

Sehr geehrte Lehrerinnen und Lehrer, liebe/r Nutzer/in des „Müllkoffer“-Lehrmaterials,



wir freuen uns sehr, dass Sie sich das Lehr- und Experimentiermaterial des „Müllkoffers“ heruntergeladen haben, um damit Ihren Unterricht zu gestalten! Bevor Sie starten, möchten wir Ihnen noch ein paar einleitende Hinweise mit an die Hand geben:

Das Lehrangebot „Müllkoffer“ widmet sich der Aufklärung von Kindern und Jugendlichen über die Plastikproblematik im Meer, um einen nachhaltigen Umgang mit dieser Thematik zu fördern. Dabei soll Plastik nicht verteufelt werden! Es ist ein genialer Wertstoff, der in vielerlei Hinsicht zu unserem modernen Lebensstandard beiträgt. Dennoch ist die Verschmutzung unserer Umwelt mit Müll, insbesondere mit Plastik, ein wachsendes Problem unserer Zeit und mit vielen weiteren Aspekten wie z.B. unserem generellen Verhältnis zur Natur oder unserem Kauf- und Konsumverhalten verbunden. Die Kinder und Jugendlichen sollen nach der Bearbeitung der Aufgaben und Experimente besser informiert sein, und die Erkenntnis gewinnen, dass ihr Handeln als Konsument und Mitbürger einen Einfluss hat und etwas bewirken kann.

Um das nötige Hintergrundwissen zur Plastikproblematik und mögliche Lösungsansätze zu vermitteln, steht Ihnen die Aufgaben- und Experimentsammlung zur Verfügung. Diese ist in fünf große Module eingeteilt:

1. **Was ist Plastik?** - Eine Einführung zu den chemischen Eigenschaften von Kunststoffen und unserem Gebrauch von Plastik im Alltag
2. **Wie gelangt das Plastik ins Meer?** - Die Verfolgung von Kunststoffen in unserem Abfallverwertungssystem und mögliche Quellen sowie Eintragspfade in die Meere
3. **Was geschieht mit Plastik im Meer?** - Die Entstehung von Mikroplastik und die allgemeinen Folgen der Plastikverschmutzung für marine Lebewesen
4. **Was machen wir gegen das Plastik im Meer?** - Das Erarbeiten und Abwägen von verschiedenen Lösungsstrategien
5. **Plastik in der Umwelt: Was? Wie? Warum?** - Eine Gesamtübersicht zu den Hintergründen und Folgen von Plastikmüll sowie möglichen Lösungsstrategien

Die Module 1-4 können sowohl aufeinander aufbauend, als auch einzeln und unabhängig voneinander bearbeitet werden. Das Gleiche gilt für alle Aufgabenblätter sowie die Experimente. Modul 5 umfasst die Kernaspekte der Module 1-4 und vermittelt somit einen grundlegenden Überblick über die Thematik. Je nach Gestaltung, eignet sich das Material für die Klassenstufen 4-10.

Die Experimente sind jeweils mit dem Piktogramm des entsprechenden Moduls gekennzeichnet, in dessen Kontext die Bearbeitung besonders sinnvoll ist. Da Modul 5 das Thema in Gänze betrachtet, sind alle Experimente passend. Im Zusatzmaterial finden Sie neben den Lösungen und Erläuterungen für die Arbeitsblätter außerdem noch weitere Anregungen für Aktivitäten (Ausflüge, Spiele, Film) in der Klasse, die sich um das Thema Plastik drehen.

Bitte beachten Sie bzgl. der Experimentsammlung die Hinweise zum Download des Lehr- und Experimentiermaterials ohne Ausleihe des Müllkoffers.

Wir wünschen Ihnen sowie den Schülerinnen und Schülern viel Spaß und Freude am Lernen mit dem „Müllkoffer“-Lehrmaterial!

Das Müllkoffer-Team

Modul 1



Projekt „Müllkoffer“, 2020

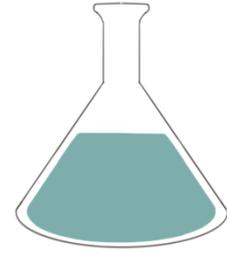
Diese im „Müllkoffer“ befindliche Lehrmaterialien (erstellt von: Mayra Lenz, Rosanna Schöneich-Argent) sind Open Educational Resources (OER) unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0.

Lizenzbedingungen unter: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

Informationen zu den einzelnen Bildquellen und -lizenzen: s. Übersicht (letzte Seite)

Was ist Plastik?

Am Anfang steht die Chemie



Unter Kunststoff, im Alltag oft Plastik genannt, verstehen wir ein Material, das aus langen und ineinander verschlungenen Molekülketten besteht. Dieser Stoff kann sowohl aus Erdöl als auch aus nicht-fossilen Naturprodukten hergestellt werden.

Molekül: Ein Teilchen, das aus mindestens zwei zusammenhängenden Atomen besteht.

Kunststoffe lassen sich in drei verschiedene Gruppen einteilen: Duroplaste, Thermoplaste und Elastomere. Diese Gruppen unterscheiden sich hauptsächlich in ihrem chemischen Aufbau und ihrem Aussehen.

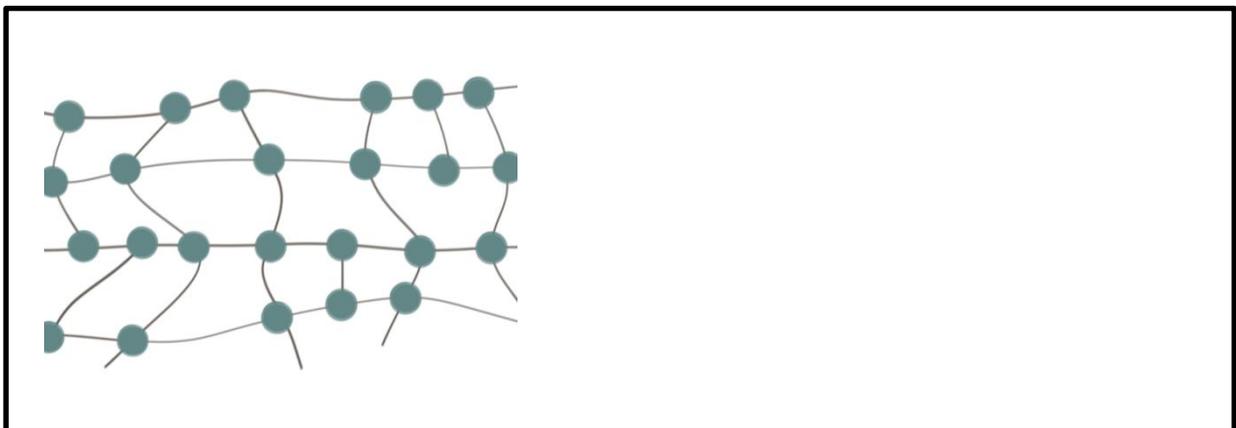
Die Molekülketten der **Duroplaste** (lat. *durus* = hart) sind nach ihrer erstmaligen Aushärtung sehr stark und eng miteinander vernetzt. Deshalb erweicht dieser Kunststoff beim erneuten Temperaturanstieg nicht und bleibt stabil in seiner Form. Wird eine bestimmte Temperatur überschritten, brechen diese Verbindungen auf, weil sich die Molekülketten nicht verschieben können, und das Material zerfällt.

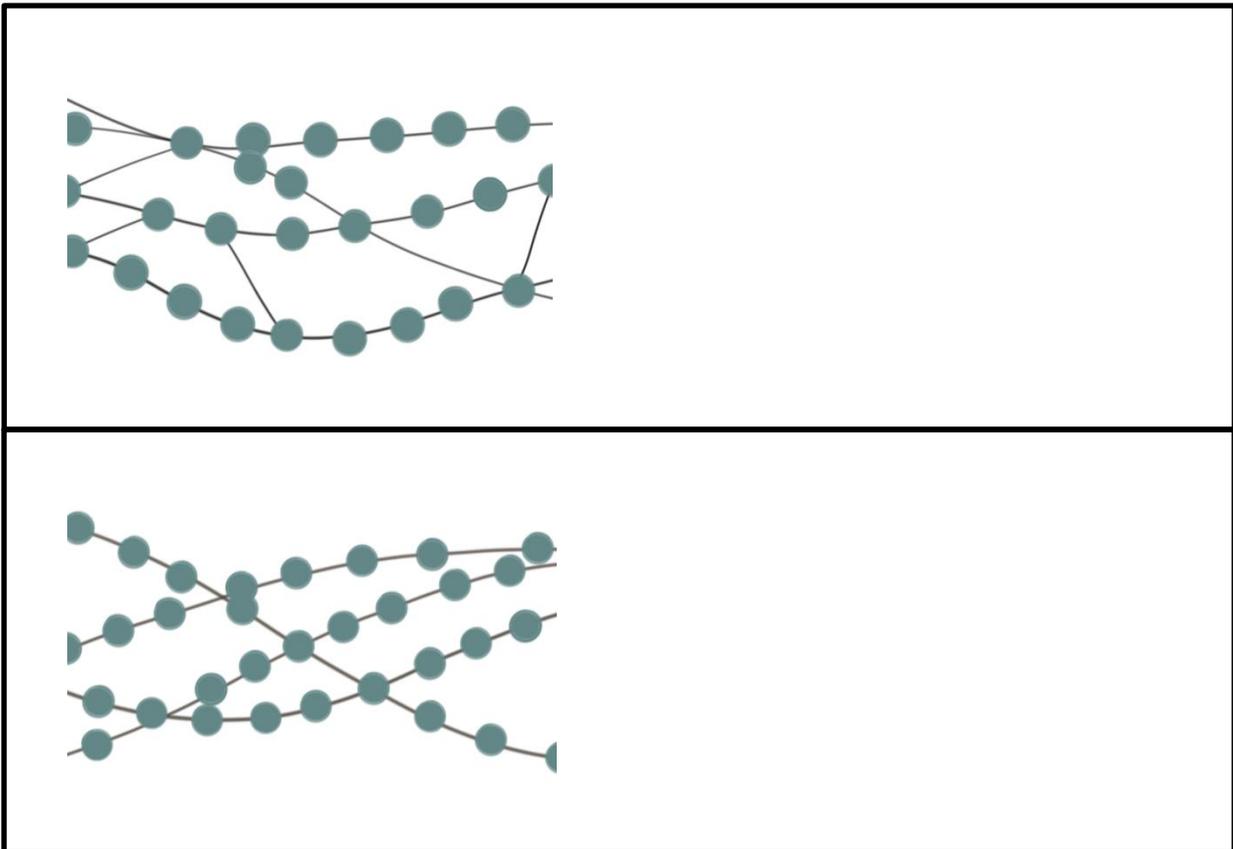
Thermoplaste bestehen aus langen, aber untereinander wenig vernetzten Molekülketten. Beim Erhitzen wird dieser Kunststoff weich, weil die Verbindungen zwischen den Ketten aufgelöst werden. Der Stoff kann jetzt verformt werden. Beim Erkalten wird die neue Form dann beibehalten.

Elastomere weisen dieselben Vernetzungen der Molekülketten wie Duroplaste auf, haben jedoch nicht ganz so viele Verknüpfungspunkte. Sie lassen sich wie ein Schwamm zusammendrücken und nehmen danach ihre ursprüngliche Form wieder ein. Bei hohen Temperaturen verkohlt auch dieser Kunststoff.

Aufgrund ihrer Struktur bauen sich viele Kunststoffsorten nur sehr schwer ab – eine eigentlich sehr praktische Eigenschaft, aber wenn sie nicht richtig entsorgt oder verwertet werden, bleiben sie über viele Jahre weiter in unserer Umwelt bestehen.

Aufgabe 1 (10 Min.): Zu jedem Bild gehört eine Kunststoffgruppe. Ordne sie richtig zu und fasse daneben die Eigenschaften des Stoffes zusammen.





Expertenaufgabe: Wie lauten die Namen der Kräfte, die in den Kunststoffen wirken? Recherchiert diese Informationen und tragt sie mit in die obenstehenden Kästen ein.

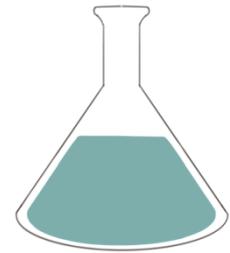
Die Eigenschaften von Kunststoffen können auch durch die Beimischung von Zusatzstoffen, sogenannten Additiven, verändert werden. Diese machen das Material z.B. weicher oder färben es. Dadurch können Kunststoffe in ihren Merkmalen beliebig angepasst werden und sind vielseitig einsetzbar. Einige der Additive stehen jedoch im Verdacht, schädlich für Mensch und Tier zu sein, wenn sie in den Körper gelangen.

Aufgabe 2 (25 Min.): Recherchiert zum Thema „Zusatzstoffe in Kunststoff“. Sucht euch einen Zusatzstoff aus und verfasst einen kurzen Faktenüberblick zu den Fragen: Was macht der Stoff in Plastik? Ist er eventuell schädlich für Lebewesen? Tausch dich dann mit deinem Sitznachbarn darüber aus, was ihr herausgefunden habt.



Was ist Plastik

Die Geschichte des Plastiks



Wie lange nutzen wir Plastik eigentlich schon?

Die Erfolgsgeschichte des Plastiks als eines der wichtigsten Materialien unserer Zeit ist noch nicht sehr lang. Im 19. Jahrhundert gab es bereits Materialien, die wir heute als Kunststoff bezeichnen würden. Doch die Verarbeitung war sehr mühsam und teuer. Dazu kam, dass diese Vorläufer von Plastik oft mit ihren Eigenschaften nicht an die Qualität und Ausdauer der herkömmlichen Materialien dieser Zeit herankamen. Erst 1907 gelang es dem Forscher Leo Baekeland erstmalig, einen Stoff herzustellen, der nicht aus natürlichen Rohstoffen, sondern aus Erdöl industriell produziert werden konnte. Er war sehr gut formbar und konnte in größeren Massen hergestellt werden. Dieser Stoff wurde unter dem Namen Bakelit bekannt.



Telefon aus Bakelit

Erdöl war zu dieser Zeit ein besonders günstiger Rohstoff und reichlich vorhanden, sodass es sich als Ausgangsstoff für Plastik anbot. Die Nachfrage nach dem kostengünstigen und vielseitig einsetzbaren Material stieg rasant an. Es kamen immer neuere und verbesserte Plastiksarten auf den Markt, sodass viele Gegenstände nicht mehr aus Holzfasern oder Metall, sondern aus Plastik hergestellt wurden. Ein Auto konnte nun beispielsweise schneller und mit einem geringeren Energieaufwand fahren, denn die neuen Teile aus Kunststoff waren deutlich leichter als zuvor. So verbreitete sich Plastik weltweit und ist heutzutage aus vielen Industrien wie z.B. der Technik- und der Verpackungsbranche nicht mehr wegzudenken.

Aufgabe 3 (20 Min.): Füge den untenstehenden Kästchen die richtige Jahreszahl des Ereignisses hinzu. Informationen dafür findest du im Internet. Du kannst die Kästchen auch ausschneiden und in der richtigen Reihenfolge aufkleben.

China ist nun viergrößter Hersteller von Kunststoff, gleich nach den USA, Japan und Deutschland.

Die erste Kunststoffmesse Deutschlands findet in Düsseldorf statt. Es werden Neuheiten der Plastikproduktion vorgestellt.

Die Radierfähigkeit von Naturkautschuk wird entdeckt. Es wird von nun an als Radiergummi auf den Markt gebracht.

Ein bayrischer Benediktinerpater schreibt das Rezept für die Herstellung von „Kunsthorn“ aus Milcheiweiß nieder.



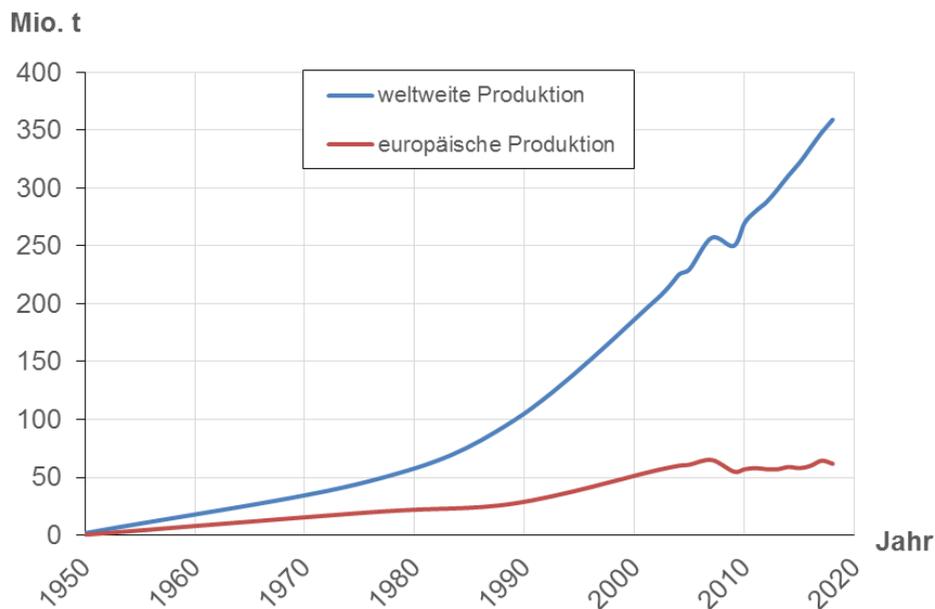
Henri Victor Regnault gelang zufälligerweise die Herstellung von PVC, weil er Vinylchlorid dem Sonnenlicht ausgesetzt hatte.

Herrmann Staudinger erhält den Chemie-Nobelpreis für seine Arbeit über die Struktur von Kunststoffen.

Zum ersten Mal wird Nylon in den USA industriell in großen Mengen hergestellt. Eines der ersten Produkte daraus waren Zahnbürsten.

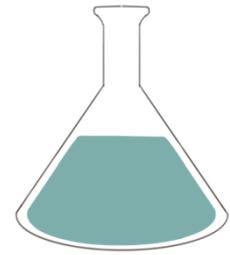
Der erste, mit technischen Methoden hergestellte Kunststoff – ein elastisches Gummi aus dem Milchsaft des Kautschukbaumes – wurde dem Publikum der Weltausstellung in London präsentiert.

Aufgabe 4 (10 Min.): In der unten gezeigten Grafik sieht man die jährliche, weltweite Plastikproduktion der letzten 70 Jahre. Schreibe deine Ideen auf, warum die Plastikproduktion so stark angestiegen ist.



Was ist Plastik

Plastik im Alltag



Die Erfolgsgeschichte des Plastiks nimmt weiter seinen Lauf. Kunststoffe sind in so vielen Bereichen unseres Alltags wiederzufinden, dass es schwierig ist, sich ein Leben ohne vorzustellen.

Aufgabe 5 (10 Min.): Plastik kann so einiges in unserem Alltag erleichtern. Aus welchen Bereichen kennen wir es? Welche Eigenschaften hat Plastik? Schreibe dir zu diesen Fragen Stichpunkte auf und sammelt eure Antworten gemeinsam in der Klasse. Die unten stehenden Bilder dienen dir als Hilfestellung.





Wie wichtig sind dir diese Sachen aus Plastik? An den Verpackungen von Lebensmitteln hängst du sicherlich nicht viel. Aber wie steht es um deine Lieblingskleidung? Ein großer Teil unserer Kleidung besteht heutzutage aus Kunststoff. Auf den Etiketten finden wir diese Bestandteile unter den Namen Polyester, Elasthan/Lycra oder Polyamid. Kunststoffe findet man oft in Funktionskleidung für Sport oder Outdoor-Aktivitäten. Sie sind leichter als andere Fasern, wasserabweisend und sehr elastisch.



Beispiel:

Inhaltsstoffe von Nivea © Lemongrass & Oil Pflegedusche:

Aqua, Sodium Laureth Sulfate, Cocamidopropyl Betaine, Acrylates Copolymer, PEG-7 Glyceryl Cocoate, Parfum, Helianthus Annuus Seed Oil, Glycerin, Glyceryl Glucoside, PEG-40 Hydrogenated Castor Oil, Sodium Chloride, PEG-200 Hydrogenated Glyceryl Palmate, Benzophenone-4, Lactose, Microcrystalline Cellulose, Sodium Lauryl Sulfate, Trisodium EDTA, Phenoxyethanol, Ethylparaben, Methylparaben, Linalool, Citronellol, Citral, CI 77492, CI 10316, CI 42090

Welche Zutaten sind davon aus Kunststoff?

Ähnliches gilt für unsere Kosmetikprodukte, die von Hautpflegemitteln und Make-Up bis hin zu Duschgel und Shampoo reichen. Sie beinhalten oft Flüssigkunststoffe oder Plastikpartikel, die so klein sind, dass wir sie mit dem bloßen Auge kaum erkennen können. Eine Liste der häufigsten Kunststoffe in Kosmetikprodukten findest du z.B. hier:

<https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/20170502-greenpeace-kurzinfo-plastik-kosmetik.pdf>

Aufgabe 6 (20-30 Min.): Wie steht es um deine Besitztümer? Sieh dir deine Kleidung, Shampoo, Duschgel und Ähnliches einmal genauer an. Was sind deren Inhaltsstoffe? Enthalten sie Kunststoffe? Trage deine Erkenntnisse unten ein.

Modul 2



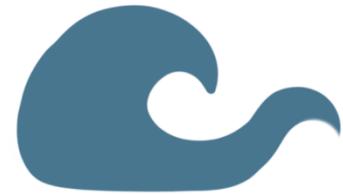
Projekt „Müllkoffer“, 2020

Diese im „Müllkoffer“ befindliche Lehrmaterialien (erstellt von: Mayra Lenz, Rosanna Schöneich-Argent) sind Open Educational Resources (OER) unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0.

Lizenzbedingungen unter: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

Informationen zu den einzelnen Bildquellen und -lizenzen: s. Übersicht (letzte Seite)

Wie gelangt das Plastik ins Meer?



Wege nach dem Verbrauch

Die Bereiche, in denen wir Plastik benutzen und verbrauchen sind ziemlich vielseitig. Doch was passiert, wenn wir es entsorgen wollen?

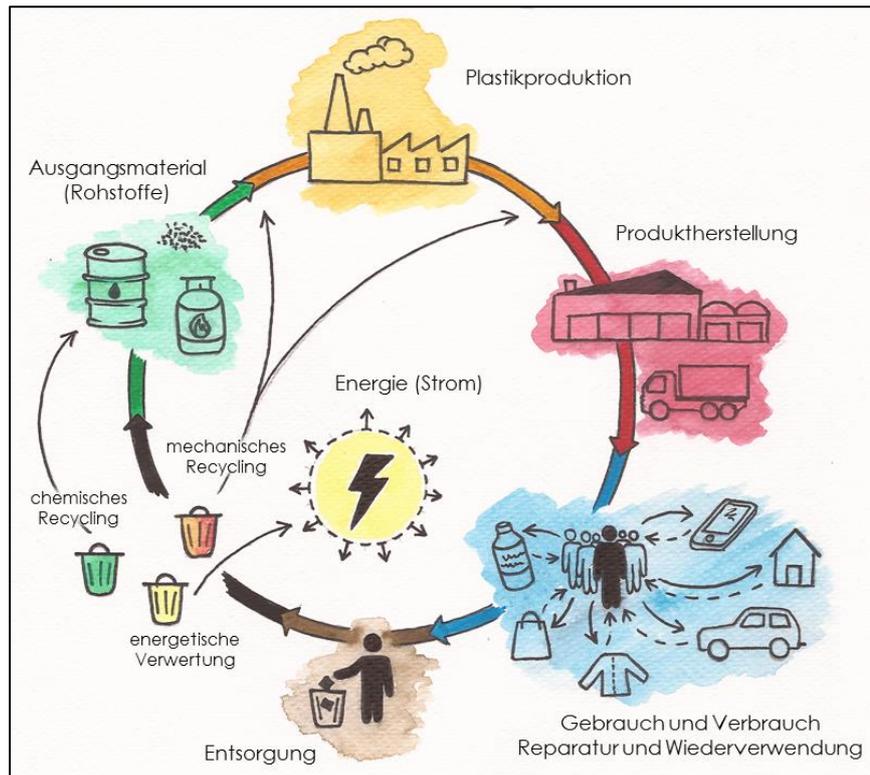
Aufgabe 1 (15 Min.): Was machst du mit Plastik, das du nicht mehr gebrauchen kannst? Wie entsorgst du es? Weißt du schon, was mit Plastik passiert, nachdem du es weggeworfen hast? Tausche dich darüber mit deinem Sitznachbarn aus und schreibt eure Erkenntnisse unten auf.

Deutschland zählt zu den fortschrittlichsten Ländern Europas, was die Verwertung von Plastikmüll betrifft. Kunststoffe gelangen korrekt entsorgt in eine Verwertungskette, in der sie zur Hälfte recycelt und zur anderen Hälfte unter Energiegewinnung verbrannt werden. So soll ein Materialkreislauf entstehen, in dem möglichst wenig Plastik verloren geht. Allerdings verlieren einige Kunststoffe an Qualität, wenn sie wieder erhitzt werden. Es kommt nicht zum **Recycling**, d.h. der Herstellung eines gleichwertigen Produkts, sondern zum **Downcycling**, also einem aus Altplastik neugefertigten Produkt, das jedoch eine geringere Qualität hat. Das geschieht auch bei Kunststoffen, die nicht sortenrein getrennt werden können, weil sie bei der Erstfertigung mit anderen Plastikarten oder Materialien vermischt wurden. Diese Materialmischungen werden **Verbundstoffe** genannt (Beispiel: Getränkekartons). Einen Mix aus Plastiksorten nennt man Blend (auch Polyblend oder Polymerblend).

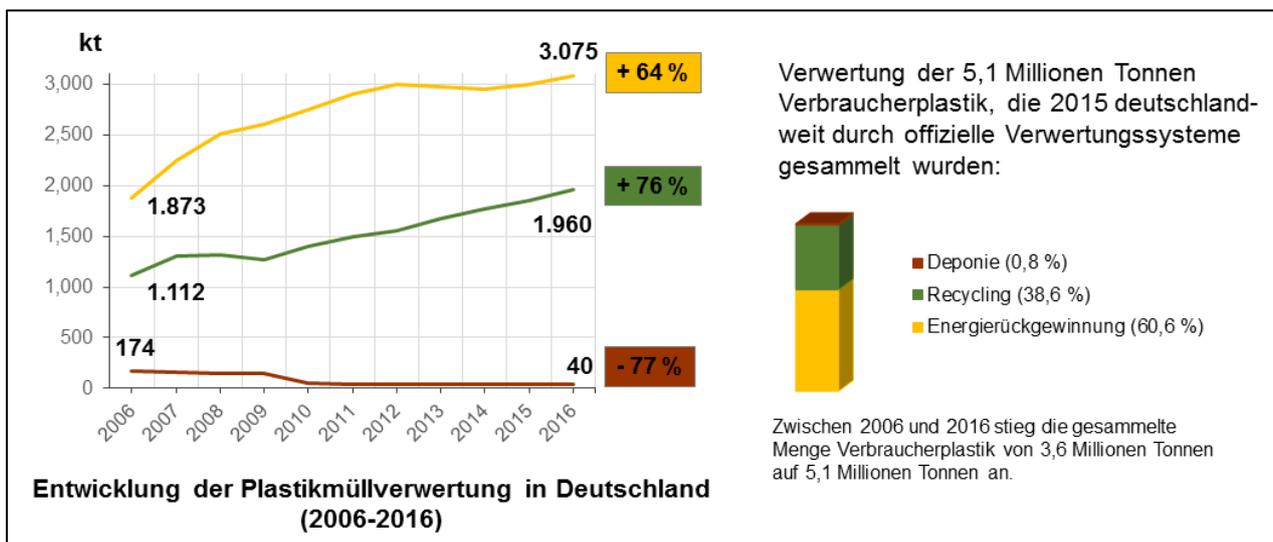


Aufgabe 2 (20 Min.): Unten siehst du zwei Grafiken: Grafik A zeigt den Weg unserer Plastikprodukte vor und nach dem Gebrauch. Grafik B zeigt, wie sich die Plastikverwertung in Deutschland gewandelt hat. Wähle eine Grafik aus, verfasse einen passenden Infotext dazu und besprich ihn anschließend mit den anderen in der Klasse. An welcher Stelle könnte Plastik bei der Wiederverwertung verloren gehen? Notiere dies ebenfalls kritisch im Text.

Grafik A



Grafik B





Weltweit wird leider nicht die gesamte Menge verbrauchter Kunststoffe in ein Verwertungssystem entsorgt. Eine große Menge Plastik gelangt direkt oder indirekt, d.h. auf Umwegen, ins Meer. Schätzungen zufolge enden pro Jahr 10 % des weltweit anfallenden Plastikmülls im Meer. Es wird geschätzt, dass insgesamt ein Fünftel des Meeresmülls über die Schifffahrt ins Meer gelangt. Es wird absichtlich über Bord geworfen oder geht unabsichtlich bei schwerem Seegang verloren. Die anderen 80 % gelangen von Land aus über Küsten und Flüsse in die Ozeane. In anderen Ländern sind wilde Deponien keine Seltenheit. Befinden diese sich in Ufernähe, kommt es vor, dass der Müll auch durch starke Winde oder Niederschläge in Flüsse oder ins Meer getragen wird. Abfall, der bewusst am Strand liegen gelassen wird, trägt ebenfalls zur Anreicherung von Plastikmüll im Meer bei.

Ein Großteil des Plastikmülls gelangt über Entwicklungs- und Schwellenländer, vor allem im südostasiatischen Raum, ins Meer. Deren Müllmanagement kann mit den Abfallmengen einer stetig wachsenden Bevölkerung oft kaum umgehen; es fehlen dort noch die nötigen Abfallverwertungssysteme. Zudem importieren dieselben Länder tonnenweise Müll aus Industrienationen – auch aus Deutschland. Bei uns kann ebenfalls nicht jeglicher Müll recycelt werden, da das Recycling von Materialgemischen und Blends sehr aufwendig ist und sich somit nicht lohnt. Eine Wiederverwertung in Asien kann jedoch nicht garantiert werden. Unser Müll könnte also auch über diesen (Um)Weg ins Meer gelangen. Dort kann er nicht oder nur sehr langsam abgebaut werden. Plastik zerfällt mit der Zeit in immer kleinere Bruchstücke; sind diese kleiner als 5 mm, nennt man sie **Mikroplastik**.

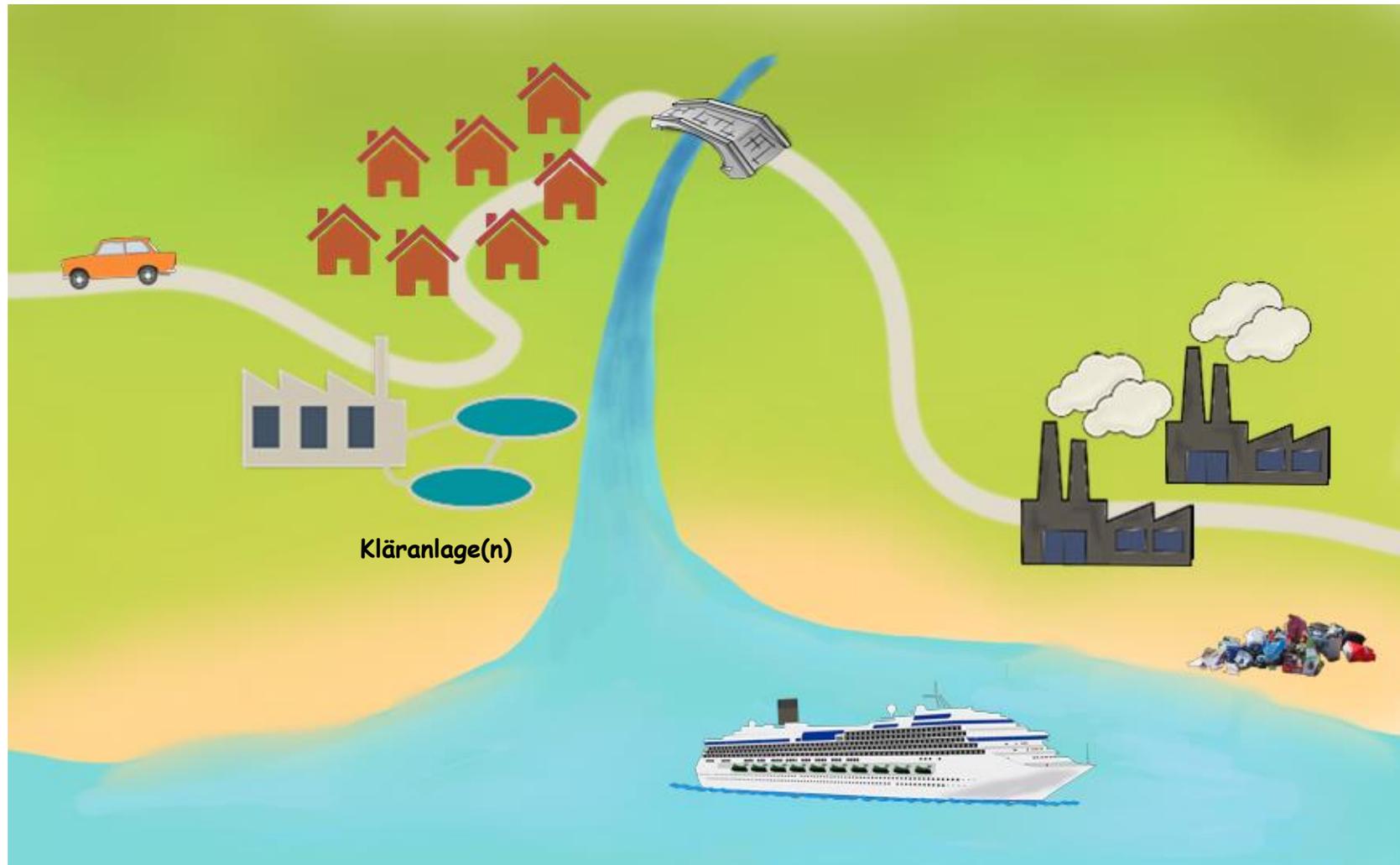
Kleine Plastikpartikel können auch über unser Abwasser ins Meer gelangen. Winzige Fasern lösen sich z.B. beim Waschgang aus unserer Kleidung. Beim Duschen und Baden gelangen Kunststoffe aus unserem Shampoo oder Duschgel ins Abwasser und so in die Kläranlagen. Viele Anlagen haben keine sogenannte 4. Reinigungsstufe, in der solche winzigen Teilchen herausgefiltert werden. Ohne 4. Klärstufe gelangt Mikroplastik in unsere Flusssysteme und darüber auch ins Meer.

Aufgabe 3 (10 Min.): Beschreibe beispielhaft für einen Joghurtbecher, was mit ihm nach dem Verbrauch alles geschehen kann.



Aufgabe 4 (20 Min.): Schau dir die Grafik unten einmal genauer an. Erkennst du einige Quellen von marinem Plastikmüll wieder? Beschrifte die Quellen, die dir auffallen, und zeichne die möglichen Weg nach, auf denen Plastik ins Meer gelangen kann. Fallen dir noch andere mögliche Eintragsquellen ein? Zeichne oder schreibe sie ebenfalls in die Grafik. Ein Beispiel ist bereits angegeben.

Marin:	zum	Meer
gehörend;	im	Meer
lebend/aus	dem	Meer
stammend		



Modul 3



Projekt „Müllkoffer“, 2020

Diese im „Müllkoffer“ befindliche Lehrmaterialien (erstellt von: Mayra Lenz, Rosanna Schöneich-Argent) sind Open Educational Resources (OER) unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0.

Lizenzbedingungen unter: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

Informationen zu den einzelnen Bildquellen und -lizenzen: s. Übersicht (letzte Seite)

Was geschieht mit Plastik im Meer?



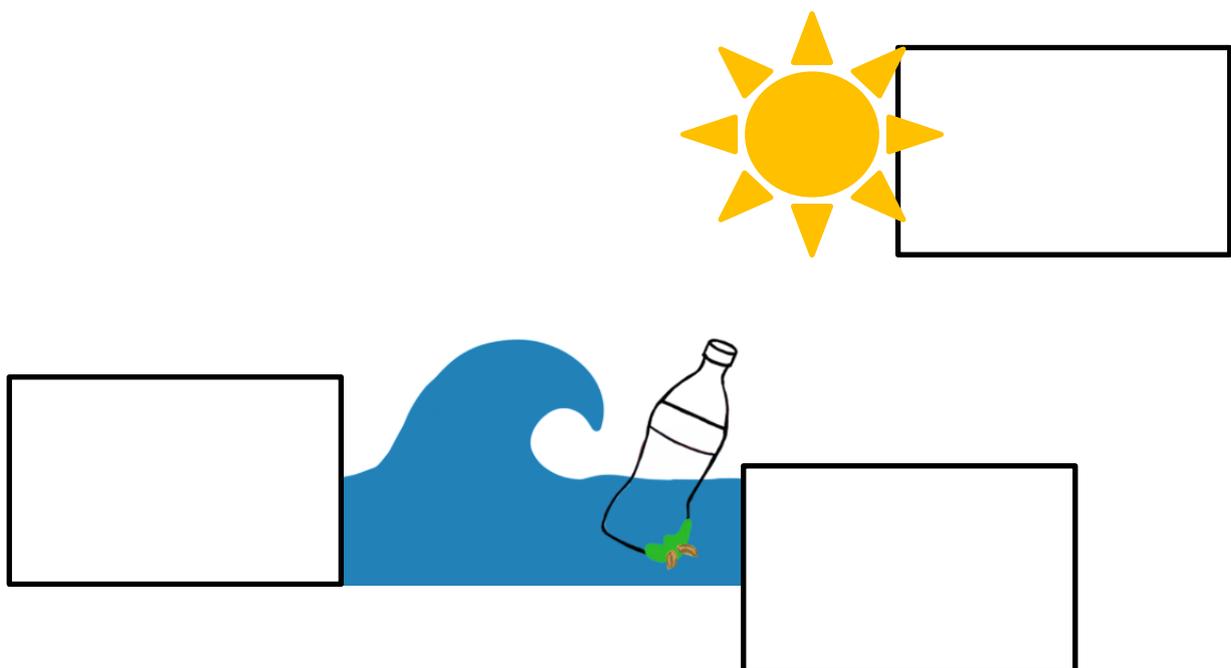
Was ist Mikroplastik?

Kunststoffabfälle gelangen auf verschiedensten Wegen in die Umwelt. Die Größe dieser Teile wird von den meisten Wissenschaftlern in zwei Kategorien unterteilt: Objekte größer als 5 mm zählen zum **Makroplastik**; Teilchen kleiner als 5 mm werden als **Mikroplastik** bezeichnet. Somit ist Mikroplastik sehr klein und oftmals mit dem bloßen Auge kaum noch erkennbar. Außerdem wird zwischen primärem und sekundärem Mikroplastik unterschieden:

Primäres Mikroplastik ist bereits kleiner als 5 mm, wenn es ins Meer gelangt. Dazu zählen z.B. Plastikpellets (das Ausgangsgranulat, aus dem alle größeren Kunststoffprodukte geformt werden), Partikel, die beim Sandstrahlen verwendet werden, sowie flüssige und feste Kunststoffbestandteile von Kosmetikprodukten. Sowohl Reifenabrieb von Autos, der durch Niederschläge und Windverwehung in Flüsse hineingetragen wird, als auch Mikrofasern aus unserer Kleidung, die sich durch das Waschen ablösen, gelten als primäres Mikroplastik.

Im Gegensatz dazu entsteht das sekundäre Mikroplastik erst, nachdem es zuvor als Makroplastik ins Meer gelangt ist und dort den Naturgewalten ausgesetzt war. Die UV-Strahlung der Sonne, Temperaturschwankungen sowie die mechanische Kraft des Wellengangs und das aggressive Salzwasser sind Faktoren, die treibendes Plastik an der Wasseroberfläche bleichen und spröde werden lassen. Es zerbricht mit der Zeit in immer kleinere Teile, bis schlussendlich daraus Mikroplastik entsteht.

Aufgabe 1 (10 Min.): Ergänze in der unteren Abbildung die Kräfte, die auf treibendes Plastik im Meer einwirken. Ein dargestellter Faktor (Hinweis: Flasche) wird nicht im Text erwähnt. Was könnte gemeint sein?





Was geschieht mit Mikroplastik im Meer?

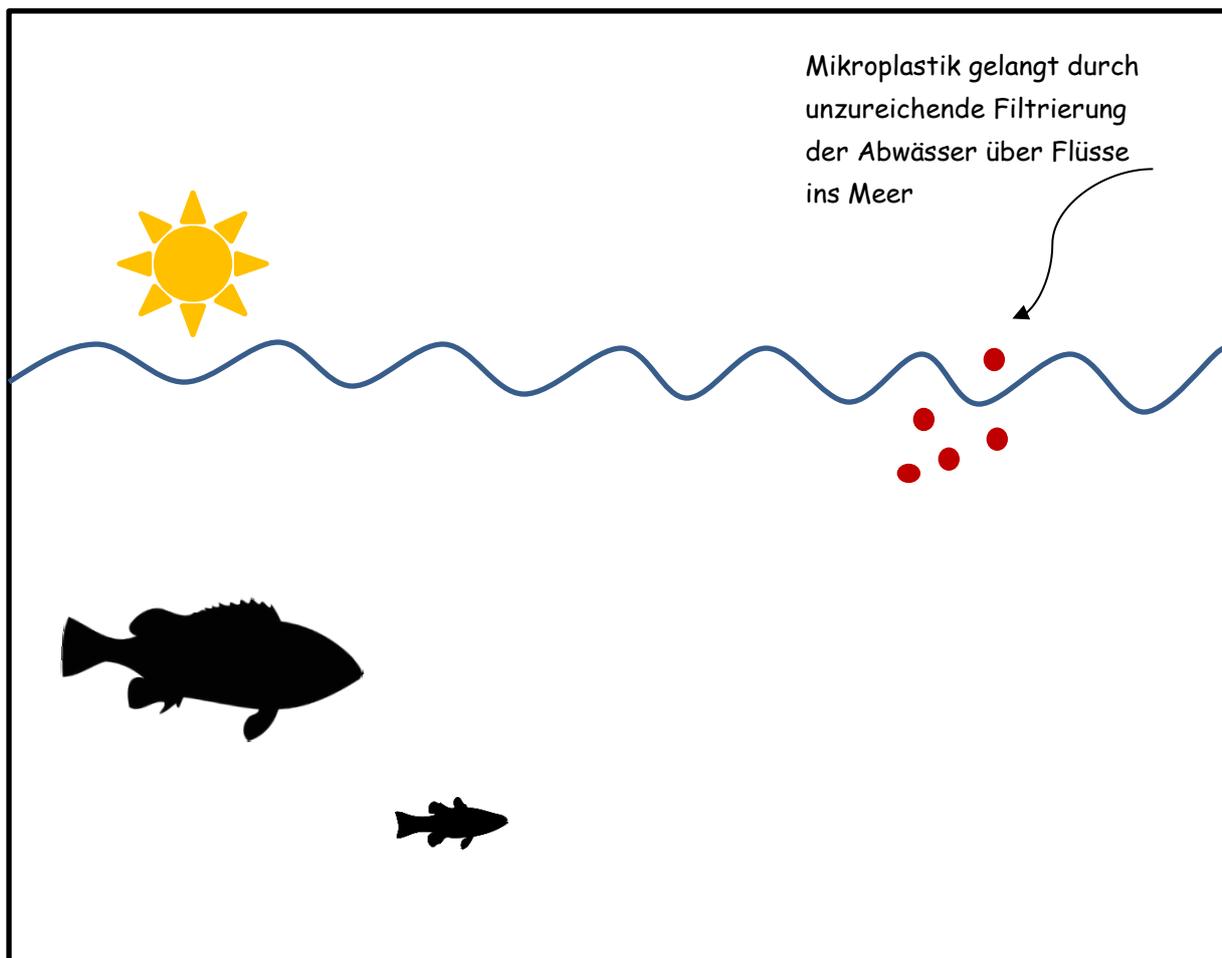
Tiere können im Meer treibende Plastikobjekte und -partikel mit Nahrung verwechseln oder nehmen sie versehentlich über das Wasser auf. Bei Mikroplastik ist dies vor allem bei Filterern der Fall. Das sind Lebewesen, die Wasser filtern, um an ihre Nahrung wie z.B. Plankton zu gelangen. Ein Beispiel dafür ist die Miesmuschel. Da Kunststoffe nicht verdaut werden können, werden sie von manchen Arten einfach ausgeschieden; in anderen sammeln sich diese kleinen Partikel jedoch in den Organen oder dem Gewebe, und gelangen so in die Nahrungskette.

Plankton: alle Arten von Kleinstlebewesen, die frei in der Wassersäule schweben und deren hauptsächliche Fortbewegung durch Wassermassen bestimmt wird

Mikroplastik enthält nicht nur eine Reihe Zusatzstoffe, die dem Plastik bei der Produktion beigemischt wurden; es zieht auch Schadstoffe an, die im Meerwasser gelöst sind. Lebewesen, die Mikroplastik fressen, nehmen also zusätzlich giftige Stoffe auf, die sich mit jedem weiteren Konsument in der Nahrungskette anreichern. Manche dieser Stoffe greifen in den Hormonhaushalt der Tiere ein oder können krebserregend sein.

Konsument: Ein Lebewesen, das sich von einem anderen Lebewesen ernährt

Aufgabe 2 (10 Min.): Fasse deine Erkenntnisse über Mikroplastik im Schaubild unten zusammen. Ein Beispiel ist bereits angegeben.



Was geschieht mit dem Plastik im Meer?



Auswirkungen auf Tiere und Pflanzen

Einer der vielen Vorzüge von Plastik ist die Langlebigkeit des Materials. Wenn es aber nicht sachgemäß entsorgt wird, bleibt es noch viel länger in unserer Umwelt erhalten.

Aufgabe 3 (15 Min.): Schätze die Abbauzeiten der unten angegebenen Gegenstände und tausche dich darüber mit deinem Sitznachbarn aus. Recherchiert anschließend die wissenschaftlich ermittelten Abbauzeiten. Überrascht euch das Ergebnis?

Gegenstand	Geschätzte Abbauzeit	Ermittelte Abbauzeit
Apfelgehäuse		
Styroporbecher		
Angelschnur		
Plastikflasche		
Plastiktüte		
Zigarettenkippen		
Konservendose		

Die Langlebigkeit des Plastiks hat zur Folge, dass es spürbare Auswirkungen auf die Umwelt im Meer hat. Bunte Kunststoffteile werden von neugierigen Meeresbewohnern genauer inspiziert; manche verheddern sich und tragen dadurch Verletzungen davon oder ersticken, weil sie sich so verstricken, dass sie zum Atmen nicht mehr an die Oberfläche gelangen. Meerestiere



Auf den ersten Blick sind Fischeier kaum von Plastikpellets zu unterscheiden.

verwechseln Plastik oft auch mit Nahrung, vor allem wenn der Müll eine ähnliche Form oder Farbe wie die der Beutetiere hat (Beispiel: Fischeier). Plastik enthält jedoch keine Nährstoffe, die Organismen benötigen und über ihre reguläre Nahrung aufnehmen. Kunststoffe können folglich nicht verdaut werden. Je nach Größe des Organismus und des aufgenommenen Plastiks, werden manche Partikel ausgeschieden, andere reichern sich im Magen an. Dadurch reduziert sich das Hungergefühl; das Tier verhungert, trotz vollgefressenen Magens. Verschluckte Plastikteile können zudem innere Verletzungen hervorrufen, wenn sie besonders scharfkantig sind. Auch das Ersticken an solchen Gegenständen ist möglich.

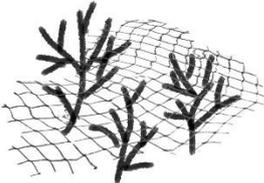
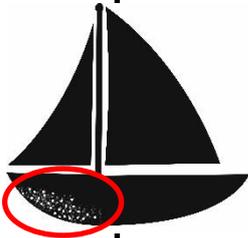
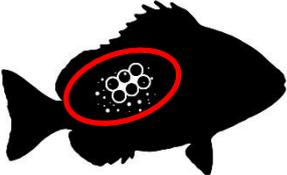
Wird ein Tier mit Plastik im Körper gefressen, so nimmt der Räuber dadurch ebenfalls und indirekt die Kunststoffpartikel auf. Dies gilt insbesondere für Mikroplastik. Im Ozean gibt es komplexe Nahrungsnetze. Kleinere Organismen werden von größeren verfressen, die



wiederum noch größere Fressfeinde haben. So reichern sich je Ernährungsstufe (trophische Ebene) nicht nur immer mehr Plastikteile an, sondern auch die im Plastik enthaltenen Schadstoffe. Besonders Mikroplastik, das von Organismen an der Basis der Nahrungskette aufgenommen wird, zieht über seine relativ große Oberfläche (im Vergleich zum Volumen) im Wasser gelöste Giftstoffe an.

Umherschwimmender Plastikmüll wird mit der Zeit von Algen- und manchen Tierarten bewachsen; andere Organismen suchen darin Schutz. Wird der Müll mit den Meeresströmungen mitgerissen, können diese Tiere in neue Lebensräume gelangen. Dort können diese fremden Arten einheimischen Arten gefährlich werden, weil sie möglicherweise die gleiche Nahrung fressen und somit als neues Glied in der Nahrungskette eine Konkurrenz darstellen.

Aufgabe 4 (15 Min.): Überlege dir zu den nachfolgenden Grafiken, welche Umweltprobleme dargestellt werden.

Modul 4



Projekt „Müllkoffer“, 2020

Diese im „Müllkoffer“ befindliche Lehrmaterialien (erstellt von: Mayra Lenz, Rosanna Schöneich-Argent) sind Open Educational Resources (OER) unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0.

Lizenzbedingungen unter: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

Informationen zu den einzelnen Bildquellen und -lizenzen: s. Übersicht (letzte Seite)

Was machen wir gegen das Plastik im Meer?



Lösungsstrategien entwickeln

Jetzt bist du gefragt! Plastik als Material ist weder „gut“ noch „böse“. Es ist unser Gebrauch und Umgang, der entscheidet, ob es uns nützt oder schadet. Daher muss der Mensch sein Verhalten ändern, um gegen die weitere Plastikvermüllung der Meere vorzugehen. Mit der Aufklärung über das Thema ist ein erster Schritt getan. Fallen dir denn weitere Lösungsstrategien ein?

Aufgabe 1 (20-30 Min.): Fasse das Plastikproblem im Meer in einem Text oder Schaubild zusammen. Überlege dir hierbei, wie du es jemandem erklären würdest, der vorher noch nichts über dieses Thema wusste. Eure fertigen Texte und Bilder könnt ihr euch dann in der Klasse gegenseitig vorstellen.

Für eine mögliche Lösung kann man sich überlegen, an welcher Stelle des Problems man ansetzen sollte:

Das Entfernen von Plastikmüll aus den Ozeanen liefert zwar kurzfristig sichtbare Ergebnisse, aber es ist aufwendig und löst nicht das eigentliche Problem, nämlich den weiteren Eintrag von Abfällen. Wie können wir das Plastik stoppen, bevor es in die Flüsse und ins Meer gelangt?

Sowohl in Industriestaaten als auch in Entwicklungsländern entsteht mehr Plastikmüll, als wir derzeit verwerten können. Zudem werden Plastikmaterialien so produziert, dass sie besonders widerstandsfähig und langlebig sind. Doch diese Langlebigkeit ist nicht nötig, wenn es sich um Produkte des einmaligen und kurzzeitigen Gebrauchs handelt. Wenn wir diese nämlich nur einige Male benutzen, sie aber durch unsachgemäße Entsorgung ins Meer gelangen und dort viele Jahre Schaden anrichten können, sind sie eher problematisch als nützlich.

Verschiedene Organisationen haben sich bereits Lösungen für dieses Problem überlegt. Einige sind momentan nur Ideen, aber es gibt schon viele Projekte und Aktionen, die erste Wirkung zeigen.

Aufgabe 2 (20 Min.): Nachfolgend werden drei Projekte gegen die Plastikproblematik vorgestellt. Was sind ihre Ideen und Ansätze gegen Plastikmüll? Setze dich kritisch mit ihnen auseinander und halte deine Gedanken in Stichpunkten fest.



The Ocean Cleanup

Das Säuberungssystem dieser Organisation besteht aus einem 600 Meter langen Schwimmkörper, der für den Auftrieb sorgt, und einem daran befestigten, 3 m tiefen Vorhang, der treibende Müllteile aufhält. Sowohl der Abfall als auch das System werden von der Strömung bewegt. Da aber die Konstruktion aufgrund des Schwimmkörpers ebenfalls durch Wind und Wellengang angetrieben wird, weil der Schwimmkörper über die Wasseroberfläche herausragt, bewegt sich die Konstruktion schneller als der Abfall und kann ihn so einfangen. Aktiv schwimmende Meeresbewohner sollen unter der Konstruktion hinweltauchen können. Die Organisation hofft, mithilfe dieses Systems die Müllansammlung im Pazifik (genannt *Great Pacific Garbage Patch*) in den kommenden 5 Jahren zu halbieren.

Forschungsprojekt „Makroplastik in der südlichen Nordsee“

Eine Gruppe Wissenschaftler des Instituts für Chemie und Biologie des Meeres (ICBM) sowie des Instituts für Biologie und Umweltwissenschaften (IBU) der Universität Oldenburg hat versucht herauszufinden, auf welchen Wegen Plastik in die Nordsee gelangt, wo es hintreibt und wo es sich ansammelt. Dies ist sowohl durch Computermodelle als auch durch GPS-Bojen und hölzerne Drifter untersucht worden. Die Beteiligung der Öffentlichkeit ist dabei sehr wichtig gewesen. Jeder, der einen der Holzdrifter findet, wird gebeten, den Fund auf der Internetseite des Projekts zu melden. Durch Befragungen wurde der Umgang der Bevölkerung mit Plastikabfall besser verstanden. Auf Basis dieses Wissens konzipierten die Wissenschaftler eine Reihe möglicher Verminderungs- und Vermeidungsstrategien, die von diversen Interessengruppen diskutiert und bewertet wurden.

Die PlantBottle™ von The Coca Cola Company

In der Industrie wird viel zum Thema Biokunststoffe geforscht. Das sind Kunststoffe, die entweder aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden oder „kompostierbar“ sind. Könnte man beide Eigenschaften in einem Kunststoff kombinieren, wäre dies sehr nützlich. Die PlantBottle™ wird zu 30 % aus nachwachsenden, pflanzlichen Rohstoffen hergestellt; der Rest ist neu produziertes, herkömmliches Plastik (PET). Der Hersteller garantiert, dass die Flasche zu 100 % recycelbar ist. Ziel ist es, die PlantBottle™ immer weiter zu optimieren, und in Zukunft eine Flasche aus 100 % nachhaltigen, pflanzlichen Rohstoffen herzustellen.





Auch als Einzelperson kann man viel erreichen. Man kann beispielsweise im Alltag bewusst auf seinen Plastikverbrauch achten und nach Alternativen suchen. Oder man versucht, kaputte Gegenstände möglichst zu reparieren, bevor man sie endgültig entsorgen muss. Strategien hierfür liefern die 4 R's:

REFUSE (engl. „verzichte“)

der bewusste Verzicht auf Plastikprodukte

→ Brauche ich das wirklich?

REUSE (engl. „verwende wieder“)

das Wiederverwenden von Dingen, die man bereits besitzt; der bewusste Kauf von Produkten, die man selbst wiederverwenden kann

→ Kann ich es nochmal benutzen?

RECYCLE (engl. „verwerte wieder“)

der bewusste Kauf von Produkten, die wiederverwertet werden können, und deshalb z.B. in den gelben Sack gehören

→ Kann man es wiederverwerten?

REDUCE (engl. „reduziere“)

die bewusste Reduktion seines Plastikkonsums

→ Brauche ich wirklich so viel davon?

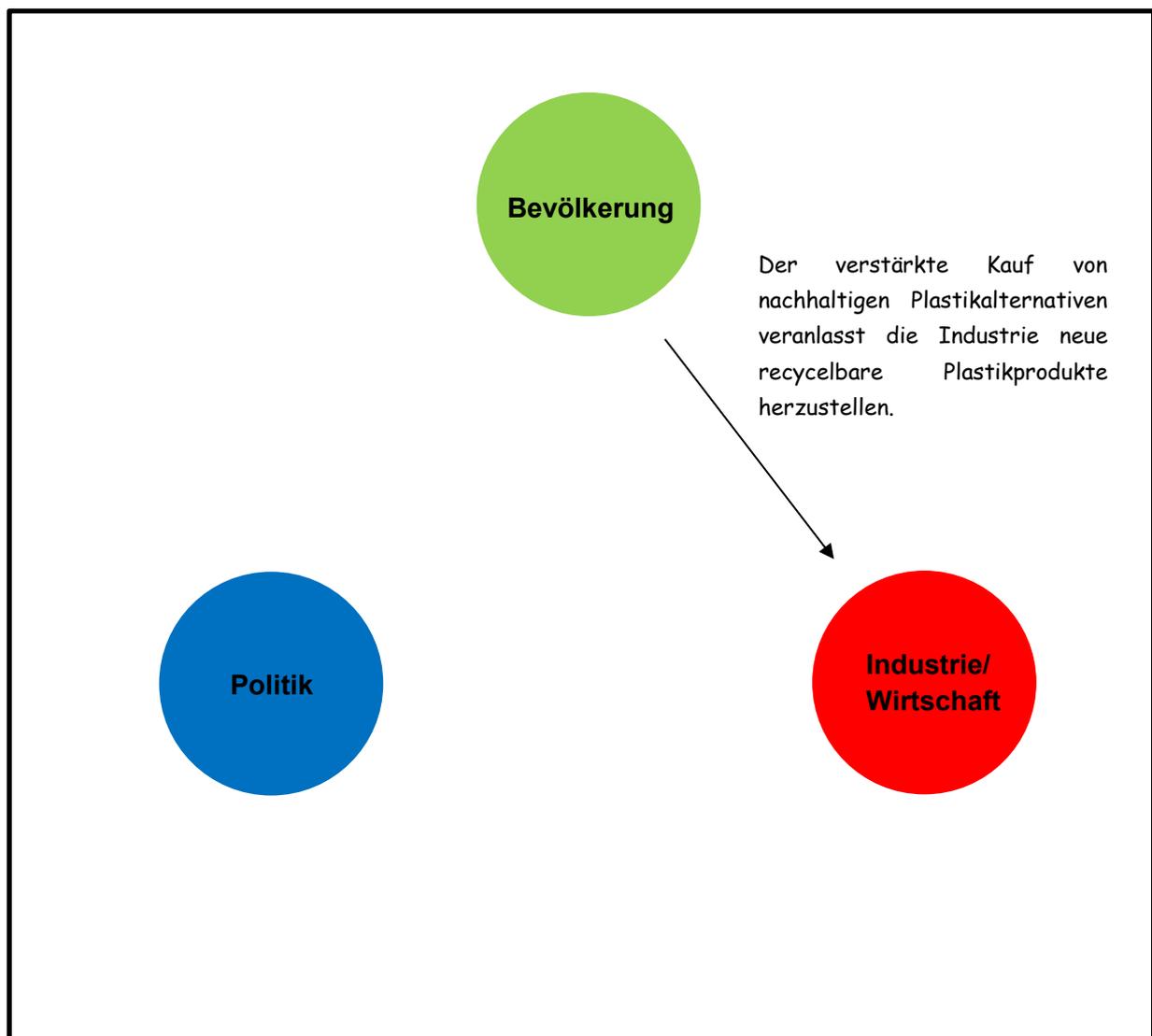
Aufgabe 3 (20 Min.): Was kannst du dir vorstellen, gegen das Problem zu unternehmen? Schreibe deine Ideen auf und überlegt euch als Klasse weitere Möglichkeiten.

Du als Einzelperson kannst schon viel tun, um deinen Plastikverbrauch zu ändern, und damit Plastikabfall zu verringern sowie dessen Eintrag in die Umwelt zu vermeiden. Weitreichende Ergebnisse werden allerdings erst sichtbar, wenn viele Leute mitmachen. Die Gesellschaft kann so mit einem bewussteren Konsum von Plastik und einem verbesserten Umgang mit dem daraus entstehenden Abfall ein Zeichen gegen die Vermüllung der Meere setzen.



Auch Wirtschaft und Politik haben die Möglichkeit, etwas zur Lösung beizutragen. Die Plastikindustrie könnte neue Plastiksarten bereits bei der Entwicklung recycelbarer gestalten. Die Regierung könnte Gesetze erlassen, die einen bewussteren Umgang mit Plastik nötig macht. Gesellschaft, Wirtschaft und Politik sind also drei Interessensgruppen, die etwas in dieser Problematik bewegen können, sofern der Wille besteht und Möglichkeiten geschaffen werden.

Aufgabe 4 (20 Min.): Welche Lösungsansätze bestehen für die drei Interessenssektoren? Könnten sie zusammenarbeiten? In der untenstehenden Grafik kannst du deine Ideen hineinschreiben. Ein Beispiel ist bereits eingezeichnet.





Expertenaufgabe: Bereitet eine Diskussionsrunde z.B. zur Frage „Soll der Verkauf von Plastiktüten in Supermärkten verboten werden?“ vor. Bildet folgende Expertengruppen:

1. Politiker, die am Ende die Entscheidung über ein mögliches Gesetz treffen werden. Sie sind die Moderatoren der Diskussion.
2. Die Gesellschaft, die sowohl Mitmenschen beinhaltet, die *für* als auch *gegen* die Abschaffung der Plastiktüten sind.
3. Wissenschaftler, die sachlich die Hintergründe der Problematik näher erläutern.
4. Naturschützer, die die Problematik der Plastiktüten aufzeigen und die Abschaffung befürworten.
5. Vertreter der Kunststoffindustrie, die ihre wirtschaftlichen Interessen vertreten und den Dialog mit ihren Kunden suchen.

Recherchiert im Internet und sammelt Argumente für eure Interessensgruppe, die ihr anschließend in der Diskussion verwenden wollt. Zu welchem Ergebnis kommt ihr in eurem Rollenspiel?

Hinweis: Die o.g. Fragestellung ist nur eine von vielen, die in solch einem Rollenspiel recherchiert und diskutiert werden könnten.

Modul 5



Projekt „Müllkoffer“, 2020

Diese im „Müllkoffer“ befindliche Lehrmaterialien (erstellt von: Mayra Lenz, Rosanna Schöneich-Argent) sind Open Educational Resources (OER) unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0.

Lizenzbedingungen unter: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

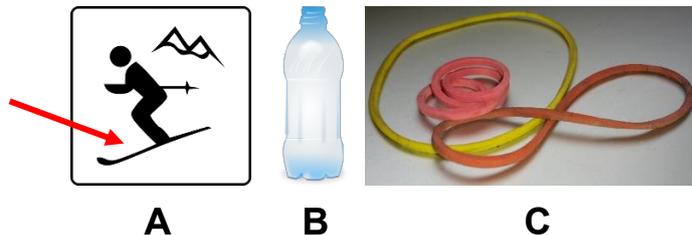
Informationen zu den einzelnen Bildquellen und -lizenzen: s. Übersicht (letzte Seite)

Plastik: Wie? Was? Warum?

Plastik – Was ist das überhaupt?

„Plastik“ ist der Oberbegriff für eine ganze Reihe verschiedener Kunststoffe, die meist aus Erdöl hergestellt werden.

- Kunststoffe, die zu den **Duroplasten** zählen (Bild A: In Skiern kommen Duroplaste zum Einsatz.), bestehen aus Molekülketten, die nach ihrer erstmaligen Aushärtung sehr stark und eng miteinander vernetzt sind, und auch bei Erhitzung stabil bleiben. Bei zu hohen Temperaturen zerfällt das Material.
- **Thermoplaste** (Bild B: Viele Getränkeflaschen bestehen aus Thermoplasten.) bestehen aus langen, aber untereinander wenig vernetzten Molekülketten. Beim Erhitzen wird dieser Kunststoff weich und kann verformt werden. Beim Erkalten wird die Form beibehalten. Dieser Prozess kann wiederholt werden.
- **Elastomere** (Bild C: Gummibänder sind aus Kautschuk, einem Elastomer.) haben dieselben Vernetzungen der Molekülketten wie Duroplaste, aber nicht ganz so viele Verknüpfungspunkte. Sie lassen sich wie ein Schwamm zusammendrücken und nehmen danach ihre ursprüngliche Form wieder ein. Bei hohen Temperaturen verkohlen sie.



Die Eigenschaften von Kunststoffen können durch Zusatzstoffe, sogenannte Additive, verändert werden. Dadurch können Kunststoffe beliebig angepasst werden und sind vielseitig einsetzbar. Einige der Additive stehen jedoch im Verdacht, schädlich für Mensch und Tier zu sein, wenn sie in den Körper gelangen.

Plastik – eine Erfolgsgeschichte

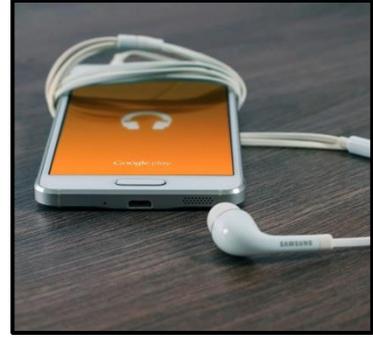
Erst 1907 gelang es dem Forscher Leo Baekeland, einen relativ leichten, gut formbaren, widerstandsfähigen Stoff herzustellen, der aus Erdöl industriell produziert werden konnte. Dieser Stoff wurde unter dem Namen **Bakelit** bekannt. Erdöl war zu dieser Zeit reichlich vorhanden, sodass das moderne Material auch kostengünstig hergestellt werden konnte. Die Nachfrage stieg und es kamen immer neuere und verbesserte Plastiksarten auf den Markt. Seit den 1950er Jahren stieg die weltweite jährliche Produktionsmenge von <2 Tonnen auf fast 360 Millionen Tonnen (in 2018). Bei der Produktion vieler Gegenstände verdrängte Kunststoff dadurch zuvor benutzte Materialien wie Holzfasern, Glas oder Metall. Plastik ist heutzutage aus unserem Alltag und aus vielen Industrien wie z.B. der Technik- und der Verpackungsbranche nicht mehr wegzudenken.



Telefon aus Bakelit

Aufgabe 1:

a) (10 Min.) Plastik kann so einiges in unserem Alltag erleichtern. Aus welchen Bereichen kennen wir es? Welche Eigenschaften hat Plastik? Schreibe dir zu diesen Fragen Stichpunkte auf und sammelt eure Antworten gemeinsam in der Klasse. Die unten stehenden Bilder dienen dir als Hilfestellung.



A large, empty rectangular box with a black border, intended for students to write their answers to the questions.

b) (5-10 Min., optional) Fallen dir zu den in Teilaufgabe a) notierten Beispielen von Plastik alternative, natürliche Materialien ein? Wie geeignet sind die natürlichen Stoffe und warum? Erfüllen sie den gleichen Zweck?

Plastik – Gebrauch und Verbrauch

Bei uns in Deutschland werden Kunststoffe nach ihrer Entsorgung etwa zur Hälfte recycelt und zur anderen Hälfte verbrannt; bei der Verbrennung wird Strom erzeugt. So soll ein Materialkreislauf entstehen, in dem möglichst wenig Plastik verloren geht. Allerdings verlieren einige Kunststoffe an Qualität, wenn sie wieder erhitzt werden. Es kommt nicht zum **Recycling**, d.h. der Herstellung eines gleichwertigen Produkts, sondern zum **Downcycling**, also einem aus Altplastik neugefertigten Produkt, das jedoch eine geringere Qualität hat. Das geschieht auch bei Kunststoffen, die nicht **sortenrein** getrennt werden können, weil sie mit anderen Plastiksarten oder Materialien vermischt wurden. Diese Materialmischungen werden **Verbundstoffe** genannt (Beispiel: Getränkekartons). Einen Mix aus Plastiksarten nennt man Blend (auch Polyblend oder Polymerblend).

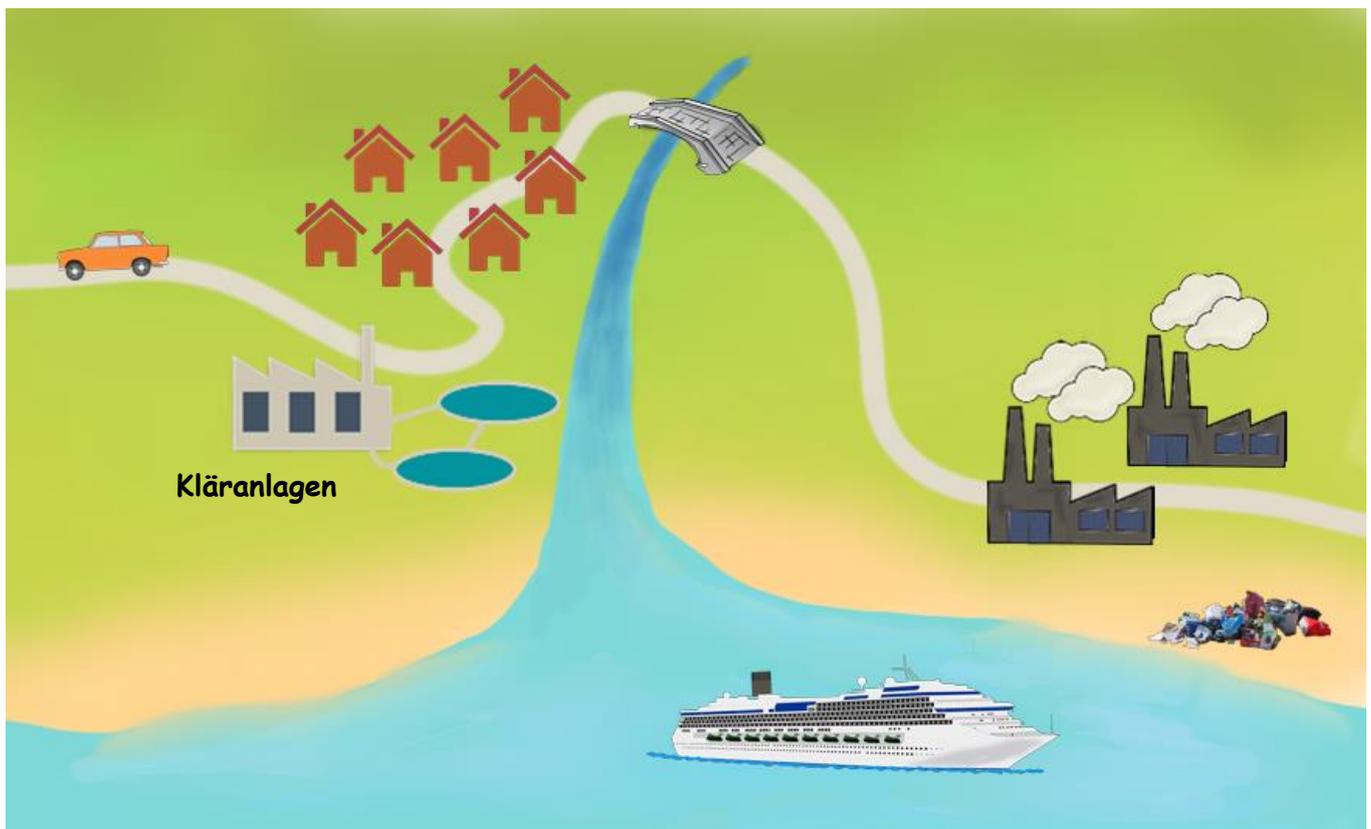
Plastik – Wie gelangt es in die Umwelt?

Weltweit werden leider nicht alle verbrauchten Kunststoffe in ein Verwertungssystem entsorgt. Viel gelangt direkt oder auf Umwegen ins Meer. Schätzungen zufolge enden pro Jahr 10 % des weltweit anfallenden Plastikmülls im Meer. Etwa ein Fünftel des Meeressmülls gelangt über die Fischerei/Schifffahrt ins Meer; es wird absichtlich über Bord geworfen oder geht unabsichtlich bei schwerem Seegang verloren. Die anderen 80 % gelangen von Land aus über Küsten und Flüsse in die Ozeane. In anderen Ländern sind wilde Deponien keine Seltenheit. Starke Winde und Regen tragen Müll ebenfalls in die Flüsse oder direkt ins Meer. Abfall, der bewusst am Strand liegen gelassen wird, kann schnell im Wasser enden.

Bei der Abnutzung von (Auto-)Reifen gelangen kleine Plastikpartikel mit dem Regenwasser und über unser Abwasser ins Meer. Winzige Kunststofffasern lösen sich z.B. beim Waschgang aus unserer Kleidung. Beim Duschen und Baden werden Kunststoffe aus Shampoos oder Duschgels ins Abwasser und so in die Kläranlagen gespült. Viele Anlagen

haben keine sogenannte 4. Reinigungsstufe, in der solch winzigen Teilchen herausgefiltert werden. Ohne 4. Klärstufe gelangt dieses kleinste Plastik in unsere Flusssysteme und darüber auch ins Meer. Die Größe von Plastikabfall wird von den meisten Wissenschaftlern in zwei Kategorien unterteilt: Objekte größer als 5 mm zählen zum **Makroplastik**; Teilchen kleiner als 5 mm werden als **Mikroplastik** bezeichnet.

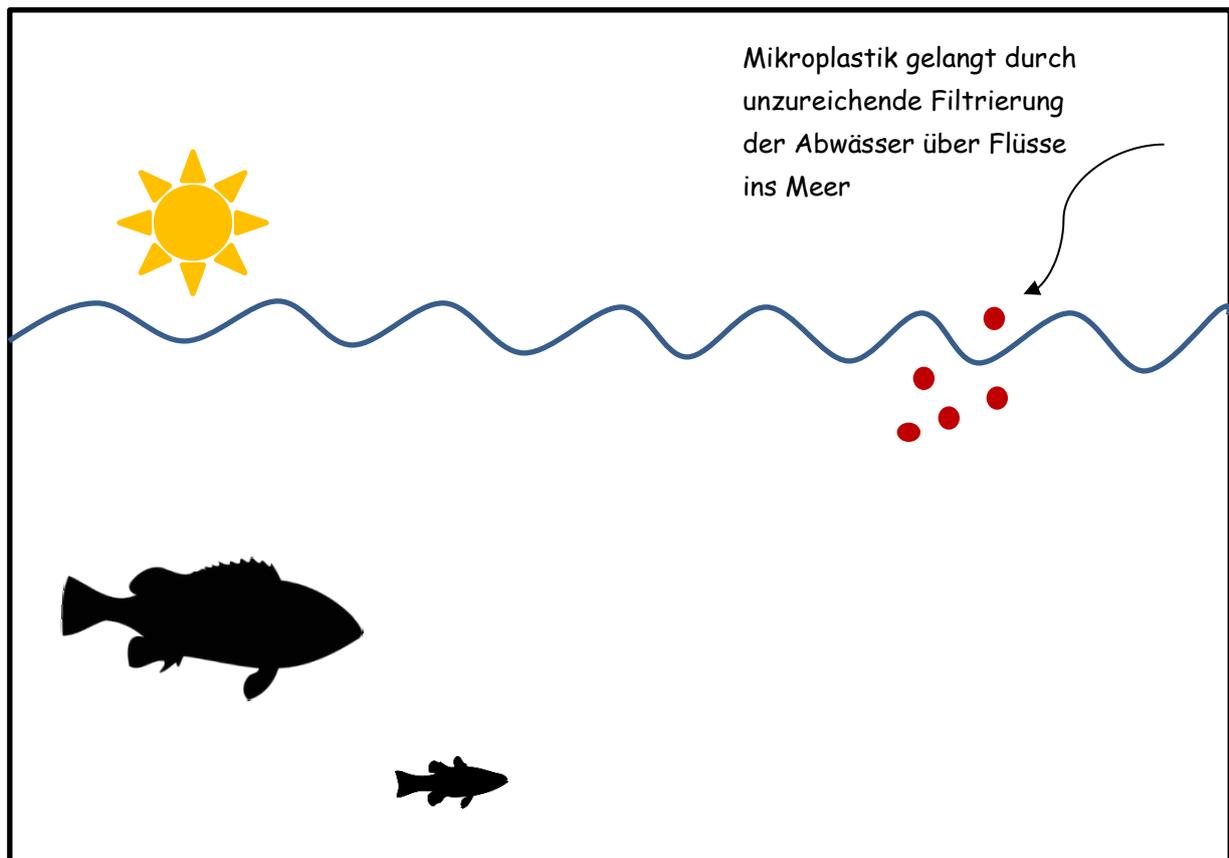
Aufgabe 2 (10-15 Min.): Schau dir die Grafik unten einmal genauer an. Erkennst du einige Quellen von marinem Plastikmüll wieder? Beschrifte die Quellen, die dir auffallen, und zeichne die möglichen Weg nach, auf denen Plastik ins Meer gelangen kann. Fallen dir noch andere mögliche Eintragsquellen ein? Zeichne oder schreibe sie ebenfalls in die Grafik. Ein Beispiel ist bereits angegeben.



Plastik – Was passiert damit in der Umwelt?

Gelangen Kunststoffe in die Umwelt, werden sie kaum oder gar nicht biologisch abgebaut, sondern verwittern, d.h. zerfallen, über (sehr) lange Zeit durch die UV-Strahlung der Sonne, Temperaturschwankungen, mechanische Kräfte oder auch Salzwasser. Im Meer können sich Tiere in großen Objekten wie z.B. Netzteilen oder Schnüren verheddern, oder daran verletzen. Oft verwechseln sie kleinere Müllteile auch mit ihrer Nahrung, weil sie eine ähnliche Farbe oder ein ähnliches Aussehen haben. So verhungern sie mit einem Magen voll Müll oder vergiften sich durch die vor allem im Mikroplastik befindlichen Giftstoffe. Auf großen Müllteilen „reisen“ manche Tiere auch in fremde Länder, wo sie den einheimischen Arten Konkurrenz machen können.

Aufgabe 3 (10 Min.): Fasse deine Erkenntnisse über die Auswirkungen von Makroplastik und Mikroplastik in der Umwelt im Schaubild zusammen. Ein Beispiel ist bereits angegeben.



Plastik – Was tun gegen den Müll in der Umwelt?

Plastik als Material ist weder „gut“ noch „böse“. Es ist unser Gebrauch und Umgang, der entscheidet, ob es uns nützt oder schadet. Daher müssen wir Menschen unser Verhalten ändern, um gegen die Plastikvermüllung der Meere vorzugehen. Mit der Aufklärung über das Thema ist ein erster Schritt getan. Auch als Einzelperson kann man viel erreichen. Strategien hierfür liefern die 4 R's:

REFUSE (engl. „verzichte“): der Verzicht auf Plastikprodukte

→ Brauche ich das wirklich?

REDUCE (engl. „reduziere“): die Reduktion seines Plastikkonsums

→ Brauche ich wirklich so viel?

REUSE (engl. „verwende wieder“): das Wiederverwenden von Dingen, die man bereits besitzt; der Kauf von Produkten, die man selbst wiederverwenden kann

→ Kann ich es nochmal benutzen?

RECYCLE (engl. „verwerte wieder“): der Kauf von Produkten, die wiederverwertet werden können, und deshalb z.B. in den gelben Sack entsorgt werden

→ Kann man es wiederverwerten?

Aufgabe 4 (10-15 Min.): Was kann gegen das Problem von Plastik in der Umwelt unternommen werden? Was kannst du als Einzelperson tun? Kennst du vielleicht schon Projekte, die sich gegen Müll in der Umwelt einsetzen? Schreibe deine Ideen auf und überlegt euch als Klasse weitere Möglichkeiten.

Experimentensammlung



Projekt „Müllkoffer“, 2020

Diese im „Müllkoffer“ befindliche Anleitungen (erstellt von: Mayra Lenz, Rosanna Schöneich-Argent) sind Open Educational Resources (OER) unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0.

Lizenzbedingungen unter: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

Informationen zu den einzelnen Bildquellen und -lizenzen: s. Übersicht (letzte Seite)

Mikroplastik

Versuch: Mikroplastik im Sand

Dauer: 20 Minuten



Fragestellung: Wie entfernt man Mikroplastik aus einer Sandprobe?

Materialien (mit * gekennzeichnete Materialien sind nicht im „Müllkoffer“ enthalten):

- 2 Bechergläser
- 2 Trichter
- 2 Filter
- 2 Löffelspatel
- Küchen- oder Laborwaage*
- (optional) Lupe, Binokular* oder Mikroskop* zzgl. Objektträger*
- (optional) Schere
- Sand
- Mikroplastikprobe (PE)
- Wasser*
- Salz

Versuchsdurchführung:

- 1) Vor der Unterrichtsstunde 10 TL Sand und ca. $\frac{1}{4}$ TL PE Mikroplastik gut vermischen. Diese Probe reicht für zwei Experimentiergruppen.
- 2) Den Schülern die Probe zeigen. Sie sollen sich vorstellen, solch eine Probe käme von einem Flussufer oder Strand. Was könnte alles für Material im Sand stecken (z.B. Pflanzenreste, kleine Tiere usw.)? Sofern Mikroplastik nicht genannt wird, kann das Vorkommen von Mikroplastik in Sedimenten angesprochen werden. Doch wie kann man Mikroplastik von Sand trennen? Das genaue Vorgehen kann direkt vorgegeben werden oder man lässt die Schüler zunächst selbst überlegen.
- 3) Die Sandprobe wird in ein Becherglas gegeben. In dem anderen Becherglas werden 500 ml Leitungswasser (ca. 20°C) mit 150 g Salz vermischt, um eine konzentrierte Salzlösung (Dichte ca. 1,19 g/ml) zu erhalten*.
- 4) Das Salzwasser wird unter Rühren auf die Sandprobe gegossen; Wasser und Sand werden ca. 30 Sekunden gut durchmischt, und anschließend für 2 Minuten stehen gelassen. Was sieht man? (Die Mikroplastikpartikel treiben nach oben.)
- 5) Wie bekommt man das Mikroplastik aus dem Wasser? (Schüler überlegen lassen.)
 - >> Es wird mit dem Löffelspatel abgeschöpft.
 - >> Das überschüssige Wasser wird durch den Filter/Trichter abgegossen; die Mikroplastikpartikel bleiben im Filter zurück. Der Filter kann optional unter dem Binokular oder Mikroskop untersucht werden.

* Dieses Mischverhältnis wurde mit Wilhelmshavener Leitungswasser getestet. Je nach Region, entsprechender Zusammensetzung und Härtegrad des Leitungswassers sowie dessen Temperatur, lässt sich ggf. mehr oder weniger Salz je Wasservolumen lösen. Insgesamt kann es einige Minuten dauern, bis sich das Salz unter Rühren vollständig aufgelöst hat.

Zusatzaufgabe: Welche Fläche hat die Filterinnenseite (hier: Filter mit Schere zerschneiden)? Wie viele Partikel zählt man im Schnitt pro cm^2 (Lupe, Binokular oder Mikroskop nutzen)? Wie viele Mikroplastikpartikel befanden sich schätzungsweise in der Sandprobe (Hochrechnung; ggf. Sandprobe vor der Experiment wiegen)? Hier geht es darum zu zeigen, dass sich eine ganze Menge Mikroplastikpartikel in einer einzelnen Sandprobe befinden können, ohne, dass man sie auf den ersten Blick erkennen kann.

Versuchsabbau: Die Löffelspatel und/oder Objektträger sollten mit einem feuchten Papiertuch abgewischt werden, um sie von Mikroplastikpartikeln zu säubern. Die Papiertücher und der Filter sollten anschließend im Restmüll entsorgt werden. Bitte das Material nicht direkt mit Wasser abspülen, damit kein Mikroplastik ins Abwasser gelangt. Die Papiertücher bzw. der Filter sollten aufgrund der Mikroplastikpartikel weder in den Papiermüll noch in den Biomüll entsorgt werden. Der Sand kann anschließend in den Bio- oder Restmüll entsorgt werden.

Hinweis: Dieses Experiment kann auch mit selbstmitgebrachten Sandproben z.B. vom Strand wiederholt werden. Die Beobachtungen sind dann wahrscheinlich nicht ganz so eindeutig, da sich abgestorbene Pflanzen- und Algenreste, kleine Tiere oder auch Schalenteilchen im Sand befinden werden.

Erkenntnis: Manches Mikroplastik kann relativ einfach von Sand getrennt werden, wenn die Dichte des Mikroplastiks (hier: Polyethylen, ca. $0,91\text{-}0,94 \text{ g/cm}^3$) geringer ist als die der Salzlösung. Es ist jedoch schwierig, Mikroplastik mit dem bloßen Auge im Sandgemisch zu erkennen.

Zusatzüberlegungen:

- Wo könnten denn noch Filter eingesetzt werden, um Mikroplastik aus Wasser zu entfernen?
Antwort: Klärwerke, Waschmaschinen
- Wie könnte man denn im Labor organisches Material vom Mikroplastik trennen?
Antwort: Zersetzen durch Säuren, Basen oder Enzyme
- Wie trennt man Mikroplastik mit einer höheren Dichte als $1,19 \text{ g/cm}^3$ von Proben?
Antwort: dichtere Salze für die Lösung verwenden (z.B. Zinkchlorid, Natriumiodid)
- Gibt es noch andere Möglichkeiten, Mikroplastik eindeutig zu identifizieren?
Antwort: Infrarotspektroskopie oder Raman-Spektroskopie

Mikroplastik

Versuch: vermischte Mikroplastikproben

Dauer: 10 Minuten



Fragestellung: Kann man zwei unterschiedliche Arten Mikroplastik voneinander trennen?

Materialien (mit * gekennzeichnete Materialien sind nicht im „Müllkoffer“ enthalten):

- Mikroplastikproben (PE und PVDC)
- 2 Bechergläser
- 1 Löffelspatel
- Küchen- oder Laborwaage*
- (optional) 1 Trichter
- (optional) 1 Filter
- Wasser*
- Salz

Versuchsdurchführung:

- 1) Vor dem Unterricht werden ca. $\frac{1}{4}$ TL PE und $\frac{1}{4}$ TL PVDC in eines der Bechergläser gegeben und vermischt.
- 2) Zu Beginn des Experiments wird den Schülern das Gemisch gezeigt; sie sehen einen kleinen Haufen weißer Partikel (kein sichtbarer Unterschied).
- 3) Wie kann man feststellen, ob es sich um dieselbe Art Mikroplastik (also Kunststoff) handelt? (Schüler überlegen lassen.) Im zweiten Becherglas wird nun eine gesättigte Kochsalzlösung (Dichte ca. 1,19 g/ml) mit 150 g Salz und 500 ml Leitungswasser angerührt*, und in das Becherglas mit den Plastikproben gegeben. Mehrmals gut umrühren und ca. 2 Minuten stehen lassen. Das PE (Dichte ca. 0,91-0,94 g/cm³) schwimmt an die Wasseroberfläche, während das PVDC (Dichte ca. 1,6-1,7 g/cm³) absinkt.
- 4) Optional kann das schwimmende PE auch aus dem Wasser gefiltert werden (Trichter und Filter benutzen).

* Dieses Mischverhältnis wurde mit Wilhelmshavener Leitungswasser getestet. Je nach Region, entsprechender Zusammensetzung und Härtegrad des Leitungswassers sowie dessen Temperatur, lässt sich ggf. mehr oder weniger Salz je Wasservolumen lösen. Insgesamt kann es einige Minuten dauern, bis sich das Salz unter Rühren vollständig aufgelöst hat.

Versuchsabbau: Der Löffelspatel sollte mit einem feuchten Papiertuch abgewischt werden, um ihn von Mikroplastikpartikeln zu säubern. Das Salzwasser mit den Mikroplastikpartikeln sollte durch einen Filter abgegossen werden, damit die Partikel nicht ins Abwasser gelangen. Auch das Wasser zum wiederholten Ausspülen der Bechergläser sollte durch den Filter abgegossen werden. Die Papiertücher und der Filter sollten anschließend im Restmüll entsorgt werden. Bitte das Material nicht direkt mit Wasser abspülen, damit kein Mikroplastik ins Abwasser gelangt. Die Papiertücher bzw. der Filter sollten aufgrund der Mikroplastikpartikel weder in den Papiermüll noch in den Biomüll entsorgt werden.

Erkenntnis: Kunststoffe werden meistens als „leicht“ charakterisiert, haben aber je nach Art eine unterschiedliche Dichte und verhalten sich somit unterschiedlich in Wasser (schwimmen/schweben/sinken). Ein weiterer wichtiger Faktor ist der Salzgehalt des Wassers.

Zusatzüberlegungen:

- PET ist ein anderer Kunststoff mit einer Dichte von ca. $1,4 \text{ g/cm}^3$, der ebenfalls in Salzwasser absinkt. Warum sieht man trotzdem treibende PET-Flaschen?
Antwort: Deckel ist draufgeschraubt, d.h. Lufteinschluss.
- PET-Flaschen haben meist Schraubverschlüsse aus PE (Dichte ca. $0,91\text{-}0,97 \text{ g/cm}^3$). Was passiert im Meer (Dichte ca. $1,02\text{-}1,03 \text{ g/ml}$), wenn sich der Schraubverschluss von einer PET-Flasche löst?
Antwort: Die Luft entweicht, die PET-Flasche sinkt ab, und der Deckel treibt an der Wasseroberfläche, wo er v.a. von Vögeln mit Nahrung verwechselt und verschluckt wird.

Mikroplastik

Versuch: Mikroplastik aus unserer Kleidung

Dauer: 20 Minuten

Fragestellung: Wie gelangt Mikroplastik aus unserer Kleidung in die Umwelt?



Materialien (mit * gekennzeichnete Materialien sind nicht im „Müllkoffer“ enthalten):

- Mikrofasertücher
- 2 Bechergläser
- 1 Trichter
- 1 Filter
- 1 Löffelspatel
- (optional) Lupe, Binokular* oder Mikroskop inkl. Objektträger*
- (optional) Schere
- Wasser*

Versuchsdurchführung:

- 1) Ein oder zwei Tücher werden in eines der Bechergläser gesteckt, das mit Leitungswasser aufgefüllt wird. Nun soll der Waschvorgang einer Waschmaschine simuliert werden, indem für einige Zeit (je länger, desto mehr Fasern lösen sich) kräftig mit einem Löffelspatel umgerührt wird.
- 2) In das zweite, leere Becherglas wird der Trichter inkl. Filter gestellt. Das/die Tuch/Tücher werden vorsichtig entnommen, ausgewrungen und zum Trocknen beiseitegelegt. Dann wird der Inhalt des Becherglases („Waschmaschine“) durch den Filter geschüttet. Die Fasern bleiben im Filter hängen und können (mit dem bloßen Auge, durch eine Lupe, ein Binokular oder unter einem Mikroskop) genauer untersucht werden.

Zusatzaufgabe: Welche Fläche hat die Filterinnenseite (hier: Filter mit Schere zerschneiden)? Wie viele Fasern zählt man im Schnitt pro cm² (Lupe, Binokular oder Mikroskop nutzen)? Wie viele Fasern befanden sich nach dem „Waschgang“ schätzungsweise in dem gesamten Becherglas (Hochrechnung)?

Versuchsabbau: Der Löffelspatel sollte mit einem feuchten Papiertuch abgewischt werden, um ihn von Mikroplastikpartikeln zu säubern. Das Wasser zum wiederholten Ausspülen der Bechergläser sollte durch einen Filter abgegossen werden, damit möglichst keine Mikrofasern ins Abwasser gelangen. Die Papiertücher und der/die Filter sollten anschließend im Restmüll entsorgt werden. Bitte das Material nicht direkt mit Wasser abspülen, damit kein Mikroplastik ins Abwasser gelangt. Die Papiertücher bzw. der Filter sollten aufgrund der Mikroplastikpartikel weder in den Papiermüll noch in den Biomüll entsorgt werden. Das Mikrofaser Tuch bitte nur vollständig getrocknet zurück in den Koffer packen; ansonsten bitte im Restmüll entsorgen.

Hinweis: Der Versuch kann optional mehrfach mit dem- bzw. denselben Mikrofaser Tuch/tüchern wiederholt werden, um zu zeigen, dass sich mit jeder Wäsche Fasern lösen.

Erkenntnis: Beim Waschen unserer Kleidung, die oftmals ganz oder zu einem Teil aus Kunststoff besteht (z.B. Polyester, Elastan, Polyamid, Polyacryl, Nylon) lösen sich tausende kleine Fasern und gelangen ins Waschwasser und dadurch ins Abwasser. Nur wenige Klärwerke haben die sogenannte 4. Reinigungsstufe, bei der auch Mikroplastikpartikel aus dem geklärten Wasser entfernt werden. Ohne diese 4. Klärstufe gelangen die Fasern in unsere Flüsse und dadurch ins Meer, wo sie von Kleinstlebewesen aufgenommen werden können. Auch im Klärschlamm, der in vielen Ländern als Dünger auf Ackerflächen verteilt wird, findet man hohe Mengen Mikrofasern. Durch das Pflügen gelangen die Mikrofasern dann auch ins Erdreich.

Zusatzüberlegungen:

Wie könnte man vermeiden, dass Mikrofasern auf diesem Weg in die Umwelt gelangen?

Antworten:

- Vermeidung von Kunstfaserkleidung oder Wahl von Kleidung mit geringerem Kunstfasergehalt
- Filter in Waschmaschinen einbauen
- Klärwerke mit 4. Klärstufe nachrüsten
- Waschbeutel, der Mikrofasern zurückhält, nutzen (Guppyfriend® Link: <http://guppyfriend.com/>)
- Cora Ball beim Waschen einsetzen (Link: <https://coraball.com/>)

Was ist Plastik?

Versuch: Casein – Ausgangsmaterial für einen Ur-Kunststoff



Dauer: 30 Minuten

Materialien (mit * gekennzeichnete Materialien sind nicht im „Müllkoffer“ enthalten):

- 500 ml Milch (3,5% Fett)*
- 50 ml Essig*
- 2 Bechergläser
- Heizplatte*
- Küchen- oder Laborwaage*
- 1 Löffelspatel
- 1 Trichter
- 1 Filter

Versuchsdurchführung:

- Milch und Essig werden in ein Becherglas gegeben und unter ständigem Umrühren langsam erwärmt. Nach einiger Zeit setzt sich am Boden eine weiße Masse ab: das Casein (ein Milchprotein).
- Sobald sich genug Casein abgesetzt hat, kann die Masse durch den Filter und Trichter in das zweite Becherglas abgegossen werden. Die Flüssigkeit, aus der das Casein herausgefiltert wurde, ist Molke.
- Das Casein kann nun zum Trocknen gelagert werden und, sofern gewollt, auch in Form gebracht werden. Nach dem Trocknen ist daraus eine harte Masse geworden.

Versuchsabbau: Das Versuchsmaterial sollte gut ausgewaschen und gespült werden. Der Filter kann im Restmüll, das getrocknete Casein (falls nicht mehr gebraucht) im Biomüll entsorgt werden.

Erkenntnis: Casein ist nicht nur Ausgangsstoff für die Käseherstellung, sondern wurde früher mit einem weiteren Herstellungsschritt zu Galalith verarbeitet. Dieses sogenannte Kunsthorn wurde 1897 von den Wissenschaftlern Adolf Spitteler und Ernst Krische entdeckt. Daraus wurden hauptsächlich Knöpfe und Schmuck hergestellt. Heutzutage gibt es neue und verbesserte Plastiksorten, die die Funktionen von Galalith übernommen haben.

Tipp: Aus Molke (bzw. aus Wasser, Molkepulver und Glycerin) lässt sich übrigens auch ein durchsichtiger Biokunststoff herstellen – s. hierzu „Plastik aus Käse herstellen?“ von Terra X Lesch & Co. (Link: <https://www.youtube.com/watch?v=qnshMQuysbw>).

Was ist Plastik?

Versuch: Materialeigenschaften von Plastik



Dauer: 25 Minuten

Fragestellung: Plastik ist nicht gleich Plastik – aber woran erkenne ich verschiedene Kunststoffe?

Materialien (mit * gekennzeichnete Materialien sind nicht im „Müllkoffer“ enthalten):

- Kunststoffproben
- Bunsenbrenner*
- Greifklammern*

Versuchsdurchführung:

Die Plastiksorten werden nacheinander auf Brennbarkeit, Schmelzverhalten und Bruchverhalten/Elastizität untersucht. Daraus sollen die Schüler schlussfolgern, zu welcher Plastikart die Proben gehören. Für jüngere Kinder kann der Versuch natürlich auch lediglich zur anschaulichen Erklärung von Kunststoffeigenschaften dienen.

Bitte gehen Sie mit dem Probenmaterial möglichst sparsam um (d.h. pro Experimentdurchlauf 1-2 Stäbchen je Kunststoffsorte). Das mitgelieferte Material ist für mehrmalige Versuchsdurchläufe gedacht. Nach Ende des Experiments können alle Kunststoffproben im Gelben Sack bzw. Wertstoffmüll entsorgt werden; angebrannte Proben sollten vorher gut abkühlen.

Hinweis: Die im Koffer zur Verfügung gestellten Plastikproben sind nur eine kleine Auswahl; es können auch mitgebrachte Kunststoffproben aus dem Alltag auf ihre Eigenschaften getestet werden. Alle Brennversuche sollten möglichst unter einer Dunstabzugshaube und nur mit der nötigen Kompetenz und Aufsicht durchgeführt werden.

Dieser Versuch lässt sich auch gut mit „Versuch: Schwimmeigenschaften von Plastik“ (S. 10-12) kombinieren.

Erkenntnis: Die einzelnen Kunststoffarten verhalten sich z.T. sehr unterschiedlich, was auf ihre chemische Struktur sowie die bei der Produktion hinzugefügten Inhaltsstoffe, sogenannte Additive, zurückzuführen ist.

Was ist Plastik?

Versuch: Schwimmeigenschaften von Kunststoff

Dauer: je Variante 20-25 Minuten

Fragestellung: Plastik ist doch leicht, also schwimmt es oben – oder?



VARIANTE A

Materialien (mit * gekennzeichnete Materialien sind nicht im „Müllkoffer“ enthalten):

- Plastikproben
- evtl. auch von zu Hause mitgebrachter Plastikmüll von den Schülern*
- 1 oder 2 Aquarien
- 1 Löffelspatel
- (optional) Küchen- oder Laborwaage*
- Wasser*
- Salz
- Knete

Versuchsdurchführung:

- 1) Beide Aquarien werden zu etwa 2/3 mit Wasser gefüllt. Achtung: Die hinzugegebene Wassermenge beachten und notieren!
- 2) Eines der Becken wird zunächst zur Seite gestellt. Das andere simuliert Süßwasser, also Seen und Flüsse. Die (mitgebrachten) Plastikproben werden nun nacheinander ins Süßwasserbecken gegeben. Was passiert? Welche Kunststoffe sinken, welche schwimmen?
- 3) In das andere Becken werden nun zunächst für jeden Liter Leitungswasser 35 g Salz hineingerührt, um den durchschnittlichen Salzgehalt der Meere zu simulieren. Nachdem sich das Salz vollständig aufgelöst hat, werden auch in dieses Becken nacheinander die (mitgebrachten) Plastikproben gegeben. Was passiert? Welche Kunststoffe sinken, welche schwimmen? Schwimmen vielleicht manche Kunststoffe nun auf, die im Süßwasserbecken sanken? Was bedeutet dies für Müll, der aus den Flüssen ins Meer gelangt?
- 4) Nun wird weiteres Salz in das Meerwasserbecken gegeben, um Stück für Stück eine gesättigte Kochsalzlösung herzustellen (max. 300 g Salz pro Liter Leitungswasser für eine Dichte von ca. 1,19 g/ml*). Welche Plastikproben steigen nun auf, welche sinken weiterhin ab? Woran liegt das?

Zusatzaspekte:

- 5) Was passiert mit Müll, der lange im Meer treibt? Antwort: Er wird durch UV-Strahlung, das aggressive Salzwasser, Temperaturschwankungen und Wellenschlag zerkleinert sowie von Algen und Kleinstlebewesen besiedelt und bewachsen.
- 6) Was passiert mit immer kleiner werdenden Plastikpartikeln, wenn sie bewachsen werden? Antwort: Sie werden schwerer (dichter) und sinken ab. Die Knete kann entsprechend auf Plastik(teil)proben geklebt werden, um Bewuchs zu simulieren.

* Dieses Mischverhältnis wurde mit Wilhelmshavener Leitungswasser getestet. Je nach Region, entsprechender Zusammensetzung und Härtegrad des Leitungswassers sowie dessen Temperatur, lässt sich ggf. mehr oder weniger Salz je Wasservolumen lösen. Insgesamt kann es einige Minuten dauern, bis sich das Salz unter Rühren vollständig aufgelöst hat.

Hinweis: Dieser Versuch lässt sich auch gut mit „Versuch: Materialeigenschaften von Plastik“ (S. 9) kombinieren.

Versuchsabbau: Die Becken, der Löffelspatel und die Koffer-eigenen Kunststoffproben sollten im Anschluss gut abgespült und abgetrocknet werden. Die benutzte Knete sollte von den Plastikproben entfernt und im Restmüll entsorgt werden. Die Plastikproben sollten gut abgetrocknet und wieder in den entsprechenden Gläschen verstaut werden. Alle mitgebrachten Kunststoffabfälle sollten im Gelben Sack entsorgt werden.

Erkenntnis: Manche Kunststoffe schwimmen sowohl in Süß- als auch Salzwasser, manche schwimmen in Salzwasser, aber sinken in Süßwasser ab, und andere gehen immer unter. Es kommt also nicht auf das Gewicht, sondern auf die Dichte des Kunststoffs an. Bewuchs (engl. „biofouling“) fördert das Absinken v.a. von Mikroplastik. Zudem lässt es die kleinen Plastikpartikel für marine Lebewesen besonders schmackhaft erscheinen, sie werden eher gefressen und gelangen dadurch in die Nahrungskette.

Was ist Plastik?

Versuch: Schwimmeigenschaften von Kunststoff



VARIANTE B

Materialien (mit * gekennzeichnete Materialien sind nicht im „Müllkoffer“ enthalten):

- 1 Aquarium
- 3 Bechergläser
- (optional) Küchen- oder Laborwaage*
- Plastikproben
- Wasser (Leitungswasser und destilliertes Wasser)*
- Salz
- Lebensmittelfarbe

Versuchsdurchführung:

- 1) Der Boden des Beckens wird mit eingefärbtem, destillierten Wasser aufgefüllt (bis ca. 2-3 cm hoch).
- 2) In den Bechergläsern wird kaltes Leitungswasser zunächst mit Salz zu einer konzentrierten Salzlösung (300 g Kochsalz + 1 L Leitungswasser für eine Dichte von ca. 1,19 g/ml*) vermischt, und anschließend mit einer anderen Lebensmittelfarbe eingefärbt (optischer Unterschied zum destillierten Wasser).
- 3) Verschiedene Plastikproben werden in das Becken mit dem destillierten Wasser gegeben. Was passiert? (Bis auf PE und PP sinken alle Plastikproben in dem destillierten Wasser – Dichte ca. 1 g/ml – ab.)
- 4) Nun wird nacheinander das Salzwasser aus jedem Becherglas langsam (z.B. über eine Beckenwand) in das Aquarium gegeben. Was passiert? (Schichtung der Wassermengen und/oder Vermischung. Die PS, PA und PMMA Proben sollten aufsteigen, da ihre jeweilige Dichte zwischen 1 und 1,19 g/cm³ liegt. PE und PP werden weiterhin an der Oberfläche schwimmen; die anderen Proben bleiben am Beckenboden.)
- 5) (optional) Der Versuch kann im Anschluss auch mit destilliertem Wasser im Becken und künstlichem Meerwasser (Dichte ca. 1,02-1,03 g/ml; dafür 35 g, d.h. 7 TL, Salz mit je 1 L Leitungswasser vermischen.) anstelle einer konzentrierten Salzlösung durchgeführt werden. Ist der Effekt derselbe? Warum/warum nicht?

* Dieses Mischverhältnis wurde mit Wilhelmshavener Leitungswasser getestet. Je nach Region, entsprechender Zusammensetzung und Härtegrad des Leitungswassers sowie dessen Temperatur, lässt sich ggf. mehr oder weniger Salz je Wasservolumen lösen. Insgesamt kann es einige Minuten dauern, bis sich das Salz unter Rühren vollständig aufgelöst hat.

Versuchsabbau: Das Aquarium und die Bechergläser bitte gut ausspülen und abtrocknen. Die Plastikproben sollten ebenfalls abgetrocknet und wieder in den entsprechenden Gläschen verstaut werden.

Erkenntnis: Das kühle, dichtere Salzwasser sinkt aufgrund einer höheren Dichte auf den Beckenboden. Der Unterschied im Salzgehalt wirkt sich im Folgenden darauf aus, ob ein Plastikstück oben oder unten treibt, je nach Dichte des Kunststoffs.

Plastik im Meer

Versuch: Der Wassertransport im Meer

Dauer: 20 Minuten



Materialien (mit * gekennzeichnete Materialien sind nicht im „Müllkoffer“ enthalten):

- 1 Aquarium
- Wärmelampe*, „alte“ Glühbirne* oder Heizplatte*
- (optional) Küchen- oder Laborwaage*
- Wasser*
- Salz
- Lebensmittelfarbe oder Tinte*
- (optional) Eiswürfel* oder Kühlelement*

Versuchsdurchführung:

- Das Becken wird mit kühlem Wasser gefüllt. Zu je 1 L Leitungswasser gibt man 35 g Kochsalz, um den durchschnittlichen Salzgehalt der Meere zu simulieren.
- An das eine Ende des Beckens stellt man eine Wärmelampe (oder eine Lampe mit einer „alten“ Glühbirne). Alternativ kann das Becken auch auf zwei Wärmeplatten gestellt werden, von denen eine angestellt wird (warm, nicht heiß!), die andere nicht.
- An ein Beckenende wird etwas Lebensmittelfarbe oder Tinte (zur besseren Veranschaulichung) ins Wasser gegeben. Optional können an dem der Wärmequellen entgegengesetztem Beckenende auch ein paar Eiswürfel oder ein Kühlelement ins Wasser gelegt werden, um den Temperaturunterschied zu erhöhen.
- Was wird passieren? Und warum? Die Schüler sollen sich vorab Gedanken machen, dann beobachten und Notizen aufschreiben.

Versuchsabbau: Das Aquarium gut ausspülen und abtrocknen. Die Wärmequellen sollten gut abkühlen, bevor sie verstaut werden.

Erkenntnis: Durch den Temperaturunterschied entsteht eine Wasserzirkulation. Das erwärmte Wasser steigt auf, strömt zum kühleren Ende des Beckens, kühlt ab (höhere Dichte) und sinkt auf den Beckenboden, wo es wiederum zum wärmeren Ende des Aquariums fließt. Nach diesem Prinzip ist auch das weltweite Meerwasser in einem ewigen Kreislauf zwischen Tropen und Polarregionen in Bewegung, und trägt dadurch auch in der Wassersäule treibendes Plastik mit sich.

Zusatzüberlegung:

- Neben den Ozeanströmungen, welche weiteren Faktoren können den Plastiktransport im Meer beeinflussen?
Antwort: Wind, Wellen, Gezeiten, Flussmündungen, die Küstenlinie/Inseln

Zusatzmaterial



Projekt „Müllkoffer“, 2020

Diese im „Müllkoffer“ befindliche Zusatzmaterialien (erstellt von: Mayra Lenz, Rosanna Schöneich-Argent) sind Open Educational Resources (OER) unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0.

Lizenzbedingungen unter: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

Informationen zu den einzelnen Bildquellen und -lizenzen: s. Übersicht (letzte Seite)

Inhaltsverzeichnis

Aufbau des Müllkoffers	3
Übersichtstabelle diverser Kunststoffe	5
Erläuterungen und Lösungen zu den Arbeitsblättern	6
Modul 1 – Was ist Plastik?	6
Aufgabe 1	6
Aufgabe 2	7
Aufgabe 3	7
Aufgabe 4	8
Aufgabe 5	8
Aufgabe 6	9
Modul 2 – Wie kommt das Plastik ins Meer?	10
Aufgabe 1	10
Aufgabe 2	10
Aufgabe 3	11
Aufgabe 4	12
Modul 3 – Was geschieht mit dem Plastik im Meer?	13
Aufgabe 1	13
Aufgabe 2	13
Aufgabe 3	14
Aufgabe 4	14
Modul 4 - Was machen wir gegen das Plastik im Meer?	16
Aufgabe 1	16
Aufgabe 2	16
Aufgabe 3	17
Aufgabe 4	17
Modul 5 – Plastik: Wie? Was? Warum?	18
Aufgabe 1	18
Aufgabe 2	19
Aufgabe 3	19
Aufgabe 4	19
Ideen für Spiele und Aktionen rund um das Thema Plastikmüll.....	21
Idee 1: KUNSTSTOFF von Wolf-Dietrich Hufenbach (Film)	22
Idee 2: Die Nahrungskette (Spiel)	24
Idee 3: Einkaufen im Plastik-Dschungel (Exkursion)	26
Idee 4: Selbsteinschätzung/Stimmungsbarometers (Spiel)	27
Idee 5: Strand- oder Stadt-Säuberung (Exkursion)	28
Idee 6: Ein kritischer Blick aufs Einkaufen (Exkursion)	29
Idee 7: Kunststoffe und andere Gefahrenstoffe in Drogerie- und Haushaltsprodukten (praktische Lehreinheit)	30
Idee 8: Besuch im Abfallwirtschaftszentrum (Exkursion)	31
Weiterführende Links	32
Informationen zum Projekt	33

Aufbau des Müllkoffers

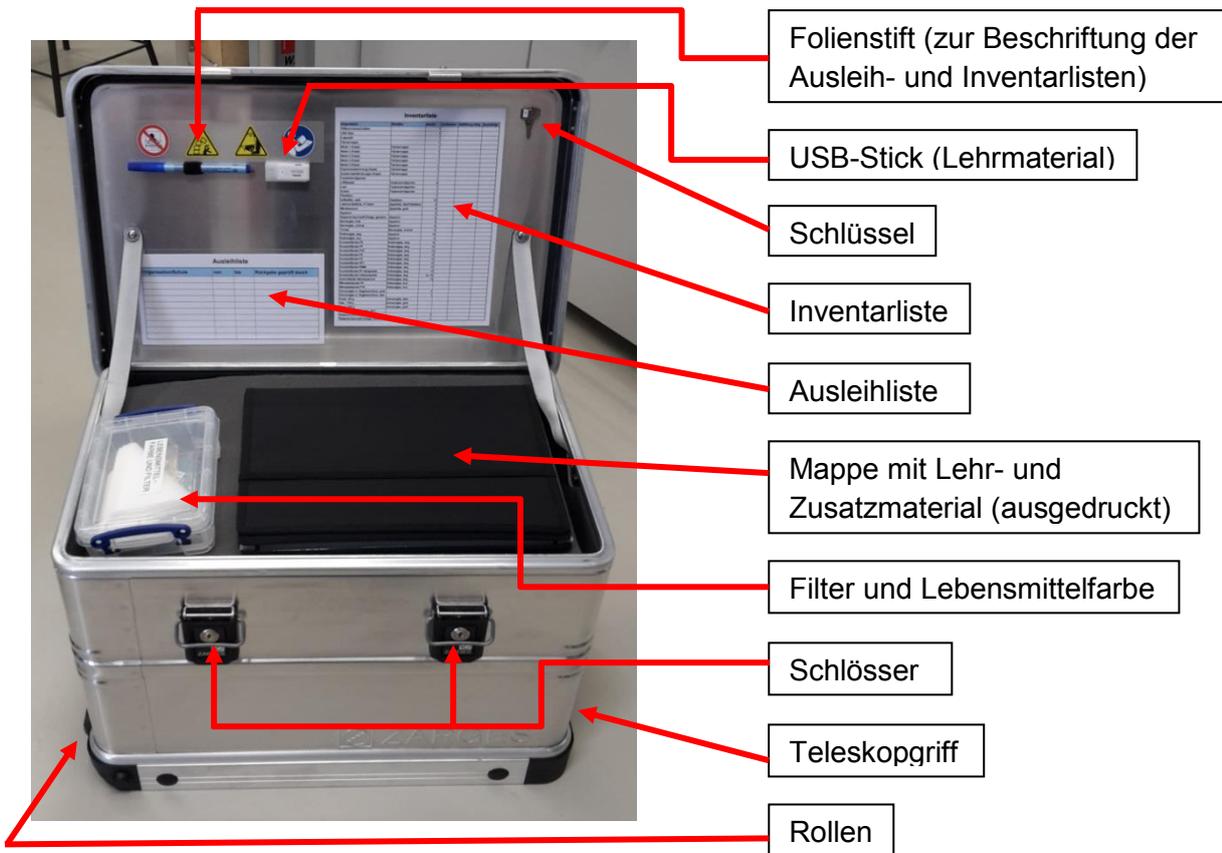


Abb. 1: Aufsicht nach dem Öffnen



Abb. 2: Aufsicht Experimentiermaterial

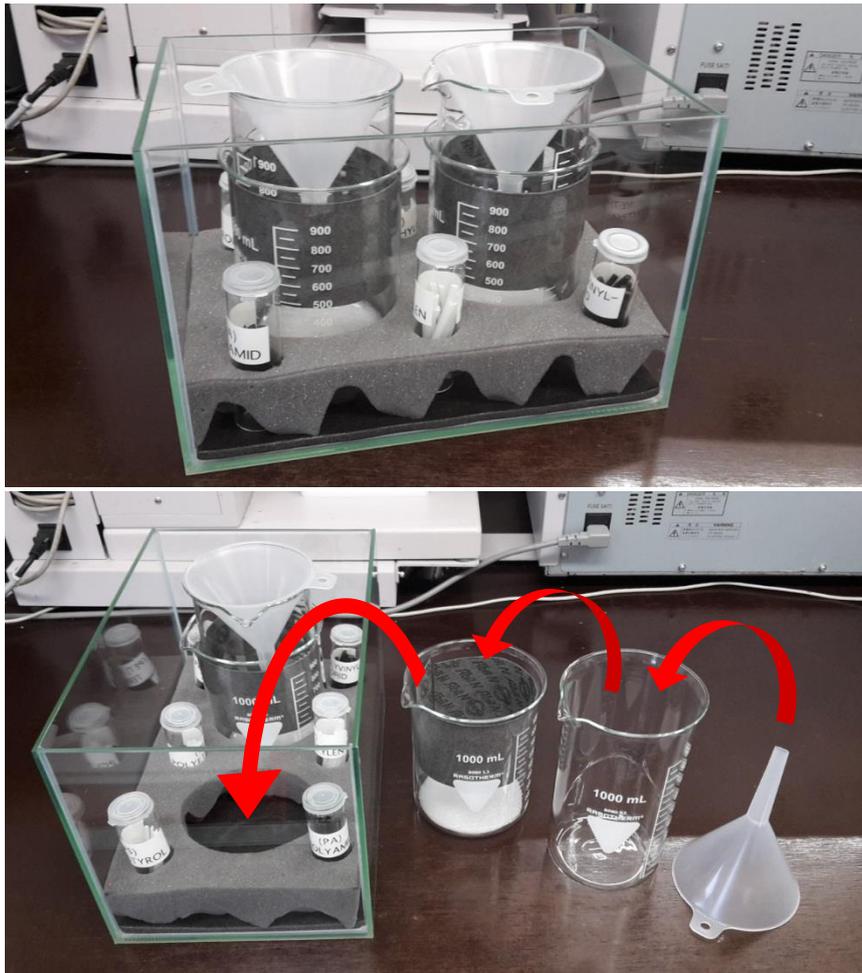


Abb. 3: Stecksystem



Abb. 4: Knete, Salz und Sand in Schnappverschlussgläsern

Übersichtstabelle diverser Kunststoffe

* Die Dichte von Kunststoffe variiert je nach Veränderung der chemischen Struktur und/oder Beimischung anderer Materialien und Additiven. Deshalb wird hier eine Spanne von Dichten angegeben.

Kunststoff	Abkürzung	Dichte (g/cm ³)*	Art	Recyclingsymbol
Celluloseacetat	CA	1,26-1,30	Thermoplast	
Naturkautschuk	NR	0,92-1,04	Elastomer	
Phenolharze	PF	1,41-1,45	Duroplast	
Polyamide	PA	1,01-1,14	Thermoplast	
Polyesterharz	UP	1,95-2,00	Duroplast	
Polyethylen (geringe Dichte)	LDPE/PE-LD	0,91-0,94	Thermoplast	
Polyethylen (hohe Dichte)	HDPE/PE-HD	0,94-0,97	Thermoplast	
Polyethylenterephthalat	PET	1,38-1,45	Thermoplast	
Polymethylmethacrylat	PMMA	1,16-1,20	Thermoplast	
Polypropylen	PP	0,90-0,93	Thermoplast	
Polystyrol	PS	1,03-1,05	Thermoplast	
Polyurethan	PU(R)	variiert stark nach Art	variiert nach Zusammensetzung	
Polyvinylchlorid	PVC	1,2-1,40	Thermoplast	

Erläuterungen und Lösungen zu den Arbeitsblättern

Die Erläuterungen und Lösungen zu den Aufgaben erheben nicht den Anspruch, vollständig zu sein. Vor allem beim Verfassen von Schaubildern und längeren Texten werden nur einige Aspekte beispielhaft vorgegeben.

Modul 1 – Was ist Plastik



Am Anfang steht die Chemie

Aufgabe 1 (10 Min.): Zu jedem Bild gehört eine Kunststoffgruppe. Ordne sie richtig zu und fasse daneben die Eigenschaften des Stoffes zusammen.

	Duroplaste <ul style="list-style-type: none">• erweichen nicht beim Erwärmen, sondern verkohlt bei zu hohen Temperaturen sofort• sind sehr hart• werden bei starker, mechanischer Beanspruchung spröde
	Elastomere <ul style="list-style-type: none">• sehr weich und elastisch; lassen sich leicht dehnen und verformen, aber kehren in Ausgangsform zurück• Erwärmen fördert die Elastizität; können nicht geschmolzen werden, sondern verkohlen ab einer bestimmten Hitze
	Thermoplaste <ul style="list-style-type: none">• Schmilzt beim Erwärmen und kann in eine neue Form gebracht werden (gut für das Recyceln)• Dieser Vorgang kann beliebig oft wiederholt werden.

Expertenfrage: Innerhalb einer Kette sind die Moleküle durch Atombindungen verbunden. Es gibt aber auch zwischenmolekulare Kräfte zwischen den Molekülketten. Dazu gehören Wasserstoffbrücken, Dipol-Dipol-Kräfte und Van-der-Waals-Kräfte. Diese sind vor allem bei den Thermoplasten wegen ihrer spärlichen Vernetzung wichtig. Je mehr zwischenmolekulare Kräfte in einem Thermoplast, desto höher ist die Schmelztemperatur.

Aufgabe 2 (25 Min.): Recherchiert zum Thema „Zusatzstoffe in Kunststoff“. Sucht euch einen Zusatzstoff aus und verfasst einen kurzen Faktenüberblick zu den Fragen: Was macht der Stoff in Plastik? Ist er eventuell schädlich für Lebewesen? Tausch dich dann mit deinem Sitznachbarn darüber aus, was ihr herausgefunden habt.

Beispiele:

- Stabilisatoren (Antioxidantien, Lichtschutzmittel, Flammschutzmittel)
- Farbstoffe
- Antistatikmittel
- Füllstoffe
- Weichmacher
- u.a.

Modul 1 – Was ist Plastik



Die Geschichte des Plastiks

Aufgabe 3 (20 Min.): Füge den untenstehenden Kästchen die richtige Jahreszahl des Ereignisses hinzu. Informationen dafür findest du im Internet. Du kannst die Kästchen auch ausschneiden und in der richtigen Reihenfolge aufkleben.

China ist nun viergrößter Hersteller von Kunststoff, gleich nach den USA, Japan und Deutschland.

1995

Die erste Kunststoffmesse Deutschlands findet in Düsseldorf statt. Es werden Neuheiten der Plastikproduktion vorgestellt.

1952

Die Radierfähigkeit von Naturkautschuk wird entdeckt. Es wird von nun an als Radiergummi auf den Markt gebracht.

1770

Ein bayrischer Benediktinerpater schreibt das Rezept für die Herstellung von „Kunsthorn“ aus Milcheiweiß nieder.

1530

Henri Victor Regnault gelang zufälligerweise die Herstellung von PVC, weil er Vinylchlorid dem Sonnenlicht ausgesetzt hatte.

1838

Herrmann Staudinger erhält den Chemie-Nobelpreis für seine Arbeit über die Struktur von Kunststoffen.

1953

Zum ersten Mal wird Nylon in den USA industriell in großen Mengen hergestellt. Eines der ersten Produkte daraus waren Zahnbürsten.

1938

Der erste, mit technischen Methoden hergestellte Kunststoff – ein elastisches Gummi aus dem Milchsaft des Kautschukbaumes – wurde dem Publikum der Weltausstellung in London präsentiert.

1851

Aufgabe 4 (10 Min.): In der unten gezeigten Grafik sieht man die jährliche, weltweite Plastikproduktion der letzten 70 Jahre. Schreibe deine Ideen auf, warum die Plastikproduktion so stark angestiegen ist.

- Weltweit ist die Nachfrage nach Plastik gestiegen.
- Es wurden neue Produktionsstätte in anderen Ländern eröffnet.
- Neue Produkte mit hohem Plastikanteil kamen auf den Markt (z.B. Mobiltelefon, Auto).
- Die Weltbevölkerung stieg an und damit auch die Nachfrage nach Plastik.

Modul 1 – Was ist Plastik



Plastik im Alltag

Aufgabe 5 (10 Min.): Plastik kann so einiges in unserem Alltag erleichtern. Aus welchen Bereichen kennen wir es? Welche Eigenschaften hat Plastik? Schreibe dir zu diesen Fragen Stichpunkte auf und sammelt eure Antworten gemeinsam in der Klasse. Die unten stehenden Bilder dienen dir als Hilfestellung.

- Plastik wird oft als Verpackungsmaterial, Baustoff und Textilfaser genutzt.
- Plastik ist relativ leicht, flexibel, kann gut eingefärbt werden, und leitet keinen Strom weiter (Isolierstoff).
- Spielzeuge sind häufig aus Kunststoff.
- Der Gebrauch von Kunststoffen in der Medizin ist essentiell. Medikamente und ärztliches Werkzeug sind meist in Plastik eingeschweißt, damit keine Keime an die Materialien kommen.

Aufgabe 6: Wie steht es um deine Besitztümer? Sieh dir deine Kleidung, Shampoo, Duschgel und Ähnliches einmal genauer an. Was sind deren Inhaltsstoffe? Enthalten sie Kunststoffe? Trage deine Erkenntnisse unten ein. (20-30 Min. Aufgabe für zu Hause)

Beispiele für Kunststoffe in Kosmetika:

Polyethylen (PE)
Nylon-12
Polyquaternium-7 (P-7)
Acrylates Copolymer (AC)
Acrylates/C10-30 Alkyl Acrylate Crosspolymer (AC)

Beispiele für Kunststoffe in Textilien:

Elastan (Lycra)
Viskose
Polyamid (Nylon)
Polyacryl
Polyester

Modul 2 – Wie kommt das Plastik ins Meer?



Wege nach dem Verbrauch

Aufgabe 1 (15 Min.): Was machst du mit Plastik, das du nicht mehr gebrauchen kannst? Wie entsorgst du es? Weißt du schon, was mit Plastik passiert, nachdem du es weggeworfen hast? Tausche dich darüber mit deinem Sitznachbarn aus und schreibt eure Erkenntnisse unten auf.

- Wenn Plastik nicht mehr gebraucht wird, sollte es korrekt entsorgt werden. Das Liegenlassen von Müll auf der Straße, dem Strand o.ä. ist fahrlässig und ein rechtliches Vergehen, für das Bußgelder unterschiedlicher Höhe verhängt werden können.
- Plastik gehört in den gelben Wertstoffsack (der „grüne Punkt“). Dort sollte es möglichst sortenrein getrennt hinein entsorgt werden. Zum Beispiel sollte bei einem Joghurtbecher der Aluminiumdeckel abgezogen werden, kleine Tüten sollten nicht mit anderem Müll vollgestopft werden, und Gefäße sollten „löffelrein“ sein.
- Richtig entsorgt, gelangt der Inhalt des „Gelben Sacks“ in das Abfallverwertungssystem. Es wird entweder energetisch verwertet, d.h. verbrannt, oder recycelt.
- Ein Teil des deutschen Plastikmülls wird ins Ausland exportiert.

Aufgabe 2 (20 Min.): Unten siehst du zwei Grafiken: Grafik A zeigt den Weg unserer Plastikprodukte vor und nach dem Gebrauch. Grafik B zeigt, wie sich die Plastikverwertung in Deutschland gewandelt hat. Wähle eine Grafik aus, verfasse einen passenden Infotext dazu und besprich ihn anschließend mit den anderen in der Klasse. An welcher Stelle könnte Plastik bei der Wiederverwertung verloren gehen? Notiere dies ebenfalls kritisch im Text.

Grafik A

- Zu sehen ist der Wertstoffkreislauf von Kunststoff.
- Nach dem Gebrauch kann die Verwendungsdauer durch Wiederbenutzen und Reparieren verlängert werden.
- Wird das Plastikmaterial anschließend endgültig weggeschmissen (!! Verlust bei unsachgemäßer Entsorgung !!), so wird es entweder unter Energiegewinnung verbrannt, mechanisch recycelt (d.h. eingeschmolzen und in eine neue Form gebracht) oder chemisch recycelt, also wieder in seine molekularen Kleinstteile getrennt.
- Aus dem aus Altplastik gewonnenen Ausgangsmaterial und weiteren Rohstoffen kann nun neues Plastik hergestellt werden. Dieses Rohplastik (z.B. Plastikpellets !! Verlust durch Leckage beim Transport !!) gehen dann in die Produktherstellung, in der daraus wiederum neue Plastikprodukte hergestellt werden.
- Die neuen Plastikgegenstände gehen wieder in den Verkauf (!! Verlust durch z.B. Schiffshavarie beim Transport !!) und dann in den Gebrauch.

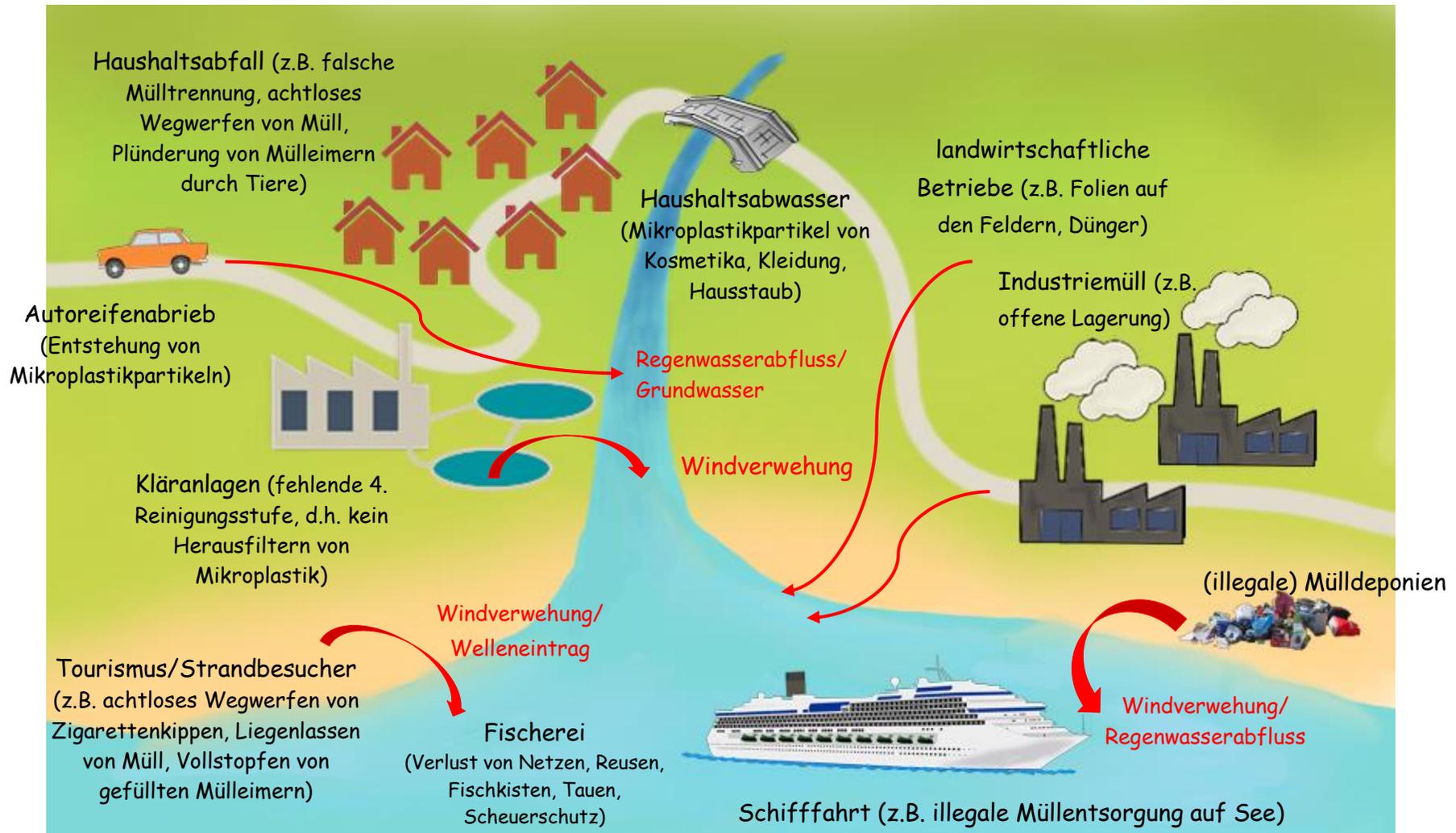
Grafik B

- Die Gesamtmenge des eingesammelten Plastikmülls ist in von 2006-2016 um 41 % gestiegen. Wir haben also mehr Plastik weggeworfen, als noch vor 10 Jahren.
- Im Zeitraum von 2006-2016 wurde anteilig immer mehr Plastikmüll verwertet. Die energetische Verwertung, d.h. die Energiegewinnung durch Müllverbrennung, stieg um 64 %; auch die Recyclingrate nahm um 76 % zu. Der Anteil des Plastikmülls, der auf Deponien landet und so gar nicht weiter benutzt wird, liegt bei weniger als 1 %.

Aufgabe 3 (10 Min.): Beschreibe beispielhaft für einen Joghurtbecher, was mit ihm nach dem Verbrauch alles geschehen kann.

- Korrekt entsorgt („gelber Sack“):
Der Deckel wurde vom Becher getrennt und beides wurde (löffelrein) in den gelben Wertstoffsack geworfen. So können aus den einzelnen Bestandteilen des Joghurtbechers jeweils neue Produkte entstehen.
- Wiederverwertet:
Manche Verpackungen lassen sich relativ leicht reinigen und können dann als Bastelmaterial verwendet werden. Auch mit einem Joghurtbecher kann man kreativ sein.
- Falsch entsorgt („graue Tonne“, d.h. Restmüll, oder „braune Tonne“, d.h. Bio-Tonne):
Der Inhalt der grauen Tonne wird nicht wiederverwertet, sondern verbrannt. Wird der Joghurtbecher in die „graue Tonne“ entsorgt, kann er nicht recycelt werden und er geht dem Wertstoffkreislauf verloren. In manchen Ländern wird Restmüll nicht verbrannt, sondern auf einer Mülldeponie entsorgt. Sind diese schlecht gesichert, kann Müll durch Windverwehung oder starke Niederschläge in die Umwelt gelangen. In die Bio-Tonne gehört der Joghurtbecher gar nicht, da er nicht biologisch abbaubar (kompostierbar) ist. Landet falscher Abfall in der Bio-Tonne weigern sich manche Entsorgungsbetriebe, den Abfall abzuholen.
- Falsch entsorgt (Natur):
Wird der Joghurtbecher liegen gelassen oder achtlos in die Natur geworfen, wird er bestenfalls von aufmerksamen Passanten oder der Stadtreinigung aufgehoben und im nächsten Mülleimer entsorgt. Bleibt er z.B. im Gebüsch liegen, gelangt er in einen Fluss oder erreicht er das Meer, verwittert der Becher mit der Zeit und zerfällt in immer kleine Plastikteilchen, die auch von Tieren verschluckt werden können.

Aufgabe 4 (20 Min.): Schau dir die Grafik unten einmal genauer an. Erkennst du einige Quellen von marinem Plastikmüll wieder? Beschrifte die Quellen, die dir auffallen, und zeichne die möglichen Weg nach, auf denen Plastik ins Meer gelangen kann. Fallen dir noch andere mögliche Eintragsquellen ein? Zeichne oder schreibe sie ebenfalls in die Grafik. Ein Beispiel ist bereits angegeben.

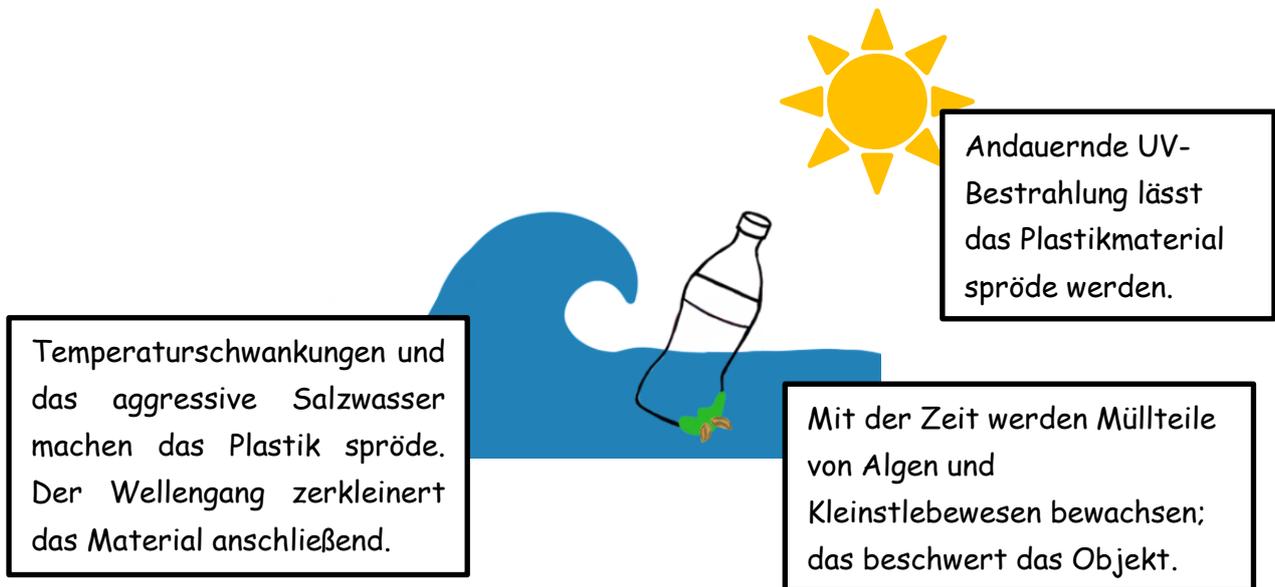


Modul 3 – Was geschieht mit dem Plastik im Meer?

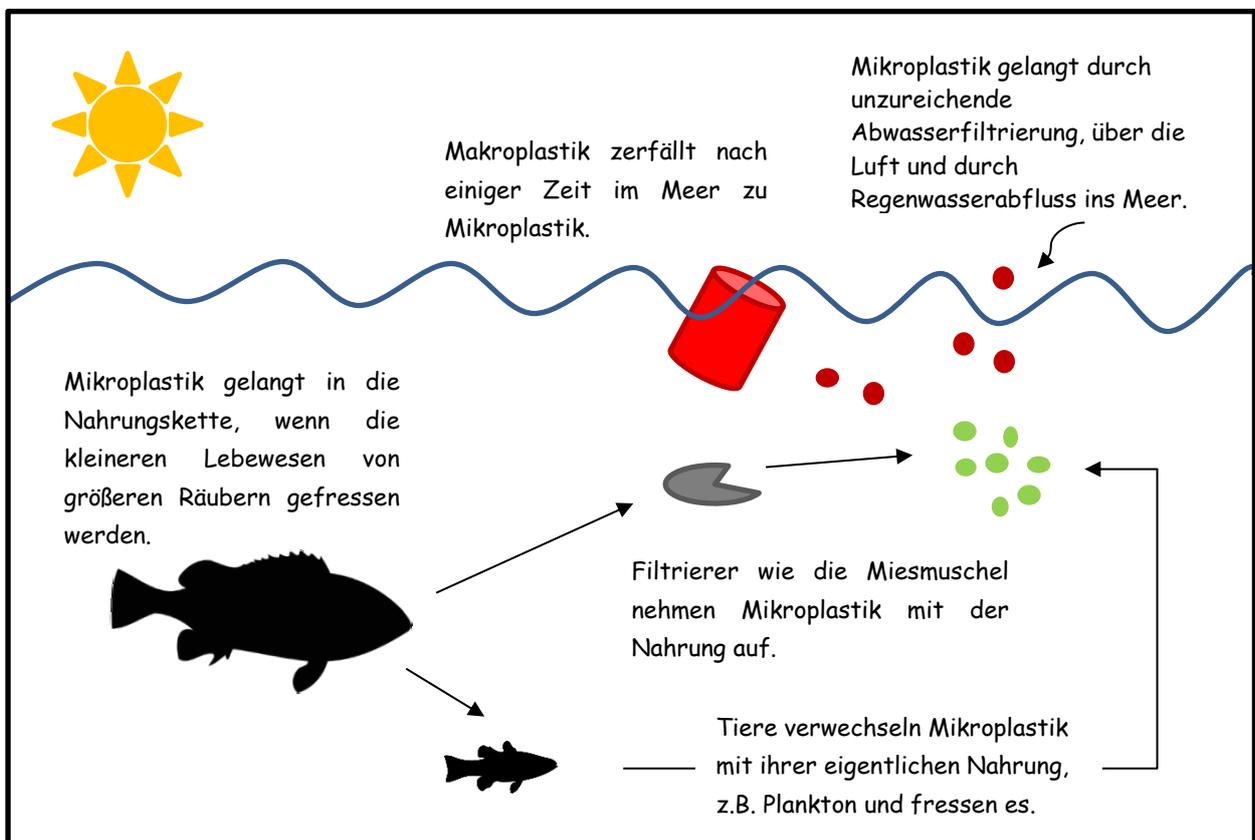


Was ist Mikroplastik?

Aufgabe 1 (10 Min.): Ergänze in der unteren Abbildung die Kräfte, die auf treibendes Plastik im Meer einwirken. Ein dargestellter Faktor (Hinweis: Flasche) wird nicht im Text erwähnt. Was könnte gemeint sein?



Aufgabe 2 (10 Min.): Fasse deine Erkenntnisse über Mikroplastik im Schaubild unten zusammen. Ein Beispiel ist bereits angegeben.



Modul 3 – Was geschieht mit dem Plastik im Meer?



Auswirkungen auf Tiere und Pflanzen

Aufgabe 3 (15 Min.): Schätze die Abbaueiten der unten angegebenen Gegenstände und tausche dich darüber mit deinem Sitznachbarn aus. Recherchiert anschließend die wissenschaftlich ermittelten Abbaueiten. (Alternativ können die untenstehenden Daten zum Überprüfen laut vorgelesen werden.) Überrascht euch das Ergebnis?

Gegenstand	Geschätzte Abbaueit	Ermittelte Abbaueit
Apfelgehäuse		2 Monate
Styroporbecher		50 Jahre
Angelschnur		600 Jahre
Plastikflasche		450 Jahre
Plastiktüte		10-20 Jahre
Zigarettenkippen		1-5 Jahre
Konservendose		50 Jahre

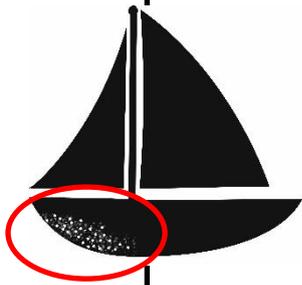
Aufgabe 4 (15 Min.): Überlege dir zu den nachfolgenden Grafiken, welche Umweltprobleme dargestellt werden.



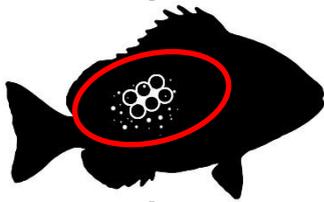
Tiere können sich in treibendem Plastik verheddern und verletzen. Besonders oft geschieht das bei Geisternetzen, d.h. Fischernetze, die abgerissen sind oder abgeschnitten wurden, und die frei herumtreibend „weiterfischen“. Die Tiere können sich mit ihren umwickelten Extremitäten kaum noch fortbewegen und oftmals nicht mehr an die Oberfläche zum Atmen. Bei Verletzungen und Verstrickungen am Hals oder Kopf, ist auch die Nahrungsaufnahme eingeschränkt. Stress und Folgeinfektionen können auftreten.



Korallen und andere sessile (d.h. sesshafte) Organismen sind empfindliche Meeresbewohner. Wenn sie von umherschwimmendem Plastik – insbesondere Fischernetzen – getroffen werden, brechen sie ab oder werden verletzt, da sie sich nicht fortbewegen können.



Plastik dient manchen Tier- und Algenarten als widerstandfähiges „Transportmittel“. So gelangen sie über weite Strecken in andere Regionen und Ökosysteme. Finden sie dort angemessene Lebensbedingungen, können sie zur Konkurrenz für heimischen Arten werden. Man nennt solche Organismen auch „invasive Arten“.



Die Aufnahme von Kunststoff hat für viele Lebewesen schwerwiegende Folgen. Plastik bietet keine Nährstoffe und kann innere Verletzungen hervorrufen. Chemische Bestandteile des Plastiks können dem Hormonhaushalt des Tieres schaden und sogar krebserregend sein. Durch die Nahrungskette werden Schadstoffe immer weiter angereichert, und können somit auch unser Essen belasten.

Modul 4 – Was machen wir gegen das Plastik im Meer?



Lösungsstrategien entwickeln

Aufgabe 1 (20-30 Min.): Fasse das Plastikproblem im Meer in einem Text oder Schaubild zusammen. Überlege dir hierbei, wie du es jemandem erklären würdest, der vorher noch nichts über dieses Thema wusste. Eure fertigen Texte und Bilder könnt ihr euch dann in der Klasse gegenseitig vorstellen. (sehr individuelle Aufgabe)

Zusammengefasst in drei Sätzen (Den Schülern sind jedoch in ihrer Kreativität keine Grenzen gesetzt):

Bei nachlässiger Entsorgung können große Mengen Plastik über die Küsten und Flüsse, aber auch auf See ins Meer gelangen und dort marinen Lebensräumen sowie Lebewesen schaden. Die Verantwortung tragen wir Menschen durch unseren Konsum und die Handhabung von Kunststoffabfällen. Auch uns können die Folgen der Plastikvermüllung treffen (z.B. erhöhte Ausgaben für Säuberungen, ein unschönes Landschaftsbild, Verletzungen durch herumliegende Abfälle, Belastung unserer Nahrung).

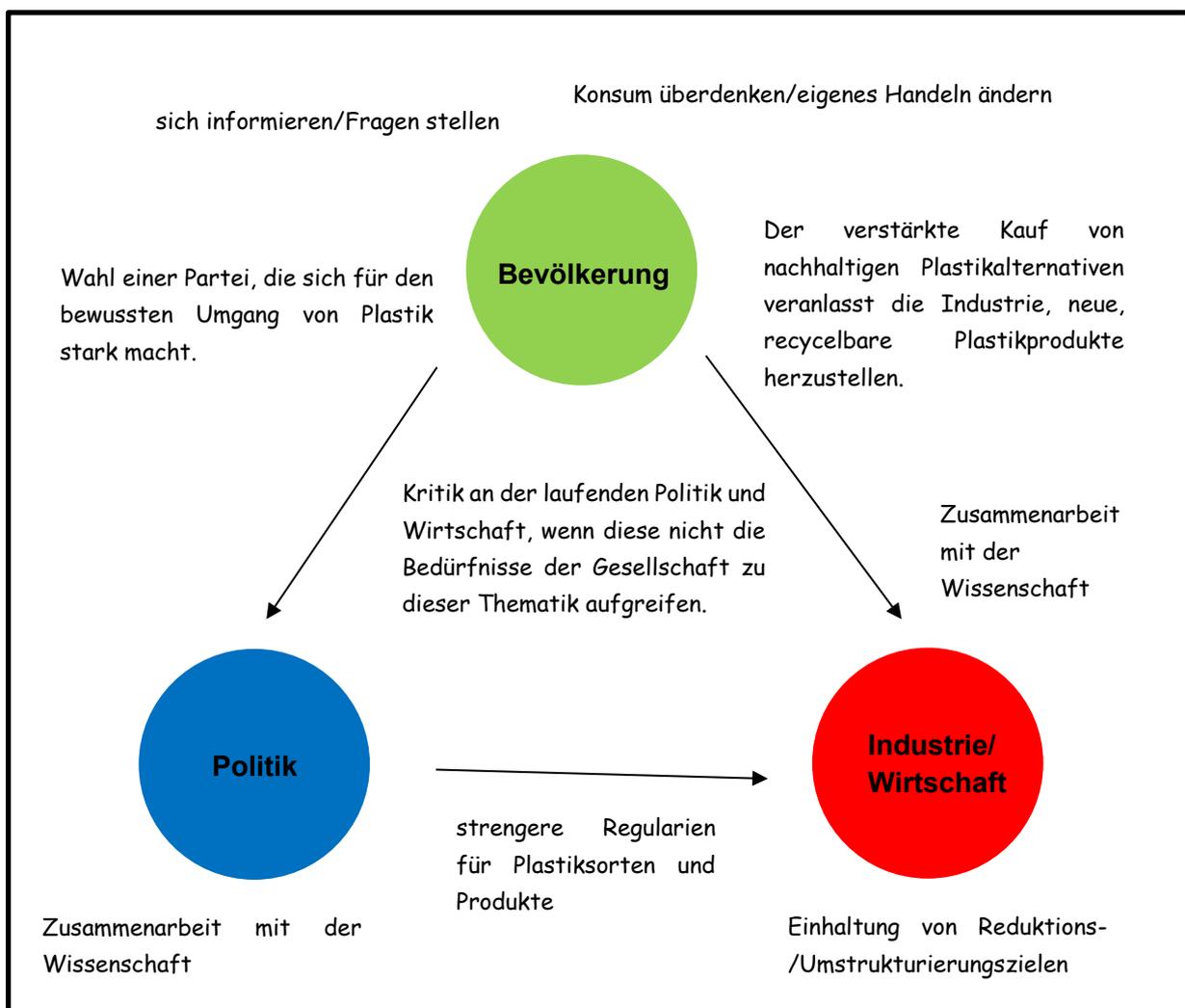
Aufgabe 2: Nachfolgend werden drei Projekte gegen die Plastikproblematik vorgestellt. Was sind ihre Ideen und Ansätze gegen Plastikmüll? Setze dich kritisch mit ihnen auseinander und halte deine Gedanken in Stichpunkten fest. (20 Min.)

- *The Ocean Cleanup* geht gegen treibenden Müll vor, der schon in die Meere gelangt ist. Das Säuberungssystem erzielt sofort Ergebnisse und erregt Aufmerksamkeit für das Thema, wird jedoch zur Sisyphos-Aufgabe, wenn der Eintrag von Müll ins Meer nicht gestoppt wird. Außerdem können passiv treibende Tierarten mit abgefischt werden und dadurch ökologische Schäden entstehen.
- Das Forschungsprojekt „*Makroplastik in der südlichen Nordsee*“ widmet sich einer Verbesserung des Wissensstands über die Problematik und nachhaltigen Lösungen. Quellen, Eintragspfade und Ansammlungsgebiete sollen identifiziert werden, um mit verschiedenen Interessensgruppen Lösungsstrategien zu erarbeiten. Zudem wird über den Einbezug der Bürger das Thema weiter in die Gesellschaft getragen. Die Komplexität der Thematik auf naturwissenschaftlicher wie gesellschaftlicher Ebene wird jedoch auch Kompromisse bei Lösungsansätzen bedeuten.
- *PlantBottle™* setzt schon bei der Produktion an. Über eine Mischung aus bio-basierten und neuen Kunststoffen soll das Flaschenmaterial in Zukunft vollständig auf Pflanzenbasis gewonnen werden. Biokunststoffe können allerdings nicht die Universallösung sein, da ihre Herstellung momentan noch sehr aufwendig und deshalb z.Zt. ökologisch nicht viel sinnvoller als herkömmliches Plastik ist.

Aufgabe 3 (20 Min.): Was kannst du dir vorstellen, gegen das Problem zu unternehmen? Schreibe deine Ideen auf und überlegt euch als Klasse weitere Möglichkeiten.

- weniger Lebensmittel in Plastikverpackungen kaufen
- beim Einkauf von Kosmetika auf Inhaltsstoffe achten
- Müll zu Hause sorgfältig trennen
- Aktionen zum Thema an der Schule organisieren, um mehr Leute zu informieren
- bewusst Mehrwegartikel oder Alternativen zu Kunststoff kaufen
- sich über das Filtersystem in der Heimatstadt informieren und ggf. Mikrofaserbeutel während des Waschens der Wäsche o.ä. benutzen
- aus alten Plastikgegenständen Neues basteln
- u.v.m.

Aufgabe 4 (20 Min.): Welche Lösungsansätze bestehen für die drei Interessenssektoren? Könnten sie zusammenarbeiten? In der untenstehenden Grafik kannst du deine Ideen hineinschreiben. Ein Beispiel ist bereits eingezeichnet. (sehr individuell; Ideen können auch später für das Planspiel genutzt werden)



Modul 5 – Plastik: Wie? Was? Warum?

Plastik – Was ist das überhaupt?

Aufgabe 1:

a) (10 Min.) **Plastik kann so einiges in unserem Alltag erleichtern. Aus welchen Bereichen kennen wir es? Welche Eigenschaften hat Plastik? Schreibe dir zu diesen Fragen Stichpunkte auf und sammelt eure Antworten gemeinsam in der Klasse. Die unten stehenden Bilder dienen dir als Hilfestellung.**

- Plastik wird oft als Verpackungsmaterial, Baustoff und Textilfaser genutzt.
- Plastik ist relativ leicht, flexibel, kann gut eingefärbt werden, und leitet keinen Strom weiter (Isolierstoff).
- Spielzeuge sind häufig aus Kunststoff.
- Der Gebrauch von Kunststoffen in der Medizin ist essentiell. Medikamente und ärztliches Werkzeug sind meist in Plastik eingeschweißt, damit keine Keime an die Materialien kommen.

b) (5-10 Min., optional) **Fallen dir zu den in Teilaufgabe a) notierten Beispielen von Plastik alternative, natürliche Materialien ein? Wie geeignet sind die natürlichen Stoffe und warum? Erfüllen sie den gleichen Zweck?**

Alternative Materialien:

>> **Papier oder Pappe**

- gut bei trockenem Material
- kann bei Nässe aufweichen
- muss evtl. beschichtet werden
- hoher Einsatz von Wasser bei der Herstellung

>> **Glas**

- geschmacksneutral
- löst keine Allergien aus
- schwer
- Bruchgefahr
- z.T. teurer

>> **Aluminium bzw. Edelstahl**

- ggf. schwerer als Kunststoff
- z.T. teurer
- Kontroverse bzgl. Aluminium für den menschlichen Gebrauch
- gut als Dosen

>> **Holz**

- ursprüngliches Baumaterial
- teurer
- belastbar, aber (je nach Holzart) verwitterungsanfällig/pflegebedürftig

Fortsetzung...

>> **Baumwolle/Leinen**

- hautfreundlich
- haltbar (bei guter Qualität)
- hoher Wasserverbrauch bei der Herstellung

>> **Seide/Wolle**

- gute Atmung/Temperaturregulierung
- schwierig zu pflegen
- teuer

Aufgabe 2 (10-15 Min.): Schau dir die Grafik unten einmal genauer an. Erkennst du einige Quellen von marinem Plastikmüll wieder? Beschrifte die Quellen, die dir auffallen, und zeichne die möglichen Weg nach, auf denen Plastik ins Meer gelangen kann. Fallen dir noch andere mögliche Eintragsquellen ein? Zeichne oder schreibe sie ebenfalls in die Grafik. Ein Beispiel ist bereits angegeben.

>> Lösungen s. Modul 2 (Seite 12) <<

Aufgabe 3 (10 Min.): Fasse deine Erkenntnisse über die Auswirkungen von Makroplastik und Mikroplastik in der Umwelt im Schaubild zusammen. Ein Beispiel ist bereits angegeben.

>> Lösungen s. Modul 3 (Seite 13) <<

Aufgabe 4 (10-15 Min.): Was kann gegen das Problem von Plastik in der Umwelt unternommen werden bzw. wird vielerorts schon unternommen? Welche Strategien werden diskutiert? Was für Projekte und Initiativen gibt es bereits? Was kannst du als Einzelperson tun? Schreibe deine Ideen auf und überlegt euch als Klasse weitere Möglichkeiten.

Als Einzelperson:

- seinen Müll ordnungsgemäß trennen und entsorgen
- Müll sammeln
- Kunststoffartikel beim Einkauf reduzieren
- unverpackt einkaufen und unnötige „Doppelt- und Dreifachverpackungen“ vermeiden
- wiederverwendbare Dosen beim Einkauf und für die Aufbewahrung von Fleisch- und Käsewaren nutzen
- Obst- und Gemüsebeutel anstelle von „Hemdchentüten“ aus Plastik verwenden
- div. Tüten, Beutel und Behälter (wenn möglich) wiederverwenden
- Vorratsmengen zum Wiederauffüllen kaufen
- wenn möglich alternative Materialien verwenden
- nützliche, langlebige Produkte kaufen

Fortsetzung...

Als Gesellschaft:

- Müllentsorgung ernst nehmen/aktivere Aufklärung der Gesellschaft über korrekte Entsorgung
- Kontrollen und höhere Bußgelder gegen Verstöße (absichtliches Müllentsorgen in der Umwelt)
- Plastiksteuer
- Erweiterung der Pfandsysteme
- Anreize für die Verwendung von recyceltem Plastik bei der Produktion von Gegenständen
- „smart design“ von Produkten (mit möglichst vollständig recycelbarer Verpackung)
- unnötige Mehrfachverpackungen abschaffen
- bewusster Konsum
- Abfallmanagement/Mülleimerleerung optimieren
- auf Einwegprodukte verzichten
- mehr Waren lose und/oder zum Abfüllen anbieten
- strengere Vorgaben/Kontrollen bei der Lagerung von Waren und Verpackungsmüll (Supermärkte/Läden)
- erweiterte Produzentenverantwortung (Produktverantwortung: Hersteller sind auch dann für ihre Produkte verantwortlich, wenn diese nicht mehr gebraucht und zu Abfall werden; die Hersteller müssen die verbrauchten Produkte zurücknehmen und korrekt entsorgen, z.B. Elektronikgeräte, Batterien.)
- Sensibilisierung für die Müllproblematik/Integration des Themas in Bildungsarbeit
- Kennzeichnung (Zertifikate) von besonders umweltbewussten, plastikarmen/freien Läden, Betrieben, Hotels/Unterkünften

Projekte und Initiativen (Es gibt weltweit so viele kleine und große Initiativen, dass die folgenden Vertreter nur eine beispielhafte Auswahl darstellen):

- 4ocean (<https://4ocean.com/>)
- Seabin Project (<https://seabinproject.com/>)
- Pacific Garbage Screening e.V. (<https://www.pacific-garbage-screening.de/>)
- The Ocean Cleanup (<https://theoceancleanup.com/>)
- The Plastic Initiative (<https://theplasticinitiative.org/>)
- „Allianz gegen Plastikmüll in der Umwelt“
- „The New Plastics Economy“ der Ellen McArthur Stiftung (<https://www.newplasticseconomy.org/>)
- Die „Seekuh“ von One Earth – One Ocean (<https://oneearth-oneocean.com/>)
- Fishing for Litter (<https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/aktionen-und-projekte/meere-ohne-plastik/fishing-for-litter/index.html>)
- Bye-bye Plastic Bags (<http://www.byebyeplasticbags.org/>)
- „Dive Against Debris“ von Project Aware (<https://www.projectaware.org/diveagainstdebris>)
- International Coastal Cleanup Day (<https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/aktionen-und-projekte/meere-ohne-plastik/cleanup/index.html>)

Ideen für Spiele und Aktionen rund um das Thema Plastikmüll

Idee 1: „KUNSTSTOFF“ von Wolf-Dietrich Hufenbach (Film, Laufzeit: 60 Min.)

Kurzbeschreibung:

Der 2018/19 entstandene Film „KUNSTSTOFF“ beschäftigt sich mit einem der wohl drängendsten Umweltprobleme der Gegenwart, der Vermüllung der Weltmeere mit Plastik. Die Drehorte des Films sind die Hochseeinsel Helgoland, die ostfriesische Insel Wangerooge, die Küstenorte Wilhelmshaven, Neuharlingersiel, Dangast und die küstennahen Regionen Friesland und Wangerland.

Inhaltlich behandelt der Film folgende Themen: die Verbreitungswege des Plastiks im Meer, Plastikteile unter Wasser, die Auswirkungen von Plastikverschmutzung auf die Seevögel, Müllsammelaktionen und aktive Müllvermeidung. Zudem werden die Probleme von Handel, Gewerbe und Gastronomie gezeigt, mit dem Plastikproblem umzugehen. Neben der Erforschung der Verdriftung von schwimmendem Plastikmüll werden die Vermeidung von Plastikartikeln im Alltag und die Bewusstseinsbildung in Bildungseinrichtungen behandelt. Außerdem werden Wege aus dem Plastikdesaster aufgezeigt.

Der Film „KUNSTSTOFF“ soll neben der Aufklärung auch die Botschaft vermitteln, dass wir trotz der augenscheinlich ausweglosen Situation selbst sehr viel dafür tun können, dass die Vermüllung der Meere und die damit verbundenen Konsequenzen für Pflanzen, Tiere, Menschen und die sensiblen marinen Ökosysteme aktiv reduziert werden.

Lernziele:

Kennenlernen der verschiedenen Aspekte der Verschmutzung des Wattenmeeres mit Müll, insbesondere Plastik; Betonung auf regionalen Aspekten.

Hinweis:

Der Film kann direkt in Gänze oder abschnittsweise unter didaktischer Anleitung geschaut werden, um die Passagen jeweils zu diskutieren. Ebenso können, falls sinnvoll, nur einzelne Abschnitte herausgegriffen werden. Für eine Übersicht der Filmkapitel, s. nächste Seite.

Den Film abspielen:

USB-Stick > Doppelklick auf „Start_KUNSTSTOFF“

Filmabschnitte	Thema
00.00.00 – 00.02.50	Einstieg in das Thema Verschmutzung der Umwelt mit Plastikmaterialien
00.02.51 – 00.10.45	Neues Gymnasium Wilhelmshaven Müllsammelaktion Wangerooge; Verschmutzung der Meere als Unterrichtseinheit während eines Landheimaufenthaltes im Inselheim Rüstringen (Wangerooge)
00.10.46 – 00.18.16	Verbraucherverhalten beim Einkauf auf dem Wochenmarkt (Rathausmarkt Wilhelmshaven, Pastor Frank Moritz); Problematik – Plastiktüten und Verpackungsalternativen; Probleme des Handwerks (Bäckereihandwerk)
00.18.17 – 00.25.34	Projekt Meeresschutz im UNESCO-Weltnaturerbe Wattenmeer Besucherzentrum Wilhelmshaven Vorstellung der Veranstaltung zu den Themen: Vermüllung der Meere, Mikroplastik; Experimentalveranstaltungen im WATTLABOR zum Thema Mikroplastik; Experimentalveranstaltung im BIOLABOR zum Thema Mikroplastik und Ernährungsweisen von Wattorganismen
00.25.35 – 00.32.21	Plastikmüll in der Wassersäule und auf dem Gewässerboden Szenen von Tauchgängen im Banter See als Beispiel des Projektes; Verschmutzung der Uferregionen von Gewässern in touristisch genutzten Regionen
00.32.22 – 00.34.07	Polyesterbeutel gegen Plastikverschmutzung Aktion des BUND mit dem CIV (Cityinteressensverein Wilhelmshaven)
00.34.08 – 00.39.43	IGS – Projekt zum Thema MÜLL Bestandteile des Projektes sind eine Unterrichtsreihe auf der Basis des Lehrbuches zur Vorbereitung der Thematik, zwei Thementage an der IGS zur Vorbereitung des Thementages im Besucherzentrum in Wilhelmshaven sowie die Präsentation aller Ergebnisse in einer Ausstellung an der IGS und im Besucherzentrum; ein wichtiges Thema war zudem die „Upcycling-Thematik“
00.39.44 – 00.45.16	Forschungsprojekt „Holzdrifter“ des ICBM Oldenburg Erforschung der Quellen, Verbreitungspfade und Anlandungspunkte von Plastikmüll in der Nordsee; Citizen Science – Projekt
00.45.17 – 00.47.42	Private Reinigungsinitiative am Beispiel Südstrand Problematik weggeworfener Zigarettenstummel
00.47.43 – 00.50.11	Einweggeschirr oder Mehrweggeschirr Plastikgeschirr bei Festveranstaltungen; „Labskausessen“ in Wilhelmshaven
00.50.12 – 00.55.11	Vogelinsel Helgoland als „Hotspot“ der Plastikvermüllung Beeinträchtigung der Vogelwelt auf Helgoland
00.55.12 – 00.59.16	Ausblick Persönliche Expertenmeinungen der am Film beteiligten Akteure Abspann

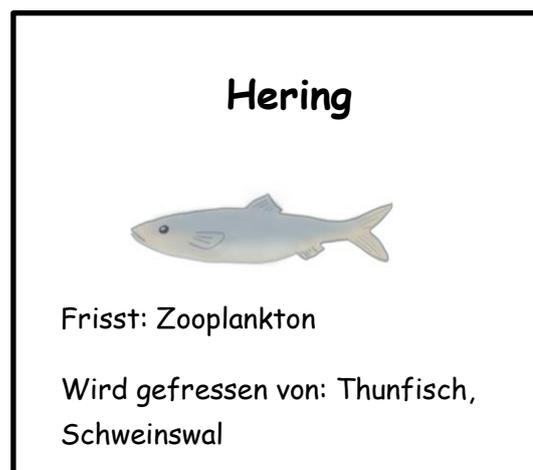
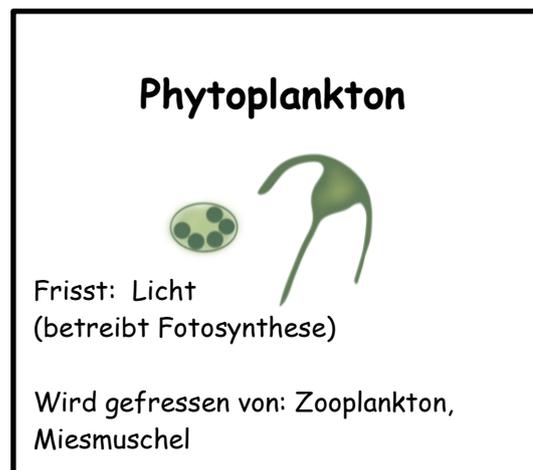
(zusammengestellt von Klaus Schöpfer, Koordinator Projekt Meeresschutz, am UNESCO-Weltnaturerbe Wattenmeer Besucherzentrum in Wilhelmshaven)

Idee 2: Die Nahrungskette (Spiel)

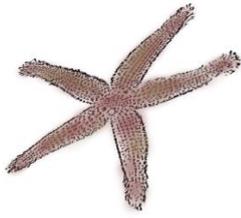
Mit diesen Spielkarten kann eine Nahrungskette im Meer vereinfacht nachvollzogen werden. Die Karten werden auf dem Tisch verteilt und die Schüler sollen die Räuber-Beute-Beziehungen mit einem Band o.ä. zwischen den Karten nachstellen.

Alternativ kann es als Klassenspiel gespielt werden: Jeder Schüler erhält eine Karte (Die Karten können hierfür mehrfach ausgedruckt werden.). Dann nennt jeder nacheinander sein Tier und seine Rolle im Nahrungsnetz. Verbindungen werden durch das Hin- und Herwerfen eines Wollknäuels zwischen den Mitspielern veranschaulicht.

Wenn die Räuber-Beute-Beziehungen eindeutig stehen, können die Mikro- und Makroplastikkarten hinzugefügt werden. Die Schüler sollen sich jetzt überlegen, welche Tiere Makroplastik und welche Tiere Mikroplastik fressen könnten, weil sie es mit Nahrung verwechseln. Was passiert, wenn ein Tier gefressen wird, das vorher selbst Plastik aufgenommen hat (Stichwort: indirekte Aufnahme von Plastik)?



Seestern



Frisst: Miesmuscheln, Schnecken

Wird gefressen von: Dorsche

Kabeljau/Dorsch



Frisst: Seesterne, Miesmuscheln

Wird gefressen von: Schweinswal

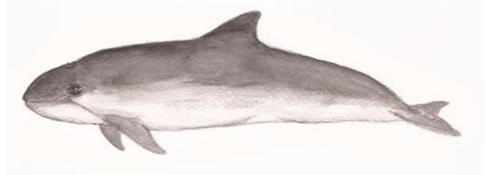
Thunfisch



Frisst: kleinere Fische, z.B. Heringe

Wird gefressen von: Menschen

Schweinswal



Frisst: z.B. Kabeljau, Schnecken, Krebse

Wird gefressen von: Schwertwal



Mikroplastik



Makroplastik

Idee 3: Einkaufen im Plastik-Dschungel (Exkursion)

Die Gruppe wird in zwei Teams eingeteilt. Es soll für ein gemeinsames Frühstück oder Mittagessen eingekauft werden. Gruppe 1 darf „normal“ einkaufen, also alle benötigten Produkte, ohne auf besondere Dinge zu achten. Gruppe 2 muss für dieselbe Mahlzeit möglichst plastikfrei einkaufen (ggf. in einem Bio-Markt anstatt einer der gängigen Supermarktketten).

Nach dem Einkauf wird zunächst geschaut, welche Gruppe wie viele in Plastik verpackte Lebensmittel gekauft hat. Welche Erfahrungen haben die Gruppen beim Einkauf gemacht? Gab es Herausforderungen? Was waren die preislichen Unterschiede?

Das gemeinsame Essen wird zubereitet und gegessen. Anschließend werden alle Plastikverpackungen von Gruppe 1 und alle von Gruppe 2 gesammelt und jeweils gezählt bzw. gewogen. Wie deutlich sind die Unterschiede?

Danach kann ggf. noch diskutiert werden, was die Erkenntnisse für den eigenen Alltag bedeuten... Stichwort: Wocheneinkauf in der Familie; Menge an Müll pro Monat/Jahr etc.

Idee 4: Selbsteinschätzung/Stimmungsbarometers (Spiel)

Die Klasse stellt sich auf einer möglichst breiten Fläche auf (z.B. leerer Klassenraum oder Schulhof), um sich gut in zwei entgegengesetzte Richtungen bewegen zu können. Eine Seite bedeutet eine 100%ige Zustimmung, die andere absolutes Nicht-Zustimmen; die Hälfte der Strecke bedeutet „unentschlossen/weder-noch“.

Die Kinder stellen sich anfangs in der Mitte auf und folgende Aussagen können beispielsweise zum Thema Plastik/Plastikmüll gestellt werden:

- Ich weiß über den problematischen Umgang mit Plastik Bescheid.
- Ich sehe in der Plastikthematik ein akutes Problem.
- Es wird noch nicht genug in diesem Aufgabenbereich gemacht.
- Biokunststoff ist die Lösung.
- Ich kann mit meinem eigenen Umdenken und Handeln genug bewegen.
- Die Hauptverantwortung in der Thematik liegt beim Verbraucher.
- Ich tue bereits etwas gegen die Plastikvermüllung der Umwelt.
- Mikroplastik ist viel gefährlicher als Makroplastik (für die Tiere).
- Das Plastikproblem betrifft auch den Menschen.
- u.v.m.

Dieses Spiel eignet sich entweder für einen ersten Eindruck, wie die Schüler zu dem Thema stehen, oder als Evaluation nach dem Bearbeiten der Lehrmaterialien. Besonders ältere Schüler können hierbei eine Selbstreflexion zu dem Thema beginnen.

Idee 5: Strand- oder Stadt-Säuberung (Exkursion)

Man braucht:

- Handschuhe
- Müllgreifer
- Müllbeutel oder Eimer
- wetterfeste Kleidung

Ein zuvor festgelegter Bereich (Siedlung, See, Straße, Strandabschnitt etc.) wird über einen festgelegten Zeitraum (30 Min., 1 Stunde, 2 Stunden o.ä.) von Müll gesäubert. Danach werden alle Abfälle werden zusammengetragen, gezählt und anschließend sachgerecht entsorgt.

Fragestellungen könnten sein:

- Wie würden die Schüler den Müll sortieren wollen? Nach Stoffgruppe? Nach Farbe? Nach Beschaffenheit? Nach Gewicht? Stichwort: Klassifizierung des Mülls.
- Was fällt bei der Menge und der Zusammensetzung auf?
- Wo lag im abgesuchten Gebiet am meisten/wenigsten Abfall?
- Woher könnte der Müll stammen?
- Wie haben evtl. Passanten auf die Müllsucher reagiert?

Eine Erkenntnis: Müllsammeln ist einfach. Aber die Einteilung und das *regelmäßige* Sammeln und Notieren der Ergebnisse ist weitaus schwieriger. Nur so kann man jedoch mit der Zeit einen Eindruck von der Entwicklung den Müllmengen und der Zusammensetzung bekommen. Müll wird seit fast 30 Jahren an fast 30 Stränden entlang der Nordseeküste alle 1-2 Wochen gesammelt, gezählt und klassifiziert, damit wir verstehen, ob und wie sich der Müll mit den Jahren verändert.

Idee 6: Ein kritischer Blick aufs Einkaufen (Exkursion)

Ein Besuch verschiedener Supermärkte (z.B. konventioneller Supermarkt, Bioladen, Reformhaus, Unverpackt-Laden) soll den Schülern die Möglichkeit geben, dass Einkaufen einmal bewusst zu erleben. Hierbei können sie in einzelnen Gruppen in verschiedene Läden geschickt werden und sich Notizen zu z.B. folgenden Fragen machen:

- Was wird in dem Supermarkt verkauft?
- Wie sind die Waren arrangiert?
- Wie sind die Waren eingepackt?
- Was ist in Plastik eingepackt (einfach oder sogar mehrfach)?
- Muss für die Ware auf bestimmte Dinge geachtet werden, wie z.B. auf die Temperatur?
- Was fällt auf?

Anschließend sollen die Ergebnisse zusammengetragen, verglichen und diskutiert werden.

Hinweis: Bei größeren Gruppen ist es ggf. vor der Aktion empfehlenswert, die Marktleitung zu informieren.

Idee 7: Kunststoffe und andere Gefahrenstoffe in Drogerie- und Haushaltsprodukten (praktische Lehreinheit)

Man braucht:

- ein Sammelsurium an (Lieblings-)Produkten aus dem Haushalt (Jeder bringt etwas mit, z.B. Lebensmittel, Drogerieprodukte, Spielzeug)
- ein Smartphone
- die Apps Toxfox (<https://www.bund.net/chemie/toxfox/>) und/oder CodeCheck (<https://www.codecheck.info/>)

Gemeinsam werden die Barcodes mit der App gescannt oder (falls kein Barcode mehr vorhanden) in der App-Datenbank gesucht und geschaut, ob die Produkte bedenkliche Inhaltsstoffe aufweisen. Was ist das Ergebnis?

Idee 8: Besuch im Abfallwirtschaftszentrum (Exkursion)

In vielen Abfallverwertungsbetrieben werden Führungen angeboten. Hierbei können die Schüler einmal hinter die Kulissen eines Verwertungshofes schauen und sehen, was mit ihrem Müll nach dem Wegschmeißen passiert. Diese Exkursion kann einen (bestimmt bleibenden) Eindruck vermitteln von unserem Konsum, unserem Umgang mit Waren (Gebrauch/Verbrauch), den Mengen an Müll, die pro Tag in einer Region zusammenkommen, und den Jobs bzw. Menschen, die sich um unseren Abfall kümmern. Sehen, riechen, hören, begreifen. Solch ein Abstecher in ein regionales AWZ ist definitiv eine Erfahrung!

Eine Liste einiger, regionaler Betriebe mit teils konkreten Angeboten ist unten aufgeführt. Generell lassen sich viele Informationen rund um das Thema Abfallentsorgung auf den jeweiligen Internetseiten finden.

- Abfallwirtschaft Ammerland (Deponieführung)
<https://www.ammerland.de/Landkreis/Kreisverwaltung/Fach%C3%A4mter/Abfallwirtschaft/index.php?object=tx%7C2843.2&ModID=10&FID=2843.1904.1>
- Entsorgungszentrum Oldenburg (Führungen und Arbeitsmaterialboxen)
<https://www.oldenburg.de/startseite/leben-wohnen/awb/fuehrungen-entsorgungszentrum.html>
- Entsorgungszentrum Wilhelmshaven
<http://www.wel-whv.de/index.htm>
- Entsorgungszentrum Wesermarsch
<https://www.gib-entsorgung.de/>
- Wertstoffhof Varel in Friesland
<https://www.friesland.de/portal/seiten/wertstoffhof-varel-901000214-20800.html>

Weiterführende Links

Zum Abschluss sind hier noch ein paar weiterführende Links zu anderen Initiativen und Organisationen (teils auf Englisch) zusammengestellt, die sich dem Thema Plastik, Plastikmüll und der öffentlichen Aufklärung darüber, vor allem von Kindern und Jugendlichen, verschrieben haben:

- Aktionshefte zum Wissenschaftsjahr 2018 - „Plastikpiraten“:
<https://www.wissenschaftsjahr.de/2016-17/mitmachen/junge-wissenschaftsinteressierte/plastikpiraten/downloads.html>
- Informationen zur Aktion „Plastikpiraten“:
<https://bmbf-plastik.de/de/plastikpiraten>
- Materialsammlung der „PlasticSchool“:
<https://plasticschool.de/>
- Arbeitsmaterial von „planet schule“:
<https://www.planet-schule.de/wissenspool/plastik-fluch-oder-segen/inhalt/unterricht/plastik-fluch-oder-segen.html>
- Arbeitsmaterial von Greenpeace:
<https://www.greenpeace.de/bildungsmaterialien/plastikmuell-im-meer>
- UNEP und GRID-Arendal (2016). Marine Litter Vital Graphics. United Nations Environment Programme and GRID-Arendal:
https://gridarendal-website-live.s3.amazonaws.com/production/documents/:s_document/11/original/MarineLitterV.G.pdf?1488455779
- Die Top 10 Behauptungen zur Plastikverschmutzung der Meere werden kritisch beleuchtet (GRID-Arendal):
<http://marinelitter.no/>
- Webseite von PlasticsEurope, dem Verband der europäischen Kunststoffhersteller:
<https://www.plasticseurope.org/en>
<https://www.plasticseurope.org/de> (PlasticsEurope Deutschland e.V.)
- Nothing Overboard – Zusammenstellung von lustigen aber auch nachdenklich stimmenden Comics über die Plastikverschmutzung der Meere (BUND):
<https://www.bund.net/service/publikationen/detail/publication/nothing-overboard-bund-comic-competition/>

Auch über folgende Apps kann man sich über (potentiell bedenkliche) Inhaltsstoffe und Kunststoffe in Produkten informieren und sowie ein Zeichen gegen „Überverpackung“ setzen:

- CodeCheck: <https://corporate.codecheck.info/>
- ToxFox: <https://www.bund.net/chemie/toxfox/>
- Beat the Microbead: <https://www.beatthemicrobead.org/>
- ReplacePlastic: <https://www.replaceplastic.de/#/scan>

Hinweis: Die hier genannten Links wurden nach eigenem Ermessen aufgeführt, weil der Inhalt als angemessen und informativ eingestuft wurde. Es besteht keine Verbindung zu den genannten Organisationen, die einen Einfluss hierauf gehabt haben könnte. Die Links sind nach Stand 25.07.2019 öffentlich zugänglich und aktiv.

Das interdisziplinäre Forschungsprojekt „Makroplastik in der südlichen Nordsee – Quellen, Verbreitungspfade und Vermeidungsstrategien“

Das Forschungsprojekt, in dessen Rahmen das Lehrangebot „Müllkoffer“ entstand, wurde von 2016 bis 2020 vom Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur durch Mittel der VolkswagenStiftung mit insgesamt EUR 1,4 Mio. gefördert. Sämtliches Material des „Müllkoffers“ wurde durch Gelder des von der Gertrud- und Hellmut Barthel Stiftung vergebenen Preises „Frieslands Helden der Heimat“ (2. Platz, Kategorie „Umweltschutz“ in 2018; Preisgeld: EUR 5.000) finanziert.

Zur Projektbeschreibung des „Müllkoffers“:

<https://uol.de/icbm/arbeitsgruppen/muellkoffer>

<http://www.lernlabor-wattenmeer.de/index.php?punkt=2>

<https://friesland.heldenderheimat.de/2018/05/08/muellkoffer/>

Für mehr Informationen zum Forschungsprojekt „Makroplastik in der südlichen Nordsee“:

<https://uol.de/makroplastik>

www.macroplastics.de/

Projektclip auf USB-Stick (Hauptverzeichnis > Makroplastik_Projekt_Uni_OL_Clip_deutsch)

Als Anschauungsmaterial liegen diesem „Müllkoffer“-Exemplar zudem zwei der **Holzdrifter** bei, von denen zwischen Oktober 2016 und März 2019 insgesamt 63.400 Stück entlang der niedersächsischen Nordseeküste, bei Borkum und Langeoog, sowie entlang der Flüsse Ems, Weser und Elbe und offshore, d.h. auf See, ausgesetzt wurden, um treibenden Plastikmüll zu simulieren. Bis Ende Juli 2019 gingen auf der Projektseite ca. 33.000 Rückmeldungen von über 27.000 Driftern ein.

Quellen- und Lizenzinformationen zu den im Material des „Müllkoffers“ benutzten Abbildungen

Hinweis: Manche Abbildungen werden im Material mehrfach verwendet, sind hier jedoch nur einmalig aufgeführt.

Modul	Abbildung	Urheber	Hochgeladen	Quelle	Lizenz (Lizenzinformationen)	Veränderungen	
Modul 1	Erlenmeyerkolben	Mayra Lenz		eigene Darstellung	CC BY-NC 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)		
	Molekülketten Elastomere	Mayra Lenz		eigene Darstellung	CC BY-NC 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)		
	Molekülketten Thermoplaste	Mayra Lenz		eigene Darstellung	CC BY-NC 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)		
	Molekülketten Duroplaste	Mayra Lenz		eigene Darstellung	CC BY-NC 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)		
	Bakelit-Telefon	Pixabay-Mitglied "Momentmal"	20.07.2017	https://pixabay.com/de/photos/telefon-alt-1955-telefonhoerer-2524268/	CC0 1.0 (https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/)	keine	
	weltweite (inkl. EU) Plastikproduktion	Mayra Lenz, Rosanna Schöneich-Argent		eigene Darstellung, basierend auf Produktionszahlen von PlasticsEurope (2013-19) Alle "Plastics - the Facts" Jahresberichte können eingesehen und heruntergeladen werden unter: https://www.plasticseurope.org/de/resources/publications	CC BY-NC-ND 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)		
	Obstverpackung (Erdbeeren)	Pixabay-Mitglied "AlbanyColley"	07.09.2017	https://pixabay.com/de/photos/lebensmittel-frisch-obst-erdbeere-2725415/	CC0 1.0 (https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/)	Ausschnitt	
	Tablettenblister	Pixabay-Mitglied "Jarmoluk"	03.02.2014	https://pixabay.com/de/photos/medikamente-heilung-tabletten-257349/	CC0 1.0 (https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/)	Ausschnitt	
	Strandspielzeug	Pixabay-Mitglied "KRiPPS_medien"	24.01.2019	https://pixabay.com/de/photos/spielzeug-kinder-baby-strand-3953026/	Pixabay License (https://pixabay.com/de/service/license/)	Ausschnitt	
	Strohhalme	Pixabay-Mitglied "Alexas_Fotos"	02.01.2016	https://pixabay.com/de/photos/trinkhalme-trinken-roehrchen-1111451/	CC0 1.0 (https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/)	Ausschnitt	
	Kleinwagen	Pixabay-Mitglied "Clker-Free-Vector-Images"	13.04.2012	https://pixabay.com/de/vectors/auto-klein-ford-fahrzeug-transport-33556/	CC0 1.0 (https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/)	Farbänderung	
	Smartphone mit Kopfhörer	Pixabay-Mitglied "FirmBee"	20.01.2015	https://pixabay.com/de/photos/mobil-telefon-samsung-musik-605422/	CC0 1.0 (https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/)	Ausschnitt	
	Fleecejacke	Pixabay-Mitglied "metalza01"	30.10.2017	https://pixabay.com/de/photos/jacke-crivit-sport-highlights-2899729/	CC0 1.0 (https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/)	keine	
	Modul 2	Welle	Mayra Lenz		eigene Darstellung	CC BY-NC 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)	
Kreislaufwirtschaft		Rosanna Schöneich-Argent		eigene Darstellung, basierend auf PlasticsEurope (2018). Plastics - the Facts 2018 (S. 7) Der Jahresbericht kann eingesehen und heruntergeladen werden unter: https://www.plasticseurope.org/de/resources/publications/670-plastics-facts-2018	CC BY-NC-ND 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)		
Entwicklung dt. Abfallwirtschaft		Rosanna Schöneich-Argent		eigene Darstellung, basierend auf PlasticsEurope (2018). Plastics - the Facts 2018 (S. 42) Der Jahresbericht kann eingesehen und heruntergeladen werden unter: https://www.plasticseurope.org/de/resources/publications/670-plastics-facts-2018	CC BY-NC-ND 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)		
Landschaft inkl.		Mayra Lenz		eigene Darstellung	CC BY-NC 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)		
Häuser		Pixabay-Mitglied "OpenClipart-Vectors"	03.10.2013	https://pixabay.com/de/vectors/home-haus-silhouette-icon-gebäude-146585/	CC0 1.0 (https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/)	Farbänderung	
Auto		Pixabay-Mitglied "molnar"	26.05.2015	https://pixabay.com/de/vectors/trabant-auto-verkehr-white-antrieb-782799/	CC0 1.0 (https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/)	Farbänderung	
Industriegebiet		Pixabay-Mitglied "OpenClipart-Vectors"	20.10.2013	https://pixabay.com/de/vectors/fabrik-industrie-herstellung-154904/	CC0 1.0 (https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/)	Farbänderung	
Kläranlage		Pixabay-Mitglied "Clker-Free-Vector-Images"	09.04.2014	https://pixabay.com/de/vectors/fabrik-industrie-industrieanlage-295222/	CC0 1.0 (https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/)	Farbänderung	
wilde Deponie		Pixabay-Mitglied "DarkWorkX"	17.06.2019	https://pixabay.com/de/photos/m%C3%BCll-m%C3%BCllhaufen-abfall-abfallhaufen-4280112/	Pixabay License (https://pixabay.com/de/service/license/)	keine	
Kreuzfahrtschiff		Pixabay-Mitglied "OpenClipart-Vectors"	16.10.2013	https://pixabay.com/de/vectors/schiff-kreuzfahrtschiff-kreuzer-158287/	CC0 1.0 (https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/)	keine	
Brücke		Pixabay-Mitglied "OpenClipart-Vectors"	12.07.2013	https://pixabay.com/de/vectors/brücke-stein-bau-145608/	CC0 1.0 (https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/)	Ausschnitt	
Modul 3		Tasche	Mayra Lenz		eigene Darstellung	CC BY-NC 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)	
		Welle mit Flasche und Biofouling	Mayra Lenz		eigene Darstellung	CC BY-NC 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)	
		Sonne	Mayra Lenz		eigene Darstellung	CC BY-NC 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)	
	gr. Fisch [Originaltitel: Eastern wirrah (silhouette)]	Openclipart-Mitglied "firkin"	21.02.2016	https://openclipart.org/detail/241910/eastern-wirrah-silhouette	CC0 1.0 (https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/)	keine	
	kl. Fisch [Originaltitel: Cardinalfish (silhouette)]	Openclipart-Mitglied "firkin"	21.02.2016	https://openclipart.org/detail/241909/cardinalfish-silhouette	CC0 1.0 (https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/)	keine	
	Fischeier [Originaltitel: F11]	Flickr-Mitglied "SJQuinney"	09.10.2014	https://search.creativecommons.org/photos/6b5547da-bc63-4865-8c12-141d68454b8e	CC BY-ND 2.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nd/2.0/)		
	Plastikpellets	Mayra Lenz		eigenes Foto	CC BY-NC 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)		
	verstrickte Robbe	Pixabay-Mitglied "OpenIcons"	02.04.2013	https://pixabay.com/de/vectors/siegel-robben-tierwelt-symbol-99301/	CC0 1.0 (https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/)	modifiziert	
	Korallen im Netz	Pixabay-Mitglied "OpenClipart-Vectors"	19.10.2013	https://pixabay.com/de/vectors/korallen-unterwasser-algen-154793/	CC0 1.0 (https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/)	modifiziert	
	Biofouling am Segelboot	Pixabay-Mitglied "OpenClipart-Vectors"	11.10.2013	https://pixabay.com/de/vectors/boot-segel-segelboot-schoner-meer-159368/	CC0 1.0 (https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/)	modifiziert	
Tiere mit Müll im Magen	Pixabay-Mitglied "KatarzynaTyl"	16.10.2016	https://pixabay.com/de/vectors/fisch-sheeps-die-silhouette-1739110/	CC0 1.0 (https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/)	modifiziert		
Modul 4	Glühbirne	Mayra Lenz		eigene Darstellung	CC BY-NC 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)		
	Skifahrer Piktogramm [Originaltitel: Hotel Icon Near Ski Area]	Openclipart-Mitglied "Gerald_G"	23.04.2010	https://openclipart.org/detail/50611/hotel-icon-near-ski-area-by-gerald_g	CC0 1.0 (https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/)	keine	
Modul 5	Wasserflasche [Originaltitel: Pet bottle]	Openclipart-Mitglied "netalloy"	19.05.2012	https://openclipart.org/detail/170118/pet-bottle-by-netalloy	CC0 1.0 (https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/)	keine	
	Gummibänder	Rosanna Schöneich-Argent		eigenes Foto	CC BY-NC 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)		
Zusatzmaterial	Fotos vom Müllkoffer	Rosanna Schöneich-Argent		eigenes Foto	CC BY-NC-ND 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)		
	Recycling-Code 1 [Originaltitel: Plastic recycle logo PET, Polyethylene Terephthalate]	Wikipedia-Mitglied "Tomia"	22.02.2006	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=591680	CC BY 2.5 (https://creativecommons.org/licenses/by/2.5/)	keine	
	Recycling-Code 2 [Originaltitel: Plastic recycle logo PE-HD, Polyethylene]	Wikipedia-Mitglied "Tomia"	22.02.2006	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=591683	CC BY 2.5 (https://creativecommons.org/licenses/by/2.5/)	keine	
	Recycling-Code 3 [Originaltitel: Plastic recycle logo PVC, Polyvinyl Chloride]	Wikipedia-Mitglied "Tomia"	22.02.2006	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=591687	CC BY 2.5 (https://creativecommons.org/licenses/by/2.5/)	keine	
	Recycling-Code 4 [Originaltitel: Plastic recycle logo PE-LD, Polyethylene]	Wikipedia-Mitglied "Tomia"	22.02.2006	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=591690	CC BY 2.5 (https://creativecommons.org/licenses/by/2.5/)	keine	
	Recycling-Code 5 [Originaltitel: Plastic recycle logo PP, Polypropylene]	Wikipedia-Mitglied "Tomia"	22.02.2006	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=591691	CC BY 2.5 (https://creativecommons.org/licenses/by/2.5/)	keine	
	Recycling-Code 6 [Originaltitel: Plastic recycle logo PS, Polystyrene]	Wikipedia-Mitglied "Tomia"	22.02.2006	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=591692	CC BY 2.5 (https://creativecommons.org/licenses/by/2.5/)	keine	
	Phytoplankton	Mayra Lenz		eigene Darstellung	CC BY-NC 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)		
	Zooplankton	Pixabay-Mitglied "OpenClipart-Vectors"	11.10.2013	https://pixabay.com/de/vectors/amöbe-tier-schwarz-zelle-keatur-159483/	CC0 1.0 (https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/)	Farbänderung	
	Hering	Mayra Lenz		eigene Darstellung	CC BY-NC 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)		
	Kabeljau	Mayra Lenz		eigene Darstellung	CC BY-NC 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)		
	Seestern	Mayra Lenz		eigene Darstellung	CC BY-NC 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)		
	Miesmuschel	Mayra Lenz		eigene Darstellung	CC BY-NC 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)		
	Thunfisch	Pixabay-Mitglied "Wikilimages"	12.12.2012	https://pixabay.com/photos/tuna-fish-bigeye-tuna-69317/	CC0 1.0 (https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/)	keine	
	Schweinswal	Rosanna Schöneich-Argent		eigene Darstellung	CC BY-NC 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)		
	Makroplastik	Rosanna Schöneich-Argent		eigenes Foto	CC BY-NC 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)		