das Reiben an anderem Treibgut in immer kleinere Makroplastikteilchen und schließlich in Mikroplastikteilchen gespalten. [3, S. 23]

Das im Meer vorhandene Mikroplastik wird in primäres und sekundäres Mikroplastik unterteilt. Erkläre den Unterschied.

Im Meer findet man neben dem durch Zerfallsprozesse entstandenen Mikroplastik (=sekundäres Mikroplastik) auch primäres Mikroplastik, das beispielsweise Kosmetikprodukten zugesetzt wird, um eine Peelingwirkung zu erzielen. [3, S.23] Durch den Gebrauch der Produkte gelangt das Mikroplastik mit dem Abwasser in die Klärwerke und kann dort nur unvollständig aus dem Wasser entfernt werden. Das geklärte Wasser wird über Flüsse in die Meere geleitet. Der zentrale Unterschied ist, dass primäres Mikroplastik bewusst in so kleiner Größe synthetisiert wird, während sekundäres Mikroplastik als Folge der Fragmentierungsprozesse (=Zerfallsprozesse) entsteht.

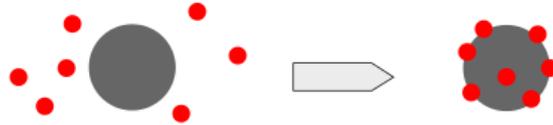
Auswirkungen von Makro- und Mikroplastik auf die marinen Lebewesen

Nenne mindestens drei Gefahren für die marinen Lebewesen, die von dem Makroplastik in den Meeren ausgehen. [3, S.23-25]

- a) *Pseudosättigung: Die Lebewesen verhungern trotz vollen Magens*
- b) *Verstopfen des Magen-Darm-Trakts*
- c) *Verfangen in z.B. „Geisternetzen“: Die Lebewesen ersticken unter Wasser*

Obwohl Mikroplastikteilchen sehr klein sind, geht von diesen eine große Gefahr für die marinen Lebewesen aus. Erkläre diese Aussage, indem du die folgenden Skizzen A, B und C in deine Erklärung einbeziehst.

A:



B:



C:

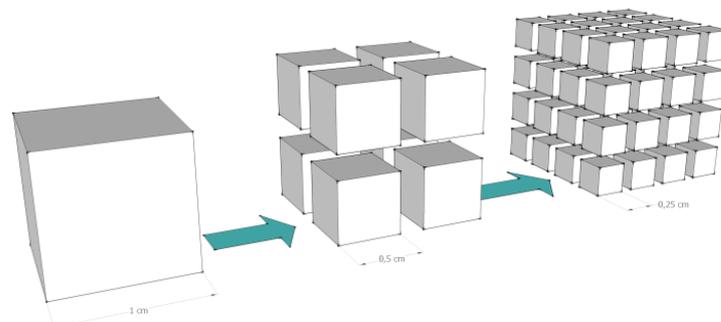


Die hydrophoben Mikroplastikpartikel ziehen hydrophobe Schadstoffe an, die an der Oberfläche angelagert werden. Diese werden mit der natürlichen Nahrung zusammen von Lebewesen aufgenommen. Im Magen-Darm-Trakt lösen sich die hydrophoben Schadstoffe von der Plastikoberfläche und reichern sich im Gewebe der Lebewesen an, wo sie ggf. ihre toxische Wirkung entfalten können. [3, S.23-24]

Erkläre, warum die im Wasser treibenden Plastikpartikel und die Schadstoffe sich anziehen, wie ein Magnet Eisenspäne.

Beide Stoffe sind hydrophob.

Wissenschaftler gehen davon aus, dass von Mikroplastik eine größere Gefahr ausgeht als von Makroplastik. Überlege, aus welchen Gründen diese Vermutung zutreffend sein könnte. Beziehe dabei die folgende Abbildung ein.



Wird ein Makroplastikprodukt in zahlreiche Mikroplastikteilchen zerkleinert, so ist die Gesamtoberfläche der Mikroplastikpartikel deutlich größer als die der Makroplastikpartikel. Dies kann man anhand der Abbildung erkennen: Der große Würfel (=Makroplastik) hat eine

Gesamtoberfläche von 6 cm^3 (bei einer Kantenlänge von 1 cm). Wird dieser Würfel in acht kleine Würfel (=Mikroplastik) zerkleinert, beträgt die Gesamtoberfläche schon 12 cm^3 (bei einer Kantenlänge von 0,5 cm). Zerkleinert man diese erneut (=sehr kleines Mikroplastik), beträgt die Gesamtoberfläche der entstandenen 64 Würfel bereits 24 cm^3 . Dadurch können insgesamt mehr Schadstoffe an der Oberfläche angelagert werden. Zudem können die winzigen Partikel auch von Kleinstorganismen aufgenommen werden und gelangen somit bereits im Anfangsstadium in die Nahrungskette.

Hinweis: Die Oberflächenvergrößerung kann den SuS auch anhand einer kleinen Vorführung näher gebracht werden. Hierzu könnte ein Laib Brot an einer Seite mit Nutella, Marmelade o.Ä. bestrichen werden. Danach wird ein anderer, genauso großer Laib Brot in Scheiben geschnitten und ebenfalls an einer Seite mit dem Belag bestrichen. Anhand der jeweils bestrichenen Fläche können SuS die Oberflächenvergrößerung vom Mikroplastik im Vergleich zum Makroplastik erkennen. Diese Vorführung kann sowohl zu Einleitungs- als auch zu Erklärungs- und Sicherungszwecken verwendet werden.

Robben weisen eine deutlich höhere Schadstoffbelastung im Gewebe auf als z.B. Fische. Finde eine Erklärung dafür.

Robben stehen am Ende der Nahrungskette. Schadstoffe reichern sich in der Nahrungskette an, was man mit Fachbegriff als Bioakkumulation bezeichnet. [9, S.4] Tiere am Ende der Nahrungskette fressen Lebewesen, die bereits selbst eine hohe Schadstoffkonzentration im Körper aufweisen. [9, S.4]

Plastikmüll in den Meeren – Auch eine Gefahr für den Menschen?

Überlege, ob der Plastikmüll in den Weltmeeren auch zur Gefahr für uns Menschen werden kann.

Wie der Fall der fiktiven Familie Larsson aus Grönland zeigt, nehmen wir, Menschen, die Schadstoffe auch mit der Nahrung auf, da diese sich im Gewebe der Lebewesen, die Menschen essen, anreichern. Bei PCB sind die Folgen für den Menschen schon gut erforscht, wodurch der Einsatz dieser Chemikalie auch weltweit verboten wurde. Es gibt allerdings noch viele andere Stoffe, die schädlich auf den menschlichen Organismus wirken. Die Wissenschaftler forschen derzeit intensiv daran, die Folgen für die Menschen in Bezug auf neue Schadstoffe, wie z.B. Bisphenol A, zu erforschen.

Elaborate-Phase

Durch das Mystery und den anschließenden Film haben die SuS die komplexe Dimension des globalen Problems kennengelernt. In den folgenden Unterrichtsstunden wird das Plastik-Problem lokal betrachtet. Dabei arbeiten die SuS gruppenteilig an unterschiedlichen Aspekten zum Thema „Mikroplastik in Kosmetikprodukten“. Die Themen werden mittels einer Folie präsentiert. Für diesen ersten Teil sind insgesamt 4 Unterrichtsstunden eingeplant. Am Ende der Elaborate-Phase wird das Modul im Hinblick auf die RRI-Kriterien reflektiert. Dieser Teil der Elaborate-Phase umfasst zwei Unterrichtsstunden.



Dauer: 6 Unterrichtsstunden (a 45 Minuten)



Benötigtes Material: Experimentiermaterialien, Laptop mit Internetzugang



Teil 1: Gruppenarbeit (lokale Betrachtung des Plastik-Problems)



- 1) Die SuS wählen das Thema nach dem persönlichen Interesse aus. Es sollten sich immer vier Personen pro Gruppe finden.
- 2) Die SuS haben 3 Schulstunden Zeit für die Bearbeitung der Aufgaben und die Vorbereitung einer 5-minütigen Präsentation.
- 3) In der vierten Stunde präsentieren die SuS ihre Ergebnisse. Zu jedem Vortrag bereiten die einzelnen Gruppen drei Fragen vor, die nach dem Vortrag von jedem Schüler beantwortet und anschließend im Plenum besprochen werden. Dies ist dann das Handout zu dem Vortrag.



Gruppe	Thema
1	Produkttestung: In welchen Kosmetikprodukten ist Mikroplastik vorhanden?
2	Mikroplastik in Kosmetik-Produkten: Was tut die Politik?
3	Mikroplastik im Abwasser: Zu klein für die Filteranlagen des Kieler Klärwerks?
4	Sommer, Sonne, Strand und Plastik: Wie stark ist der Sand der Kieler Strände mit Mikroplastik belastet?
5	Sommer, Sonne, Strand und Plastik: Wie stark ist das Wasser der Kieler Förde mit Mikroplastik belastet?
6	Mikroplastik – Gefahr für lokale marine Lebewesen?

Anmerkung: Für die lokale Betrachtung des Problems wurde ein lokaler Drogeriemarkt (Rossmann) sowie ein Antrag an die Bundesregierung Deutschland gewählt. Für die lokale Betrachtung des Problems in anderen Ländern sollten ebenfalls entsprechende Quellen gefunden werden.

Die wissenschaftlichen Ausarbeitungen sind auf Deutsch, da diese sich auf die lokalen Gewässer (Nord- und Ostsee) beziehen. Um einsehen zu können, welche Inhalte aus den wissenschaftlichen Ausarbeitungen für unsere SuS relevant sind, finden Sie im Folgenden eine Kurzzusammenfassung der Inhalte.

Gruppe 1: Produktprobe: In welchen Kosmetikprodukten ist Mikroplastik enthalten?

Isolierung von Mikroplastik aus Kosmetikartikeln [17]

Mikroskopische Gegenstände kann man mit dem bloßen Auge nicht sehen, sondern nur mit einem Mikroskop, einem Binokular oder einer Lupe. Ein 50 µm großes Polyethylen-Kügelchen, das von einem Kaffeefilter aufgefangen wird, ist daher Mikroplastik, während sichtbare Polyacrylfusen Makroplastik sind.

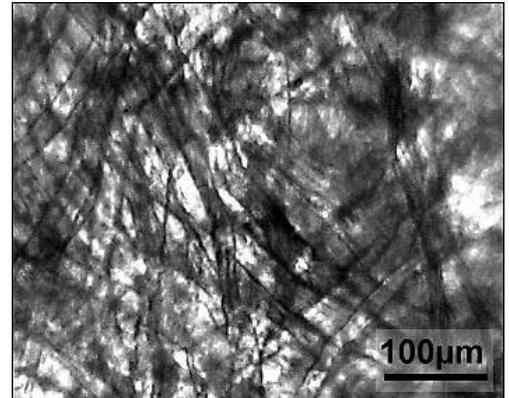
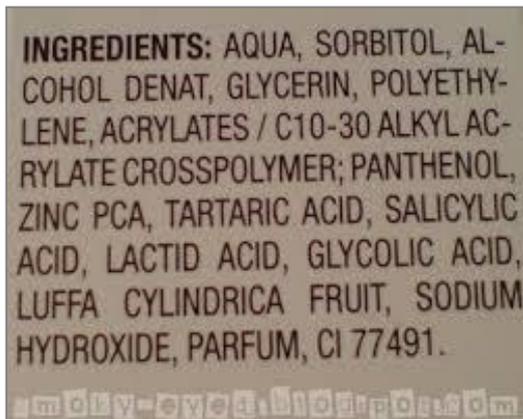


Foto:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Filter> (Aufruf 24.11.2014).

Im Zuge der Überprüfung von Produkten auf Mikroplastik sollen mindestens zwei Produkte (Peeling-Creme, Zahnpasta, Duschgel,...) ausgewählt werden, wobei mindestens eines der Produkte Mikroplastikpartikel enthält und mindestens eines nicht.

Hierfür soll ein erbsengroßes Stück des zu untersuchenden Produkts mit 50 mL Wasser vermischt und durch einen Teefilter⁵ (Porengröße: 10-60 µm) filtriert werden. Parallel dazu soll untersucht werden, ob auf der Verpackungsbeschriftung Hinweise auf Kunststoffbestandteile (z.B. Polyethylen) zu finden sind. Anschließend soll die Analyse des Etiketts mit dem Ergebnis des Versuchs verglichen werden.



Fotos: Klaus Ruppertsberg

Ist in dem untersuchten Produkt Mikroplastik enthalten, so wird auf dem Teefilter ein Belag zurückbleiben, nämlich die Mikroplastikpartikel, die nicht durch die Filterporen hindurch diffundieren können. Ist kein Mikroplastik vorhanden, so sollte die Lösung vollständig und ohne Rückstand durch den Filter hindurch fließen.

⁵ Alternativ kann auch ein Kaffeefilter verwendet werden.

Gruppe 2: Mikroplastik in Kosmetikprodukten: Was macht die Politik?

Antrag: Freisetzung von Mikroplastik beenden (Drucksache 18/3734)

Kurzzusammenfassung des Artikels; der vollständige Artikel kann dem Anhang entnommen werden. [18]

Die Abgeordneten Peter Meiwald, Nicole Maisch, Dr. Valerie Wilms, Annalena Baerbock, Bärbel Höhn, Sylvia Kotting-Uhl, Oliver Krischer, Christian Kühn (Tübingen), Steffi Lemke, Dr. Julia Verlinden, Harald Ebner, Matthias Gastel, Stephan Kühn (Dresden), Friedrich Ostendorff, Markus Tressel und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN richteten sich mit ihrem Antrag „Freisetzung von Mikroplastik beenden“ vom 14.01.2015 an den Deutschen Bundestag. Die deutsche Kosmetikindustrie bringt jährlich etwa 500t Polyethylen-Mikroplastik auf den Markt. Daneben finden auch Mikroplastikpartikel, wie z.B. Polypropylen, Anwendung in der Kosmetikindustrie. Die Mikroplastikpartikel werden in Kosmetik- und Körperpflegeprodukten eingesetzt, um z.B. eine Peelingwirkung zu erzielen. Nach dem Gebrauch gelangen diese über das Abwasser in die Kläranlagen, die dieses nicht vollständig aus dem Abwasser entfernen können. Mit dem geklärten Wasser gelangen die winzigen Plastikpartikel dann in die aquatischen Ökosysteme. Mikroplastik befindet sich nicht nur im geklärten Wasser sondern auch im Klärschlamm, der z.B. genutzt wird, um landwirtschaftliche Nutzflächen zu düngen. Auf diese Weise gelangt das Mikroplastik ebenfalls in die Umwelt. Aktuelle Forschungsergebnisse belegen, dass von Mikroplastik eine große Gefahr ausgeht. So sterben Lebewesen z.B. daran, dass sie Mikroplastik mit ihrer Nahrung verwechseln und dadurch das Hungergefühl ausbleibt. Obwohl diese Gefahren bekannt sind, gibt es immer noch zahlreiche Produkte auf dem Markt, die Mikroplastik enthalten. Gespräche seitens der Bundesregierung mit der betroffenen Branche haben bisher nur wenig Fortschritte gebracht. Kampagnen verschiedener Nicht-Regierungsorganisationen haben einige Hersteller überzeugt auf die Zusetzung von Mikroplastik zu verzichten. Trotzdem sind in zahlreichen Produkten noch Mikroplastikpartikel enthalten. Die Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit sind bisher sehr wenig erforscht. Der Deutsche Bundestag fordert die Bundesregierung auf, dass die Entsorgung von Mikroplastikpartikeln aus Kosmetikprodukten gesichert ist und eine Freisetzung in die Umwelt vollständig unterbunden wird. Zudem soll die Bundesregierung den Ausstieg aus der Verwendung von Mikroplastikpartikeln in Kosmetika und Reinigungsmitteln aktiv unterstützen und die Öffentlichkeit und den Bundestag regelmäßig über den aktuellen Stand der Verhandlungen mit der Wirtschaft informieren. Als letzten Punkt fordern die Abgeordneten der Grünen, dass die Bundesregierung Forschungsaktivitäten rund um die Mikroplastikproblematik intensiviert, um dadurch mehr Daten zu erhalten, wie viel Mikroplastik tatsächlich in der Umwelt enthalten ist und welche Auswirkungen Mikroplastik auf die Umwelt und die Gesundheit der Menschen hat. Auch das Gebiet der Abwassertechnikforschung muss intensiviert werden.

[Artikel wurde gekürzt]

Quelle: <http://dipbt.bundestag.de/doc/btd/18/037/1803734.pdf> (Aufruf: 05.06.2015)

Gruppe 3: Mikroplastik in Klärwasser: Zu klein für die Filteranlagen des Kieler Klärwerks?

Konventionelle Klärwerke sind nicht in der Lage, Mikroplastik vollständig aus dem Abwasser zu entfernen. Mit speziellen Filteranlagen ist dies technisch möglich, jedoch teuer. Aus diesem Grund verfügen nicht viele Klärwerke über eine derartige spezielle Filteranlage.

In Quelle [19] ist ein kurzer Artikel zu finden, der die Studie des Alfred-Wegener-Instituts Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung zusammenfasst. In dieser wurden Filteranlagen in 12 norddeutschen Klärwerken analysiert.

Gruppe 4/5: Sommer, Sonne, Strand und Plastik: Wie stark ist der Sand der Kieler Strände mit Mikroplastik belastet?

Gerd Liebezeit: Makro- und Mikromüll im Niedersächsischen Wattenmeer [20]

Kurzzusammenfassung des Artikels; der vollständige Artikel kann dem Anhang entnommen werden.

Untersuchungen im Niedersächsischen Wattenmeer haben gezeigt, dass dieses sowohl durch Makro- als auch durch Mikroplastik verunreinigt ist. Letzteres konnte sowohl an Stränden als auch im Wasser und in Sedimentproben gefunden werden. Der Makromüll wurde in dem Untersuchungsgebiet über vier Jahre gezählt und dokumentiert. Bei den Zählungen wurden nur Müllteile erfasst, die größer als 20 cm waren.

1) Untersuchung von Strand- und Sedimentproben auf Mikroplastik

Die Wissenschaftler sind folgendermaßen vorgegangen, um zu überprüfen, ob die Strand- und Sedimentproben Mikroplastik enthielten:

- a) Trocknung der Proben und anschließende Aufschwämmung in einer Zinkchloridlösung (Dichte $1,52 \text{ g/cm}^3$)
- b) Da Plastik eine geringere Dichte als Sand besitzt, schwimmen die Plastikteilchen in der Zinkchloridlösung an der Oberfläche.
- c) Trennung des Plastik-Sand-Gemisches mittels eines $0,2 \text{ }\mu\text{m}$ großen Polycarbonatfilters.
- d) Der Filtrerrückstand wurde mit destilliertem Wasser gespült und bei Raumtemperatur getrocknet.

2) Untersuchung von Wasserproben auf Mikroplastik

Die Wissenschaftler sind folgendermaßen vorgegangen, um zu überprüfen, ob die Strand- und Sedimentproben Mikroplastik enthielten:

- a) Entnahme von Wasserproben mit einem Handschöpfer
- b) Filtrierung von 100 ml-Proben über $0,2 \text{ }\mu\text{m}$ Polycarbonat- oder $0,45 \mu\text{m}$ Cellulosenitratfilter
- c) Der Filtrerrückstand wurde mit destilliertem Wasser gespült
- d) Untersuchung des filtrierte Materials mit einem Binokular

[Artikel gekürzt]

Quelle: Liebezeit, Gerd: Makro- und Mikromüll im Niedersächsischen Wattenmeer, IN: WASSER und ABFALL 6/2011, S. 41

Versuchsanleitung: Isolierung von Mikroplastik aus Sedimentproben [17]

Gib etwas trockenen Sand in eine gesättigte Saccharoselösung. Aufgrund der hohen Dichte (ca. 1,3 g/mL) schwimmen nun auch schwerere Plastikteile auf. Pipettiere sie ab und lege sie ohne Deckgläschen auf einen Objektträger. Mikroskopiere mit dem roten Objektiv (kleinste Vergrößerung). In manchen Sandproben findest du gleich beim ersten Versuch Mikroplastik:

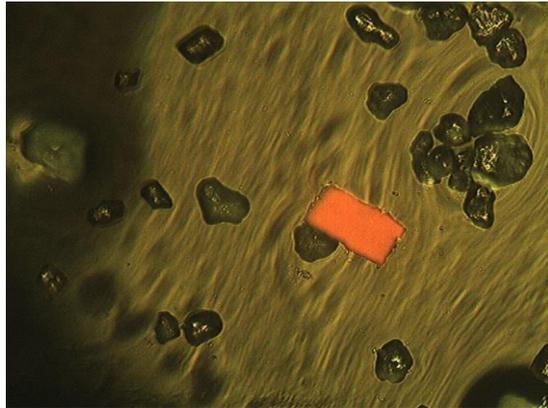


Foto: Klaus Ruppertsberg

Hinweis: Befindet sich die Schule nicht in der Nähe eines marinen Gewässers, so können die Proben auch einem Fluss oder größeren See entnommen werden. Gewässer, in die Klärwerke ihre Abwässer einleiten, sind potentiell gut geeignet, um Mikroplastikpartikel zu finden, da die meisten Klärwerke in Deutschland noch nicht mit Feinstfiltern zum Auffangen der Mikroplastikpartikel ausgestattet sind.

Hinweis: Sollte eine Probennahme aus lokalen Gewässern dennoch ausscheiden, kann folgender Versuch durchgeführt werden: Waschen Sie ein Kleidungsstück aus Fleece-Stoff mit der Hand in klarem Wasser. Dabei lösen sich feinste Fasern, die auch zum Mikroplastik zählen. Filtern Sie das Waschwasser mit einem Kaffee- / Tee-Filter ab und untersuchen Sie den Rückstand unter einem Binokular. Diskutieren Sie dann die alltägliche Nutzung von Fleece-Textilien im Hinblick auf die beschränkten Filtermöglichkeiten der Klärwerke und den daraus resultierenden Einfluss auf Gewässer und Ozeane. Dieser Versuch kann auch als Ergänzung zur Untersuchung mariner Proben durchgeführt werden.

Gruppe 6: Mikroplastik – Gefahr für marine Lebewesen?

Patricia Holm, Gerhard Schulz, Kiriaki Athanasopulu: Mikroplastik – ein unsichtbarer Störenfried [7]

Kurzzusammenfassung des Artikels; der vollständige Artikel kann dem Anhang entnommen werden. [7, S. 31]

In dem Artikel werden unter anderem die Auswirkungen von Mikroplastik auf die aquatischen Lebewesen beschrieben. Es ist bekannt, dass zahlreiche marine Lebewesen, wie z.B. Plankton fressende Tiere, Schildkröten oder Meeressäuger Mikroplastik aufnehmen und dadurch auf unterschiedlichste Weise geschädigt werden können. Sofern das Mikroplastik scharfe Kanten aufweist, können z.B. die empfindlichen Schleimhäute des Magen-Darm-Trakts geschädigt werden. Die Lebewesen können das aufgenommene Mikroplastik nicht verdauen, so dass dieses sich im Magen-Darm-Trakt anreichert. Als Folge können die Tiere trotz vollen Magens verhungern, da sie nicht mehr genug Nahrung aufnehmen können. Eine weitere Gefahr geht von den Giftstoffen aus, die an der Oberfläche von Mikroplastik angelagert sind. Diese lösen sich im Magen-Darm-Trakt der Lebewesen ab und werden in das Gewebe aufgenommen, wo sie ihre toxische Wirkung entfalten können.

[Artikel gekürzt]

Quelle: Holm, Patricia, Schulz, Gerhard, Athanasopulu, Kiriaki: Micro plastic – an invisible troublemaker. IN: Focus on micro plastic, DOI: 10.1002/ biuz.201310497, p. 31.



Teil 2: Reflektion des Moduls im Hinblick auf die RRI-Kriterien

Eine zentrale Anforderung an das Modul ist es, die sechs RRI-Kriterien: Engagement, Gender Equality, Science Education, Ethics, Open Access, Governance in das Modul zu integrieren. In der fünften und sechsten Unterrichtsstunde der Elaborate-Phase werden die RRI-Kriterien im gemeinsamen Gespräch thematisiert.



Dauer: 2 Unterrichtsstunden (a 45 Minuten)

Anmerkungen zum Ablauf der Unterrichtsstunden



- 1 Soll Mikroplastik in Kosmetikprodukten verboten werden?
Die Frage wird aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet (Politik- **„Engagement“** Gruppe (Grüne) / Forscher / Industrie / Bürger). Dazu werden den SuS verschiedene Rollen zugeteilt, aus deren Perspektive sie diskutieren sollen.
Damit die SuS fachlich fundiert argumentieren können, benötigen alle **„Science Education“** das notwendige Grundwissen zur Plastikproblematik in den Weltmeeren. Dieses erwerben die SuS in der Explore- und Elaborate-Phase.

- 2 Soll Mikroplastik in Kosmetikprodukten verboten werden?
Diese Frage wurde auch in einem fiktiven Internetforum diskutiert. An **„Ethics“** die Beiträge der drei Mädchen sollte eine ethische Diskussion zu diesem Thema anschließen.

- 3 Es besteht keine Notwendigkeit, Mikroplastik in Kosmetikprodukten einzusetzen, da es alternative Stoffe gibt, die ebenfalls eine Peelingwirkung erzielen. Daher richteten sich die Grünen mit ihrem Antrag **„Governance“** „Freisetzung von Mikroplastik beenden“ vom 14.01.2015 an den Deutschen Bundestag. In dem Schreiben fordert der Deutsche Bundestag die Bundesregierung u.a. dazu auf, den Ausstieg aus der Verwendung von Mikroplastikpartikeln in Kosmetika und Reinigungsmitteln aktiv zu unterstützen. An diesem Beispiel kann man nachvollziehen, welche Stellung die Politik hat und wie und ob solche Forderungen tatsächlich umgesetzt werden.

- 4** Die SuS haben weitere RRI-Kriterien schon in der Unterrichtseinheit kennengelernt, ohne dies zu wissen. Diese werden nun benannt und diskutiert:
- Eine Schülergruppe konnte ein Paper im Internet nicht bekommen, ohne „Open Access“ dafür zu bezahlen. Dies bietet die Grundlage, um über den öffentlichen Zugang von Forschungsergebnissen zu diskutieren.
- Die SuS nennen ihre Beobachtungen aus dem Film (Anzahl der „Gender männlichen und weiblichen Wissenschaftler). Warum ist das Verhältnis **Equality**“ so unterschiedlich? Diese Frage wird gemeinsam diskutiert.

Ethische Diskussion

	<p>Frieda (16) vor 8h</p> <p>...Ich finde es unmöglich, dass Mikroplastik in Kosmetikprodukten eingesetzt wird. Es gibt eine ganze Reihe an alternativen Peeling-Stoffen, die allerdings deutlich teurer sind. Es ist bisher kaum erforscht, welche Auswirkungen Mikroplastik auf Lebewesen hat und trotzdem verunreinigen wir die Meere immer weiter mit diesen winzigen Plastikteilchen...unglaublich!!...</p>
	<p>Anna (17) vor 8h</p> <p>2min.</p> <p>...Ich benutze jeden Tag Peeling-Produkte, um meine Haut zu reinigen. Das Problematische sind doch nicht die Kosmetikprodukte selbst, sondern die Kläranlagen, die kein Mikroplastik herausfiltern können. Es ist also nicht meine Schuld. Ich werde weiterhin diese Produkte kaufen, da sich meine Haut, seitdem ich die Produkte nutze, viel besser anfühlt...</p>
	<p>Frieda (16) vor 8h</p> <p>4min.</p> <p>...Es gibt auch Peeling-Produkte ohne Mikroplastik! Du hast dann genau den gleichen Effekt für deine Haut und tust etwas Gutes für die Umwelt...</p>

	<p>Lisa (17) vor 9h 1min.</p> <p>...Diese Produkte sind deutlich teurer. So viel Geld habe ich nicht. Außerdem kann Mikroplastik ja gar nicht gefährlich für Tiere sein, da es ja auch für uns unproblematisch ist...</p>
---	---

Exchange-Phase

Um auch andere SuS sowie Eltern und Lehrer für das Thema „Plastikproblematik in den Weltmeeren“ zu sensibilisieren, entwickeln die SuS eine Ausstellung zu diesem Themengebiet. Die Vorbereitung einer derartigen Ausstellung ist zeitintensiv und aufwendig, dennoch sehr lohnenswert. Dabei setzen sich die einzelnen Gruppen nochmals intensiver mit dem erlangten Fachwissen auseinander. Durch diese detaillierte Beschäftigung mit den Themeninhalten und aufgrund des Informationsaustauschs während der Ausstellung wird das erlernte Wissen gefestigt. Unter anderem werden bei einem Gespräch mit weiteren Personen neue Sichtweisen eröffnet und fächerübergreifende Verknüpfungen geschlossen. Zudem sind die SuS durch den verhältnismäßig geringen Platz, den eine Ausstellung bietet, gezwungen, ihre zu präsentierenden Inhalte auf kurze und sehr klare Aussagen zu reduzieren. Des Weiteren werden die SuS im Rahmen der Vorbereitung ihre bislang aufgestellten Argumente und recherchierten Fakten einer weiteren gründlichen, selbstkritischen Analyse unterziehen, da sie bei einer öffentlichen Präsentation keine Fehler riskieren wollen. Bei „Plastik im Meer“ handelt es sich um ein sehr wichtiges Thema, zu dem jeder Mensch beiträgt. Je detaillierter und ausgiebiger die SuS mit den Inhalten konfrontiert werden und je gründlicher sie sich mit diesen auseinandersetzen, umso höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie sich mit den Grundgedanken identifizieren und in Zukunft einen positiven Beitrag zur Lösung des Problems leisten werden.

Allerdings arbeiten Lehrkräfte nicht nur an dem fachlichen Wissenszuwachs, sondern ebenso an der sozialen und ethischen Entwicklung ihrer SuS, welche vor allem durch persönliche Erfahrungen mit realistischen Problemen gefördert werden kann. Bei der Vorbereitung einer derartigen Ausstellung werden die SuS auch mit Dingen konfrontiert, die im Alltag und in der heutigen Gesellschaft unverzichtbar sind. Für die Ausstellung bedarf es einer detaillierten und gründlich durchdachten Planung, denn die Ausstellung muss schnell, einfach und kostengünstig aufzubauen sein und die vorgestellten Inhalte müssen für alle Besucher nachvollziehbar und zugänglich gemacht werden. Hierfür ist neben der gut ausgeprägten Problemlösekompetenz ein hohes Maß an Kreativität und Offenheit für neue Ideen und Gedanken notwendig, um die Präsentation immer weiter optimieren und perfektionieren zu können. Durch die Gruppenarbeit bedingt, ist bei den SuS nicht nur eine hohe Kompromissbereitschaft nötig, sondern auch Durchsetzungsvermögen und eine überzeugende Argumentationskompetenz. Des Weiteren sind aufgrund des Arbeitsumfangs die einzelnen SuS aufeinander angewiesen, wobei die Kommunikations- und Kooperationskompetenz sowie Teamfähigkeit, Führungskompetenz, Flexibilität, Frustrationstoleranz, Stressresistenz und Ausdauer trainiert werden. Da die SuS die Ausstellung selbstständig ausarbeiten sollen, bringt diese Aufgabe eine sehr hohe Selbstverantwortung mit sich.

Nicht zuletzt wird durch eine derartige Ausstellung die Schule selbst in der Gesellschaft repräsentiert. Je wichtiger das angesprochene Thema ist und informativer, tiefgreifender und beeindruckender die Ausstellung ist, umso positiver ist das Bild der Schule in der Öffentlichkeit. Genauere Angaben zur Planung und zum Aufbau der Ausstellung finden Sie unter folgender Internetadresse: <http://www.exponeer.de/index.php/de/>

Evaluate-Phase

In dieser Phase wird das Fachwissen der SuS mittels eines Tests überprüft. Dieser umfasst sowohl Fragen zu der globalen als auch der lokalen Betrachtung des Problems.

Ein derartiger Test soll dazu dienen, dass sich die SuS nochmals gründlich und ausgiebig mit der Thematik der vollzogenen Unterrichtseinheit beschäftigen. Außerdem stellt er eine Sicherung der gelernten Inhalte dar und überprüft gleichzeitig, ob alle SuS tatsächlich die intendierten Erkenntnisse den Unterrichtsstunden entnommen haben. Zudem zeigt sich, ob einige SuS sich während der Gruppenarbeit, Ausarbeitung und Durchführung der Ausstellung zurückgezogen haben und ihnen dadurch wichtige Lerninhalte entgangen sind. Nicht zuletzt dient der Test als Reflexionsmittel, auf SuS-Seite mit dem Focus inwieweit die Inhalte aufgenommen, verstanden und das erlangte Wissen nutzbar gemacht wurde, und auf Lehrerseite mit der Fragestellung, inwieweit der Lernstoff schülergerecht und didaktisch sinnvoll aufbereitet wurde.

4

Quellen

Quellen

- [1] <http://worldoceanreview.com/wor-1/verschmutzung/muell/> (Aufruf: 08.06.2015).
- [2] Litz, C.: Alles ist drin. IN: fluter. Herbst 2014/Nr.52.
- [3] Lenz, M.: Plastikmüll im Meer. IN: Ga&S, Heft 210/36, Jahrgang 2014.
- [4] Ludwig, J.: Breaking mad. IN: fluter. Herbst 2014/Nr.52.
- [5] <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3782.pdf> (Aufruf: 08.06.2015).
- [6] http://www.plasticseurope.org/documents/document/20131018104201-plastics_the_facts_2013.pdf (Aufruf: 31.01.2015).
- [7] Holm, P, Schulz, G. Athanasopulu, K.: Mikroplastik- Ein unsichtbarer Störenfried. In: Biologie in unserer Zeit 1/2013 (43).
- [8] <http://www.plasticseurope.de/informationszentrum/publikationen.aspx?tag=11178> (Aufruf: 31.01.2015).
- [9] http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_53_polychlorierte_biphenyle_pcb.pdf Aufruf: 5.2.2015).
- [10] http://www.deutschlandradiokultur.de/der-plastikstrand-von-hawaii.979.de.html?dram:article_id=152797 (Aufruf: 8.6.2015).
- [11] http://de.wikipedia.org/wiki/Polychlorierte_Biphenyle (Aufruf: 03.02.2015).
- [12] <http://worldoceanreview.com/wor-1/verschmutzung/organische-schadstoffe/> (Aufruf: 31.01.2015).
- [13] AMAP: The Arctic Dilemma (2002): Indigenous peoples of the Arctic, diet and long-range transport of contaminants, <https://vimeo.com/55622467> (Aufruf: 31.01.2015).
- [14] <http://www.hug-technik.com/inhalt/ta/kunststoff.html> (Aufruf: 06.06.2015).
- [15] http://pixabay.com/p-146505/?no_redirect (Aufruf: 16.06.2015).
- [16] https://de.wikipedia.org/wiki/Plastikm%C3%BCll_in_den_Ozeanen (Aufruf: 08.06.2015).

[17] Ruppertsberg, K., Bethke, Ch., Weber, K., Kampschulte, L. (2015), Übersicht zu allen Versuchen für das Unterrichtsmodul: irresistible - Meeresforschung (Download) <http://www.ipn.uni-kiel.de/de/forschung/projekte/irresistible/Plastikmuell-im-Meer-Experimente.pdf> (Aufruf: 21.06.2015).

[18] <http://dipbt.bundestag.de/doc/btd/18/037/1803734.pdf> (Aufruf: 05.06.2015).

[19] <http://www.rwlwater.com/wastewater-treatment-does-not-fully-remove-microplastics/> (Aufruf: 16.07.2015).

[20] Liebezeit, G.: Makro- und Mikromüll im Niedersächsischen Wattenmeer, In: WASSER und ABFALL 6/[tp://commons.wikimedia.org/wiki/File:PCB_structure_general.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:PCB_structure_general.svg) (Aufruf: 8.06.2015).

[22] <http://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/chemische-stoffe/weichmacher> (Aufruf: 08.06.2015).

[23]: <http://netexperimente.de/chemie/112.html> (Aufruf: 29.07.2015).

Weiterführendes Material zu dem Thema finden Sie unter folgenden Quellen:

World Ocean Review – Mit den Meeren leben: In dieser vier-bändigen Publikation werden einzelne marine Prozesse – unter anderem die Fischerei und marine Rohstoffe – aufgegriffen, deren Wandel beschrieben und dieser im Hinblick auf menschliche Eingriffe in das marine System betrachtet. (Aufruf: 11.05.2016).

<http://worldoceanreview.com/wor-1/>

<http://worldoceanreview.com/wor-2/>

<http://worldoceanreview.com/wor-3-uebersicht/>

<http://worldoceanreview.com/wor-4-uebersicht/>

Das Schulbuch „Abenteuer Weltmeere“ beleuchtet den Ozean, seine Lebenswelt und die Rolle für den Klimawandel aus unterschiedlichen Perspektiven und nimmt die SuS mit auf eine spannende und vielseitige Forschungsreise.

Krastel, S. et al. (2011): Abenteuer Weltmeere. 1. Auflage, 1. Druck. Berlin: Cornelsen Verlag.

Das Thema „Plastik im Meer“ wird hier in einen größeren Zusammenhang integriert und zudem im Hinblick auf die mit der Verschmutzung der Umwelt zusammenhängende Sedimentveränderung hin analysiert.

<http://www.bbc.com/news/science-environment-35259194> (Aufruf: 11.05.2016).

Ebenso wurden Mikroplastikpartikel in diversen Binnengewässern gefunden, wie dies die Studie „Mikroplastik im Auslauf von Klärwerken“ zeigt. Dieser Thematik sind diverse Zeitungsbeiträge gewidmet. (Aufruf: 11.05.2016)

Münchener Merkur:

<http://www.merkur.de/welt/studie-mikroplastik-auslauf-klaanlagen-zr-4300074.html>.

<http://www.merkur.de/bayern/plastik-problem-bayerischen-seen-gefaehrlich-4823878.html>.

<http://www.merkur.de/leben/gesundheit/verbraucherschutz-warnen-umweltschaedlichem-mikroplastik-zr-3407810.html>.

NWZonline:

http://www.nwzonline.de/wirtschaft/weser-ems/mikroplastik-bleibt-im-abwasser_a_19,0,3384449145.html

Hamburger Abendblatt:

<http://www.abendblatt.de/region/schleswig-holstein/article133821768/Studie-weist-Mikroplastik-im-Auslauf-von-Klaeranlagen-nach.html>

Abschlussbericht: Mikroplastik in ausgewählten Kläranlagen des Oldenburgisch-Ostfriesischen Wasserverbandes in Niedersachsen – Probenanalyse mittels Mikro-FTIR Spektroskopie. (2014): http://www.dwa-bayern.de/tl_files/_media/content/PDFs/LV_Bayern/Abschlussbericht_Mikroplastik_in_Klaeranlagen-3.pdf.

Themenheft Leben und Meer – Unterricht Biologie zum Thema „Plastik im Ozean“:

Schöps, K., Hansen, S. & Knickmeier, K. (2013): Der Plastik Ozean. Unterricht Biologie - Leben & Meer, Heft 384.

Bachelorarbeit über Konzeption einer Ausstellung zum Thema „Plastikmüll im Meer“:

Thielisch, Anna (2013): „Plastikmüll im Meer – Eine didaktische Inszenierung für die Kieler Forschungswerkstatt, Bachelorarbeit im Zweifach-Bachelor-Studiengang, Fach Geografie des Geografischen Instituts der CAU.

5

Anhang

Anhang

Unterrichtseinheit „Plastik – Fluch der Meere“

Übersicht für Lehrkräfte

Dieser Bogen soll einen knappen zusammenfassenden Guide für Lehrkräfte zur Unterrichtseinheit „Plastik – Fluch der Meere“ darstellen. Hier können zu jedem übergeordneten Themengebiet noch offen gebliebene und weiterführende Schülerfragen notiert werden, welche im Rahmen der folgenden Stundenvorbereitung berücksichtigt werden sollen. Zudem sind zu Erinnerungszwecken die jeweils benötigten Materialien vermerkt.

□ Plastik im Alltag

Benötigtes Material: Arbeitsbögen

Offen gebliebene Schülerfragen:

Weiterführende / resultierende Schülerfragen:

Plastikmüll im Meer

□ Engage-Phase: Zusammenfassung der Auswirkungen von Plastik im marinen System

Benötigtes Material: PowerPoint Präsentation (Diashow)

Arbeitsbögen

Offen gebliebene Schülerfragen:

Weiterführende / resultierende Schülerfragen:

□ Explore-Phase: Zersetzung von Plastik

Benötigtes Material: Umschlag mit Kärtchen und Arbeitsauftrag für die Mystery-Methode

Arbeitsbögen

Film „Fluch der Meere – Plastik“ (M. Mönch, F. Hottenbacher)

Offen gebliebene Schülerfragen:

Weiterführende / resultierende Schülerfragen:

□ **Explain-Phase: Eigenschaften, Eintrag und Gefahr von Mikroplastik**

Benötigtes Material: Arbeitsbögen

Offen gebliebene Schülerfragen:

Weiterführende / resultierende Schülerfragen:

□ **Elaborate-Phase: Gruppenarbeit – Verbreitung des Mikroplastiks**

Benötigtes Material: Experimentierset 1

Experimentierset 2

Text „Mikroplastik in Kosmetikprodukten: Was macht die Politik?“

Text „Mikroplastik in Klärwerken: Zu klein für die Filteranlagen des Kieler Klärwerks?“ (siehe zusätzlich Quelle 19)

Text „Mikroplastik – Gefahr für marine Lebewesen?“

Laptop mit Internetzugang

Offen gebliebene Schülerfragen:

Weiterführende / resultierende Schülerfragen:

□ **RRI-Aspekte**

Offen gebliebene Schülerfragen:

Weiterführende / resultierende Schülerfragen:

□ **Exchange: Ausstellungsbau**

Benötigtes Material: Ausstellungsmaterialien

Offen gebliebene Schülerfragen:

Weiterführende / resultierende Schülerfragen:

□ **Evaluate: Leistungsüberprüfung**

Benötigtes Material: Test

Offen gebliebene Schülerfragen:

Weiterführende / resultierende Schülerfragen:

Unterrichtseinheit „Plastik – Fluch der Meere“

Übersicht für Schülerinnen und Schüler

□ Plastik im Alltag

Reflektierende Zusammenfassung:

Offen gebliebene Fragen:

Weiterführende / resultierende Fragen:

Plastikmüll im Meer

- **Engage-Phase: Zusammenfassung der Auswirkungen von Plastik im marinen System**

Reflektierende Zusammenfassung:

Offen gebliebene Fragen:

Weiterführende / resultierende Fragen:

□ **Explore-Phase: Zersetzung von Plastik**

Reflektierende Zusammenfassung:

Offen gebliebene Fragen:

Weiterführende / resultierende Fragen:

□ **Explain-Phase: Eigenschaften, Eintrag und Gefahr von Mikroplastik**

Reflektierende Zusammenfassung:

Offen gebliebene Fragen:

Weiterführende / resultierende Fragen:

□ **Elaborate-Phase: Gruppenarbeit – Verbreitung des Mikroplastiks**

Reflektierende Zusammenfassung:

Offen gebliebene Fragen:

Weiterführende / resultierende Fragen:

□ **RRI-Aspekte**

Reflektierende Zusammenfassung:

Offen gebliebene Fragen:

Weiterführende / resultierende Fragen:

□ **Exchange-Phase: Ausstellungsbau**

Reflektierende Zusammenfassung:

Offen gebliebene Fragen:

Weiterführende / resultierende Fragen:

□ **Evaluate-Phase: Leistungsüberprüfung**

Offen gebliebene Fragen:

Weiterführende / resultierende Fragen:

Anleitung

Unterrichtsmethode: Mystery

Vorbereitung: Zur Durchführung der Unterrichtsmethode „Mystery“ sollten die SuS in Dreier- / Vierergruppen arbeiten. Für jede Gruppe sollte ein Briefumschlag mit dem Arbeitsauftrag und den Mystery-Kärtchen vorbereitet werden.⁶

1. Die Mystery-Frage (*hier: „Ist die Gesundheit von Familie Larsson auf Grönland gefährdet, weil wir Menschen seit Jahrzehnten den Plastikmüll in die Meere entsorgen?“*) wird an der Tafel präsentiert. Die SuS äußern Vermutungen (*hier: zu dem Zusammenhang zwischen dem Plastikmüll im Meer und der Gesundheit von Familie Larsson auf Grönland*).
2. Die Lerngruppe wird in Dreier-/Vierergruppen aufgeteilt. Jede Gruppe erhält einen Briefumschlag mit den Mystery-Kärtchen und dem Arbeitsauftrag.
3. Die Kärtchen sind innerhalb der Gruppe unter den SuS aufzuteilen (*hier: 4-6 Kärtchen pro Schüler*). Jeder Schüler erarbeitet sich anhand seiner Textkarten die Inhalte und stellt diese seinen Gruppenmitgliedern in Form einer Kurzpräsentation dar.
4. Die Gruppen entscheiden anschließend gemeinsam, welche Karten für die Aufklärung des Mysterys sinnvoll und wichtig sind.
5. Basierend auf den gemeinsam ausgewählten Karteninhalten erstellt jede Gruppe ein Flussdiagramm⁷, welches einen Überblick über die Prozesse im Ozean gibt. Dieses soll auf einem Plakat dargestellt werden.
6. Anschließend erfolgt anhand der Unterrichtsmethode „Schaufensterbummel“ die Sichtung aller Gruppenarbeiten. Die SuS sollen dabei auf den einzelnen Plakaten die fehlenden Informationen mit einem Bleistift ergänzen.
7. Zum Abschluss präsentiert eine Gruppe die vervollständigte Lösung im Plenum.

⁶ **Hinweis:** Es ist ratsam, die Kärtchen auszuschneiden und zu laminieren, um diese mehrmals verwenden zu können.

⁷ **Hinweis:** Sollte den SuS nicht bekannt sein, was ein Flussdiagramm ist, muss dieses kurz an der Tafel erklärt werden.

Experiment 1: Untersuchung diverser Kosmetikprodukte auf Mikroplastik-Bestandteile

Versuchsmaterialien:

2 100-ml-Bechergläser

Trichter

Filterpapier (Tee-, Kaffee- oder Laborfilter)

Kosmetikprodukte (*mindestens eines mit Mikroplastik und mindestens eines ohne*): z.B. Peeling-Creme, Zahnpasta, Duschgel, Shampoo, ... (siehe Tabelle 1 und Abbildung 1)

50 ml Wasser pro Kosmetikprodukt



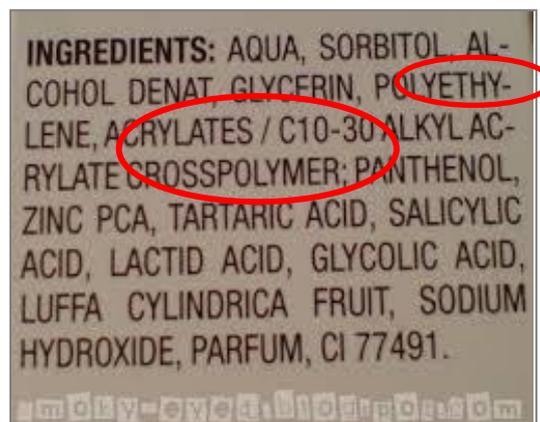
Versuchsdurchführung:

1. Vermische eine erbsengroße Menge des zu untersuchenden Produkts mit 50 ml Wasser in einem Becherglas.
2. Filtriere dann die entstandene inhomogene Lösung durch einen Tee- oder Kaffeefilter (Porengröße: 10-60 μm)⁸, wobei du das Filtrat mit dem anderen Becherglas auffängst.
3. Untersuche die Verpackungsbeschriftung auf Kunststoffbestandteile (z.B. Polyethylen). Vergleiche anschließend das Etikett mit dem entsprechenden Ergebnis des Versuchs.

⁸ **Hinweis:** Alternativ können auch Laborfilter mit der Porengröße von 100 μm verwendet werden. Diese sind etwas stabiler und verleihen zudem dem Experiment einen professionelleren Charakter. Erworben werden können diese in gewünschter Länge im Handel – z.B. bei Hydro-Bios (<http://www.hydrobios.de/>) – zu einem Preis von etwa 90 Euro pro m^2 .

Tabelle 1: Häufigste Kunststoffe in Kosmetika ⁹.

Kunststoff	Abkürzung
Polyethylen	PE
Polypropylen	PP
Polyethylenterephthalat	PET
Nylon-12	Nylon-12
Nylon-6	Nylon-6
Polyurethan	PUR
Ethylen-Vinylacetat-Copolymere	EVA
Acrylates Copolymer	AC
Acrylates Crosspolymer	ACS
Polyquaternium-7	P-7

**Abb. 1:** Verpackungsbeschriftung einer Peeling-Creme (Foto: Ruppertsberg, K.).

⁹ Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (2016), Mikroplastik – Die unsichtbare Gefahr: Der BUND-Einkaufsratgeber.
http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/pdfs/meere/131119_bund_meeresschutz_mikroplastik_produkliste.pdf (Aufruf: 22.05.2016)

Experiment 2: Untersuchung mariner Proben auf Mikroplastik

Teil 1: Untersuchung von Strand- und Sedimentproben auf Mikroplastik

Was liegt unter meinem Strandlaken?

Versuchsmaterialien:

- 10 100-ml-Bechergläser
- Tropfpipette
- 5 Uhrgläser
- Trichter
- 5 Polycarbonatfilter (Porengröße: 0,2 μm)
- 50 g Strand- und / oder Sedimentprobe
- 325 g Zucker
- 500 ml Wasser



Versuchsdurchführung:

1. Um ein möglichst realitätsnahes Ergebnis erhalten zu können, sollten 5 Proben angesetzt werden, wobei jede Probe aus 10 g Sand und / oder Sediment besteht. Trockne hierzu zunächst die Proben in jeweils einem Becherglas.

2. Stelle währenddessen eine gesättigte Zucker-Lösung her, indem du pro Probe jeweils 65 g Zucker vollständig in 100 ml Wasser löst. Diese erstellte Lösung weist eine Dichte von $1,33 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ auf.

Hinweis: Es können ebenso andere Lösungen verwendet werden, welche eine höhere Dichte aufweisen, wodurch mehr Plastikpartikel in die flüssige Phase übergehen (siehe Tabelle 1). Eine gesättigte Natriumthiosulfat-Lösung (75 g Natriumthiosulfat-Pentahydrat in 100 ml Wasser) hat eine Dichte von $1,4 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ und eine gesättigte Zinkchlorid-Lösung (700 g Zinkchlorid in 100 ml Wasser) besitzt eine Dichte von $1,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

Hinweis: Die gesättigten Lösungen sollten bereits **vor** der Unterrichtsstunde unter Verwendung eines Magnetrührers und Rührfisches hergestellt werden, da deren Anfertigung bis zu einer Stunde dauern kann.

3. Schwemme nun jede Probe jeweils in 100 ml der angesetzten gesättigten Lösung auf. Da Plastik eine geringere Dichte als Sand besitzt, schwimmen die Plastikteilchen in der hinzugefügten Lösung an der Oberfläche (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Dichte einiger Kunststoffarten ^{10, 11}.

Material	Dichte in $\frac{g}{cm^3}$
Polystyrol (aufgeschäumt)	ca. 0,1
Polyethylen	0,92 – 0,964
Polypropylen	0,9 – 1,0
Polystyrol (ungeschäumt)	1,05
Gummischlauch (Labor)	1,07
Polycarbonat	1,0 – 1,2
Weich-PVC	1,2
Hart-PVC	1,4
Sand / Sediment	1,5 – 1,62

4. Entnimm die sich oberhalb der Sandschicht befindende flüssige Phase mithilfe einer Pipette aus dem Becherglas. Filtriere diese unter Verwendung eines Trichters sowie eines Polycarbonatfilters und fange das Filtrat mit einem weiteren Becherglas auf.

5. Spüle danach den Filterkuchen mit destilliertem Wasser ab und trockne diesen bei Raumtemperatur auf einem Uhrglas.

6. Untersuche anschließend den Rückstand mithilfe eines Binokulars.

Hinweis: Bei der Untersuchung des Rückstandes sind die einzelnen Komponenten genau zu betrachten und zwischen Plastikpartikeln und anderweitigen Teilchen, wie etwa Holz oder Muscheln, zu unterscheiden.

¹⁰ Tabelle verändert nach: Brückmann, J. et al. (2012), Kunststoffe im Unterricht, München, S. 151.

¹¹ <http://wiki.polymerservice-merseburg.de/index.php/Dichte> (Aufruf: 22.05.2016).

Teil 2: Untersuchung von Wasserproben auf Mikroplastik

Was schwimmt neben mir im Wasser?

Versuchsmaterialien:

5 250-ml-Becherglas

5 Uhrgläser

Trichter

5 Polycarbonatfilter (Porengröße: 0,2 μm) oder
Cellulosenitratfilter (Porengröße: 0,45 μm)

500 ml Wasserproben



Versuchsdurchführung:

1. Um ein möglichst realitätsnahes Ergebnis erhalten zu können, sollten 5 Proben angesetzt werden, wobei jede Probe aus 100 ml Wasser aus dem zu untersuchenden Gewässer besteht.
2. Filtriere die Probe unter Verwendung eines Trichters und eines Polycarbonat- oder Cellulosenitratfilters, wobei du das Filtrat mit einem Becherglas auffängst.
3. Spüle den Filterkuchen mit destilliertem Wasser ab und trockne diesen bei Raumtemperatur auf einem Uhrglas.
4. Untersuche anschließend den Rückstand mithilfe eines Binokulars.

Hinweis: Bei der Untersuchung des Rückstandes sind die einzelnen Komponenten genau zu betrachten und zwischen Plastikpartikeln und anderweitigen Teilchen, wie etwa Holz oder Muscheln, zu unterscheiden.