



# MIKROPLASTIK

Neue Methode zur Erfassung von Mikroplastik

Mit unserer Arbeit zu Mikroplastik stellen wir eine einfache und schnelle Methode zur Erfassung von Mikroplastik vor. Dies könnte in Zukunft helfen die Verunreinigungen durch Plastik im Wasser festzustellen.

Valentina Edholzer, Franziska Hierbeck,  
Lukas Bachmann

Wasser in der Zukunft

## **I. Kurzfassung zum Thema „Mikroplastik – Neue Methode zur Erfassung von Mikroplastik“**

Der Kern unserer Arbeit liegt in der Frage, wie man Mikroplastik von Sand unterscheiden kann und es somit in der Zukunft erleichtern kann, die Plastikverunreinigungen im Wasser festzustellen. Diese Frage begründet sich auf dem Problem, dass die Umwelt einen großen Schaden aus der Verseuchung durch Mikroplastik zieht.

Doch damit das Mikroplastik nicht im geklärten Abwasser in die Gewässer gelangt, muss es herausgefiltert werden. Die Kläranlage Hutthurm hat hierfür ein spezielles Verfahren, welches wir auf die Probe stellten. Wir entnahmen vor Ort Proben des Klärschlammes und starteten Versuche um herauszufinden, ob sich Plastikteilchen darin befanden. Doch die Unterscheidung von Sandpartikeln und Mikroplastik ist nicht einfach.

Schließlich kamen wir auf die Methode der Destillation, bei der der Klärschlamm in einem Lösungsmittel (Cyclohexanon) gelöst und dann erhitzt wird, um anschließend abdestilliert zu werden.

Das Resultat ist das zurückbleibende Mikroplastik. Bevor wir die Methode an „echten“ Proben anwandten, mischten wir eigene Sand-Plastik-Proben, bei denen wir den genauen Plastikgehalt wussten. Dies machten wir, um feststellen zu können, ob unsere Methode funktionierte.

Die Methode wurde durch viele weitere Versuche und Destillationsvorgänge immer ausgereifter und unser weiteres Ziel ist es die Methode weiter zu verfeinern, sodass immer genauere Messwerte herauskommen können.

Mit unserer Arbeit zu Mikroplastik stellen wir eine einfache und schnelle Methode zur Erfassung von Mikroplastik vor. Aktuell wird für die Erfassung die Infrarotspektroskopie verwendet, diese kann zwar die genaue Plastikart unterscheiden, aber ist sehr zeitaufwendig und manche Partikel sind wegen ihrer Farbe schwer messbar.

## II. Inhaltsverzeichnis

1. Kurzfassung des Themas (Seite 1)
2. Inhaltsverzeichnis (Seite 2)
3. Einleitung in unser Thema (Seite 3)
4. Unsere Methode als Zukunft zur Erfassung von Plastikverunreinigungen im Abwasser (Seite 3-4)
5. Definition von Mikroplastik (Seite 4)
6. Aktuelle Methode zur Erfassung von Mikroplastik (Seite 4-5)
  - 5.1 Infrarotspektroskopie
7. Verschiedene Versuche zur Erfassung von Mikroplastik (Seite 5-7)
8. Erfassung von Mikroplastik durch neue Methode (Seite 8-10)
  - 7.1 Destillation
9. Zusammenfassung und Diskussion (Seite 10)
10. Quellenangaben- und Literaturverzeichnis (Seite 11)

### III. Einleitung in unser Thema

Als wir uns mit der Frage beschäftigt haben, was uns stört am Umgang mit Gewässern und wie wir eine bessere Wasserqualität für die Zukunft sichern können, gingen uns sofort Bilder wie diese durch den Kopf:



(Bild aus dem Internet)

In den Medien sieht man immer wieder solche grausamen Bilder, die Seevögel zeigen, die Plastik gefressen haben und daran gestorben sind. Die Verschmutzung der Gewässer ist ein großes Problem für die Umwelt, dessen die Unachtsamkeit des Menschen zugrunde liegt. Bilder wie diese erregen öffentliche Aufmerksamkeit und die deutlich sichtbaren Plastikteile lassen sich nicht leugnen, doch was ist mit den kleinen Plastikteilchen, die für das Auge kaum sichtbar sind? Die großen Plastikteile können fast nicht abgebaut werden, sie zersetzen sich in winzige, partikuläre Teilchen und werden von Kleinstlebewesen aufgenommen, die das Wasser nach Nahrung filtern. Diese Kleinstlebewesen, wie zum Beispiel Plankton, aber auch größere Tiere, wie Muscheln werden dann wiederum von anderen, größeren Tieren gefressen und so nimmt dieses Tier wiederum Plastik mit seiner Nahrung auf. Schließlich stirbt das Tier an dem Plastik oder der Mensch nimmt mit dem Verzehr des Tieres das Plastik auf. Die kleinen Plastikteilchen, die Mikroplastik genannt werden, entstehen nicht nur durch die Zersetzung von größeren Plastikteilen, sondern werden oft ganz bewusst hergestellt.

### IV. Unsere Methode als Zukunft zur Erfassung von Plastikverunreinigungen im Abwasser

Mikroplastik ist ein Bestandteil vieler Kosmetikprodukte, vor allem von Peelings, was insofern ein großes Problem ist, weil es sich in den Kläranlagen nur schwer herausfiltern lässt. Dies hat schwere Folgen für die Umwelt, weil es im geklärten Wasser in Flüsse und Meere gelangt. Die Plastikpartikel brauchen Jahrhunderte bis zur vollständigen Zersetzung und sind oft mit vielen unnatürlichen Giftstoffen angereichert, die zu Krebs führen können. Die Tiere nehmen die Kunststoffteilchen mit ihrer Nahrung auf und sterben daran oder eignen sich nicht mehr für den Verzehr durch den Menschen. Die Kläranlage Hutthurm hat ein spezielles Verfahren eingeführt, mit dem die Mikroplastikteilchen herausgefiltert und anschließend verbrannt werden. Hierbei laufen zuvor alle Klärschritte wie in normalen Kläranlagen ab, anschließend werden die Feststoffe im Abwasser von der Flüssigkeit gelöst, indem sie auf den Boden absacken; dieser Schritt wird Vorklärung genannt. Als nächster Schritt kommt die Biologische Stufe; hierbei wird Luft in das Abwasser gesprudelt und anschließend durch ein Becken mit einer Membraneinheit geleitet. Das Abwasser wird mit der Luft zusammen an die Membranoberfläche geleitet.

Der letzte Schritt ist dann die Reinigung der Membraneinheit in einem Chlorbecken. Der Klärschlamm der dann entsteht, wird in einem Faulturm bei hohen Temperaturen verbrannt.

Letzter Klärschritt: Abfall schwimmt auf dem Abwasser, darunter auch Mikroplastik.



(Bild selbst gemacht in Kläranlage

Hutthurm)

Unsere ersten Überlegungen waren hier einen Vergleich mit der Kläranlage in Hutthurm und mit der Kläranlage in Niederaltich zu machen. Im Laufe unserer Arbeit wandelte sich das Thema jedoch um und wir setzten uns zum Ziel mit vielen Versuchen eine schnelle und einfache Methode zur Bestimmung von Mikroplastik zu finden. Mit unserer Methode möchten wir es einfacher gestalten die Menge des Plastiks in den Meeren und Gewässern zu untersuchen und erreichen, dass in Zukunft in vielen Kläranlagen eine Membraneinheit eingebaut wird, denn es ist für die Zukunft sehr wichtig, dass nicht noch mehr Plastik in das Abwasser und somit in die Gewässer und Meere gelangt.

## V. Definition von Mikroplastik

Als **Mikroplastik** bezeichnet man Kunststoffteilchen, die kleiner als fünf Millimeter sind. Genauer kann man allerdings nicht definieren, nach unten gibt es keine klare Grenze. Mikroplastik kann in Form von kleinen Teilchen, zum Beispiel in Peelings als Schleifmittel, oder in flüssiger Form, wie bei Make-up als Bindemittel, vorkommen. **Für unsere Arbeit haben wir allerdings nur partikuläre Teilchen berücksichtigt, die >0,12mm sind.**

## VI. Aktuelle Methode zur Erfassung von Mikroplastik (Infrarotspektroskopie)

Die aktuelle Methode zur Erfassung von Mikroplastik ist die Infrarotspektroskopie. Diese arbeitet mit infraroter Strahlung, also elektromagnetischen Wellen, um die Teilchen zu untersuchen und so genauestens herauszufinden um welche Art Teilchen es sich handelt.

Jedes einzelne Teilchen wird hierbei unter dem Spektroskop angepeilt und kann durch die verschiedenen Schwingungsformen der Absorption genau bestimmt werden.

Die Vorteile dieser Methode sind (laut Martin Löder, 12. Mainzer Arbeitstage „MIKROPLASTIK IN DER UMWELT“, Mainz 15.09.2014), dass diese Methode sehr kleine Plastikpartikel erfassen und erkennen kann. Außerdem können mit Hilfe der Infrarotspektren die verschiedenen Mikroplastikteilchen genauestens zugeordnet werden und somit bestimmt werden um welche Art von Plastik es sich handelt. Unsere neue Methode zur Erfassung von Mikroplastik, die im nächsten Punkt

vorgestellt wird, kann auch jedes Teilchen erfassen, jedoch nicht die genaue Plastikart bestimmen.

Die Nachteile der Infrarotspektroskopie sind, dass ein sehr langer Zeitaufwand, wegen den langen Messzeiten von acht bis zehn Stunden, besteht und eine manuelle Auswertung der Teilchen gemacht werden muss. Ein weiterer Nachteil ist, dass manche Teilchen wegen ihrer Farbe schwer messbar sind und somit eine genaue Bestimmung nicht möglich ist.

## VII. Verschiedene Versuche zur Erfassung von Mikroplastik

Um erste Versuche mit Mikroplastik machen zu können, kauften wir verschiedene Peeling-Produkte und extrahierten das Mikroplastik. Dafür gaben wir das Produkt in ein Gefäß und mischten Wasser hinzu; Durch rühren und schütteln lösten sich alle anderen Bestandteile außer dem Plastik.

Diese Lösung ließen wir durch ein Planktonsieb (0,069 mm). Das herausgefilterte Mikroplastik gaben wir in Petrischalen.

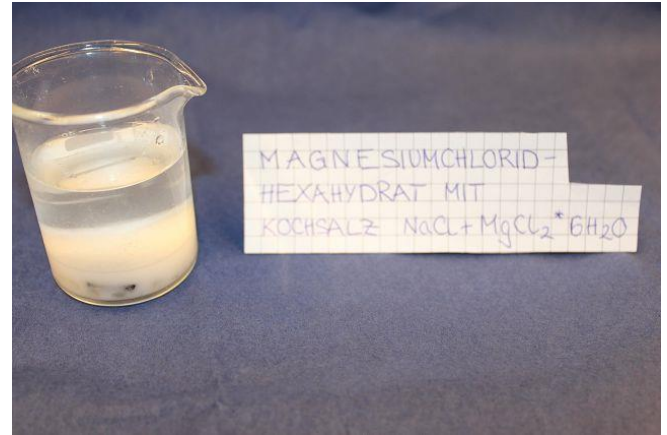
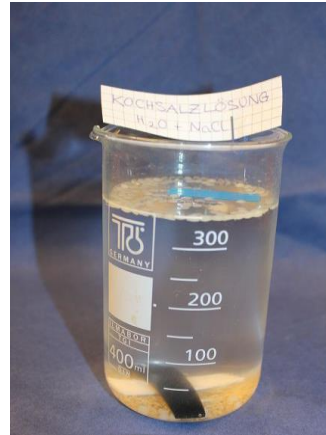
Der nächste Schritt bestand daraus, verschiedene Methoden zur Trennung von Mikroplastik und Sand zu erproben.

- Unsere erste Methode bestand darin das Mikroplastik durch *Flotation* von Sand zu trennen. Wir starteten zunächst ein paar Versuche, bei denen wir herausfinden wollten, ob es eine Flüssigkeit gibt, in der sich Sand absetzt und jedes Plastik auf der Oberfläche schwimmt. Dabei haben wir uns für die Flüssigkeiten Wasser, Kochsalzlösung und Magnesiumchlorid-Hexahydrat, in der Kochsalzlösung gelöst, entschieden. Zur Veranschaulichung, welches Plastik auf welcher Flüssigkeit schwimmt, zeigen wir im Folgenden eine Tabelle.

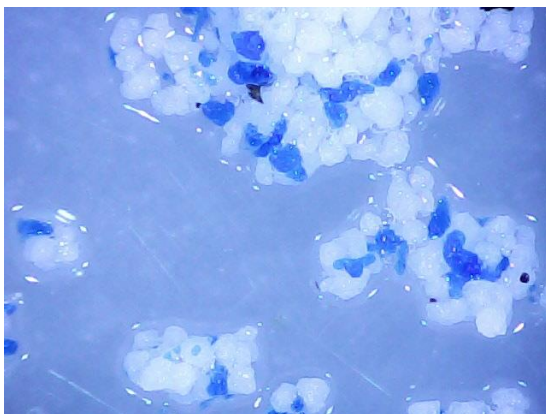
Flüssigkeit	schwimmt	schwimmt nicht
Wasser H <sub>2</sub> O	Polypropylen, Polyethelen	Styrol-Butadien-Copolymer, Poly-Vinyl-Chlorid, Poly-Styrol
Kochsalzlösung NaCl+H <sub>2</sub> O	Styrol-Butadien-Copolymer Polypropylen Polyethelen Poly-Styrol	Poly-Vinyl-Chlorid
Magnesiumchlorid- Hexahydrat mit Kochsalz NaCl+MgCl <sub>2</sub> *H <sub>2</sub> O	Styrol-Butadien-Copolymer	Phenolharz, Poly-Vinyl- Chlorid

Die Plastikarten Phenolharz und Poly-Vinyl-Chlorid schwammen als einziges auf keiner dieser drei Flüssigkeiten. Diese Plastikarten haben wir bei unseren folgenden Versuchen, dann auch nicht mehr beachtet.

Zur Veranschaulichung unseres Versuchs, im Folgenden drei Bilder.



- Als weitere Methode das Mikroplastik von Sand zu trennen, haben wir es unter dem *Mikroskop* untersucht. Unter dem Mikroskop waren die Teilchen gut sichtbar, doch neben erheblichen Zeitaufwand hat diese Methode noch einen großen Nachteil: die Unterscheidung von Plastik und Sand ist fast unmöglich, vor allem bei braunem oder ungefärbten Mikroplastik. Zur Veranschaulichung haben wir verschiedene Aufnahmen gemacht, diese werden im Folgenden noch erläutert.



Nur Mikroplastik:

Die blau eingefärbten Teilchen kann man gut erkennen. Die weißen Teilchen könnte man nicht von Sand unterscheiden.

(mit USB-Mikroskop gemacht)



Nur Sand:

Die meisten Teilchen haben eine unauffällige, weiße Färbung.



Sand und Mikroplastik:

Die blauen Plastik- und die braunen Sandteilchen kann man gut unterscheiden, doch die restlichen Teilchen lassen sich schwer zuordnen.

- Um die Mikroplastikteilchen besser von den anderen Teilchen unterscheiden zu können, versuchten wir diese *einzufärben*. Dazu benötigten wir zunächst ein Färbemittel, das Kunststoff färbt, Sand jedoch nicht, bzw. Sand färbt, aber kein Plastik. Sudanrot, ein Färbemittel für unpolare Stoffe, erschien uns als geeignet. Beim Einfärben des Sand-/ Plastikgemisches ergab sich aber das Problem, dass das Sudanrot sowohl den Sand, als auch das Plastik färbte. Diese Methode stellte sich daher für uns nicht als günstig dar.
- Um bei einem einzelnen Teilchen bestimmen zu können, ob es sich dabei um Sand oder Plastik handelt, legten wir es auf eine Herdplatte und *erhitzten* es. Schmilzt oder verdampft das Teilchen, so handelt es sich dabei nicht um Sand. Diese Methode eignet sich jedoch nicht, wenn man eine größere Anzahl an Proben auswerten muss oder die Teilchen zu klein sind. Sie ist sehr zeitaufwendig und erfordert äußerst viel Geschick.



## VIII. Erfassung von Mikroplastik durch neue Methode (Destillation)

Durch viele Versuche, rund um das Thema Mikroplastik, haben wir viel Zeit dafür aufgewandt eine neue und einfachere Methode, als die Infrarotspektroskopie, zur Trennung von Mikroplastik, Sand und anderen organischen Stoffen zu finden.

Wir haben uns deswegen dafür entschlossen, die Menge der Teilchen nicht als Anzahl, sondern als Gewicht anzugeben, denn eine ähnliche Methode, wie die Infrarotspektroskopie würde zu viel Zeit in Anspruch nehmen.

Um diese neue Methode realisieren zu können, mussten wir als erstes eine Theorie aufstellen, wie wir die Stoffe voneinander trennen könnten.

Unsere Theorie war dann, dass wir Plastik in einer bestimmten Flüssigkeit lösen können und es somit von Sand und anderen organischen Stoffen trennen könnten. Die Flüssigkeit sollte anschließend abgekocht werden und somit würde nur noch das davor gelöste Plastik bleiben.

Auf der Suche nach einer Flüssigkeit, die Plastik löst, fanden wir einen Versuch in dem Buch „Kunststoffe im Unterricht“ (Brückmann, Arndt, Freitag, Gerhardt; 2008; S. 155/ 56). Dieser erläutert, dass Kunststoffgemische in verschiedenen Lösemitteln gelöst werden können. Am besten erschien uns hierbei das Lösemittel Cyclohexanon, weil dieses die meisten Kunststoffe, welche für uns wichtig waren, lösen kann.

Nachdem wir nun ein Lösemittel gefunden hatten, versuchten wir mit der Methode, wie im Buch beschrieben, Plastik zu lösen. Die Methode beschreibt, dass Plastik mit Hilfe des Cyclohexanons in einer Schale auf einer Herdplatte gelöst werden kann. Zuerst verwendeten wir Mikroplastik, welches wir aus verschiedenen Peelings gewonnen hatten, und lösten dieses auf der Herdplatte mit dem Cyclohexanon auf. Wir ließen das Gemisch aus Plastik und Cyclohexanon so lange erhitzen bis das Plastik vollständig gelöst war.



Der zweite Schritt danach war, das Cyclohexanon so lange zu erhitzen bis es vollständig verdampft war.

Die Rückstände in der Schale waren dann das Mikroplastik. Durch mehrere Versuche zeigte sich, dass sich ein Teil des Plastiks mitverflüchtigt.



Um das Cyclohexanon nicht verschwenderisch abdampfen zu lassen, bauten wir im nächsten Schritt eine Destillation auf, die das Cyclohexanon von dem Plastik-Lösungsmittelgemisch abdestilliert und wieder auffängt.

In einer Destillation wird das Gemisch, in unserem Fall die Lösung mit möglichem Plastik und Cyclohexanon, zum Sieden gebracht. Dadurch entsteht Dampf und dieser steigt auf und wird anschließend zum Abkühlen gebracht und somit wieder verflüssigt. Das verflüssigte Kondensat wird danach in einem Behälter aufgefangen.



Der erste Schritt bei unserer Methode blieb gleich, denn das Plastik musste zuerst im Lösungsmittel gelöst werden.

Wir haben Versuche gemacht, wieviel der anfangs bekannten Plastikmenge noch übrigbleibt und sich nicht verflüchtigt. Dabei stellte sich heraus, dass von 0,2g Mikroplastik ungefähr 0,12g übrigbleiben.

Um diese neue Methode auch bei realistischen Proben anwenden zu können, gaben wir im nächsten Schritt Sand hinzu. Wir kochten die Probe (0,3g Mikroplastik und 100ml Cyclohexanon), nach demselben Prinzip, auf und siebten anschließend, nachdem das Plastik gelöst war, den Sand, zuerst mit einem groben Sieb, dann mit einem Metallgitter, ab. Danach wurde die Probe abdestilliert. Dabei stellte sich heraus, dass diese Methode mit dem Metallgitter nicht funktioniert, denn es kamen unrealistische Werte nach der Destillation heraus. Aus den zuvor 0,3g Mikroplastik kamen am Ende 0,6g heraus, denn in der abdestillierten Probe war vermutlich auch noch Sand.

Um dieses Problem beheben zu können, versuchten wir die feinen Staubkörner auszuwaschen. Wir nahmen eine Sandprobe und wuschen diese bevor wir die Probe mit Cyclohexanon (100ml) und bekannter Plastikmenge (0,3g) aufkochten und danach abdestillierten. Dabei stellte sich heraus, dass immer noch feiner Staub in der abdestillierten Probe enthalten war, denn am Schluss war die vorherige Menge von 0,3g Mikroplastik um 0,05g schwerer.

Als reale Probe entnahmen wir dann Sand aus der Donau und führten damit das gleiche Verfahren durch. Das Ergebnis war ernüchternd, denn am Ende der Destillation war zwar kein Plastik im Restbestand, aber es blieb feiner Staub zurück. Weil der Metallfilter nicht funktionierte probierten wir verschiedene Filter aus und entschlossen uns am Ende ein feines Teesieb zu nehmen und damit den Sand oder Staub abzufiltern.

Doch bevor wir damit anfangen Proben auszuwerten, haben wir zuerst eine Blindprobe gemacht, die bestätigen sollte, dass unsere Methode funktioniert. Bei der Blindprobe kochten wir nur Sand in Cyclohexanon auf, um zu sehen, ob am Ende wirklich kein Rückstand mehr übrigbleibt.

Wir erstellten wieder Proben mit Sand und einer bekannten Plastikmenge und kochten sie anschließend in Cyclohexanon auf und filterten den Sand anschließend in dem Teesieb ab. Das Teesieb funktionierte schon viel besser als das feine Metallgitter, denn die Proben kamen viel näher an realistische Werte heran.

Als nächsten Versuch wollten wir testen wieviel Mikroplastik in dem Klärschlamm von der Kläranlage Hutthurm enthalten ist. Bei unserer Probe verwendeten wir 100g Klärschlamm und 200ml Cyclohexanon.



Dann kochten wir die Probe, wie zuvor beschrieben in einem Gefäß auf, sodass sich das möglicherweise noch vorhandene Plastik löst. Danach wurde die Probe durch das Teesieb abgefiltert, anschließend abdestilliert und abschließend ausgewertet. Der Rückstand in der Porzellanschale war klebrig und betrug 0,89g. Er war außerdem durch den Klärschlamm schwarz eingefärbt. Um zu bestätigen, dass unsere Messungen richtig waren, haben wir diesen Vorgang öfter durchgeführt. Außerdem haben wir zu 100g Klärschlamm 0,53g Plastik hinzugegeben und anschließend aufgekocht und abdestilliert. Die Menge an Plastik, welche am Ende übrig blieb, war fast genau um die Menge schwerer, die wir an Plastik hinzugegeben haben.

## IX. Zusammenfassung und Diskussion

Zusammenfassend ist zu unserer Arbeit zu sagen, dass wir sehr zufrieden mit unserer neuen Methode zur Erfassung von Mikroplastik sind. Denn, wie wir finden, beansprucht die Infrarotspektroskopie viel Zeit und muss von ausgebildeten Fachleuten durchgeführt werden. Das Argument, dass bei der Infrarotspektroskopie die Anzahl bestimmt werden kann und bei unserer Methode nicht, stimmt. Allerdings ist das in vielen Fällen wenig aussagekräftig, denn ein Stück Plastiktüte z.B. zersetzt sich in kürzester Zeit in viele kleine Stücke. Wegen der großen Verschmutzung in den Weltmeeren könnte es in Zukunft sinnvoll und einfach sein, Proben z.B. auf einem Forschungsschiff mit unserer Methode zu messen und zu untersuchen, denn sie ist einfach und kann schnell durchgeführt werden. Außerdem sollte die Membranfilteranlage, wie oben bereits beschrieben, in Zukunft in alle Kläranlagen eingebaut werden, denn somit gelangen keine Plastikverunreinigungen ins Abwasser mehr und Fische, Vögel oder kleine Krebstiere würden nicht mehr daran sterben. Für den Menschen ist es insoweit wichtig diese Methode und die Membranfiltration zu benutzen, weil wir durch die Verschmutzung der Meere und Gewässer und das Sterben von Tieren auch schwer betroffen sind. Zu Anfang unserer Arbeit hatten wir oft Überlegungen angestellt, wie wir am besten vorgehen sollten, denn eine Methode zu finden, schien uns als sehr schwierig. Durch etliche Versuche und mit der Hilfe unserer Lehrerin Fr. Morawietz, konnten wir aber dennoch eine neue Methode entwickeln.

Unsere weiteren Überlegungen sind, dass wir Versuche dazu anstellen werden, unsere Methode noch zu verfeinern und sie damit genauer zu machen.

## **X. Quellen- und Literaturverzeichnis**

- Löder, Martin: „Mikroplastik in der Umwelt“, 12. Mainzer Arbeitstage, Mainz 15.09.2014
- <http://www.chemie.de/lexikon/Destillation.html>: 20.01.2016, Destillation
- Brückmann, Arndt, Freitag, Gerhards: Kunststoffe im Unterricht, 2008
- <http://www.bund.net/mikroplastik>: 18.01.2016, Mikroplastik
- <http://www.forschung-und-wissen.de/nachrichten/umwelt/jedes-zehnte-sandkorn-besteht-aus-kunststoff-13371953>: 17.11.2015, Mikroplastik
- <http://segelreporter.com/panorama/video-fundstueck-albatros-kueken-sterben-auf-midway-mit-muell-im-magen/>: 12.03.2016, Plastikverschmutzung

**Vielen Dank für  
Ihre  
Aufmerksamkeit!**

Im Rahmen unseres Projekts durften wir viele neue Erfahrungen sammeln und erlangten neues Wissen, wobei wir auch viel Spaß hatten. Ganz besonderen Dank möchten wir unserer Lehrerin Fr. Morawietz aussprechen, die uns die ganze Zeit über begleitete und uns immer mit Rat und Tat zur Seite stand.