



Plastik ist ein wichtiger Bestandteil unseres alltäglichen Lebens, dabei war das Plastikmüllproblem lange Zeit eine unterschätzte Bedrohung für unsere Umwelt. Heute stellen uns die Plastikmüllberge vor eine große Herausforderung. Die vorgestellte Unterrichtseinheit thematisiert dieses Problem durch praxisnahe Experimente aus der Alltagswelt der Schüler und Schülerinnen und leistet einen wertvollen Beitrag zur Bildung für nachhaltige Entwicklung.

Lernmaterialien und Experimente für die Sekundarstufe II

Laura Thiel, Christina Kieserg, Marie Fischer,
Corinna Höhle, Holger Winkler, Antje Wichels



Plastikkontamination im Modellsystem Weser-Wattenmeer: Ein Ökosystemübergreifender Ansatz Diese Lernmaterialien und Experimente wurden zur Schärfung des Bewusstseins in Bezug auf Plastikmüll im FONA Verbundprojekt PLAWES in Kooperation von AWI und Univ. Oldenburg entwickelt und vermitteln Lernenden der Sekundarstufe II Fachwissen zum Thema Kunststoffe und Plastikmüll. *BmBF FKZ-03F0789B*

@ AWI Schülerlabor OPENSEA, 2020



ALFRED-WEGENER-INSTITUT
HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR POLAR-
UND MEERESFORSCHUNG



Lernmaterialien und Experimente für die Sekundarstufe II

Inhalte

Hintergrundinformationen

Das Plastik Problem

Lernvoraussetzungen

Plastik oder Kunststoff

Theoretischer Hintergrund zum Thema Kunststoff

Aufbau von Kunststoffen

Biokunststoffe

Systematisierung von Kunststoffen

Plastik im Meer

Materialien für Lernende

Plastikkonsum

Müllmonitoring

Bestimmung von Kunststoffen

Lernvideo Plastik im Meer

Ideen für die Zukunft

Materialien für Lehrende

Hintergrundwissen

Das Plastikproblem

Plastik ist omnipräsent. Es ist sowohl aus unserem alltäglichen Leben wie auch aus den Schlagzeilen der Medien nicht mehr wegzudenken. Seine für uns im Alltag so nützlichen Eigenschaften, wie Langlebigkeit und Stabilität, machen es bei unsachgemäßer Entsorgung zu einer Gefahr für die Umwelt. Schlagzeilen wie „Plastikabfälle: Der vermüllte Planet“ (Hecking et al, 2018) und „Kampf dem Plastik - Sind die Meere noch zu retten?“ (Schlag & Wenz, 2019) begegnen uns überall, trotzdem scheint ein Leben ohne Plastik unmöglich.

Mit dieser Dilemma Situation sehen sich auch viele Schülerinnen und Schüler (SuS) konfrontiert. Diese Lerneinheit gibt den SuS die Möglichkeit, sich mit dem Thema intensiv zu befassen. Mit Hilfe der Lerneinheit werden Methoden vermittelt, die helfen, ein Urteil im Umgang mit Plastik zu fällen. Darüber hinaus wird das nötige Fachwissen erlangt, um an gesellschaftlichen Diskussionen aktiv teilnehmen zu können. Viele Fachinhalte werden von den SuS mittels forschend-entdeckendem Lernen eigenständig erarbeitet.

Alle Lerneinheiten wurden im Rahmen des Projektes „Mikroplastikkontamination im Modellsystem Weser – Nationalpark Wattenmeer: ein ökosystemübergreifender Ansatz“ (kurz PLAWES) im Sinne der Bildung für nachhaltige Entwicklung konzipiert. Hierbei standen die punktuellen Quellen, die Eintragspfade sowie die Verbreitung von (Mikro)Plastik in Flüssen und dem Meer im Vordergrund, Kernpunkte des PLAWES Projektes. Auch der eigene Konsum von Plastik wird kritisch hinterfragt und Anregungen für einen guten Umgang mit Plastik wird den SuS an die Hand gegeben.

Lernvoraussetzungen

Die SuS benötigen keine spezifischen Kenntnisse über Plastik oder das Plastikmüllproblem. Alle Lerninhalte können durch die integrierten Experimente oder die Aufgaben zur Erarbeitung von Fachwissen eigenständig von den SuS erarbeitet werden. Von Vorteil sind Kenntnisse über das Fluss -Meer-System, die Nahrungsnetze und der Globalisierung, um die Tragweite des Problems holistisch einschätzen zu können.

Plastik oder Kunststoff

Wir alle kennen die Bezeichnungen Plastik und Kunststoffe, doch wie genau sind sie definiert und gibt es Unterschiede? Früher wurde (umgangssprachlich) der Name Plastik (in der DDR Plaste) für Stoffe benutzt, welche sich (dauerhaft) in Form bringen lassen. Hierzu gehörten ursprünglich alle Kunststoffe der Gruppen der Thermo- und Duroplaste (hierzu später mehr), nicht aber die elastischen Elastomere. Der Fachbegriff Kunststoff bezeichnet heute die komplette Werkstoffgruppe einschließlich der Elastomere. Im alltäglichen Sprachgebrauch gibt es diese Unterscheidung heute nicht mehr und beide Wörter werden synonym verwendet (Braun, 2017). Allerdings wird der Begriff Plastik häufig umgangssprachlich für fertige Produkte und Müll verwendet (Plastikflasche oder Plastikmüll) und der Begriff Kunststoff für wertige Werkstoff

benutzt (Kunststoffindustrie, Chemie der Kunststoffe). An dieser Sprachtendenz sind diese Lerneinheiten angelehnt.

Theoretischer Hintergrund zum Thema Kunststoff

Das moderne Leben ist ohne Kunststoff nicht mehr vorstellbar. So bestehen unzählige technische Bauteile, Teile unserer Kleidung, Verpackungsmaterialien, Möbel und vieles mehr aus Kunststoff. Kunststoffe sind eine Erfindung der Neuzeit. Erst 1905 entdeckte der belgische Chemiker Leo Baekeland (1863-1944) bei Experimenten mit Phenol und Formaldehyd, dass sich diese zu langen Molekülketten verbinden und unter Wärme und Druck zu einem Feststoff aushärten lassen. 1907 ließ er seine Erfindung unter dem Namen „Bakelit“ patentieren (Crespy, 2008), der erste Kunststoff war geboren und das hitzebeständige Bakelit wurde noch für die Herstellung von z.B. Lichtschaltern, Steckdosen oder Telefonen verwendet. Auch der deutsche Chemiker Hermann Staubiger (1881-1965) forschte am Aufbau und der Struktur von Kunststoffen. Seine Erkenntnisse über das Makromolekül, wie er den Kunststoff nannte, sind noch heute gültig. 1953 wurde ihm für seine Arbeit der Nobelpreis in Chemie verliehen. Der Siegeszug der Kunststoffe begann 1955, als der sog. Ziegler-Natta Prozess (Braun, 2017) zur Synthese von Polymeren entwickelt wurde. In den 1970er Jahren begann der Boom durch die industrielle Herstellung (2 Mio. Tonnen) und damit der Vormarsch des Kunststoffes in den Alltag der Menschen. Tausend neue Kunststoffarten wurden seither entwickelt. Im Jahr 2017 wurden weltweit 348 Mio. Tonnen Kunststoffe produziert, allein in Europa waren es 64,4 Mio. Tonnen, (PlasticEurope, 2018). Das ist ein Anstieg von 167,5 % innerhalb von 65 Jahren. Der größte Anteil (39,7 %) des produzierten Kunststoffes wird zu Verpackungen verarbeitet. Weitere wichtige Bereiche sind Haushaltsware (ca. 5 %), Elektronik (6 %) und Medizin (16 %) sowie der Bausektor (ca. 20 %).

Aufbau von Kunststoffen

Kunststoffe sind technische Werkstoffe, die aus Makromolekülen bestehen. Sie werden überwiegend aus Erdöl, Erdgas und Kohle hergestellt. Makromoleküle bestehen aus vielen kleinen Molekülbausteinen, den sogenannten Monomeren (mono=eins). Diese werden zu langen bzw. großen Molekülketten verknüpft. Diese nennt man auch Polymere (poly=viel) und bestehen aus 100 bis über 10000 Monomeren (Braun, 2012). Die häufigsten chemischen Elemente in Kunststoffen sind Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H), Sauerstoff (O), Stickstoff (N), Chlor (Cl), Silizium (Si) und Schwefel (S).

Neben den Grund-Polymeren können den Kunststoffen zusätzlich weitere Stoffe zugefügt werden, um ihre Eigenschaften zu verändern. Diese sogenannten Additive können die Langlebigkeit, Festigkeit, das Gewicht, Korrosionsbeständigkeit, thermische und elektrische Isolationseigenschaften verbessern (Gächter& Müller, 1990).

Biokunststoffe

Ein neuer Trend in der Kunststoffindustrie ist die Entwicklung von „Biokunststoffen“. Dieser Begriff ist nicht eindeutig und wird zum Teil kritisch betrachtet, denn hierbei handelt es sich um keinen genau definierten Ausdruck. Als Biokunststoffe werden Materialien bezeichnet, die zum einen aus nachwachsenden Rohstoffen (wie Mais, Kautschuk, Kartoffeln) gewonnen werden können. Durch den Anbau dieser Rohstoffe kommt es zu einer erhöhten Nutzung der Böden, häufig einhergehend mit einer Überdüngung der Anbauflächen. Eine Studie vom Umweltbundesamt zeigt, dass der biologische Fußabdruck von Biokunststoffen schlechter als der von fossilen Kunststoffen ist. Diese biobasierten Kunststoffe haben zumeist dieselbe chemische Struktur wie synthetische Kunststoffe. Sie kommen außerdem häufig in einer Mischform (20 % Biokunststoffe, 80% fossile Kunststoffe) vor (Thielern, 2013). Diese Materialien sind nicht biologisch abbaubar, sie lassen sich genauso recyceln wie herkömmlich Kunststoffe.

Zum anderen bezieht sich der Begriff „Biokunststoff“ auf dessen Abbaueigenschaften. Diese „bioabbaubaren“ Kunststoffe können theoretisch unter optimalen Bedingungen vollständig biologisch abgebaut werden (Ißbrücker, & von Pogrell, 2013). Die bioabbaubaren Kunststoffe werden sowohl aus Erdöl wie auch nachwachsenden Rohstoffen gewonnen. Gelangen solche bioabbaubaren Kunststoffe jedoch in den Recycling-Kreislauf, kommt es häufig zu einer Minderung der Kunststoffqualität und somit zu einem Ausschuss. Unsere heutigen „Biokunststoffe“ stellen somit nur bedingt eine nachhaltigere Alternative zu den konventionellen Kunststoffen dar (Detzel, et al, 2012).

Systematisierung von Kunststoffen

Kunststoffe lassen sich anhand der chemischen Eigenschaften der Polymere klassifizieren. Je nach Art der Molekülvernetzung werden sie in Thermoplaste, Duroplaste oder Elastomere unterteilt.

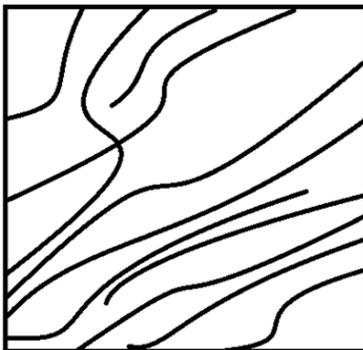


Abbildung 2: Molekülstruktur Thermoplast

Thermoplaste

Thermoplaste zeichnen sich durch ihre lange lineare Struktur aus. Durch Erhitzen sind sie leicht formbar. Sie bestehen aus unterschiedlich langen Polymersträngen und werden durch physikalische Wechselwirkungen (Van-der-Waals-Kräfte und Wasserstoffbrücken) zusammengehalten. Durch den Vorgang des Erhitzens geraten die Moleküle in Schwingung, sodass die Wechselwirkungen aufgehoben werden und der Kunststoff formbar wird. Thermoplaste werden auf Grund dieser Eigenschaften häufig in der technischen Verarbeitung verwendet.

Beispiele: Verpackungsmaterial, Angelschnüre, Schläuche

Duroplaste

Duroplaste zeichnen sich durch die netzartige Struktur ihrer Monomere aus, die alle miteinander verknüpft sind. Neben physikalischen Wechselwirkungen, die die Polymerstränge verbinden, bestehen reale Atombindungen. Dadurch bleiben Duroplaste auch bei hohen Temperaturen formstabil. Bei sehr hohen Temperaturen verkohlen Duroplaste und die ursprüngliche Struktur ist nicht mehr herstellbar. Neben der hohen Stabilität zeichnen sich Duroplaste auch durch ihre hohe chemische Beständigkeit aus.

Beispiele: Bügeleisen, Isoliermaterial, Steckdosen.

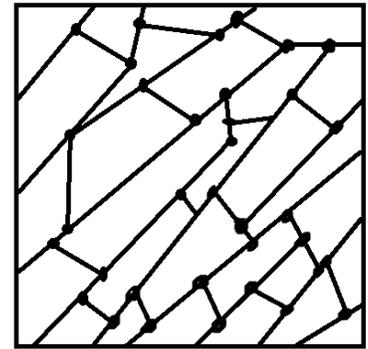


Abbildung 3: Molekülstruktur Duroplast

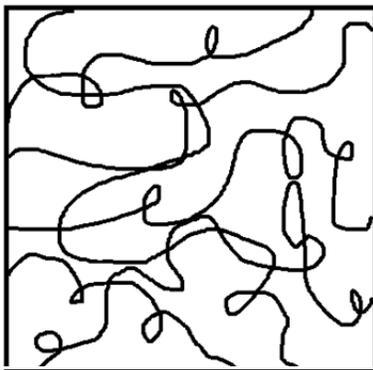


Abbildung 4: Molekülstruktur Elastomer

Elastomere

Die Struktur von Elastomeren ist ähnlich wie die der Duroplaste. Ihre Polymerstränge sind mit realen Atombindungen verbunden, ihre Netzstruktur weist jedoch größere Maschen auf. Durch Erwärmen im gespannten Zustand, zieht sich der Kunststoff zusammen, da die Netzfäden stärker schwingen und die Netzknoten näher aneinanderrücken. Das heißt Elastomere können sich durch Druck und Zug verformen. Nach dem Verformen nehmen sie ihre ursprüngliche Form wieder an.

Beispiele: Matratzen, Schuhsohle, Tischtennisschläger, Gummibänder

Herstellung von Kunststoffen

Kunststoffe werden meist vollständig synthetisch hergestellt. Dieser Prozess nennt sich Polyreaktion und kann auf drei Wegen ablaufen:

- **Polymerisation:** Monomere werden stufenlos aneinander gekettet. Es entstehen keine Abfallprodukte.
- **Polykondensation:** Monomere werden unter Abspaltung eines niedermolekularen Produkts (Kondensation) wie Wasser oder Salzsäure, in Stufen, miteinander verkettet.
- **Polyaddition:** Monomere werden in Stufen aneinander gekettet. Es entstehen keine Abfallprodukte.

Plastik im Meer

Das meiste Plastik gelangt über zwei Wege ins Meer, der Hauptanteil (80-98 %) kommt über das Land in die Ozeane (land based), beispielsweise über Flüsse, den Tourismus, Littering (in der Natur entsorgter Müll) oder von Müllhalden. Dabei ist die treibende Kraft oft der Wind, der die Partikel in Richtung Meer weht. Über Schiffe und Fischerei gelangen hingegen etwa nur ca. 2 -20% des Plastiks direkt in die Meere (sea based) (Newman et al, 2015). Durch unsachgemäße Entsorgung von Müll werden ca. 4,8 bis 12,7 Tonnen Plastik jährlich ins Meer eingetragen (Jambeck et al, 2015).

Plastik findet man überall im Meer, hierbei kommt Plastik in allen Tiefen vor. An der Meeresoberfläche schwimmt nur ein kleiner Teil des Plastiks. So fanden Wissenschaftler heraus, dass ca. 0,7 g/m² Plastiks an der Meeresoberfläche treiben (Lebertton et al, 2017). Dagegen fanden sie ca. 70 g/m² auf dem Meeresgrund. Durch die Meeresströmungen akkumuliert in einigen Regionen besonders viel Plastik. Diese Bereiche werden Garbage Patches oder auch Müllstrudel genannt. Im Größten von ihnen, dem „Great Pacific Garbage Patch“ fanden die Forscher bis zu 80 g/m² Plastik an und unterhalb der Oberfläche treiben. Er erstreckt sich über eine Fläche von 1,6 Mio. Quadratkilometer (mehr als 4-mal die Fläche Deutschlands). Durch die Meeresströmung kommt es hier zur Akkumulation von vergleichsweise großen Mengen an Plastik (Kaiser, 2010).

Aufgrund seiner chemischen Eigenschaften ist Plastik nicht oder kaum biologisch abbaubar und zerfällt durch chemische und physikalische Prozesse, wie UV-Licht, Abrieb und Temperaturschwankungen, in immer kleinere Teile (Primpke et al, 2017). Eine vollständige Zersetzung kann viele hundert Jahre dauern. In dieser Zeit können sich Schadstoffe, wie Gifte oder Schwermetalle, am Plastikmüll anlagern. Oft sind dies persistente organische Schadstoffe (POP), wie Organochlor-Insektizide (Chlordan, DDT), die sich am Plastik akkumulieren und bei der Aufnahme wieder an die Organismen abgegeben werden können. Durch die Schadstoffansammlungen und die Materialeigenschaften kann Plastik für viele Organismen gefährlich werden. So zeigen Wissenschaftler, dass bis zu 80% der Vertebraten (Meeressäuger, Seevögel, Meeresschildkröten und Fische) Plastik in sich tragen, dass nicht selten durch Beeinträchtigung der Organfunktionen zum Tode führt (Thiel et al, 2018).

Plastikmüll in der Umwelt wird nach seiner Größe in zwei Kategorien unterteilt, Makroplastik (> 5 mm) und Mikroplastik (< 5 mm). Mikroplastik lässt sich nach seiner Herkunft in primäres und sekundäres Mikroplastik klassifizieren. Primäres Mikroplastik ist industriell gefertigt, wie z.B. Pellets und Kügelchen (Beads) für die Kosmetikbranche, das sekundäre Mikroplastik entsteht durch den chemisch-physikalischen Zerfallsprozess aus Makroplastik.

Literatur

Braun, D. (2012) Erkennen von Kunststoffen- Qualitative Kunststoffanalyse mit einfachen Mitteln, Kap. 1. Kunststoffe und ihre Erscheinungsformen (S. 21-15), Carl Hanser Verlag München

Braun, D. (2013) Kleine Geschichte der Kunststoffe, Neuzeit-1900-1960 -Die Großen Drei S.215-238, Carl Hanser Verlag München I

Crespy, D. (2008) 100 Jahre Bakelit: das Material für 1000 Anwendungen, Angewandte Chemie, 120/3368-3374

Detzel, A.; Kauertz, B. & Derreza-Greeven, C. (2012) Untersuchung der Umweltwirkungen von Verpackungen aus biologisch abbaubaren Kunststoffen, Umweltbundesamt

Gächter, Müller (1990) Kunststoffadditive. 3. Ausgabe. Hanser Verlag, München/Wien, 1990,

Hecking, C., Martin, A., & Voss, L. (2018). Der vermüllte Planet, Spiegel online; <https://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/plastikmuell-welche-wege-fuehren-aus-der-abfallkrise-a-1223743.html> (25.06.2020)

Ißbrücker, C.; von Pogrell, H. (2013) Biobasiert, bioabbaubar oder beides, Nachrichten aus der Chemie, 61

Jambeck, J. R.; Geyer, R.; Wilcox, C.; Siegler, T. R.; Perryman, M.; Andrady, A.; Narayan, R.; Law, K. L. (2015) Plastic waste inputs from land into the ocean. Science 347, (6223). 768-771

Kaiser, J. (2010) The Dirt on Ocean Garbage Patches, Science 328(5985)/1506

Leberton, et al (2018): Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. Scientific reports 8 (1)

Newman, S. et al., (2015) The Economics of Marine Litter, Marine Anthropogenic Litter Kap.14, S.378-380

PlasticEurope (2018) Plastics-the Facts 2018, An analysis of European plastics production, demand and waste data, Kap. Markt Data, 14-27

Primpke, S. et al (2017) Mikroplastik in der Umwelt, Chemie in unserer Zeit, 51/402-412

Rochman, C. M. (2015) The Complex Mixture, Fate and Toxicity of Chemicals Associated with Plastic Debris in the Marine Environment, Marine Anthropogenic Litter Kap.5, S.117-140, Springer

Schalg, G., & Wenz, B. (23. April 2019). SWR2 Wissen. Von SWR2:
<https://www.swr.de/swr2/wissen/kampf-dem-plastik,broadcastcontrib-swr-11532.html>
abgerufen

Statistisches Bundesamt (2020) Pressemitteilung von März2020,
https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2020/03/PD20_103_321.html

Thiel, M. et al (2018) Impacts of Marine Plastic Pollution from Continental to Subtropical Greys-Fisch, Seabirds and Other Vertebrates in the SE Pacific, Frontiers in Marine Science, Vol.5, 238

Thielern, M. (2013) Biokunststoffe, Pflanzen Rohstoffe Produkte, bioplastics Magazine, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)

Materialien für Lernende

Datum:

Sekundarstufe II

1. Plastikkonsum

Die Plastikbelastung unserer Meere ist ein omnipräsentes Thema in den Medien. Egal ob in den Zeitungen, in den Nachrichten, im Fernsehen oder in den Sozialnetzwerken, überall sieht man Bilder von Tieren, die an Plastik verenden, Strände, die nur noch aus Plastik zu bestehen scheinen und Flüsse, auf denen tausende an Flaschen und Tüten treiben.

Hierbei vergessen wir oft, dass unser alltäglicher Konsum einen Einfluss auf den Eintrag von Plastik ins Meer hat. Im Jahr 2018 produzierten die Deutschen 5,7 Millionen Tonnen Verpackungsmüll. Das sind im Schnitt 68 kg je Einwohner. Leichtverpackungen, wie Plastik und Verbundmaterialien macht mit 30kg pro Einwohner den größten Teil aus (Statistisches Bundesamt, 2020). Weltweit werden geschätzt 300 Mio. Tonnen Plastikmüll produziert. Hiervon landen dann 4,8 bis 12,7 Mio. Tonnen im Meer.

Um dir deinen eigenen Plastikkonsum bewusst zu machen, untersuche ihn über einen Tag.

- a. Listet für einen Tag alle Dinge auf, die ihr wegwerft.
- b. Füllt die anhängende Tabelle aus und sammelt sie anonym ein
- c. Hängt alle Tabellen aus und vergleicht die angegebene Menge an Müll.
 - i. Welche Müllart kommt am häufigsten vor?
 - ii. Wie groß ist der Unterschied zwischen der minimalen und maximalen Müllmenge
 - iii. Diskutiert Strategien, um Müll zu vermeiden.

Müllart	Anzahl
Verpackungen (Plastik)	
andere Verpackungen	
Plastiktüten	
Papier	
Metall (Dosen, Joghurtbecherdeckel)	
Plastik	
Holz	
Biomüll	
Sonstiges	

Datum:

Sekundarstufe II**2. Müllmonitoring**

Zum Schutz der Meers-Umwelt des Nordost-Atlantiks haben sich 1992 15 europäischen Küstenstaaten im „Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordost-Atlantiks“ (Oslo-Paris-Abkommen, kurz OSPAR) 1992 zusammengeschlossen. Ziel ist die Erhaltung der Meeresökosysteme des Nordost-Atlantiks, der Schutz vor nachteiliger Auswirkung menschlicher Tätigkeiten und die Wiederherstellung beeinträchtigter Meeresgebiete. Die Belastung der Strände mit Plastik wird aus diesem Grund mit regelmäßigen Monitorings (engl. überwachen/beobachten) erfasst. Die gesammelten Informationen geben Aufschluss über die Menge, die Art und den Trend in der Verteilung des Mülls im Nordost-Atlantik, der Nordsee sowie Ostsee.

Weiterführend untersuchen viele Wissenschaftler die Belastung mit Müll an und in Flüssen, sowie weitere Eintragungswege von Plastik in die Meere und erforschen so, wie das Plastik über die Flüsse in die Meere gelangt.

a. Untersucht nun selbst das Ufer eines Gewässers in eurer Nähe auf Plastik.

Nutzt hierfür die OSPAR-Strandmüllmonitoring Methode

(<https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/naturschutz/meeresschutz/osparphotoguide.pdf>)

Methode:*Material*

- *Markierungsmaterial (Kegel, Stäbe, ...)*
- *Kameras/ Smartphones*
- *GPS Gerät*
- *Fragebogen*
- *50 m Maßband*
- *Protokoll Müllmonitoring*
- *Eimer (Tüten)*
- *optional Handschuhe oder Müllzange*

Aufgabe

1. Geht zu eurer Untersuchungsfläche.
2. Teilt euch in 2-3 Gruppen auf (4-8 Personen)
3. Stellt in eurer Gruppe Hypothesen über die Müllbelastung und den Anteil an Plastik in eurer Untersuchungsfläche auf.
4. Sucht euch einen 50x20 m großen Abschnitt aus, den ihr auf Müll untersucht. Die Fläche sollte gut zugänglich sein.
5. Steckt eure Fläche ab, benutzt dazu das GPS-Gerät, das Maßband und das Markierungsmaterial.
 - Markiert Start- und Endpunkt in direkter Nähe zum Wasser.
 - Geht jeweils von dem Start- und Endpunkt 20 m senkrecht nach hinten. Setzt nochmal je eine Markierung am Ende.
6. Beginnt mit dem Ausfüllen des Fragebogens, den ihr auf den nächsten Arbeitsblättern findet.

Datum:

Sekundarstufe II

7. Nehmt die GPS-Koordinaten auf und fertigt eine Skizze mit der benachbarten Umgebung an, markiert Wege, Straßen und andere Auffälligkeiten, welche sich in der näheren Umgebung zu eurer Fläche befinden.
8. Sucht allen Müll auf eurer Fläche
9. Dokumentiert die Funde mit einer Kamera, bevor ihr sie einsammelt. Dadurch könnt ihr nachvollziehen, ob einzelne Teile beim Einsammeln zerbrochen sind.
10. Geht für die Auswertung zurück ins Klassenzimmer oder an einen windgeschützten Ort.

Auswertung

- a) *Sortiert eure Funde und erstellt eine Tabelle mit den verschiedenen Müllkategorien. Legt die Plastikteile zur Seite und entsorgt den restlichen gesammelten Müll sachgerecht.*

Müllkategorien: Plastik, Papier, Holz, Metall, Elektronik, ...

- b) *Ermittelt die Anteile der verschiedenen Müllarten indem ihr ihren prozentualen Anteil am gesamten Müll berechnet.*
- c) *Erstellt ein Kreisdiagramm, mit dem ihr die Verteilung des Mülls veranschaulicht.*
- d) *Überprüft eure Hypothesen.*
- e) *Vergleicht die verschiedenen Versuchsflächen miteinander.*
- f) *Diskutiert, woher die einzelnen Müllsorten stammen können.*

Datum:

Sekundarstufe II

Protokoll zum Müllmonitoring

Ufer/Strandweite _____m

Totale Länge des Ufers/Strandes (unbebaut)
_____m

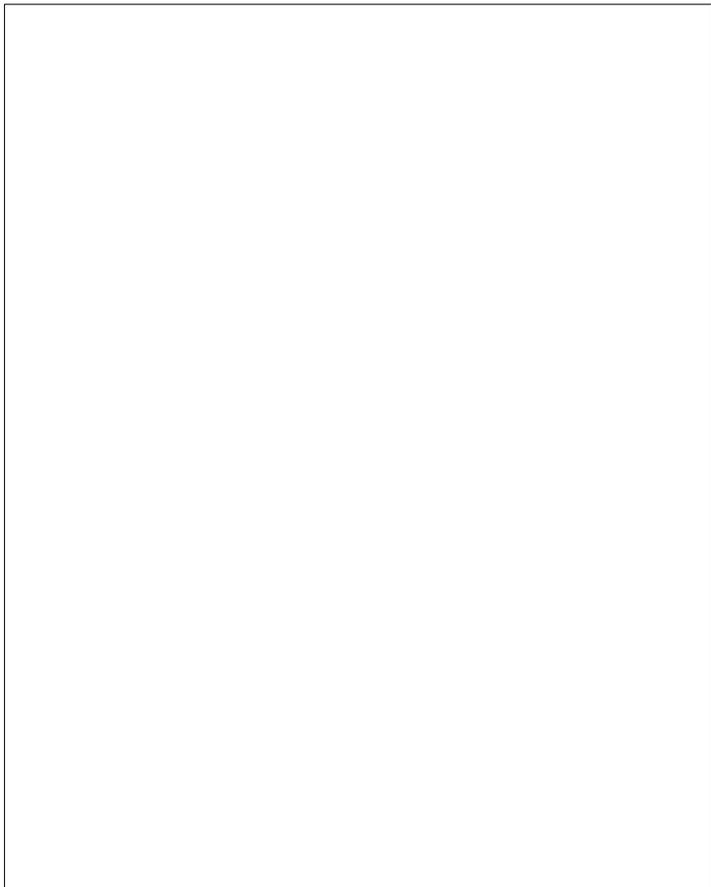
Hinterer Teil des Ufers/Strandes (z.B. Straße,
Weg, Düne, Gebäude)

GPS Koordinaten Start:

GPS Koordinaten Ende:

Verwendetes Koordinatensystem:

Position gemessen am:



Vorherrschende Strömungsrichtung des Flusses/am Strand: N O S W

Vorherrschende Windrichtung am Ufer/am Strand: N O S W

In welche Himmelsrichtung zeigt das Ufer/ der Strand? N O S W

Aus was besteht das Ufer/der Strand (in %) _____

Wie ist die Ufer-/ Strandtopografie? Wie sieht das Gelände aus.Gibt es Erhöhungen oder Vertiefungen? _____

Gibt es Objekte im Fluss/ im Meer, die die Strömung beeinflussen (z.B. Brücken, Buhnen, Mole)

Hauptsächliche Strandnutzung (picknicken, surfen, spazieren, Freizeit usw.)

Datum:

Sekundarstufe II

Zugang zum Ufer/ Strand:

Fahrzeuge Fußgänger Boote *Zusätzliche Informationen*Wurde Müll gefunden? Ja Nein

Wann wurde das Ufer/ der Strand zuletzt gesäubert? _____

Seid ihr von dem 50 m Abschnitt abgewichen? Nein Ja , weil _____
_____Seid ihr von den 20 m Breite abgewichen? Nein Ja , weil _____

Hat einer der folgenden Wetterbedingungen die Datenerhebung beeinflusst?

Regen Wind Schnee Eis Nebel ungewöhnliches Hochwasser Sandsturm Habt ihr ein totes Tier gefunden? Ja Nein

Wenn ja, wie viele? _____

Beschreibe das Tier oder gebe den Artenname an _____
_____Ist das Tier in Müll eingewickelt? Ja Nein Wenn ja, in welcher Art von Müll ist es eingewickelt? _____

Gab es irgendwelche Umstände, die die Datenerhebung beeinflusst haben, wie z.B. Spuren eines Fahrzeuges? _____

Gab es kürzlich irgendwelche Veranstaltungen, die zu einer unüblichen Menge oder Sorte an Müll geführt haben? _____

http://www.ospar.org/ospar-data/10-02e_beachlitter%20guideline_english%20only.pdf [zuletzt aufgerufen am: 26.01.2019]

Datum:

Sekundarstufe II**3. Bestimmen von Kunststoffen**

Beim Müllmonitoring werdet ihr viele Dinge aus Plastik gefunden haben. Doch gibt es nicht das eine Plastik. Weltweit werden mehr als 200 verschiedene Kunststoffe hergestellt. Hierbei fallen 90% der produzierten Kunststoffe auf sechs Kunststoffarten: Polyethylen (PE), Polypropylen (PP), Polyvinylchlorid (PVC), Polystyrol (PS), Polyurethan (PU/ PUR) und Polyethylenterephthalat (PET).

Diese große Diversität an Kunststoffen erschwert den Recyclingprozess. Sortenreine Kunststoffe lassen sich theoretisch zu 100% recyceln. In der Realität liegt die Recyclingquote von Kunststoffen in Deutschland bei ca. 40%. Ein Problem beim Recyceln sind starke Verschmutzung aber auch Probleme beim Trennen der Kunststoffarten.

- Versucht den Plastikmüll aus dem Müll Monitoring nach Kunststoffarten zu sortieren. Nach welchen Merkmalen habt ihr den Kunststoff unterschieden.
- Vergleicht eure Einteilungen.
- Diskutiert, wie gut sich diese optische Methode zum Erkennen von Kunststoffen eignet, um Kunststoffe sortenrein für das Recycling zu trennen.
- Kunststoffe lassen sich mit verschiedenen Methoden bestimmen. Eine Möglichkeit ist es, sie mittels ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften zu bestimmen. Versucht selbst die Kunststoffarten von euerm Plastikmüll zu bestimmen. Führt dazu die Experimente zur Bestimmung der Kunststoffarten durch.

Versuch Teil a)

Um einen Nachweis durchführen zu können müsst ihr wissen, welche typischen Merkmale verschiedene Kunststoffe aufweisen. Um diese Merkmale zu lernen führt ihr die Experimente vorher mit bekannten Kunststoffen durch. Teilt euch hierfür in fünf Gruppen auf und werdet zum Experten.



Brennbarkeit



Schmelzverhalten



Bleisteinprobe



Dichte



Löslichkeit

Lernt je eine Methode zur Bestimmung von Kunststoffen anhand ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften kennen. Nutzt hierfür Standardkunststoffe.

Protokolliert das Vorgehen und die Ergebnisse gründlich (Tabelle Seite 14), damit ihr in einem zweiten Schritt einen unbekanntem Kunststoff mit den erzielten Ergebnissen vergleichen könnt, um ihn so zu bestimmen.

Datum:

Sekundarstufe II

Gefahrstoffe			
Aceton	H225 H319 H336 EUH066	P210 P240 P403+P233 P305+P351+P338	  Gefahr!
Chlorwasserstoff	H314 H331 EUH071	P260 P280 P315 P403 P405 P304+P340 P303+P361+P353 P305+P351+P338	  Gefahr!

Versuch Brennbarkeit*Material*

- Plastikpartikel
 - Polyethylen (PE)
 - Polypropylen (PP)
 - Polyvinylchlorid (PVC)
 - Polystyrol (PS)
 - Polyethylenterephthalat (PET)
 - Polycarbonat (PC)
- Streichhölzer
- Bunsenbrenner
- brandfeste Unterlage
- Schutzbrille
- Becherglas mit Wasser
- Tiegelzange

Aufgabe

1. Erlernt die Methode zur Untersuchung der Brennbarkeit.
2. Haltet die Kunststoffproben einzeln in die Flamme eines Bunsenbrenners.
3. Achtet auf folgende Dinge
 - Flamme im Bunsenbrenner
 - Flamme ohne Bunsenbrenner
 - Rauch Entwicklung
 - Ruß Entwicklung
 - Geruch
4. Benutzt den Abzug und löscht die Kunststoffe in dem Becherglas mit Wasser.
5. Protokolliert eure Ergebnisse sorgfältig in der Tabelle (Seite 14).
6. Diskutiert wofür die untersuchte Eigenschaft bei der Bestimmung eines unbekanntes Kunststoffes nützlich ist.

Entsorgung

Kunststoff soweit es geht wiederverwenden. Feste Abfälle in den Restmüll entsorgen.

Datum:

Sekundarstufe II**Versuch Schmelzverhalten***Material*

- Plastikpartikel
 - Polyethylen (PE),
 - Polypropylen (PP),
 - Polyvinylchlorid (PVC),
 - Polystyrol (PS),
 - Polyethylenterephthalat (PET)
 - Polycarbonat (PC)
- Streichhölzer
- Bunsenbrenner
- 5 Reagenzgläser
- Brandfeste Unterlage
- Schutzbrille
- Becherglas mit Wasser
- Tiegelzange

Aufgabe

1. Erlern die Methode zur Untersuchung des Schmelzverhaltens
2. Gebt eine kleine Menge des zu untersuchenden Kunststoffes in ein Reagenzglas und haltet es vorsichtig in die Flamme des Bunsenbrenners.
3. Achtet auf folgende Dinge:
 - schmilzt der Kunststoff?
 - Konsistenz des geschmolzenen Kunststoffes.
4. Protokolliert eure Ergebnisse sorgfältig in der Tabelle (Seite 14).
5. Diskutiert, wofür die untersuchte Eigenschaft bei der Bestimmung eines unbekanntes Kunststoffes nützlich ist.

Entsorgung

Kunststoff soweit es geht wiederverwenden. Feste Abfälle in den Restmüll entsorgen und nicht mehr brauchbare Reagenzgläser in die Glassammlung.

Datum:

Sekundarstufe II**Versuch Bleisteinprobe***Material*

- Plastikpartikel
 - Polyethylen (PE),
 - Polypropylen (PP),
 - Polyvinylchlorid (PVC),
 - Polystyrol (PS),
 - Polyethylenterephthalat (PET)
 - Polycarbonat (PC)
- Streichhölzer
- Bunsenbrenner
- brandfeste Unterlage
- Kupferdraht
- Schutzbrille
- Becherglas mit Wasser
- Tiegelzange

Aufgabe

1. Erlernt die Bleisteinprobe zur Untersuchung von Chlor in Kunststoffen.
2. Nehmt den Kupferdraht und biegt einen kleinen Haken an das eine Ende. Haltet den Haken vorsichtig mit einer Tiegelzange in die Flamme des Bunsenbrenners, bis er glüht. Schmelzt mit dem glühenden Haken ein Stückchen aus einem der Kunststoffe und haltet es in die Flamme. Wartet bis alle Kunststoffreste verglüht sind und wiederholt es mit den anderen Kunststoffen.
3. Achtet auf die Farbe der Flamme
 - wird Chlor frei färbt sie sich grün.
4. Protokolliert eure Ergebnisse sorgfältig in der Tabelle (Seite 14).
5. Diskutiert wofür die untersuchte Eigenschaft bei der Bestimmung eines unbekanntes Kunststoffes nützlich ist.

Entsorgung

Kunststoff soweit es geht wiederverwenden. Die flüssige Phase in den Sammelbehälter für organische Lösungsmittel entsorgen, die feste Phase in den organischen Feststoffbehälter.

Datum:

Sekundarstufe II**Versuch Dichteverhalten***Material*

- Plastikpartikel
 - Polyethylen (PE),
 - Polypropylen (PP),
 - Polyvinylchlorid (PVC),
 - Polystyrol (PS),
 - Polyethylenterephthalat (PET)
 - Polycarbonat (PC)
- Wasser
- Salz (NaCl)
- Bechergläser

Aufgabe

1. Erlernt die Methode zur Untersuchung des Dichteverhaltens von Kunststoffen.
2. Füllt in 2 Bechergläser Leitungswasser. Stellt in einem der beiden Bechergläser eine gesättigte Kochsalzlösung her. Gebt nun die Kunststoffe zuerst in das Leitungswasser und anschließend in die Kochsalzlösung.
3. Achtet auf folgende Dinge:
 - Schwimmt der Kunststoff auf dem Wasser?
 - Schwebt der Kunststoff in der Wassersäule?
 - Sinkt der Kunststoff auf den Boden?
4. Protokolliert eure Ergebnisse sorgfältig in der Tabelle (Seite 14).
5. Diskutiert wofür die untersuchte Eigenschaft bei der Bestimmung eines unbekanntes Kunststoffes nützlich ist.

Tipp:

Wasser hat eine Dichte von $0,99 \text{ g/cm}^3$ und eine gesättigte NaCl-Lösung von $1,15 \text{ g/cm}^3$

Entsorgung

Kunststoff soweit es geht wiederverwenden. Feste Abfälle in den Restmüll entsorgen.

Datum:

Sekundarstufe II**Versuch Aceton***Material*

- Plastikpartikel
 - Polyethylen (PE),
 - Polypropylen (PP),
 - Polyvinylchlorid (PVC),
 - Polystyrol (PS),
 - Polyethylenterephthalat (PET)
 - Polycarbonat (PC)
- Schutzbrille
- Kolben mit Deckel
- Aceton

Aufgabe

1. Erlern die Methode zur Untersuchung der Löslichkeit in Aceton.
2. Füllt in einen verschließbaren Kolben ca. 10 ml Acton. Gebt nach und nach die Kunststoffe hinzu und beobachtet was passiert. Haltet den Kolben möglichst geschlossen.
3. Achtet auf folgende Dinge:
 - *Löst sich der Kunststoff vollständig?*
 - *Ändert sich die Farbe?*
4. Protokolliert eure Ergebnisse sorgfältig in der Tabelle (Seite 14). Diskutiert wofür die untersuchte Eigenschaft bei der Bestimmung eines unbekanntes Kunststoffes nützlich ist.

Entsorgung

Kunststoff soweit es geht wiederverwenden. Feste Abfälle in den Restmüll. Aceton in den Behälter für organisches Lösungsmittel.

Datum:

Sekundarstufe II**Versuch Teil b)**

Versucht nun in neuen Gruppen die unbekanntesten Kunststoffe, die ihr beim Monitoring gefunden habt, zu bestimmen.

Bildet neue Gruppen mit jeweils einer Person aus jeder Expertengruppe. Und führt die Experimente aus Teil a nacheinander durch.



Jede Gruppe mit Experten für Brennbarkeit, Schmelzverhalten, Bleisteinprobe, Dichte, Löslichkeit

Versuch Unbekannter Stoff*Material*

- *Kunststoff aus Monitoring*
- *brandfeste Unterlage*
- *Kupferdraht*
- *Salz*
- *Wasser*
- *Reagenzgläser*
- *Aceton*
- *Schutzbrille*
- *Becherglas mit Wasser*
- *Tiegelzange*

Aufgabe

1. Sucht euch ein Teil aus und schaut euch den unbekanntesten Kunststoff an. Ist er stark verschmutzt, reinigt ihn mit Wasser.
2. Erstellt einen Plan mit Hilfe der Ergebnisse aus den Experimenten zu den chemischen und physikalischen Eigenschaften, um mit möglichst wenigen Versuchen den Kunststoff nachweisen zu können.
3. Untersucht den Kunststoff.
4. Entsorgt die Reste, wie ihr es bei Teil a) gelernt habt.

Versuch Teil c) Auswertung

- a. Zu welcher Kunststoffklasse gehört der unbekannteste Kunststoff? Begründe deine Antwort.
- b. Wie sicher seid ihr euch bei dem von euch bestimmten Kunststoff? Begründet eure Antwort.
- c. Diskutiert, ob sich diese Methode in der Wissenschaft zum Bestimmen von Kunststoffen eignet.

Datum:

Sekundarstufe II**4. Video zu Plastik im Meer**

Um einen möglichst großen Überblick über das komplexe Thema Plastik im Meer zu erhalten teilt euch in Gruppen auf und erstellt ein Stopp-Motion-Video zu einem Teilthema.

Aufgabe*Material*

- App: Slow Motion Studio
- Internet
- Papier, Stifte, Knete, Lego, Kleber....
- Beamer zur Präsentation

1. Bildet Kleingruppen aus 2-4 Personen
2. Sucht euch ein Thema aus der Liste aus oder überlegt euch ein eigenes. Versucht, alle Themen in der Klasse zu verteilen.

Themen:

- Weg des Plastikmüll ins Meer
- Verteilung von Plastik im Meer
- Plastik im Laufe der Zeit
- Plastik in Kläranlagen
- Mikroplastik
- Alternativen
- ...

3. Recherchiert zu eurem Thema. Hierfür könnt ihr das Internet oder Literatur zu Hilfe nehmen.
4. Überlegt in der Gruppe, welche Informationen interessant sind und wie ihr sie im Video darstellen wollt. Das Video sollt 2-4 Minuten lang sein.
5. Bereitet alles Material und den Text, den ihr dazu sprechen möchtet, vor.
6. Ladet die kostenlose App auf eure Smartphones und fangt an das Video zu drehen. Hilfreich ist es, wenn ihr euch vorher ein Video Tutorial zur App anschaut.
7. Präsentiert euer Video der Klasse.

Datum:

Sekundarstufe II

5. Ideen für die Zukunft

- a. Viele Umweltschützer möchten etwas an der Menge des Mülls im Meer ändern und entwickeln Ideen, wie man den Müll wieder aus den Meeren bekommt. Überlegt in Kleingruppen wie machbar es ist Müll aus dem Meer zu entfernen. Begründet eure Antwort. Fallen euch andere Ideen ein, wie man dem Problem entgegenwirken kann?
- b. Was kann du tun, um dem Plastikproblem in den Meeren entgegenzuwirken.

Datum:

Sekundarstufe II

Materialien für Lehrende

Datum:

Sekundarstufe II

1. Ablaufplan

Modul	Inhalt	Zeit	Bemerkung
Plastikkonsum	Hinführung zur Thematik „Müll im Meer“ Reflektion des eignen Kunststoffkonsums	20 Min	
Müllmonitoring	Untersuchung einer Fläche auf Müll	60 Min.	Kann geteilt werden: 15 Min. Vorbereitung 30 Min. Sammeln 15 min. Auswertung
Bestimmen von Kunststoffen	Erlernen von Methoden zur Identifizierung von Kunststoffen	60 min	Kann geteilt werden: Teil A 30 Min Teil B 20 Min Teil C 10 Min
Video zu Kunststoffen	Nutzung von Digitalen Medien, und eigneständigens erarbeiten eines Sachinhaltes	60 min	Kann geteilt werden Recherche als Hausaufgabe
Ideen für die Zukunft	Entwicklung von Strategien für einen nachhaltigen Umgang mit Plastik	25 min	

2. Die Lerneinheiten

1. Plastikkonsum		
Zeitdauer der Veranstaltung:		ca. 15Minuten
Gruppengröße / Sozialform:		Einzelarbeit, Klassengespräch
Zielgruppe:		Sek.II
Raum:		Klassenzimmer
benötigte Materialien:		Arbeitsblätter
Bezugsquellen der Materialien		
Entsorgung der Versuchsmaterialien:		
Lernziele	Die SuS sollen....	...lernen, dass jeder von ihnen Müll produziert ... lernen, dass ein Großteil des Mülls aus Plastik ist ... lernen prozentuelle Verteilung zu Berechnen ... lernen, dass es Unterschiede im Plastikverbrauch gibt

Datum:

Sekundarstufe II

2. Müllmonitoring		
Zeitdauer der Veranstaltung:		ca. 60 Minuten
Gruppengröße / Sozialform:		Kleingruppen, Klassengespräch
Alter der Zielgruppe:		ab Klasse 9
Raum:		Labor, Zugang zu einem Gewässer
benötigte Materialien:		<ul style="list-style-type: none"> • Markierungsmaterial (Kegel, Stäbe, ...) • Kameras/ Smartphones • GPS Gerät • Fragebogen • 50 m Maßband • Protokoll Müllmonitoring • Eimer (Tüten) (pro Gruppe ca. 2) • optional Handschuhe oder Müllzange
Bezugsquellen der Materialien		Laborfachhandel, Supermarkt, Plastikproben können kostenfrei bei PlasticsEurope angefordert werden. (https://www.plasticseurope.org/de/resources/kunststoffschule/probensammlung)
Entsorgung der Versuchsmaterialien:		Müll getrennt entsorgen
Lernziele	Die SuS sollen....	<p>... eine internationale Richtlinie (OSPAR) kennenlernen.</p> <p>... lernen, wie sich der Müll in der Umwelt zusammensetzt.</p> <p>... lernen, nach wissenschaftlichen Arbeitsweisen zu arbeiten, Ergebnisse zu erfassen und zu dokumentieren sowie auszuwerten.</p> <p>.... die Verteilung von Müll an in der Umwelt an verschiedenen Standpunkten kennenlernen.</p> <p>... eigenständig ein Gewässer nach internationalen Richtlinien untersuchen.</p> <p>... lernen, Daten mathematisch auszuwerten, darzustellen und miteinander zu Vergleichen.</p> <p>...lernen, Hypothesen zu erstellen und zu überprüfen.</p>

Datum:

Sekundarstufe II

3. Bestimmen von Kunststoffen	
Zeitdauer der Veranstaltung:	ca. 60 Minuten
Gruppengröße / Sozialform:	Kleingruppen, Klassengespräch
Alter der Zielgruppe:	ab Klasse 9
Raum:	Labor
benötigte Materialien:	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Plastikpartikel</i> - <i>Polyethylen (PE),</i> - <i>Polypropylen (PP),</i> - <i>Polyvinylchlorid (PVC),</i> - <i>Polystyrol (PS),</i> - <i>Polyethylenterephthalat (PET)</i> - <i>Polycarbonat (PC)</i> • <i>Streichhölzer</i> • <i>Bunsenbrenner</i> • <i>brandfeste Unterlagen</i> • <i>Schutzbrille</i> • <i>Bechergläser mit Wasser</i> • <i>Tiegelzangen</i> • <i>Reagenzgläser</i> • <i>Salz (NaCl)</i> • <i>Kupferdraht</i> • <i>60 ml Aceton</i> • <i>Bechergläser</i>
Bezugsquellen der Materialien	Laborfachhandel, Supermarkt, Plastikproben können kostenfrei bei PlasticsEurope angefordert werden. (https://www.plasticseurope.org/de/resources/kunststoffschule/probensammlung)
Entsorgung von Versuchsmaterial:	Müll getrennt entsorgen

Datum:

Sekundarstufe II

4. Video zu Plastik im Meer		
Zeitdauer der Veranstaltung:		ca. 60 Minuten
Gruppengröße / Sozialform:		Gruppenarbeit
Zielgruppe:		Sek. II
Raum:		Klassenzimmer
benötigte Materialien:		Arbeitsblätter, Smartphones, App: Slow Motion Studio, Internet, Papier, Stifte, Knete, Lego, Kleber, Beamer zur Präsentation
Bezugsquellen der Materialien		
Entsorgung der Versuchsmaterialien:		
Lernziele	Die SuS sollen...	...selbstständig Wissen zu einem Thema aneignen und für die anderen SuS aufarbeiten ... lernen mit einer Neuen App umzugehen und sich neuen Medien öffnen ... ihr Wissen zu Kunststoffen vertiefen

5. Ideen für die Zukunft		
Zeitdauer der Veranstaltung:		ca. 15 Minuten
Gruppengröße / Sozialform:		Einzelarbeit, Klassengespräch, Gruppenarbeit
Zielgruppe:		ab Klasse 5
Raum:		Klassenzimmer
benötigte Materialien:		• Arbeitsblätter
Bezugsquellen der Materialien		
Entsorgung der Versuchsmaterialien:		
Lernziele	Die SuS sollen...	... ihren eigenen Umgang mit Plastik reflektieren ... selbständig Lösungsansätze entwickeln ... in einer Gruppe eine Lösung finden ... ihren Konsum nachhaltig ändern

Datum:

Sekundarstufe II

1. Plastikkonsum

Die Plastikbelastung unserer Meere ist ein omnipräsentes Thema in den Medien. Egal ob in den Zeitungen, in den Nachrichten, im Fernsehen oder in den Sozialnetzwerken, überall sieht man Bilder von Tieren, die an Plastik verenden, Strände, die nur noch aus Plastik zu bestehen scheinen und Flüsse, auf denen tausende an Flaschen und Tüten treiben.

Hierbei vergessen wir oft, dass unser alltäglicher Konsum einen Einfluss auf den Eintrag von Plastik ins Meer hat. Im Jahr 2018 produzierten die Deutschen 5,7 Millionen Tonnen Verpackungsmüll. Das sind im Schnitt 68 kg je Einwohner. Leichtverpackungen, wie Plastik und Verbundmaterialien macht mit 30 kg pro Einwohner den größten Teil aus (Statistisches Bundesamt, 2020). Weltweit werden geschätzt 300 Mio. Tonnen Plastikmüll produziert. Hiervon landen dann 4,8 bis 12,7 Mio. Tonnen im Meer.

Um dir deinen eigenen Plastikkonsum bewusst zu machen, untersuche ihn über einen Tag.

- a. Listet für einen Tag alle Dinge auf, die ihr wegwerft.
- b. Füllt die anhängende Tabelle aus und sammelt sie anonym ein
- c. Hängt alle Tabellen aus und vergleicht die angegebene Menge an Müll.
 - i. Welche Müllart kommt am häufigsten vor?
Plastik
 - ii. Wie groß ist der Unterschied zwischen der minimalen und maximalen Müllmenge
16 Teile
 - iii. Diskutiert Strategien, um Müll zu vermeiden.
Weniger verpackte Produkte kaufen, wiederverwendbare Taschen und Behälter,...

Müllart	Anzahl
Verpackungen (Plastik)	15
andere Verpackungen	2
Plastiktüten	4
Papier	5
Metall (Dosen, Jogurtbecherdeckel)	1
Plastik	16
Holz	0
Biomüll	7
Sonstiges	2

Datum:

Sekundarstufe II

2. Müllmonitoring

Zum Schutz der Meeres-Umwelt des Nordost-Atlantiks haben sich 15 europäischen Küstenstaaten im „Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordost-Atlantiks“ (Oslo-Paris-Abkommen, kurz OSPAR) 1992 zusammengeschlossen. Ziel ist die Erhaltung der Meeresökosysteme des Nordost-Atlantiks, der Schutz vor nachteiliger Auswirkung menschlicher Tätigkeiten und die Wiederherstellung beeinträchtigter Meeresgebiete. So versuchen sie z.B. die Belastung der Strände mit Plastik mit regelmäßigen Monitorings (engl. überwachen/beobachten) zu erfassen. Die gesammelten Informationen geben Aufschluss über die Menge, die Art und den Trend in der Verteilung des Mülls im Nordost-Atlantik, der Nordsee sowie Ostsee

Weiterführend untersuchen viele Wissenschaftler die Belastung mit Müll an und in Flüssen, sowie weitere Eintragungswege von Plastik in die Meere. So wird erforscht wie das Plastik über Flüsse in die Meere gelangt.

- a. Untersucht nun selbst das Ufer eines Gewässers in eurer Nähe auf Plastik. Nutzt hierfür die OSPAR-Strandmüllmonitoring Methode.

Methode:*Material*

- *Markierungsmaterial (Kegel, Stäbe, ...)*
- *Kameras/ Smartphones*
- *GPS Gerät*
- *Fragebogen*
- *50 m Maßband*
- *Protokoll Müllmonitoring*
- *Eimer (Tüten)*
- *optional Handschuhe oder Müllzange*

Aufgabe

1. Geht zu eurer Untersuchungsfläche.
2. Teilt euch in 2-3 Gruppen auf (4-8 Personen)
3. Stellt in eurer Gruppe Hypothesen über die Müllbelastung und den Anteil an Plastik in eurer Untersuchungsfläche auf.
4. Sucht euch einen 50x20 m großen Abschnitt (Transekt = Untersuchungsareal entlang einer Linie) aus, den ihr auf Müll untersucht. Der Transekt sollte gut zugänglich sein.
5. Beginnt mit dem Ausfüllen des Fragebogens, den ihr auf den nächsten Arbeitsblättern findet.
6. Nehmt die GPS-Koordinaten auf und fertigt eine Skizze mit der benachbarten Umgebung an, markiert Wege, Straßen und andere Auffälligkeiten, welche sich in der näheren Umgebung zu eurem Transekt befinden.
7. Steckt euer Transekt ab, benutzt dazu das GPS-Gerät, das Maßband und das Markierungsmaterial.
8. Markiert Start- und Endpunkt in direkter Nähe zum Wasser.

Datum:

Sekundarstufe II

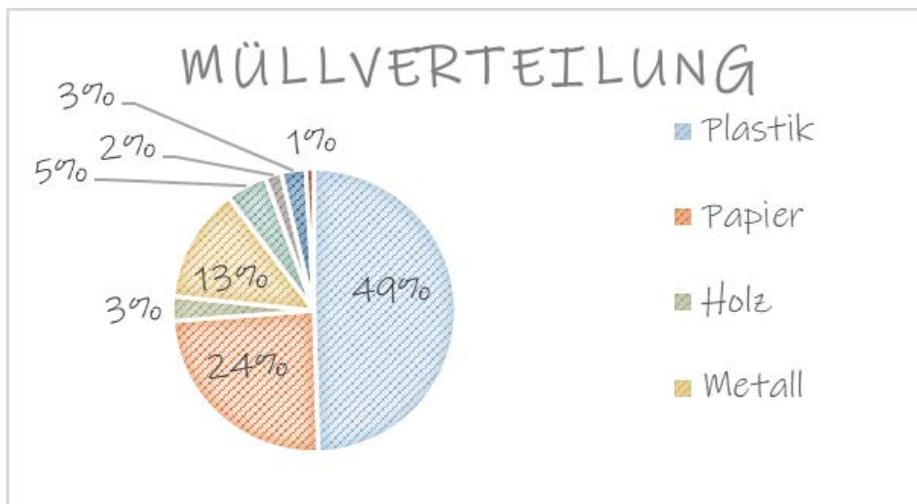
9. Geht jeweils von dem Start- und Endpunkt 20 m senkrecht nach hinten. Setzt nochmal je eine Markierung am Ende.
10. Sucht allen Müll in eurem Transekt und dokumentiert die Funde mit einer Kamera, bevor ihr sie einsammelt. Dadurch könnt ihr nachvollziehen, ob einzelne Teile beim Einsammeln zerbrochen sind.
11. Geht für die Auswertung zurück ins Klassenzimmer oder an einen windgeschützten Ort.

Auswertung

- b) Sortiert eure Funde und erstellt eine Tabelle mit den verschiedenen Müllkategorien. Legt die Plastikteile zur Seite und entsorgt den restlichen gesammelten Müll sachgerecht.
Müllkategorien: Plastik, Papier, Holz, Metall, Elektronik, ...
- c) Ermittelt die Anteile der verschiedenen Müllarten indem ihr ihren prozentualen Anteil am gesamten Müll berechnet.

Kategorie	Anzahl	Beschreibung	Prozent [%]	Winkel für Diagramm [°]
Plastik	53	Vor allem Verpackungen, Flaschen und Tüten	49,53	178,318
Papier	26	Zeitung und Taschentücher	24,30	87,4766
Holz	3	1x Kiste, 2 Baumaterial	2,80	10,0935
Metall	14	Dosen und Eimer	13,08	47,1028
Elektronik	5	Kühlschrank, Toaster, Kabel,	4,67	16,8224
Hygieneartikel	2	Binden, Kondom	1,87	6,72897
Biomüll	3	Bananenschale, Apfelkrotz,	2,80	10,0935
Sonstiges	1	Farbe	0,93	3,36449
Gesamt	107		100	360

- d) Erstellt ein Kreisdiagramm, mit dem ihr die Verteilung des Mülls veranschaulicht.



Datum:

Sekundarstufe II

e) Überprüft eure Hypothese.

f) Vergleicht die verschiedenen Versuchsflächen miteinander.

Es können sehr ähnliche oder aber auch sehr unterschiedliche Ergebnisse erwartet werden.

g) Diskutiert, woher die einzeln Müllsorten stammen können.

- *Infrastruktur in der Umgebung, In der Nähe von Siedlungen und öffentlich zugänglichen Arealen findet man oft mehr Müll.*
- *Zugänglichkeit der Fläche, auf gut zugänglichen öffentlichen Flächen findet sich oft Müll. Diese werden aber auch oft gereinigt. Anders Böschungen hier sammelt sich der Müll oft über lange Zeit.*
- *Tageszeit, oft werden Parks am Vormittag gereinigt, somit findet sich hier mittags nur wenig Müll.*

Datum:

Sekundarstufe II

Protokoll zum MüllmonitoringUfer/Strandweite 120 mTotale Länge des Ufers/Strandes (unbebaut)
800 mHinterer Teil des Ufers/Strandes (z.B. Straße,
Weg, Düne, Gebäude)Straße

GPS Koordinaten Start:

54.18895°N; 7.88389°O

GPS Koordinaten Ende:

54.18869°N; 7.88367°O

Verwendetes Koordinatensystem:

GPS

Position gemessen am:

28.11.2019

Vorherrschende Strömungsrichtung des Flusses/am Strand: N O S W

Vorherrschende Windrichtung am Ufer/am Strand: N O S W

In welche Himmelsrichtung zeigt das Ufer/ der Strand? N O S W

Aus was besteht das Ufer/der Strand (in %)

Sand u. Steine

Wie ist die Ufer-/ Strandtopografie? Wie sieht das Gelände aus gibt es Erhöhungen oder Vertiefungen?

Böschung aus Gras, ca. 2 m hoch

Gibt es Objekte im Fluss/ im Meer, die die Strömung beeinflussen (z.B. Brücken, Buhnen, Mole)

1 Bootsanleger

Hauptsächliche Ufer-/ Strandnutzung (picknicken, surfen, spazieren, Freizeit usw.)

spazieren, Boot ins Wasser bringen

http://www.ospar.org/ospar-data/10-02e_beachlitter%20guideline_english%20only.pdf [zuletzt
aufgerufen am: 20.10.2020]

Datum:

Sekundarstufe II

3. Bestimmen von Kunststoffen

Beim Müllmonitoring werdet ihr viele Dinge aus Plastik gefunden haben. Doch gibt es nicht das eine Plastik. Weltweit werden mehr als 200 verschiedene Kunststoffe hergestellt. Hierbei fallen 90% der produzierten Kunststoffe auf sechs Kunststoffarten: Polyethylen (PE), Polypropylen (PP), Polyvinylchlorid (PVC), Polystyrol (PS), Polyurethan (PU/ PUR) und Polyethylenterephthalat (PET).

Diese große Diversität an Kunststoffen erschwert den Recyclingprozess. Sortenreine Kunststoffe lassen sich theoretisch zu 100% recyceln. In der Realität liegt die Recyclingquote von Kunststoffen in Deutschland bei ca. 40%. Ein Problem beim Recyceln sind starke Verschmutzung aber auch Probleme beim Trennen der Kunststoffarten.

1. Versucht den Plastikmüll aus dem Müll Monitoring nach Kunststoffarten zu sortieren. Nach welchen Merkmalen habt ihr den Kunststoff unterschieden.

Mögliche Kriterien sind: Farbe, Form, Biiegsamkeit, Recyclingcode, Gegenstände,

2. Vergleicht eure Einteilungen.
3. Diskutiert, wie gut sich diese optische Methode zum Erkennen von Kunststoffen eignet, um Kunststoffe sortenrein für das Recycling zu trennen.

Diese Möglichkeit eignet sich nicht um Kunststoffe nach Arten zu sortieren, da viele Eigenschaften wie Form und Farbe oft spezifisch für ein Produkt, aber nicht für einen Kunststoff sind. Einzige Ausnahme bildet hier der Recyclingcode. Ist dieser auf allen Gegenständen vorhanden, lassen sich die Funde gut sortieren.

4. Kunststoffe lassen sich mit verschiedenen Methoden bestimmen. Eine Möglichkeit ist es, sie mittels ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften zu bestimmen. Versucht selbst die Kunststoffarten von euerm Plastikmüll zu bestimmen. Führt dazu die Experimente zur Bestimmung der Kunststoffarten durch.

Datum:

Sekundarstufe II

Versuch Teil a)

Um einen Nachweis durchführen zu können müsst ihr wissen, welche typischen Merkmale verschiedene Kunststoffe aufweisen. Um diese Merkmale zu lernen führt ihr die Experimente vorher mit bekannten Kunststoffen durch. Teilt euch hierfür in fünf Gruppen auf und werdet zum Experten.



Brennbarkeit



Schmelzverhalten



Bleisteinprobe



Dichte



Löslichkeit

Lernt je eine Methode zur Bestimmung von Kunststoffen anhand ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften kennen. Nutzt hierfür Standardkunststoffe.

Protokolliert das Vorgehen und die Ergebnisse gründlich, damit ihr in einem zweiten Schritt einen unbekanntem Kunststoff mit den erzielten Ergebnissen vergleichen könnt, um ihn so zu bestimmen

Gefahrstoffe			
Aceton	H225 H319 H336 EUH066	P210 P240 P403+P233 P305+P351+P338	 Gefahr!
Chlorwasserstoff	H314 H331 EUH071	P260 P280 P315 P403 P405 P304+P340 P303+P361+P353 P305+P351+P338	 Gefahr!

Datum:

Sekundarstufe II

Versuch Brennbarkeit*Material*

- Plastikpartikel
 - Polyethylene (PE),
 - Polypropylen (PP),
 - Polyvinylchlorid (PVC),
 - Polystyrol (PS),
 - Polyethylenterephthalat (PET)
 - Polycarbonat (PC)
- Streichhölzer
- Bunsenbrenner
- Brandfeste Unterlage
- Schutzbrille
- Becherglas mit Wasser
- Tiegelzange

Aufgabe

1. Lernt die Methode zur Untersuchung der Brennbarkeit.
2. Haltet die Kunststoffproben einzeln in die Flamme eines Bunsenbrenners.
3. Achtet auf folgende Dinge
 - Flamme im Bunsenbrenner
 - Flamme ohne Bunsenbrenner
 - Rauch Entwicklung
 - Ruß Entwicklung
 - Geruch
4. Benutzt den Abzug und löscht die Kunststoffe in dem Becherglas mit Wasser.
5. Protokolliert eure Ergebnisse sorgfältig in der Tabelle (Seite 14).
6. Diskutiert wofür die untersuchte Eigenschaft bei der Bestimmung eines unbekanntes Kunststoffes nützlich ist.

Entsorgung

Kunststoff soweit es geht wiederverwenden. Feste Abfälle in den Restmüll

Datum:

Sekundarstufe II

Versuch Schmelzverhaltens*Material*

- Plastikpartikel
 - Polyethylene (PE),
 - Polypropylen (PP),
 - Polyvinylchlorid (PVC),
 - Polystyrol (PS),
 - Polyethylenterephthalat (PET)
 - Polycarbonat (PC)
- Streichhölzer
- Bunsenbrenner
- 5 Reagenzgläser
- Brandfeste Unterlage
- Schutzbrille
- Becherglas mit Wasser
- Tiegelzange

Aufgabe

1. Lernt die Methode zur Untersuchung des Schmelzverhaltens
2. Gebt eine kleine Menge des zu untersuchenden Kunststoffes in ein Reagenzglas und haltet es vorsichtig in die Flamme des Bunsenbrenners.
3. Achtet auf folgende Dinge:
 - Schmilzt der Kunststoff?
 - Konsistenz des geschmolzenen Kunststoffes.
4. Protokolliert eure Ergebnisse sorgfältig in der Tabelle (Seite 14).
5. Diskutiert, wofür die untersuchte Eigenschaft bei der Bestimmung eines unbekanntes Kunststoffes nützlich ist.

Entsorgung

Kunststoff soweit es geht wiederverwenden. Feste Abfälle in den Restmüll. Nicht mehr brauchbare Reagenzgläser in den Glassammlung.

Datum:

Sekundarstufe II

Versuch Bleisteinprobe*Material*

- Plastikpartikel
 - Polyethylene (PE),
 - Polypropylen (PP),
 - Polyvinylchlorid (PVC),
 - Polystyrol (PS),
 - Polyethylenterephthalat (PET)
 - Polycarbonat (PC)
- Streichhölzer
- Bunsenbrenner
- Brandfeste Unterlage
- Kupferdraht
- Schutzbrille
- Becherglas mit Wasser
- Tiegelzange

Aufgabe

1. Lernt die Bleisteinprobe zur Untersuchung von Chlor in Kunststoffen.
2. Nehmt den Kupferdraht und biegt einen kleinen Haken an das eine Ende. Haltet den Haken vorsichtig mit einer Tiegelzange in die Flamme des Bunsenbrenners bis er glüht. Schmelzt mit dem glühenden Haken ein Stückchen aus einem der Kunststoffe und haltet es in die Flamme. Wartet bis alle Kunststoffreste verglüht sind und wiederholt es mit den anderen Kunststoffen.
3. Achtet auf die Farbe der Flamme, wird Chlor frei färbt sie sich grün.
4. Protokolliert eure Ergebnisse sorgfältig in der Tabelle (Seite 14).
5. Diskutiert wofür die untersuchte Eigenschaft bei der Bestimmung eines unbekanntes Kunststoffes nützlich ist.

Entsorgung

Kunststoff soweit es geht wiederverwenden. Die flüssige Phase in den Sammelbehälter für organische Lösungsmittel geben, die feste Phase in den organischen Feststoffbehälter

Datum:

Sekundarstufe II

Versuch Dichteverhaltens*Material*

- Plastikpartikel
 - Polyethylene (PE),
 - Polypropylen (PP),
 - Polyvinylchlorid (PVC),
 - Polystyrol (PS),
 - Polyethylenterephthalat (PET)
 - Polycarbonat (PC)
- Wasser
- Salz (NaCl)
- Bechergläser

Aufgabe

1. Lernt die Methode zur Untersuchung des Dichteverhaltens von Kunststoffen.
2. Füllt in 2 Bechergläser Leitungswasser. Stellt in einem der beiden Bechergläser eine gesättigte Kochsalzlösung her. Gebt nun die Kunststoffe zuerst in das Leitungswasser und anschließend in die Kochsalzlösung.
3. Achtet auf folgende Dinge:
 - Schwimmt der Kunststoff auf dem Wasser?
 - Schwebt der Kunststoff in der Wassersäule?
4. Sinkt der Kunststoff auf den Boden
5. Protokolliert eure Ergebnisse sorgfältig in der Tabelle (Seite 14).
6. Diskutiert wofür die untersuchte Eigenschaft bei der Bestimmung eines unbekanntes Kunststoffes nützlich ist.

Tipp:

Wasser hat eine Dichte von $0,99 \text{ g/cm}^3$ und eine gesättigte NaCl-Lösung von $1,15 \text{ g/cm}^3$

Entsorgung

Kunststoff soweit es geht wiederverwenden. Feste Abfälle in den Restmüll

Datum:

Sekundarstufe II

Versuch Aceton*Material*

- Plastikpartikel
 - Polyethylene (PE),
 - Polypropylen (PP),
 - Polyvinylchlorid (PVC),
 - Polystyrol (PS),
 - Polyethylenterephthalat (PET)
 - Polycarbonat (PC)
- Schutzbrille
- Kolben mit Deckel
- Aceton

Aufgabe

5. Lernt die Methode zur Untersuchung der Löslichkeit in Aceton.
6. Füllt in einen verschließbaren Kolben ca. 10 ml Acton. Gebt nach und nach die Kunststoffe hinzu und beobachtet was passiert. Haltet den Kolben möglichst geschlossen.
7. Achtet auf folgende Dinge:
 - *Löst sich der Kunststoff vollständig.*
 - *Ändert sich die Farbe*
8. Protokolliert eure Ergebnisse sorgfältig in der Tabelle. Diskutiert wofür die untersuchte Eigenschaft bei der Bestimmung eines unbekanntes Kunststoffes nützlich ist.

Entsorgung

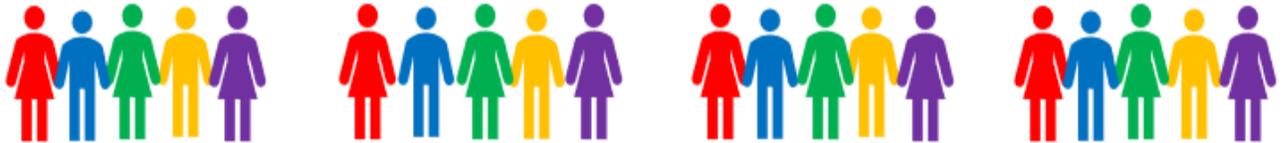
Kunststoff soweit es geht wiederverwenden. Feste Abfälle in den Restmüll. Aceton in

Datum:

Sekundarstufe II**Versuch Teil b)**

Versucht nun in neuen Gruppen die unbekanntesten Kunststoffe, die ihr beim Monitoring gefunden habt, zu bestimmen.

Bildet neue Gruppen mit jeweils einer Person aus jeder Expertengruppe. Und führt die Experimente aus Teil a nacheinander durch.



Jede Gruppe mit Experten für Brennbarkeit, Schmelzverhalten, Bleisteinprobe, Dichte, Löslichkeit

Versuch Unbekannter Stoff*Material*

- *Kunststoff aus Monitoring*
- *Brandfeste Unterlage*
- *Kupferdraht*
- *Salz*
- *Wasser*
- *Reagenzgläser*
- *Aceton*
- *Schutzbrille*
- *Becherglas mit Wasser*
- *Tiegelzange*

Aufgabe

1. Sucht euch ein Teil aus und schaut euch den unbekanntesten Kunststoff an. Ist er stark verschmutzt, reinigt ihn mit Wasser.
2. Erstellt einen Plan mit Hilfe der Ergebnisse aus den Experimenten zu den chemischen und physikalischen Eigenschaften, um mit möglichst wenigen Versuchen den Kunststoff nachweisen zu können.
3. Untersucht den Kunststoff.
4. Entsorgt die Reste, wie ihr es bei Teil a gelernt habt.

Auswertung

- a. Was für ein Kunststoff ist der unbekannteste Kunststoff? Begründe deine Antwort.
- b. Wie sicher seid ihr euch bei dem von euch bestimmten Kunststoff, begründet eure Antwort.
- c. Diskutiert, ob sich diese Methode in der Wissenschaft zum Bestimmen von Kunststoffen eignet.

Die Methode eignet sich nur begrenzt, da sich nicht alle Kunststoffe so klar voneinander abgrenzen lassen. Auch wird eine große Menge an Kunststoff zur Bestimmung benötigt. Dies schließt einen Nachweis von Mikroplastik aus. Auch zerstört der Nachweis die Proben, sodass ein erneutes Nachtesten nicht mehr möglich ist.

Datum:

Sekundarstufe II

Kunststoff	Brennbarkeit	Schmelzverhalten	Dichte	Chlornachweis	Löslichkeit
Polycarbonat (PC)	Erlischt außerhalb der Flamme, viel Ruß	schmilzt	Sinkt in Süßwasser, sinkt in Salzlösung (schwer)	negativ	nein
Polyethylen-terephthalat (PET)	Brennt auch außerhalb der Flamme	Schmilzt, weißer Nebel	Sinkt in Süß- und Salzwasser	negativ	nein
Polystyrol (PS)	Brennt, stark raßend	Schmilzt	Sinkt in Süßwasser, sinkt in Salzlösung	negativ	Löst sich auf
Polyvinylchlorid (PVC)	Erlischt außerhalb der Flamme dunkler Rauch/Ruß	Schmilzt nicht, wird schwarz	Sinkt in Süß- und Salzwasser	positiv, grüne Flamme	Farbe wird angegriffen
Polypropylen (PP)	Brennt	Schmilzt, weißer Nebel	Schwimmt in Süß- und Salzwasser	negativ	nein
Polyethylen (PE)	Brennt, richtenach Kerzen.	Schmilzt, weißer Nebel	Schwimmt in Süß- und Salzwasser	negativ	nein

Datum:

Sekundarstufe II

4. Video zu Kunststoffen

Um einen möglichst großen Überblick über das komplexe Thema, Plastik im Meer, zu erhalten teilt euch in Gruppen auf und erstellt ein Stopp-Motion-Video zu einem Teilthema.

Aufgabe*Material*

- App: Slow Motion Studio
- Internet
- Papier, Stifte, Knete, Lego, Kleber....
- Beamer zur Präsentation

1. Bildet Kleingruppen aus 2-4 Personen
2. Sucht euch ein Thema aus der Liste aus oder überlegt euch ein eigenes. Versucht alle Themen in der Klasse zu verteilen.
Themen:
 - Weg des Plastikmüll ins Meer
 - Verteilung von Plastik im Meer
 - Plastik im Laufe der Zeit
 - Plastik in Kläranlagen
 - Mikroplastik
 - Alternativen
 - ...
3. Recherchiert zu eurem Thema. Hierfür könnt ihr das Internet oder Literatur zu Hilfe nehmen.
4. Überlegt in der Gruppe, welche Informationen interessant sind und wie ihr sie im Video darstellen wollt. Das Video sollt 2-4 Minuten lang sein.
5. Bereitet alles Material und den Text, den ihr dazu sprechen möchtet, vor.
6. Ladet die kostenlose App auf eure Smartphones und fangt an das Video zu drehen. Hilfreich ist es, wenn ihr euch vorher ein Videotutorial zur App anschaut.
7. Präsentiert euer Video der Klasse.

Datum:

Sekundarstufe II

5. Ideen für die Zukunft

Viele Umweltschützer möchten etwas an der Menge des Mülls im Meer ändern und entwickeln Ideen, wie man den Müll wieder aus den Meeren bekommt. Überlegt in Kleingruppen wie machbar es ist, Müll aus dem Meer zu entfernen. Begründet eure Antwort.

- a. Fallen euch andere Ideen ein, wie man dem Problem entgegenwirken kann?
- o Es ist unmöglich alles eingetragene Plastik aus den Meeren zu entfernen. Gut ist es, wenn Plastik im Hafen und von Fischern eingesammelt wird. Auch helfen Strand Clean up Aktionen kleine Mengen aus dem Meer zu nehmen. Der beste Weg ist es, kein weiteres Plastik ins Meer kommen zu lassen und unsern Konsum zu reduzieren.
- b. Was kann du tun, um dem Plastikproblem in den Meeren entgegenzuwirken.
- o Versuchen weniger Müll zu produzieren.
 - o Andere Menschen aufklären und ermutigen weniger Plastik zu verwenden.
 - o Bei Müllsammelaktionen helfen.
 - o Auf Plastik verzichten und alternativen benutzen
 - o ...