



**DEUTSCHE
GESELLSCHAFT FÜR
ZERSTÖRUNGSFREIE
PRÜFUNG E.V.**

ZfP-Sonderpreis der DGZfP beim Regionalwettbewerb Jugend forscht

BERLIN-NORD



Mikroplastik

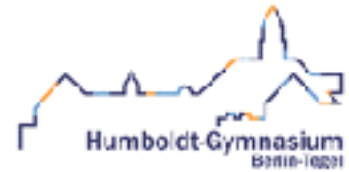
Friedrich Richard Gamp
Julian Karimi

Schule:

Humboldt-Gymnasium
Berlin



jugend forscht



Teilnehmer: Friedrich Richard Gamp (15 Jahre); Julian Karimi (14 Jahre)
Projektbetreuer: Herr Roeser und Frau Wagner
Schule: Humboldt- Gymnasium Tegel
Haupterarbeitungsort: Privat/ zu Hause
Forschungszeitraum: 30. November 2017 - 30. Januar 2018 (2 Monate)
Fachgebiet: Biologie (/Chemie)
Bundesland & Wettbewerbsjahr: Berlin (Nord), 2017/18, 53. Wettbewerbsjahrgang
Thema: Mikroplastik

Jugend forscht Hauptarbeit

Kurzfassung:

Leitfrage: Welche Auswirkungen hat Mikroplastik auf Pflanzen unseres Ökosystems und stellt es eine Gefahr für jenes dar?

Mikroplastik ist in unserem Alltag allgegenwärtig, ob als Abrieb von Reifen oder in unserer Kosmetik. Doch welchen Einfluss hat es auf uns und unsere Umwelt? Dies wollten wir in unserem Jugend forscht Projekt herausfinden. Dazu prüften wir zunächst, welche Kosmetik Mikroplastik enthält, filterten es heraus und betrachteten es unter dem Mikroskop. Schließlich stellten wir mit verschiedenen Verfahren selber Mikroplastik her und dokumentierten dann, wie Pflanzen auf diesen Fremdstoff reagieren. In einer Vergleichsuntersuchung gaben wir bestimmten Pflanzen eine festgelegte Menge Mikroplastik und beobachteten, wie es sich bei definierten Rahmenbedingungen (Temperatur, Samenmasse etc.) auf sie auswirkt und ob sie das Mikroplastik aufnehmen; die Versuche wurden jeweils fünf bzw. dreimal wiederholt. Wir testeten sowohl Wasser- (Wasserpest & Papageienblatt) als auch Landpflanzen (Kresse & Basilikum). Nach einem festgelegten Zeitraum untersuchten wir die Pflanzen unter dem Mikroskop, um herauszufinden, ob sie Mikroplastik enthielten. Unsere Versuchsreihe ergab, dass alle Pflanzen, besonders die Wasserpflanzen, das Mikroplastik aufgenommen haben, was sich unter dem Mikroskop in ihren Blättern und Stängeln identifizieren ließ. Zudem waren die Pflanzen unter dem Einfluss von Mikroplastik im Vergleich zu Pflanzen ohne Einwirkung von Mikroplastik erkennbar schlechter gewachsen. Mit unserem Projekt konnten wir also beweisen, dass Pflanzen auf Mikroplastik reagierten und deshalb (höchst wahrscheinlich) schlechter wachsen. Unsere Ergebnisse haben wir rückblickend auch kritisch betrachtet und unterschiedliche Theorien für das schlechte Wachstum der Pflanzen entwickelt. Darüber hinaus konnten wir mehr über das nicht komplett erforschte Thema Mikroplastik in Erfahrung bringen, verschiedene Methoden entwickeln, um Mikroplastik zu gewinnen und vor allem unser Wissen über Mikroplastik in Kosmetik erweitern.

Inhaltsverzeichnis:

1. Einleitung

- 1..1. Themenwahl
- 1.2. Forschungsziel
- 1.3. Literatur/Quellen und Hilfsmittel (Kurzfassung)
- 1.4. Begriffserklärungen & Definitionen
- 1.5. Sicherheit

2. Hauptteil

- 2.1. Recherche zu Mikroplastik
- 2.2. Beschaffung und Herstellung von Mikroplastik
- 2.3. Kosmetikuntersuchungen
- 2.4. Ausgangserkenntnisse
- 2.5. Herausfiltern von Mikroplastik aus Kosmetik
- 2.6. Mikroskopieren
- 2.7. Versuchskriterien
- 2.8. Pflanzen in Vergleichsuntersuchung (Durchführung & Beobachtung)

- 2.8.1. Wasserpflanzen
- 2.8.2. Kresse
- 2.8.3. Basilikum
- 2.9. Ergebnisse und Erkenntnisse der Versuchsreihe
- 2.10. Kritische Ergebnisbetrachtung
- 2.11. Selbst hergestellte Kosmetik
- 2.12. Schlussfolgerungen
- 2.13. Wirkung von Mikroplastik auf Pflanzen
- 2.14. Beantwortung der Leitfrage
- 2.15. Reaktion von Tieren auf Mikroplastik

3. Schlussteil

- 3.1. Kritischer Rückblick
- 3.2. Ausblick und Zukunft
- 3.3. Eigene Erkenntnisse
- 3.4. Zudem erforschte Gebiete

4. Quellen & Literatur

- 4.1. Unterstützer
- 4.2. Literatur

5. Anhang

Anmerkung zum Bildmaterial:

Zur Dokumentation der Versuche und der Unterschiede haben wir sehr viele Bilder aufgenommen. Da wir diese aufgrund der beschränkten Größe der Arbeit hier nicht komplett zeigen können, haben wir uns auf eine Auswahl konzentriert. Alle Bilder, die wir während unseres Projektes aufgenommen haben, werden wir auf dem Wettbewerb zeigen.

Anmerkung zur Länge:

Die Länge dieser Arbeit beträgt:

26 Seiten (ohne Quellen, Inhaltsverzeichnis, Anhang und Deckblatt sind es 15 Seiten)

13.451 Wörter

251 KB groß

97.379 Zeichen (mit Leerzeichen)

Anmerkung zur Arbeitsteilung:

Um den optimalen Ablauf unserer Arbeit zu gewährleisten, konzentrierte sich jeder von uns auf sein Spezialgebiet. Julian Karimi züchtete, beobachtete und mikroskopierte die Pflanzen. Auch die Kosmetikproben mikroskopierte Julian Karimi. Richard Gamp stellte Mikroplastik her, gewann Mikroplastik aus Kosmetik, koordinierte und plante die Arbeit, erforschte Filter und Herstellungssysteme und versorgte die Pflanzen in der Urlaubszeit.

1. Einleitung:

1.1. Themenwahl:

Mikroplastik. Ein Thema, dem man heutzutage sehr häufig begegnet. Zum einen ist da das Plastik im Meer, welches durch Wellen und Witterung zu Mikroplastik zerlegt wird und sich dann auf dem Meeresboden absetzt. Wir alle kennen die erschütternden Bilder der riesigen Müllstrudel in den Meeren. Andererseits machen viele Umweltverbände wie Greenpeace, BUND und der Nabu seit Jahren auf Mikroplastik in verschiedenen Alltagsprodukten, insbesondere in Kosmetik, aufmerksam und beschreiben nachteilige Wirkungen für unsere Umwelt. Warum sie ihre Aufmerksamkeit besonders auf Kosmetik richten, lässt sich leicht beantworten: Mikroplastik in Kosmetik betrifft jeden unmittelbar, weil man es sich auf den Körper sprüht/schmiert/aufträgt und es als Abwasser über die Kanalisation in Kontakt mit unserer Umgebung kommt. Es stellt eine Herausforderung dar, die winzigen Plastikteile aus dem Abwasser herauszufiltern. Unsere Klärwerke sind dem teilweise nicht gewachsen. Deshalb gelangt ein Teil in die Flüsse und später in das Meer. Dort schwimmt es entweder an der Wasseroberfläche, da es eine ähnliche Dichte wie Wasser hat, oder sinkt langsam herab auf den Boden. Ein Teil findet strömungsbedingt seinen Weg zu den vorhandenen großen Plastikstrudeln in den Meeren. Selbst im Marianengraben¹ und in der Tiefsee hat man schon

¹ Quelle: <http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/marianengraben-tiefsee-ist-belastet-wie-industriegebiet-a-1134389.html>
Und <http://www.zeit.de/wirtschaft/2017-07/plastikmuell-meer-melanie-bergmann-tiefseeforscherin>.

Mikroplastik gefunden. Im Meer wird es von Kleinstlebewesen aufgenommen, die es für Plankton halten. Werden diese von anderen Lebewesen gefressen, gelangt das Mikroplastik allmählich in die Nahrungskette von Tieren und letztlich auch den Menschen. Wir nehmen das Mikroplastik über Fische und andere Meerestiere auf. Das ist uns ein wichtiges Anliegen: Wenn wir uns nicht des Themas annehmen, essen wir zukünftig verstärkt Plastik! Wollen wir das wirklich? Wir wollen eine öffentliche Debatte um Mikroplastik vor allem in Kosmetikartikeln, die wir täglich sorglos konsumieren und mit der wir offenbar großen Schaden anrichten. Mit einfachen Tests und Versuchen haben wir uns dem Thema genähert. Angefangen haben wir mit der Eigenherstellung des Mikroplastiks, welches wir anschließend verwendeten, um zu prüfen, wie Pflanzen darauf reagieren. Zudem versuchten wir, Mikroplastik aus Kosmetik herauszufiltern.

1.2. Forschungsziel:

Mit unserem Projekt haben wir verschiedene Ansätze verfolgt. Viele Fragen rund um das Thema Mikroplastik sind bis heute nicht gelöst, beispielsweise inwiefern es auf unser Ökosystem einwirkt, ob es bei uns Menschen hormonell wirkt oder wie es sich auf Tiere auswirkt, die es fressen. Täglich aber werden Unmengen an Mikroplastik produziert und in das Ökosystem freigegeben, obwohl niemand die genauen Auswirkungen kennt. An diesem Punkt wollten wir ansetzen und mehr über die Wirkung von Mikroplastik in der Umwelt herausfinden. Unser Ziel war, mehr Klarheit über die Auswirkungen und Gefahren von Mikroplastik zu erlangen und so an der Erforschung dieser Substanz mitzuwirken. Da es bei Jugend forscht sehr strenge Richtlinien für den Umgang mit Tieren gibt, haben wir unseren Fokus auf Pflanzen gelegt und untersucht, wie typische, einfach zu handhabende Pflanzen auf das Mikroplastik reagieren. Wir wollten herausfinden, welche Auswirkungen Mikroplastik auf Pflanzen unseres Ökosystems hat und wie Pflanzen damit umgehen. Zudem wollten wir mehr über Mikroplastik in Kosmetik, die Herstellung und Mikroplastik generell erfahren, dies war jedoch der kleinere Teil unserer Arbeit.

1.3. Literatur/Quellen und Hilfsmittel (Kurzfassung):

Bei unserem Projekt unterstützten uns eine Reihe von Personen sowie Unternehmen. Mit Rat und Tat stand uns das Schülerforschungszentrum Lise Meitner in Berlin-Rudow zur Seite. Herr Podkaminski half uns unter anderem beim Mikroskopieren. Herr Stephan Schmidt von der Firma Carolina Science führte uns zum Verständnis des Aufbaus von Plastik und Molekülen in einzelnen Ebenen. Greenpeace sowie der BUND übermittelten uns wichtige Kontakte zum Alfred Wegener Institut und zum Fraunhofer Institut, die uns jeweils mit Publikationen² versorgten. Greenpeace gab uns zudem den Hinweis, man könne Mikroplastik mit Teefiltern aus Kosmetik herausfiltern. Frau Laura Erdbeer, die an der Carl von Ossietzky Universität in Oldenburg zum Thema Mikroplastik forscht, unterstützte uns mit wichtigen Ratschlägen, beispielsweise, dass wir Mikroplastik im Mixer gewinnen könnten. Von Beiersdorf (Nivea) und Unilever (Dove) bekamen wir auf unsere Anfrage, ob diese uns einige Gramm Mikroplastik für Forschungszwecke bereitstellen könnten, leider eine Absage mit der Begründung, dass sie kein Mikroplastik verwenden würden.

1.4. Begriffserklärung & Definition:

Mikroplastik-Definition von Beiersdorf³:

Sogenannte „Mikroplastik-Partikel“ sind feste Kunststoffteilchen, die kleiner als 5 Millimeter, nicht wasserlöslich und nicht biologisch abbaubar sind. Beiersdorf stützt sich hierbei auf eine Definition der UNEP, dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen.

Mikroplastik-Definition nach Wikipedia⁴:

Als Mikroplastik bezeichnet man Kunststoff-Teilchen mit einer Größe im Mikrometer- oder Nanometerbereich. Man kann unterscheiden zwischen bewusst erzeugten Mikroplastik-Partikeln zu Gebrauchszwecken, z. B. in Kosmetika, in Babywindeln als Superabsorber und solchen, die durch den Zerfall von Kunststoffprodukten entstehen (Plastikmüll). Kunststoffpartikel beiderlei Herkunft verursachen Probleme in der Umwelt, insbesondere weil sie schwer abbaubar sind und eine ähnliche Dichte wie Wasser aufweisen.

² Vom Alfred Wegener Institut wurden uns einige Publikationen über Mikroplastik bereitgestellt, die allerdings in schwierigem Fachenglisch geschrieben sind, sodass wir diese nicht als Grundlage unserer Forschung verwendeten.

³ Vgl. <https://www.beiersdorf.de/nachhaltigkeit/products/rohstoffe/care-without-polyethylene-particles>.

⁴ In diesem Projekt wurde nach dieser Definition gearbeitet, siehe <https://de.wikipedia.org/wiki/Mikroplastik>.

Definition des Bundesumweltamtes⁵:

Mikroplastik sind Plastik-Partikel, die fünf Millimeter und kleiner sind.

Mikroplastik-Formen:

Mikroplastik wird in Kosmetik in verschiedenen Formen verwendet. Die vier Hauptformen sind festes, flüssiges, gel- und wachsartiges Mikroplastik.

Kosmetik:

In unserem Projekt setzten wir Fokus auf drei Arten von Kosmetik: Duschgel, Haarstylingschaum und Haarwäsche. Wann immer auf Kosmetik Bezug genommen wird, sind stets diese drei Arten gemeint.

1.5. Sicherheit

Da Mikroplastik nicht ungefährlich ist, mussten wir bei unserer Projektarbeit darauf achten, uns und andere nicht zu gefährden. Wir wollten nicht den Mikroplastikstaub einatmen. Auf diese Situation trifft man besonders bei der Herstellung von Mikroplastik im Mixer. Am Anfang unserer Arbeit verwendeten wir keinen Atemschutz und bekamen nicht zuletzt von dem beim Zerkleinern des Plastiks häufig auftretenden stinkenden Geruch Kopfschmerzen. Daraufhin arbeiteten wir nur noch mit Atemschutz und im Freien. Durch diese Vorkehrungen waren wir sicher, den Staub nicht einzuatmen. Auch beim Aufschneiden der Teebeutel, in denen sich aus der Kosmetik gewonnenes Mikroplastik befand, trugen wir stets einen Atemschutz. Dieselben Maßnahmen trafen wir bei allen anderen Arbeiten mit dem Mikroplastik (mikroskopieren, verteilen, verpacken usw.).

2. Hauptteil:

2.1. Recherche zu Mikroplastik:

Um unser Projekt besser aufbauen zu können, haben wir zunächst zu Mikroplastik recherchiert und unsere Ergebnisse hier aufgeschrieben. Dies soll lediglich eine Einführung in das Thema sein, damit alle Umstände dem Leser verständlich sind.

Allen oben aufgeführten Definitionen des Mikroplastiks ist gemein, dass es sich um sehr kleine Plastikteilchen handelt. Vor allem geht es um mit dem bloßen Auge nahezu unsichtbare Teile, die kleiner als 1 Millimeter sind, deren Größe also im Mikro- bzw. Nanometerbereich liegt. Zudem unterscheidet man grundsätzlich zwischen zwei Arten von Mikroplastik: Als bewusst erzeugtes Mikroplastik (zu Gebrauchszwecken) wird Mikroplastik bezeichnet, welches absichtlich hergestellt wurde, z.B. zur Anwendung in Kosmetika oder in Babywindeln. Als unbewusst erzeugtes Mikroplastik werden kleinste Plastikpartikel bezeichnet, die z.B. durch Zerfall von größeren Plastikteilen (vor allem von Plastikmüll) in den Ozeanen entstanden sind. Bei vielen Arten von Mikroplastik ist bis heute nicht genau erforscht, ob sie eventuell hormonell wirksam sind, bei anderen ist es wiederum bereits bekannt.

2.2. Beschaffung und Herstellung von Mikroplastik:

In unserem Projekt haben wir verschiedene Optionen genutzt, um Mikroplastik für unsere Versuche zu erhalten. Folgende Wege haben wir ausprobiert:

1. Unternehmen angefragt, ob sie uns Mikroplastik bereitstellen können
2. Umweltverbände angefragt, ob diese Mikroplastik bereitstellen können
3. Mikroplastik aus Kosmetik herausgefiltert
4. Mikroplastik selbst hergestellt

Erklärungen zu den einzelnen Methoden:

Unternehmen angefragt (1)

Unsere Anfrage richteten wir an zwei große Unternehmen: Beiersdorf (Nivea) und Unilever (Dove). Von beiden Unternehmen erhielten wir allerdings die Antwort, dass man uns kein Mikroplastik zur Verfügung stellen könne, da sie selbst keines verwenden würden. Die Antworten der Firmen sind im Anhang angefügt. Allerdings haben wir durch Untersuchungen herausgefunden, dass sowohl in den Pflegeprodukten von Dove als auch in denjenigen von Nivea Mikroplastik enthalten ist. Dies scheint im Widerspruch zu den Antworten dieser Unternehmen zu stehen. Er lässt sich allerdings auflösen, wenn man sich die Definitionen dieser Unternehmen zu Mikroplastik ansieht. Nivea etwa bezeichnet nur feste Plastikteilchen als Mikroplastik, ausgeschlossen werden flüssige, wachs- und gelartige Formen. Diese verwenden Nivea und auch Dove weiterhin in ihren Produkten. 2013 verpflichteten

⁵ Quelle: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/mikroplastik-in-kosmetika-was-ist-das>

sich einige deutsche Kosmetikhersteller, ab Ende 2014 kein Mikroplastik mehr in ihrer Kosmetik zu gebrauchen. Dieser Verpflichtung gehen sie nicht nach, da sie hierbei nur feste Mikroplastikteile einbeziehen.

Umweltverbände angefragt (2)

Da sehr viele Umweltverbände in Deutschland gegen Mikroplastik in Kosmetik protestieren und auch häufig Bilder von Mikroplastik aus Kosmetik auf ihren Websites zeigen, richteten wir uns an sie per E-Mail mit der Frage, ob sie uns für Forschungszwecke Mikroplastik zur Verfügung stellen könnten. Folgende Umweltverbände haben wir kontaktiert: Greenpeace Deutschland, den BUND und Utopia. Leider konnte uns keiner der Umweltverbände Mikroplastik bereitstellen, doch der BUND übermittelte uns einen Kontakt zu Herrn Gutow vom Alfred Wegener Institut und Greenpeace schlug uns den Kontakt zum Fraunhofer Institut⁶ vor. Greenpeace gab uns zudem den Hinweis, dass wir mit Teefiltern Mikroplastik aus Kosmetik gewinnen könnten. Diese Methode haben wir angewendet; wir kommen darauf noch zurück. Herr Gutow vom Alfred Wegener Institut stellte uns auf unsere Anfrage hin auch zwei Publikationen zur Verfügung, die wir allerdings nur teilweise einbeziehen konnten, da sie in schwierigem Fachenglisch verfasst sind.

Mikroplastik aus Kosmetik gewonnen (3)

Da in einem Großteil der handelsüblichen Kosmetik Mikroplastik in verschiedenen Formen vorkommt, wollten wir es herausfiltern. Wir probierten verschiedene Filterarten aus, die wir noch genauer beschreiben werden. Das Testverfahren lief in folgender Weise ab: Es wurden einige Milliliter⁷ der zu untersuchenden (mikroplastikhaltigen⁸) Kosmetik⁹ auf das Filterpapier gegeben. Dieses wurde dann in einen Trichter gelegt und mit klarem, kaltem Leitungswasser durchgespült. Pro Filterpapier wurden ungefähr 3-6 Liter Wasser über bzw. durch das Filterpapier durchgespült. Danach wurden die Filterpapiere getrocknet und anschließend (aufgeschnitten) unter dem Lichtmikroskop betrachtet. Unter 100-facher Vergrößerung ließen sich dann, wenn Mikroplastik aufgefangen wurde, kleine glitzernde rundliche, durchsichtige Plastikpartikel erkennen. Die Filterpapiere wurden danach beschriftet und archiviert.

Wir starteten mit ganz normalen Kaffeefiltern¹⁰ für die Kaffeemaschine. Bereits nach einigen Versuchen stellen wir jedoch fest, dass diese nicht funktionierten, da sie erstens zu grobmaschig und zweitens an den Seiten zusammengesprengt waren. Diese Naht platzte besonders häufig auf und ließ deshalb alles hindurch.

Als nächstes testeten wir Laborfilterpapiere¹¹. Diese eignen sich von der Größe her sehr gut. Zwar fingen sie nicht das gesamte Mikroplastik auf, doch immerhin einen sehr großen Teil davon.

Siebe und Metallfilter zogen wir gar nicht heran, da diese zu große Maschen haben.

Zudem testeten wir auch noch ein Teenetz aus Stoff, das sich aber als überhaupt nicht praktikabel erwies, da man mit bloßen Augen hindurch sehen konnte.

Außerdem zogen wir noch einige weitere Filterpapiere heran, die aber alle nicht funktionierten, sodass sie hier nicht erwähnt werden.

Auf den Ratschlag von Greenpeace hin probierten wir sodann Teefilter aus. Zunächst schnitten wir Teebeutel auf, entleerten sie und verwendeten die leeren Teebeutel. Das funktionierte jedoch gar nicht, da diese, wie wir unter dem Mikroskop feststellen konnten, viel zu große Maschen haben. Daraufhin sahen wir uns im Internet um und entdeckten Teebeutel¹² zum Selberbefüllen. Nach einigen Tests erkannten wir, dass Greenpeace Recht behalten sollte, und diese am besten zur Filterung von Mikroplastik geeignet sind. Mit den Teefiltern konnten wir erstaunlich schnell und leicht größere Mengen an durchsichtigem, kleinem Mikroplastik aus der Kosmetik gewinnen. Diese Methode erwies sich somit als die beste der vier Methoden zur Filterung von Mikroplastik aus Kosmetik. Natürlich haben wir auch mit einem Gegentest überprüft, ob diese Methode wirklich sicher ist. Deshalb rührten wir etwas von unser selber hergestelltem (blauem) Mikroplastik in Wasser unter und gaben es in einen

⁶ Wir fragten dieses an, bekamen allerdings keine Antwort.

⁷ Die genaue Menge der untersuchten Kosmetik spielte hierbei keine Rolle, da es sich lediglich um die Untersuchung handelte, ob Mikroplastik aufgefangen werden konnte und nicht wieviel.

⁸ Die Kosmetik enthielt folgende Arten von Mikroplastik: PEG-7; Polyquaternium-7; PEG-40; PEG-200; Styrene/Acrylates Copolymer.

⁹ Folgende Kosmetik wurde untersucht: DuschDas Sport startklar; Nivea creme soft; Isana Sport

¹⁰ Produktbezeichnung: Gut & Günstig 100 Kaffe Filter; Größe 2.

¹¹ Produktbezeichnung: S&S 100 Rundfilter aschenfrei, 589² Weißbrand; Durchmesser: 90 mm.

¹² Quelle: https://www.amazon.de/Teebeutel-Filterpapier-Filterbeutel-teefilter-Einwegbeutel/dp/B01MR2UE93/ref=sr_1_9?ie=UTF8&qid=1515096996&sr=8-9&keywords=teebeutel+zum+selbstbefüllen.

solchen Teefilter. Das Ergebnis der Probe war, dass das Mikroplastik im Beutel gesammelt wurde und nicht herausfloss. Überprüft werden konnte dies, da das Mikroplastik durch seine blaue Färbung unübersehbar war. Mit diesem Versuch konnte die Methode verifiziert werden.

Mikroplastik selbst herstellen (4)

Für die Pflanzenversuche benötigten wir sehr große Mengen an Mikroplastik, weshalb wir schnell unsere ursprüngliche Idee aufgaben, das gesamte Mikroplastik dafür aus der Kosmetik zu filtern. So erprobten wir nun einige Verfahren, das Mikroplastik selbst herzustellen. Nach einigen Versuchen und langem hin und her entdeckten wir schließlich vier Möglichkeiten. Für die Herstellung verwendeten wir stets Flaschen aus Hart- und Weichplastik, die vorher mit Trinkwasser gefüllt waren. Das gewonnene Mikroplastik wurde abschließend noch einmal durch ein Metallsieb mit einer Maschenweite von ungefähr einem Millimeter gesiebt.

Methoden	Gerät(e)	Beschreibung	Funktion
Mixer Methode	Stand Küchenmixer	Zerschnittene Plastikstückchen werden in Mixer gegeben	große Mengen, kleines Mikroplastik, funktioniert sehr gut;
Mörser Methode	Mörser & Stechel	Sehr kleine Plastikstücken werden in Mörser bearbeitet	große Mikroplastik Stücke, funktioniert schlecht
Schleifmethode	Schleifmaschine	Plastikflasche wird abgeschliffen, Mikroplastik-Staub wird aufgefangen	Sehr kleine Mengen, funktioniert schlecht
Hammer Methode	Hammer	Plastikflasche wird mit Hammer bearbeitet	funktioniert nicht

Erklärungen zu den einzelnen Methoden:

Da die Herstellung von Mikroplastik ein wesentlicher Bestandteil unserer Arbeit war, haben wir ihn hier noch einmal genauer erläutert. Von einer Bekannten¹³, die an der Carl von Ossietzky Universität in Oldenburg Gewässerkunde studiert und sich dort mit dem Thema befasst, ob Wasserlebewesen Mikroplastik fressen und welche Auswirkungen es auf diese hat, erhielten wir den Hinweis, dass man in einem normalen Küchenmixer kleine Plastikstücke einer Plastikflasche zu Mikroplastik zerkleinern könne. Das probierten wir zunächst mit unserem Küchenmixer (Handrührer) aus. Dieser erwies sich jedoch als sehr unpraktisch, da man ihn die ganze Zeit in eine mit Plastikstückchen gefüllte Tasse drücken musste und das Plastik schnell überhitzte. Daraufhin bestellten wir bei Amazon einen Mixer¹⁴ der Eigenmarke von Amazon, der sich allerdings ebenfalls nicht bewährte, da er sehr schnell kaputt ging. Infolgedessen bestellten wir einen neuen, höherwertigen Mixer¹⁵, der bis zum 5. Januar funktionierte und mit dem wir zuverlässig das gesamte Mikroplastik für den ersten Durchlauf der Versuche gewinnen konnten. Am 5. Januar jedoch zerstörten die großen Plastikstücke während des Mixvorganges den Aufsatz des Mixers (vermutlich weil der Aufsatz auch nur aus Plastik bestand). Für die Fortsetzung der Mikroplastik-Herstellung mussten wir einen neuen Aufsatz bestellen. Dieser funktionierte allerdings auch nicht sonderlich lange, so dass wir noch einen weiteren Mixer bestellen mussten, der wiederum etwas später ebenfalls kaputt ging.

Bevor wir die Idee mit dem Mixer von Laura Erdbeer bekommen haben, hatten wir kurzzeitig darüber nachgedacht, das Mikroplastik aus Kosmetik herauszufiltern. Dafür hatten wir uns ungefähr einen Liter billiger Kosmetik¹⁶ besorgt und diese durch diverse Filter durchgespült. Doch dieses Vorgehen stellte sich als wenig praktikabel und sinnvoll heraus, weshalb wir es schnell wieder aufgaben und die verschiedenen Filter systematisch durchprobierten.

2.3. Kosmetikuntersuchungen:

Wir wollten herauszufinden, welches Mikroplastik in welcher Kosmetik enthalten ist. Dabei verfahren wir nach drei Methoden:

¹³ Laura Erdbeer.

¹⁴ Produktbezeichnung: AmazonBasics Mixer, Leistung: 550 W, 1,5 l, Schwarz.

¹⁵ Produktbezeichnung: WMF KULT Mix & Go Smoothie Mini Standmixer, Smoothie Maker, 300 Watt, Tritan Flasche, Edelstahl Mixer.

¹⁶ Isana Duschgel 2in1 SPORT mit Allantoin (Rossmann) {300}.

Methoden:

- 1) Man kann anhand der Inhaltsangabe auf der Rückseite der Kosmetikverpackung ablesen, ob diese Mikroplastik enthält. Typische Mikroplastik-Bezeichnungen¹⁷ sind:
 - PEG (Polyethylene glycol)
 - Polyquaternium
 - Acrylate Crosspolymer/Copolymer
 - Siloxane

Anmerkung zu PET Mikroplastik in Kosmetik:

Tatsächlich wird sogar PET (Polyethylenterephthalat) in Kosmetik verwendet. Dies macht unsere Tests noch etwas realistischer, da wir PET Mikroplastik verwendeten und dadurch unter anderem auch den Einfluss von Mikroplastik aus Kosmetik auf das Ökosystem untersuchten.

- 2) Auch auf experimentelle Weise kann man in verschiedener Kosmetik¹⁸ Mikroplastik nachweisen. Wir gingen dabei wie folgt vor: Einige Milliliter der zu untersuchenden Kosmetik wurden in Wasser gelöst und dann in einen Teebeutel¹⁹ gegeben. Dieser wurde nun in einen Trichter gelegt, in den Trichter Wasser gegeben, sodass die wasserlöslichen Bestandteile der Kosmetik durch den Teefilter hinausgespült werden konnten und letztendlich nur das Mikroplastik im Filter zurückblieb. Dieser wurde dann getrocknet, aufgeschnitten und unter dem Mikroskop untersucht. Mit diesem Verfahren lässt sich feststellen, ob Mikroplastik in Kosmetik enthalten ist. Um zu überprüfen, ob es sich wirklich um Mikroplastik handelt, benötigt man einen zuverlässigen Nachweis. Die zweite Methode ist insofern nicht ganz verlässlich, als es immer Materialfehler in der Verarbeitung des Teefilters oder ähnliches geben kann.
- 3) Die dritte Methode ist frei von derartigen Mängeln und zudem sehr gut anzuwenden. Hierfür gibt man etwas der zu untersuchenden Kosmetik in eine Glas-Petrischale (so dass etwa 2/3 des Bodens bedeckt sind) und stellt diese dann auf eine Heizung²⁰ oder auf einen Ofen²¹. Nach einiger Zeit wird die Kosmetik auf dem Boden der Petrischale fester und die gesamte Petrischale kann unter dem Lichtmikroskop betrachtet werden. Bei 100-facher Vergrößerung lassen sich nun die einzelnen Mikroplastik-Partikel in der Kosmetik erkennen. Mit dieser Methode lässt sich also Kosmetik relativ leicht auf Mikroplastikgehalt untersuchen. Allerdings muss man die Mikroplastik Stücke genau identifizieren, da viele Mikroplastik ähnliche Stücke in der Kosmetik auftreten z.B. Glycerin-Kristalle.

Untersuchte Kosmetik:

- AXE Gold Temptation (Unilever): kein Mikroplastik laut Verpackungsangaben
- Dove Men+Care Clean Comfort (Unilever): enthält Mikroplastik laut Verpackungsangaben
- Active Clean Pflegedusche (Beiersdorf): enthält Mikroplastik laut Verpackungsangaben
- Nivea creme soft Pflegedusche (Beiersdorf): enthält Mikroplastik laut Verpackungsangaben
- Isana Duschgel 2in1 Sport (Rossmann): enthält Mikroplastik laut Verpackungsangaben
- duschdas sport startklar (Unilever): enthält Mikroplastik laut Verpackungsangaben
- Nivea Body Lotion In-Dusche (Beiersdorf): enthält Mikroplastik laut Verpackungsangaben
- Nivea styling Mousse volume sensation (Beiersdorf): enthält Mikroplastik laut Verpackungsangaben
- Bilou slushy apple (bilou): enthält Mikroplastik laut Verpackungsangaben

2.4. Ausgangserkenntnisse:

Am Anfang unserer Arbeit wussten wir bereits einiges über Mikroplastik. Seit geraumer Zeit verfolgen wir die internationale Debatte über Plastikmüll in den Meeren und die auftretenden Probleme und Lösungsvorschläge. Zwar hatten wir uns auch schon eine Meinung über das Thema gebildet, waren aber zugleich offen und gespannt auf die Ergebnisse und Erkenntnisse aus unserer eigenen Forschung. Wir haben uns zu Beginn im Internet informiert und „eingelese“.

2.6. Mikroskopieren

¹⁷ Quelle: <https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/20170502-greenpeace-kurzinfo-plastik-kosmetik.pdf>.

¹⁸ Es wurden Duschgel und Haarwaschmittel verwendet.

¹⁹ Produktbezeichnung: Westminster Tea Teefilter für losen Tee 100 Stück.

²⁰ Die Heizung wurde ungefähr 40 Grad warm.

²¹ Die Temperatur des Ofens betrug zwischen 100- 200 Grad Celsius, genauer ließ sich dies nicht messen.

Zum Mikroskopieren wurde das Mikroskop Science TFM-201/301 von Bresser eingesetzt. Grundsätzlich wurde bei 40x-400x Vergrößerung mikroskopiert und die Einstellungen wurden dabei derart variiert, dass ein gutes Bild sichtbar war. Den Anforderungen entsprechend wurden also Kondensator, Kondensator-Höhenverstellung, Beleuchtung, Irisblende und Helligkeitsreglung angepasst. Um die Bilder festzuhalten, wurden diese, da das Mikroskop über einen trinokularen Auszug d.h. einen Fotoadapter verfügt, über eine Mikroskopkamera MikroCam Pro HDMI von Bresser aufgenommen und an einen Computer übertragen, auf dem zuvor eine entsprechende Software installiert wurde.

Bei allen in unserem Projekt untersuchten Pflanzenarten wurden im Anschluss an jeden Versuchsdurchlauf die Zellen der Wurzeln, Stängel und Blätter auf Mikroplastik-Vorkommen analysiert. Bei der Kresse wurden zusätzlich auch noch die Samen genau betrachtet. Wenn erforderlich, wurden bei der Erstellung der Präparate Schnitte²² an einem Pflanzenteil vorgenommen. Dazu wurden ein Skalpell²³, eine Pinzette und ein Objektträger verwendet.

Direkt nach dem Mikroskopieren wurden diejenigen Präparate, deren Bilder an den PC übertragen und für die Ergebnisdokumentation festgehalten wurden, mit Klarlack umschlossen, um sie für eine spätere Einsicht haltbar zu machen. Diese Dauerpräparate wurden mit dem Erstellungsdatum und der Quelle des pflanzlichen Gewebes beschriftet und zusammen in einem Kasten aufbewahrt. Aus dem ersten Versuchsdurchlauf haben wir zusätzlich alle mit Mikroplastik behandelten Pflanzen in einer Kühltruhe unter -18 Grad Celsius eingefroren.

Die Identifikation des Mikroplastiks beruhte auf der Form, Größe und Farbe der Mikroplastik Vergleichsproben und dem Vergleichen zwischen Pflanzen, die nicht mit Mikroplastik in Kontakt kamen (Kontrollpflanzen) und jenen, die mit Mikroplastik behandelt wurden. Darüber hinaus untersuchten wir Kosmetik, aus Kosmetik extrahiertes Mikroplastik und das mit der Mixer-Methode gewonnene Mikroplastik unter dem Mikroskop. Diese Bilder dienen uns ebenfalls zur Erkennung des Mikroplastiks im pflanzlichen Gewebe.

2.7. Versuchskriterien

Pflanzenauswahl:

Für unser Experiment mussten wir eine geeignete Pflanzenauswahl treffen, damit die Tests unter den uns gegebenen Umständen realisiert werden konnten. Folgende Auswahlkriterien stellten wir auf:

- die Pflanzen mussten schnell wachsen²⁴,
- die Pflanzen sollten keinen hohen Anspruch an die Umgebung haben, da wir anspruchsvolle Anforderungen als weitere Variablen nicht kontrollieren konnten,
- die Pflanzen sollten in Deutschland wachsen können, da unsere Messungen in Deutschland stattfanden,
- die Pflanzen sollten bezahlbar sein, zumal wir die Versuche dreimal durchführen wollten²⁵ und
- die Pflanzen sollten von Nutzen sein.

Unter Berücksichtigung der benannten Aspekte fiel unsere Auswahl auf vier Pflanzen: Basilikum, Kresse, Wasserpest und Papageienblatt. Ausschlaggebend hierfür waren folgende Erwägungen:

Wasserpflanzen:

Rotes Papageienblatt

Das rote Papageienblatt (*Alternanthera Reineckii*) gehört zu den Wasserpflanzen, die in den süßen Gewässern der Erde leben. Die Pflanze ist robust und verzeiht Haltungsfehler. Mit ihrer roten Farbe hebt sie sich außerdem von den meist grünen Wasserpflanzen optisch ab. Das rote Papageienblatt hat lange, lanzettförmige, rötlichbraune Blätter und kann bis etwa 50 cm hoch werden. Die Pflanze vermehrt sich sowohl schnell als auch intensiv und muss oft ausgedünnt werden, damit die anderen Pflanzen im Aquarium ausreichend Licht bekommen. Ihre rostrote Farbe verblasst, wenn die Pflanze zu wenig Licht, Eisen oder CO₂ erhält²⁶.

²² Längs- und Querschnitte der jeweiligen Pflanzenteile.

²³ Es wurde für jede Untersuchung ein neues Skalpell genutzt um die Übertragung von Mikroplastik zu vermeiden.

²⁴ Dies lag daran, da uns für die Untersuchungen nur wenige Wochen zur Verfügung standen und wir jeden Versuch dreimal durchführen wollten.

²⁵ Damit unsere Ergebnisse nicht nur auf Zufällen basierten, führten wir jeden Versuch fünf bzw. dreimal durch, um von einer Regelmäßigkeit sprechen zu können.

²⁶ Vgl. Dolder, W./Dolder, U. (1997): Zierfische, unsere stillen Freunde. Kalt- und Warmwasserfische. Haltung. Pflege. Zucht. Oldenburg: Isis Verlag. S. 48-51.

Wasserpest

Unter günstigen Bedingungen breitet sich Wasserpest (*Egeria Najas*) so stark und schnell aus, dass sie in den heimischen Süßgewässern zu einer „Pest“ werden kann. Die Wasserpest kommt aus Amerika. Erst vor nicht allzu langer Zeit wurde sie nach Europa eingeführt und gedeiht in unserem Klima sehr gut. Sie ist häufig zu finden in Seen, Flüssen und kleinen Gartenteichen. Im Aquarium gedeiht sie bei Temperaturen um die 20 Grad Celsius und im etwas härterem Wasser besonders gut. Sie vermehrt sich durch Seitentriebe, die man in den Boden steckt, wo sie rasch anwachsen. Wird die Pflanze in regelmäßigen Abständen nicht ausgedünnt, entwickelt sie eine Pflanzenwildnis und verschluckt das ganze Deckenlicht²⁷.

Landpflanzen:

Kresse

Kresse (*Lepidium sativum*) gehört zu Kräutern aus der Familie der Kreuzblütler. Als Küchenkraut wird Kresse als Vitamin-C-Spender geschätzt. Kresse kann man drinnen jederzeit säen, sie wächst schnell, was möglicherweise zu einem klareren Unterschied zwischen den Proben führen kann. Sie ist pflegeleicht, keimt auf jeder Unterlage, an der sich die Würzelchen etwas halten können. Man muss lediglich darauf achten, dass die Saat stets ausreichend Feuchtigkeit erhält und an einem hellen Ort, aber nicht in der prallen Sonne steht. Die Samen sind sogenannte „Lichtkeimer“, das bedeutet, dass sie nicht abgedeckt werden.

Erntereif ist die Kresse, wenn die Pflänzchen 5-8cm hoch sind, was bereits nach rund einer Woche der Fall ist. Die oberen Blätter sind verschiedenartig gefiedert²⁸. Saatgut ist leicht erhältlich. Wir kauften 120 g Kressesamen der Firma Sonnentor für 7,99 EUR.

Basilikum

Das in der italienischen Küche bewährte und im Einzelhandel leicht erhältliche Basilikum ist das genoveser Basilikum (*Ocimum basilicum*). Gegenüber der Kresse ist Basilikum ein etwas anspruchsvolleres Küchenkraut. Es wächst höher²⁹, hat aufgewölbte saftig grüne Blätter und weiche grüne Stängel. Basilikum braucht zum Gedeihen Wärme (18-22 Grad Celsius), Sonne (aber keine pralle Mittagssonne), Feuchtigkeit (verträgt keine Staunässe) und fruchtbare, durchlässige Erde (diesbezüglich verließen wir uns auf einen ausreichenden Nährstoffgehalt der Erde, die wir zusammen mit den ausgewachsenen Pflanzen erworben haben). Über den Untersetzer holen sich die Wurzeln von selbst, was sie benötigen. Zum richtigen Gießen gehört, dass die Erde stets mäßig feucht gehalten sein sollte. Eine halbe Stunde nach dem Gießen ist das Wasser, das noch im Untersetzer steht, zu entfernen³⁰.

Wir entschieden uns für den Erwerb ausgewachsener erntereifer Pflanzen, da die Aufzucht mindestens 40 Tage lang dauert³¹.

Sämtliche Pflanzen³² kauften wir bei EDEKA für den Preis pro Stück: 1,79 EUR. Als Herkunftsland war Deutschland ausgewiesen.

Für die Vergleichbarkeit, Evidenz und Wiederholbarkeit unserer Untersuchungsergebnisse haben wir einheitliche Versuchsbedingungen für alle Versuche festgelegt. Diese beinhalten folgende Aspekte:

Wasserpflanzen (Wasserpest & Rotes Papageienblatt):

Wassertemperatur: Die Wassertemperatur betrug durchschnittlich zwischen 15-18 Grad Celsius

Lichtquelle: Die Pflanzen wurden mit einer Pflanzenlampe³³ bestrahlt.

Messung: Unterschiede wurden täglich um ca. 7 (an Schultagen) bzw. um 10 (an schulfreien Tagen) und 18 Uhr dokumentiert.

²⁷ Vgl. ebd. S. 49.

²⁸ Vgl. Mayer, J. (2012): Kosmos Soforthelfer. Küchenkräuter. Stuttgart: Francks-Kosmos Verlag. S. 64 f.; Wittmann, K. (2013): Kräuter. 70 Küchenkräuter von A-Z mit Minirezepten zum Kennenlernen. München: GU Verlag. S. 76 f.

²⁹ Bis zu 60 cm.

³⁰ Vgl. Mayer, J. (2012): Kosmos Soforthelfer. Küchenkräuter. Stuttgart: Francks-Kosmos Verlag. S. 41-47.; Wittmann, K. (2013): Kräuter. 70 Küchenkräuter von A-Z mit Minirezepten zum Kennenlernen. München: GU Verlag. S. 30-31.

³¹ Vgl. www.wikipedia.org/wiki/Basilikum.

³² Es handelte sich um Bio-Pflanzen.

³³ Sera LED plantcolor sunrise 360 (111lm; 5 kWh pro 1000 h).

Nährstoffe³⁴:

pH Wert³⁵: 4 auf der Skala von 0- 14, also sauer.

Pflanzenmenge: es wurden jeweils zwei Bunde³⁶ Pflanzen auf die zwei Vergleichsbecken verteilt.

Probenanzahl: 1 Probe mit Mikroplastik und eine Vergleichsprobe.

Wiederholungen: 3

Becken: Die Becken, in denen die Pflanzen wuchsen, haben dasselbe Volumen: 25l

Mikroplastik-Gabe: 9 Gramm pro Becken und Wiederholung

Kresse (*Lepidium sativum*):

Produktbezeichnung: Sonnentor Kresse bio

Temperatur: 19-20 Grad Celsius

Luftfeuchtigkeit: 48-53%

Lichtquelle: Die Pflanzen wurden mit einer Pflanzenlampe³⁷ bestrahlt.

Messung: Unterschiede wurden täglich um ca. 7 (an Schultagen) bzw. um 10 (an schulfreien Tagen) und 18 Uhr dokumentiert.

Wasserzufuhr: Die Pflanzen wurden aufgrund der Natur der Kresse nach Bedarf gegossen.

Samenmenge: 1 Gramm

Nährstoffe: Es wurden keine Nährstoffe hinzugefügt.

Probenanzahl: 2 Proben mit Mikroplastik und zwei Vergleichsproben.

Wiederholungen: 5

Mikroplastik-Zugabe: 1 Gramm pro Probe und Wiederholung

Basilikum (*Ocimum basilicum*):

Temperatur: 19-20 Grad Celsius

Luftfeuchtigkeit: 35-40%

Lichtquelle: Wetterabhängige Sonnen- und normale Raumbelichtung³⁸

Messung: Unterschiede wurden täglich um ca. 7 (an Schultagen) bzw. 10 (an schulfreien Tagen) und 18 Uhr dokumentiert.

Wasserzufuhr: Das Basilikum wurde im ersten Versuchsdurchlauf ein Mal täglich, dann alle zwei Tage um 7.00 Uhr über einen Tonuntersetzer gegossen, sodass die Pflanze das Wasser bedarfsgerecht aufnehmen konnte. Überschüssiges Wasser, das eine halbe Stunde nach dem Gießen im Untersetzer blieb, wurde weggegossen.

Nährstoffe: Es wurden keine Nährstoffe hinzugefügt.

Erde: In der ersten Vergleichsuntersuchung wurden die Pflanzen in die gebrauchsfertige „Grünpflanzen- und Palmenerde“ der Firma Compo Sana umgetopft. Die Beschreibung der Erde garantierte eine acht Wochen andauernde Nährstoffversorgung und durch ihre Zusammensetzung eine lockere und luftige Struktur.

In der zweiten Vergleichsuntersuchung wurden die Pflanzen nicht umgesetzt, weil wir ihr schlechtes Gedeihen auf das Umtopfen zurückführten.

Probenanzahl: 2 Proben mit Mikroplastik und 2 Vergleichsproben.

Wiederholungen: 5

Mikroplastik-Gabe: 2 Gramm pro Probe und Wiederholung

2.8. Pflanzenversuche (Durchführung & Beobachtung)

Durchführung

2.8.1. Wasserpflanzen

Es wurden jeweils gleich viele Wasserpflanzen auf zwei Aquarien verteilt. Die Aquarien waren fast bis zum Rand mit Wasser gefüllt, enthielten also ungefähr 20l Wasser. Beide Becken standen nebeneinander. Auf dem Boden der Becken befand sich eine ungefähr 5 Zentimeter dicke Lage Aquarien-Kies. Die Pflanzen wurden leicht in den Kies hineingesteckt. In das mit „Mikroplastik“

³⁴ Wir haben Berliner Leitungswasser als Wasser in den Aquarien verwendet. Dessen Werte lassen sich abrufen unter <http://www.bwb.de/content/language1/html/3255.php?PLZ=13467&searchbutton=Suchen>. Die eingegebene Postleitzahl lautete 13467.

³⁵ Der pH wert wurde mittels pH Wert-Teststreifen ermittelt.

³⁶ Leider war es nicht möglich, Einzelpflanzen zu erwerben, sondern nur Pflanzenbunde (deren Größe auch variierte), weshalb wir die Pflanzen in den Versuchen jeweils gleichmäßig auf die zwei Becken aufteilten.

³⁷ Sera LED plantcolor sunrise 360 (111lm; 5 kWh pro 1000 h).

³⁸ LED bzw. Glühlampen.

gekennzeichnete Becken wurden neun Gramm Mikroplastik³⁹ gegeben. Da das Mikroplastik sich zunächst nur auf der Wasseroberfläche absetzte, wurde es mit einem Spatel verrührt. Das Wachstum und die Veränderungen der Pflanzen wurden täglich dokumentiert. Für die Pflanzen, die dem Mikroplastik ausgesetzt waren sowie für die Vergleichsproben galten dieselben Rahmenbedingungen⁴⁰.

2.8.2. Kresse

In den Voruntersuchungen ließen wir die Kresse zunächst in Kresseigeln aus Ton wachsen. Diese erwiesen sich als schlecht für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse, da sie für unsere Proben viel zu groß waren. Deshalb nahmen wir stattdessen vier Uhrgläser. Diese hatten allerdings einen ebenen Boden, auf dem die Kressewurzeln keinen Halt gefunden hätten, weshalb wir die Uhrgläser mit Schleifpapier aus dem Baumarkt aufrauten. Es wurden vier Uhrgläser⁴¹ mit Schleifpapier aufgeraut. Auf diese werden pro Vergleichsuntersuchung jeweils 1 Gramm Kressesamen geben. Auf zwei Uhrgläsern wurden zu den Samen jeweils noch 1 Gramm Mikroplastik⁴² hinzugefügt. Der einzelne Versuchsdurchlauf dauerte je 7 Tage. Jeden Tag wurde das Wachstum und die Veränderungen morgens und abends (s. Versuchskriterien) dokumentiert und um dieselbe Zeit die Kresse mit Leitungswasser mit Raumtemperatur gegossen⁴³. Die Kresse wurde mit einem Pflanzenlicht (Beschreibung siehe „Versuchskriterien“) bestrahlt. Die Pflanzen standen also im Halbschatten bei Raumtemperatur.

2.8.3. Basilikum

Da die Kultur des Basilikums mindestens 40 Tage dauert⁴⁴, haben wir uns aus zeitlichen Gründen für ausgewachsene Pflanzen vom Supermarkt⁴⁵ entschieden, wo diese in der Regel in einigermaßen einheitlicher Größe angeboten werden. Beim ersten Versuchsdurchlauf pflanzten wir das Basilikum einmal in einheitliche Töpfe mit neuer Erde (genauer erläutert in „Versuchskriterien“) um. Leider schwächte das die Pflanzen stark. Aus diesem Grunde tauschten wir beim zweiten und dritten Versuchsdurchlauf die Erde nicht aus. Der Austausch der Erde hatte allerdings keinen Einfluss auf die Versuchsergebnisse, da alle Pflanzen dieselbe Erde erhielten.

Alle vier Töpfe mit Basilikum waren gleich groß und enthielten dieselbe Menge Erde. In zwei der Töpfe gaben wir jeweils 2 Gramm Mikroplastik. Das Mikroplastik streuten wir auf die Oberfläche der Erde und rührten es in den Boden⁴⁶, dabei wurde darauf geachtet, die Wurzeln der Pflanze nicht zu schädigen⁴⁷. Ein Versuchsdurchlauf dauerte 10 Tage. Täglich wurden die Änderungen morgens und abends (s. Versuchskriterien) dokumentiert. Im ersten Versuchsdurchlauf wurden alle Pflanzen täglich um ca. 7.00 Uhr (an Schultagen) bzw. 10.00 Uhr (an schulfreien Tagen) über die Untersetzer mit Wasser versorgt. Eine halbe Stunde nach dem Gießen wurde das nicht aufgenommene Wasser aus den Untersetzern entfernt, weil das Basilikum keine Staunässe verträgt. Im zweiten und dritten Versuchsdurchlauf gossen wir die Pflanzen morgens alle zwei Tage, da sich trotz des vorsichtigen Gießens auf der Oberfläche der Erde Schimmel gebildet hatte. Besonders vom Schimmelbefall betroffen waren die Pflanzen mit Mikroplastik.

Beobachtung⁴⁸:

2.8.4. Wasserpflanzen

2.8.4.1. Wasserpest

Mit bloßem Auge⁴⁹:

Bei dem Hinzugeben von Mikroplastik ist aufgefallen, dass sich jenes nicht sedimentiert⁵⁰.

Die Wasserpest zeigte ab dem 3. Tag erste Unterschiede: Die Blätter der Wasserpest, welche sich im Mikroplastik belasteten Becken befanden, wurden welk und verloren an Farbe. Nach dem 5. Tag

³⁹ Zunächst wurde blaues Mikroplastik benutzt, später aber auch weißes.

⁴⁰ Siehe „Versuchskriterien“.

⁴¹ Durchmesser: 14 cm .

⁴² Weiß.

⁴³ Wassermengen variierten je nach Bedarf der Kresse.

⁴⁴ Vgl. wikipedia.org/wiki/Basilikum.

⁴⁵ EDEKA.

⁴⁶ Ca. 4-5 cm tief.

⁴⁷ Es wurde also sichergestellt, dass die Pflanzen das Mikroplastik auch aufnehmen konnten.

⁴⁸ Hierbei wurden immer alle Versuche berücksichtigt

⁴⁹ Siehe Bild 21,22,23,24

⁵⁰ Daher mussten wir das Mikroplastik mit einem Spatel unterrühren.

zeigten sich deutliche Differenzen: Die Blätter der belasteten Wasserpest fingen an zu faulen und einzelne Stellen starben sogar ab. Das Wachstum der Pflanze ist stark zurück gegangen, sodass ganze Pflanzen gegen Ende abstarben. Im Gegensatz dazu verlief die Testzeit der Mikroplastik-freien Wasserpest anders:

Keine der Pflanzen ist abgestorben und letztendlich sind diese auch 4-5 cm gewachsen.

Unter dem Mikroskop:

Die Blättchen der Wasserpest bestehen aus einer sehr dünnen Zellschicht und müssen daher nicht zusätzlich präpariert werden. Sie lassen sich leicht unter dem Lichtmikroskop durchleuchten⁵¹.

Sowohl in den Blättern, als auch in den Stängeln und in den Wurzeln der Wasserpest aus dem mit Mikroplastik versehenen Becken war unter dem Mikroskop das Mikroplastik erkennbar. Insbesondere war Mikroplastik in Vakuolen der Pflanze anzutreffen. Dies ließ sich in der Vergleichsprobe nicht finden.⁵²

2.8.4.2. Papageienblatt

Mit bloßem Auge⁵³:

Während der Tests stellten sich beim Papageienblatt ähnliche Änderungen wie bei der Wasserpest ein. Auch hier ließen sich ab dem 3. Tag im Mikroplastik haltigen Becken gravierende negative Veränderungen wahrnehmen. Einige Blätter begannen welk zu werden, sich bräunlich zu verfärben und schlafften ab. Ab dem 5. Tag starben einige Blätter sogar komplett ab und sanken auf den Grund. Am Ende der Versuchszeit waren einige Pflanzen im Mikroplastik haltigen Becken komplett abgestorben, zudem war hier gar kein Wachstum erkennbar. Auch im Becken ohne Mikroplastik gab es einige nachteilige Veränderungen, da auch hier einige Pflanzenstellen welk wurden oder Farbe verloren, doch die Veränderungen waren bei weitem geringer als im Mikroplastik-haltigen Becken.

Unter dem Mikroskop:

Die 100x-400x Vergrößerung zeigt, dass sich Mikroplastik auf und in der Pflanze abgelagert hat. Betroffen sind vor allem die Wurzeln und der untere Stängel der Pflanzen. In der Vergleichsprobe ließen sich keine solche Inhalte erkennen.⁵⁴

2.8.5. Kresse

Mit bloßem Auge⁵⁵:

Die Fotos dokumentieren das Wachstum der Pflanzen. Auf allen Bildern wird deutlich, dass die Pflanzendichte auf den Uhrgläsern mit Mikroplastik gegenüber der auf den Uhrgläsern ohne Mikroplastik geringer ist. Dagegen besteht kein Unterschied in der Höhe der Pflanzen auf allen vier Uhrgläsern. Das Mikroplastik befand sich großteils auf den Samen und Blättern.

Unter dem Mikroskop:

Große Mikroplastik-Stücke konnten unter 40x-100x Vergrößerung auf der gesamten Oberfläche der Pflanzen gefunden werden, weil sie beim Wachstum der Pflanzen vom Boden bis in die Blätter gehoben wurden. Im Inneren der Kresse wurden von uns, unter selbiger Vergrößerung, kleine Mikroplastik-Stücke⁵⁶ entdeckt. Mikroplastik konnte somit auf der ganzen Kresse ausfindig gemacht werden, vorzugsweise aber in den Wurzeln und den Samen.

2.8.6. Basilikum

Mit bloßem Auge⁵⁷:

Im ersten Versuchsdurchlauf reagierte das Basilikum auf die neue Blumenerde schlecht. Die Pflanzenstängel begannen zu faulen und auch zu schimmeln. Die auf der Verpackung der eingesetzten Grünpflanzenerde (genauer erläutert in „Versuchskriterien“) garantierte lockere und luftige Struktur speicherte das Wasser anstatt die überschüssige Wassermenge durchzulassen, damit diese entfernt werden konnte. Trotzdem sahen die Pflanzen in den Blumentöpfen mit Mikroplastik

⁵¹ Vgl. Schopp, S. (2009): Unterrichtsstunde Biologie - Die Zelle als offenes System. Thema: Betrachten der Wasserpest unter dem Mikroskop. Norderstedt: GRIN Verlag, S. 2.

⁵² Siehe Bild 1,2

⁵³ Siehe Bild 21,22,23,24

⁵⁴ Siehe Bild 3,4

⁵⁵ Siehe Bild 29,30,31,32

⁵⁶ Mikroplastik-Staub und kleiner.

⁵⁷ Siehe Bild 25,26,27,28

noch schlechter aus als die in den Blumentöpfen ohne Mikroplastik (vgl. Photos). Alle Jungpflänzchen sind in den Mikroplastik-Blumentöpfen verkümmert, die großen Blätter wurden kraftloser, blässer, mache welk.

Im weiten Versuchsdurchlauf tauschten wir die Pflanzenerde nicht aus. Zudem gossen wir die Pflanzen alle zwei Tage, weil wir vermuteten, dass das Verkümmern der kleinen Pflanzen insbesondere in Blumentöpfen mit Mikroplastik mit dem Schimmelbefall zusammenhing. In den beiden Blumentöpfen mit Mikroplastik gab es trotzdem mehr Schäden als an den Pflanzen in den Blumentöpfen ohne Mikroplastik. Besonders die jungen Pflanzen bekamen Probleme und verwelkten. Darüber hinaus verblassten die Blätter der Pflanzen, die dem Mikroplastik ausgesetzt waren.

Unter dem Mikroskop:

Mikroplastik konnte in abgestorbenen Stielen des Basilikums gefunden werden. Zudem ließen sich bei 100x-400x Vergrößerung in einem Querschnitt der Stiele geringe Teile Mikroplastik aufspüren. Das Mikroplastik befand sich vermutlich in den Vakuolen.⁵⁸

2.9. Versuche (Ergebnisse⁵⁹ und Erkenntnis)

Durch die Pflanzenversuche haben wir eine breite Reihe an Ergebnissen und Erkenntnissen erlangen können. Diese werden hier im Einzelnen vorgestellt. Zunächst werden wir auf die Ergebnisse der Versuche eingehen und dann daraus Schlussfolgerungen ziehen.

Das Hauptergebnis unserer Versuche war, dass sowohl Wasser- als auch Landpflanzen innerhalb von kürzester Zeit Mikroplastik bzw. Nanoplastik bis in ihre Stängel und Blätter aufnehmen. Dieses Ergebnis ist deshalb schockierend und gravierend, da der ganze Einzelvorgang in einem Zeitraum von nur 10 Tagen ablief und die Plastikstückchen in den Wurzeln und Stängeln der Pflanzen identifiziert werden konnten. Wir zeigten also, dass die Pflanzen das Mikroplastik nicht als Fremdkörper erkennen können und es aufnehmen. Zudem handelte es sich hierbei nicht um ein zufälliges, singuläres Ereignis, sondern einen Sachverhalt, der sich in fünf bzw. drei Versuchsdurchläufen wiederholte, weshalb man zumindest ansatzweise von einer Regelmäßigkeit sprechen kann. Daraus schlussfolgernd ist davon auszugehen, dass das von den Menschen jedes Jahr tonnenweise in die Umwelt freigegebene Mikroplastik innerhalb kürzester Zeit von zumindest einigen Pflanzen aufgenommen wird und hierdurch in unsere Nahrungskette gelangen kann. Zudem litten die Pflanzen unter dem Mikroplastik, welches sich in und auf der Pflanze befand, da es vermutlich durch das Abdecken und Eindringen den Stoffwechsel, die Photosynthese und die Lichteinstrahlung behinderte. Da auch die großen Plastikstückchen im Meer sich innerhalb der nächsten Jahre in winzige Plastikstückchen, vielleicht sogar in Nanoplastik, zerlegen werden, ist dies besonders bedeutend.

2.10. Kritische Ergebnisbetrachtung

Auf Anregung der Juroren beim Jugend forscht Regionalwettbewerb möchten wir uns hier noch einmal kritisch mit unseren Ergebnissen und Erkenntnissen auseinandersetzen.

In allen fünf bzw. drei Versuchsdurchläufen haben wir unter dem Mikroskop in den Proben aus sämtlichen Pflanzen, die dem Mikroplastik ausgesetzt waren, Mikroplastik-Partikel finden können. Unser Ergebnis erscheint uns eindeutig, da wir dieses Mikroplastik in den Vergleichsproben nicht finden konnten. Dennoch stellen wir uns die Frage, ob und wie die Pflanzen das Mikroplastik aufnehmen haben können, da selbst die kleinsten Mikroplastik-Partikel, die wir hergestellt haben, lange nicht so groß wie ein Wassermolekül sind. Es gibt nur eine einzige mögliche Stelle, an der die Pflanzen das Mikroplastik aufnehmen können⁶⁰: die Membranen der Wurzeln. Doch eine Membran ist eigentlich dafür zuständig und dementsprechend beschaffen, dass sie nur bestimmte Stoffe (vor allem Nährstoffe und Wasser) und nicht jeden beliebigen Stoff durchlässt. Könnte es also sein, dass die Membran Mikroplastik nicht als für die Pflanze schädlichen Stoff erkennt und deshalb dessen Eindringen in die Pflanze nicht verhindert? Oder wie lässt sich anders das gefundene Mikroplastik in den Pflanzen erklären? Dafür haben wir vier Antwortmöglichkeiten aufgestellt:

1. Möglichkeit:

Es handelte sich bei unseren Ergebnissen um einen Fehler, der z.B. dadurch hätte entstehen können, dass wir durch die Luft, die Arbeitsumgebung oder die Skalpelle, die mit den Pflanzen in Berührung

⁵⁸ Siehe Bild 5,6,7,8

⁵⁹ Siehe Bilder

⁶⁰ Abgesehen von einem Diffusionsvorgang über die Blätter, der sehr unwahrscheinlich ist.

kamen, Mikroplastik in die Pflanzen übertragen, welches wir dann wieder unter dem Mikroskop fanden. Diese Möglichkeit ist allerdings sehr unwahrscheinlich, da wir immer neue Skalpelle verwendeten und in jeder der Proben jedes Mal Mikroplastik fanden. Andererseits würde sie das Rätsel lösen, wie das Mikroplastik in die Pflanzen gelangt hätte sein können. Die Antwort wäre: Die Pflanzen haben es gar nicht aufgenommen, sondern wir haben es selber durch unsauberes Arbeiten in die Pflanzen hineingetragen. Diese Erklärung würde wiederum bedeuten, dass Mikroplastik zudem enorm haftend ist, da es an jeder Pflanzenprobe und an jedem Objektträger hätte haften bleiben müssen, was zugleich eine weitere Erkenntnis über die Eigenschaften von Mikroplastik gewesen wäre. Diese Möglichkeit würde indessen nicht erklären können, warum die Pflanzen, die dem Mikroplastik ausgesetzt waren, so schlecht gewachsen sind.

2. Möglichkeit:

Die Pflanzen haben das Mikroplastik über ihre Membran aufgenommen, da sie es nicht als schädlichen Stoff ausschließen konnten. Möglicherweise konnte es deshalb die Zellbarrieren überwinden, weil es sich beim Aufnahmeprozess um einen physikalischen Prozess handelt und einige Partikel der Größe⁶¹ nach Nanoplastik⁶² sein könnten. Es würde sich somit um eine außergewöhnliche und alarmierende Situation handeln, da dies bedeuten würde, dass auch andere Pflanzen Mikroplastik aufnehmen könnten, da sie es ebenfalls nicht als schädlichen Fremdstoff identifizieren können.

3. Möglichkeit:

Die Partikel, die wir unter dem Mikroskop finden konnten, sind weder das Mikro- noch Nanoplastik, sondern deutlich kleinere Partikel, die sich aus dem PET gelöst haben⁶³. Da wir allerdings unter dem Mikroskop die typischen, bekannten Mikroplastik-Strukturen identifizieren konnten, ist auch diese Möglichkeit sehr unwahrscheinlich, zumal die Partikel, welche sich aus dem Mikroplastik herausgelöst haben könnten, in einer ganz anderen Größenordnung als die von uns in den Pflanzen gefundenen Partikel liegen.

4. Möglichkeit:

Es handelte sich bei den unter dem Mikroskop identifizierten Partikel gar nicht um Mikroplastik sondern um Luft einschüsse, Wasserblasen oder ähnliches. Dies ist jedoch aus mehreren Aspekten heraus sehr unwahrscheinlich. Zum einen konnten wir solche Partikel in keiner der diversen Vergleichsproben finden. Zum anderen konnte man diese Partikel auch anhand von Form, Farbe, Größe und äußerer Beschaffenheit (sehr zackig und wie „zerrissen“⁶⁴) deutlich identifizieren. Des Weiteren ähnelten sie sehr stark dem reinen Mikroplastik, das wir zuvor, in Wasser verteilt, unter dem Mikroskop untersuchten. Aus diesen Gründen lassen sich die in den Pflanzenproben gefundenen Partikel schlüssig als Mikroplastik identifizieren. Die Möglichkeit, dass es sich gar nicht um Mikroplastik, sondern um andere Teilchen handelte, erscheint uns äußerst unwahrscheinlich.

Zusammenfassung:

Von den vier Erklärungen für die von uns beobachteten Auffälligkeiten im pflanzlichen Gewebe ist keine eindeutig oder unwiderlegbar. Die dritte und vierte Möglichkeit halten wir jedoch für unwahrscheinlich, sie überzeugen uns nicht und scheiden für uns aus. Die erste Erklärungsmöglichkeit ist am wahrscheinlichsten, jedenfalls wenn man sich am bisherigen Wissenstand orientiert⁶⁵. Wenn man sich jedoch mit den Argumenten der zweiten Möglichkeit befasst, scheint auch diese sehr schlüssig. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die erste und zweite Begründung zumindest im Rahmen des Möglichen liegen.

⁶¹ Unter 0,1 µm.

⁶² Wenn Mikroplastik zu Nanoplastik zerfällt, kann es von Pflanzen über die Wurzeln aufgenommen werden, siehe z. B. Forschungserkenntnisse von Prof. Dr. Matthias C. Rilling vom Institut für Biologie der FU Berlin unter: <https://www.tagesspiegel.de/themen/freie-universitaet-berlin/forschung-zu-plastikmuell-mikroplastik-im-acker/19404880.html> sowie von Dr. Anderson Abel de Souza Machado vom Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), Abteilung Ökophysiologie und Aquakultur unter: <https://idw-online.de/de/news688648>.

⁶³ Siehe dazu 2.13.

⁶⁴ Diese Eigenschaft rührt aus der Herstellung des Mikroplastik im Mixer, wo die großen Plastik Stücke von den Mixer-Klingen tatsächlich förmlich zerrissen werden.

⁶⁵ Dieser besagt, dass Pflanzen kein Mikroplastik, aber Nanoplastik aufnehmen vgl. Fußnote 60.

2.11. Selbst hergestellte Kosmetik:

Wir haben uns gefragt, warum man Mikroplastik in den Kosmetikprodukten verwendet und ob man bemerkt, wenn es darin fehlt. Um das beantworten zu können, haben wir zusammen mit Herrn Kersch vom Schülerforschungszentrum in Berlin-Rudow Kosmetik mit und ohne Mikroplastik hergestellt. Mit einem gängigen Rezept erzeugten wir aus Sonnenblumenöl, Wasser, Emulgator und Cetylalkohol auf der Heizplatte eine Creme, deren Konsistenz der des Puddings ähnelte. Mit Absicht mischten wir keine Aromen, Farbe oder Zusatzstoffe in die Kosmetik, um sie so natürlich wie möglich zu halten. Nach dem unten aufgeführten Rezept stellten wir einmal Kosmetik mit und einmal Kosmetik ohne Mikroplastik her, die rein äußerlich gleich aussahen, nur bei genauer Betrachtung aus der Nähe konnte man winzige Unregelmäßigkeiten erkennen. Diese Creme war eine ganz normale, weiße, einfache Hautpflegecreme.

Nachdem wir diese Cremes hergestellt hatten, führten wir einen kleinen Test durch: Wir gaben von beider Kosmetik etwas in je eine Petrischale, die wir entsprechend mit den Zahlen 1 und 2 kennzeichneten und nebeneinander auf einen Tisch stellten. Nun baten wir nacheinander die einzelnen Teilnehmer, die an diesem Tag im Schülerforschungszentrum anwesend waren, zum Tisch, damit sie beide Cremes in identischen Petrischale ausprobierten. Anschließend stellten wir ihnen drei Fragen, die sie so beantworteten, dass sie die anderen Testpersonen dabei nicht hören konnten. Es wurden sieben⁶⁶ Personen befragt. Die erste Probe⁶⁷ enthielt kein Mikroplastik (Petrischale beziffert mit 1) und die zweite Probe⁶⁸ enthielt Mikroplastik (Petrischale beziffert mit 2).

Folgende Fragen wurden den Probanden gestellt:

1. Frage: Welche Kosmetik würden sie bevorzugen?
2. Frage: Welche Kosmetik fühlt sich schöner an?
3. Frage: In welcher Kosmetik glauben sie ist Mikroplastik?

Ergebnis der Befragung:

	1. Probe	2. Probe
1. Frage	7 Personen	0 Personen
2. Frage	7 Personen	0 Personen
3. Frage	0 Personen	7 Personen

Sämtliche Probanden des Versuches kamen zu dem gleichen Ergebnis und bevorzugten die mikroplastikfreie Kosmetik. Sie urteilten, dass sich die mikroplastikfreie Kosmetik angenehmer anfühlen würde. Außerdem lagen alle Probanden mit ihrer Vermutung richtig, in welcher Probe sich Mikroplastik befinden würde. Dass alle Probanden dies erkannten, lag sehr wahrscheinlich daran, dass wir nicht nur staubartiges Mikroplastik verwendeten, sondern fühlbar größere Plastikteilchen dazwischen waren. Um an ein in dieser Hinsicht nicht angreifbares, verlässlicheres Ergebnis heranzukommen, müsste man kleineres, staubartiges Mikroplastik verwenden, welches runder und nicht eckig/kantig wie unseres ist.

Rezept:

Materialien:

- 160 ml Wasser
- 32 ml Sonnenblumenöl
- 8 Gramm Emulgator
- 6 Gramm Cetylalkohol
- (weißes Mikroplastik)

Herstellung:

-Öl haben wir zusammen mit dem Emulgator und dem Cetylalkohol im Becherglas durch eine Heizplatte auf 70 Grad Celsius erwärmt und mit einem Rührfisch gerührt, bis sich die pillenförmigen Kügelchen komplett aufgelöst haben.

⁶⁶ Da es sich bei dieser Umfrage nicht um ein repräsentatives Ergebnis handelte, war diese Teilnehmerzahl vertretbar, zudem waren nicht mehr Teilnehmer vor Ort, die man hätte fragen können.

⁶⁷ Siehe Bild 15

⁶⁸ Siehe Bild 16

-Wasser wird im Wasserkocher auf 70 Grad Celsius erhitzt.

-Wasser wird schrittweise hinzugegeben und immer weiter verrührt. Heizplatte wird ausgeschaltet.

2.12. Schlussfolgerungen

1. Nanoplastik kann den Caspari-Streifen in Pflanzen überwinden, die Pflanze(n) identifizieren Nanoplastik also nicht als schädlichen Fremdkörper und nehmen es, wie auch Nährstoffe, einfach auf. Dies trifft wahrscheinlich auch auf die kleinsten Stücke MP zu⁶⁹
2. Mikroplastik ist offensichtlich schädlich für die Pflanzen, da die Pflanzen, die Mikroplastik ausgesetzt waren bzw. es aufgenommen haben, deutlich schlechter gewachsen⁷⁰ sind. Zudem muss grundsätzlich geklärt werden, ob, und wenn ja, wie Pflanzen Mikroplastik aufnehmen.
3. Das Themengebiet Mikroplastik und Pflanzen muss unbedingt weiter erforscht werden, da es vielleicht Unterschiede zwischen einzelnen Pflanzen gibt, von denen wir noch nichts wissen.
4. Es müssen Alternativen zu Plastik entwickelt werden, um den enormen Plastikmüll zu vermeiden.
5. Die unkontrollierte Verunreinigung unserer Umwelt durch Mikroplastik muss verhindert werden. Vielleicht lässt sich das Mikroplastik mittels Pflanzen aus dem Abwasser herausfiltern? Wir kommen gleich darauf noch zurück. Auf diesem Feld muss in jedem Fall noch mehr geforscht werden.
6. International sollte schnellstmöglich der Plastikmüll im Meer verringert werden, da sich dieser innerhalb der nächsten Jahre in Mikro-beziehungsweise Nanoplastik zerkleinern⁷¹ wird, welches kaum aus dem Meer zu entfernen ist.

2.13. Wirkung von Mikroplastik auf Pflanzen

Wie wir feststellen konnten, hat Mikroplastik eine gravierende Wirkung auf einige Pflanzen unseres Ökosystems. Daraus ergibt sich die Frage, wie dieses Mikroplastik auf die Pflanzen wirkt. Dafür gibt es im Wesentlichen vier verschiedene Antwortmöglichkeiten:

1. Möglichkeit: Physikalische Wirkung

Bei der ersten Möglichkeit handelt es sich um eine physikalische Wirkung des Mikroplastiks auf die Pflanzen. Mikroplastik kann die Pflanzen am Wachstum und Gedeihen hindern, indem es sie abdeckt, sodass diese weniger Licht bekommen und schlechter Photosynthese betreiben können. Zudem kann das Mikroplastik die Pflanzen räumlich beeinträchtigen, indem es ihnen den Wachstumsplatz wegnimmt und ihren Stoffwechsel erschwert.

2. Möglichkeit: Chemische Wirkung

Die zweite Möglichkeit für die Wirkung von Mikroplastik auf Pflanzen könnte eine der chemischen Art sein. Die chemische Wirkung könnte darin bestehen, dass sich molekülgroße Partikel aus dem PET Mikroplastik herausgelöst haben könnten. Diese wären dann über die Membran der Pflanze aufgenommen worden, da diese dann deutlich kleiner als die verhältnismäßig großen Mikroplastik-Stückchen wären und somit wahrscheinlich auch in der Größenordnung eines Wassermoleküls liegen würden.

Nachdem wir zu dem Thema recherchiert hatten, fanden wir heraus, dass es Forschungen und Stellungnahmen⁷² dazu gibt, dass sich durch Auswaschen aus PET (Polyethylenterephthalat) die Stoffe Phthalaten, Bisphenol a und Antimon lösen. Diese wiederum könnten einen schädlichen Einfluss auf die Pflanzen haben, da es sich bei Phthalaten um einen künstlichen Stoff, einen Weichmacher, handelt, der schädlich⁷³ für den menschlichen Organismus ist. Phthalate als Weichmacher werden mittlerweile sogar in Kosmetik verwendet, wodurch sich abermals Parallelen feststellen lassen.

Bei Antimon handelt es sich um ein hochgiftiges Halbmetall, welches bereits in winzigen mg-Mengen tödlich für den Menschen wirkt. Auch hier tritt also ein Stoff auf, der durchaus in der Lage ist, die Pflanzen enorm stark zu schädigen. Bisphenol a ist zudem ein hormonell wirkender Stoff, welcher aber den Pflanzen wahrscheinlich nicht geschadet hat.

Es gibt also durchaus Möglichkeiten, wie das PET Mikroplastik den Pflanzen chemisch schädigen kann.

⁶⁹ siehe 2.10. „Kritische Ergebnisbetrachtung“

⁷⁰ Teilweise starben die Pflanzen sogar ab.

⁷¹ siehe 3.2. „Ausblick und Zukunft“.

⁷² In der "Environmental Health Perspectives" <https://de.wikipedia.org/wiki/Polyethylenterephthalat>

⁷³ <https://www.zentrum-der-gesundheit.de/phthalate-weichmacher-ia.html>

3. Möglichkeit: Kombination aus Möglichkeit 1 und 2

Die dritte Möglichkeit für die Wirkung des Mikroplastiks auf die Pflanzen wäre eine Kombination der genannten physikalischen und chemischen Wirkungen, sodass sowohl physikalische Effekte (räumliche Beschränkung oder das Wegnehmen von Licht) als auch chemisches Einwirken durch sich aus dem Plastik herauslösende Stoffe auf die Pflanzen stattgefunden haben könnten.

4. Möglichkeit : Nanoplastik-Wirkung

Die Pflanzen haben Nanoplastik aufgenommen, welches sich u. a. auch in dem von uns angewandten Herstellungsverfahren vom Mikroplastik ablöste. In wissenschaftlichen Untersuchungen wurde bereits nachgewiesen, dass jenes auch von den Pflanzen aufgenommen werden kann⁷⁴. Nanoplastik konnte sogar schon in Honig gefunden werden⁷⁵.

Des Weiteren kann es auch die Magenschleimhaut von Muscheln passieren, was zu Entzündungen und einem schlechteren Stoffwechsel führen kann⁷⁶. Nanoplastik durchdringt sogar selektive Membranen wie die Plazenta oder die Blut-Hirnschranke⁷⁷. Nach dem Eindringen des Nanoplastiks ins Gehirn eines Fisches konnten Verhaltensunterschiede festgestellt werden⁷⁸.

2.14. Beantwortung der Leitfrage

In diesem Teil soll Bezug auf die Beantwortung der Leitfrage genommen werden. Diese lautete: „Welche Auswirkungen hat Mikroplastik auf Pflanzen unseres Ökosystems und stellt es eine Gefahr für jenes dar?“

In unserem Jugend forscht Projekt fanden wir heraus, dass, wie bereits weiter oben ausgeführt, Mikroplastik eine erhebliche Auswirkung auf die von uns untersuchten Pflanzen hat. Es beeinflusst die Pflanzen physikalisch und/oder chemisch und führt dazu, dass sie deutlich schlechter wachsen, nicht keimen und teilweise sogar absterben. Eine gravierende und unberechenbare Wirkung kann MP erlangen, wenn es von den Pflanzen aufgenommen wird, denn damit wird es zum Bestandteil der Nahrungsketten der lebendigen Organismen. Unter dem Mikroskop fanden wir im pflanzlichen Gewebe der Wurzel, Stängel und Blätter MP-Partikeln in vermutlich Nanogröße. Mikroplastik stellt somit eine erhebliche Gefahr für unser Ökosystem dar, da die Pflanzen, die den kleinsten Mengen⁷⁹ Mikroplastik ausgesetzt sind, innerhalb von kürzester Zeit⁸⁰ deutlich schlechter wachsen, teilweise sogar sterben und sich das Mikroplastik unter dem Mikroskop in ihnen finden lässt.

Dies würde bedeuten, dass MP durchaus in der Lage ist, das Gleichgewicht unseres Ökosystems zu gefährden: Würden riesige Mengen an Pflanzen⁸¹ deutlich schlechter wachsen bzw. sogar sterben, würde das fatale Folgen für das Ökosystem haben. Eine Kettenwirkung könnte das in Gang setzen, wenn bestimmte Pflanzen nicht mehr als Nahrungsgrundlage und/oder Schutzraum zur Verfügung stehen würden.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist, dass sich das Mikroplastik zu Nanoplastik zersetzt, welches dann überaus gefährlichere Wirkungen hat. So kann es z.B. die Blut-Hirnschranke durchdringen und auf Lebewesen sogar tödlich wirken, da es teilweise die gleichen Folgen wie Asbest bedingt, der sich in der Lunge absetzt.

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass Mikroplastik fatale Auswirkungen auf die Pflanzen und folglich auch auf die Tiere unseres Ökosystems hat und somit eine enorme Gefahr für unser Ökosystem darstellt.

2.15. Reaktion von Tieren auf Mikroplastik

Da wir selber keine Tier-Versuche durchführen durften, stellt dies lediglich eine durch Recherche gewonnene Zusammenstellung von wissenschaftlichen Befunden zur Wirkung von MP auf Tiere dar:

⁷⁴ siehe Fußnote 60

⁷⁵ siehe http://www.deutschlandfunkkultur.de/mikroplastik-gefaehrlich-unsichtbar-und-unerforscht.976.de.html?dram:article_id=300248

⁷⁶ siehe http://www.deutschlandfunkkultur.de/mikroplastik-gefaehrlich-unsichtbar-und-unerforscht.976.de.html?dram:article_id=300248

⁷⁷ siehe <https://idw-online.de/de/news688648>

⁷⁸ siehe Fußnote 73

⁷⁹ 1-10 Gramm

⁸⁰ 7-10 Tage

⁸¹ Zumindest jene Arten, die wir bisher untersucht haben

1. Regenwürmer, die MP zu sich nehmen, wachsen nicht mehr zu ihrer vollen Größe heran oder sterben⁸². Zusätzlich bauen sie Wege und Höhlen anders, wenn sich MP im Boden befindet, sodass sich die Bodenbeschaffenheit ändert⁸³.
2. Miesmuscheln, Austern und Kiemenringelwürmer können MP, welches kleiner als 15 Mikrometer ist, über die Magenschleimhaut aufnehmen. Dies kann zu einer Entzündungsreaktion führen und zu einem veränderten Metabolismus⁸⁴.
3. Fische, bei denen Nanoplastik die Blut-Hirnschranke überwunden hatte, zeigten ein verändertes Verhaltensmuster⁸⁵.

3. Schlussteil:

3.1. Kritischer Rückblick:

Während unseres Projektes sind einige Komplikationen aufgetreten, die unsere Arbeit erschwerten. Das größte Problem verursachten die Mixer, die wir einsetzten, um das Mikroplastik zu gewinnen. Wie oben bereits aufgeführt, benötigten wir während unseres Projektes fünf verschiedene Mixer, da diese nach kurzer Zeit nicht mehr funktionierten. Bei einem Mixer ging bereits nach einem Tag das Getriebe kaputt, ein anderer schmolz gar, sodass der ganze obere Aufsatz nicht mehr zu gebrauchen war. Die Probleme mit der Mikroplastikherstellung führten dazu, dass wir für die Versuchsreihe mit den Wasserpflanzen deutlich länger dauerten und wir zum Regionalwettbewerb in Zeitbedrängnis kamen.

Während des ersten Wasserpflanzenversuchs trat außerdem das Problem auf, dass sich eine weiße Schicht auf der Wasseroberfläche der Aquarien bildete. Diese entfernten wir einfach mit einem Stück Küchenrolle. Wir recherchierten zu dem Thema und fanden heraus, dass durch eine Überkonzentration von Nährstoffen im Wasser Bakterien aktiv wurden, die diese weiße Schicht an der Wasseroberfläche bildeten.

Ein weiteres Problem bestand in der Arbeitssicherheit während unseres Jugend forscht Projektes. Nachdem wir Plastik gemixt hatten, siebten wir es immer draußen auf der Terrasse. Doch der Atemschutz, den wir zunächst benutzen, erwies sich als nutzlos. Wir stellten fest, dass Mikroplastik ihn einfach durchdringen konnte. Deshalb benutzen wir ab Mitte Januar auch einen Feinstaub-Atemschutz, der wesentlich sicherer war. Allerdings waren die Mixer nie ganz dicht, sodass immer etwas Mikroplastikstaub austrat. Ähnliche Probleme kamen auf, als Friedrich Richard Gamp in seinem Labor im Keller Mikroplastik aus Kosmetik filterte und es dabei gewann, das Mikroplastik verpackte, die Proben und das Mikroplastik untersuchte und die gesiebten größeren Plastikstücke umfüllte. In allen Fällen wurde unvermeidlich auch Mikroplastik freigesetzt, welches sich abgesetzt hat bzw. eingeatmet wurde. Für diese kritischen Umstände müssen in der Zukunft unbedingt sichere Lösungen gefunden werden.

Ein anderes, nicht unwesentliches Problem während unserer Arbeit betraf die Umweltverschmutzung, die mit der Projektumsetzung einherging. Da wir das Aquarienwasser nach den Versuchen und das durchgespülte Wasser aus der Mikroplastik-Gewinnung aus Kosmetik in den Abfluss gaben und auch die benutzen Werkzeuge und Utensilien abwuschen, setzen wir kleinere Mengen an Mikroplastik frei. Im Vergleich mit Mikroplastik-Mengen, die in einem Haushalt allein durch Kosmetikgebrauch verursacht werden, sind diese Mengen allerdings gering. Im gesamten Zeitraum setzen wir ungefährer 40-60 Gramm Mikroplastik frei. Dies entspricht ungefähr dem Inhalt von einigen großen Flaschen Mikroplastikhaltiger Kosmetik.

Weiterhin können wir bis heute nicht zweifelsfrei beweisen, dass es sich bei den in den Pflanzen gefundenen Partikeln um Mikroplastik handelte, da wir keine dafür geeignete Beweismethode haben. Im nächsten Jahr möchten wir uns auch mit einem solchen sicheren Verfahren beschäftigen, um Mikroplastik in den Pflanzen nachweisen zu können.

Ebenfalls können wir nicht unumstößlich beweisen, dass die Pflanzen aufgrund des Mikroplastiks vergleichsweise schlechter gewachsen sind. Es ist allein die wahrscheinlichste Ursache, da, wie mehrfach dargelegt, alle Pflanzen während der Versuchsdurchläufe unter den gleichen Bedingungen, am gleichen Ort und in der gleichen Zeit wuchsen und dabei immer nur die Pflanzen, die dem Mikroplastik ausgesetzt waren, und nicht die Pflanzen aus den Vergleichsproben in allen drei

⁸² siehe <https://www.tagesspiegel.de/themen/freie-universitaet-berlin/forschung-zu-plastikmuell-mikroplastik-im-acker/19404880.html>

⁸³ siehe <https://idw-online.de/de/news688648>

⁸⁴ siehe http://www.deutschlandfunkkultur.de/mikroplastik-gefaehrlich-unsichtbar-und-unerforscht.976.de.html?dram:article_id=300248

⁸⁵ siehe <https://idw-online.de/de/news688648>

Versuchsdurchläufen deutlich schlechter gewachsen und teilweise auch abgestorben sind. Auch an diesem Punkt wollen wir weiterforschen.

3.2. Ausblick und Zukunft

Mikroplastik ist ein häufiger Bestandteil der Kosmetik und gelangt so über das Abwasser in unsere Umwelt. Es verbreitet sich jedoch nicht nur durch diese Beimengung in Kosmetik, sondern bildet sich auch auf eine Art und Weise, die vergleichbar mit der Funktionsweise des Mixers⁸⁶ ist: Durch die stetige Wellenbewegung z.B. im Meer reiben kleine Plastikstücke aneinander. Dies führt zu der Entstehung feiner Plastikpartikel, welche sich über die Zeit anhäufen. Auf der Grundlage unserer Untersuchungsergebnisse nehmen wir an, dass auf diese Weise Mikroplastik Eingang in die Nahrungskette der Gewässerfauna und damit auch in die der Menschen findet. Um das Bewusstsein über die Schädlichkeit der jährlich um Millionen Tonnen anwachsenden Verschmutzung mit Plastik zu schaffen, ist die Aufklärung der komplexen Ursache-Wirkung-Zusammenhänge, in denen das Mikroplastik innerhalb unseres Ökosystems steht, von großer Bedeutung. Dafür sind weitere Untersuchungen notwendig⁸⁷.

Für uns fest schon steht, dass wir die Arbeit an unserem Projekt fortführen wollen. Wir planen, die Forschung weiterzuerfolgen und im nächsten Jahr mit dem Thema Mikroplastik/ Nanoplastik wieder bei Jugend forscht teilzunehmen. Dafür haben wir auch schon einige konkrete Ideen, denen wir in diesem Jahr aufgrund des beschränkten Umfangs nicht nachgehen konnten. Einige der Ideen entstanden aber auch erst während der Arbeit am Projekt, vor allem fragen wir uns, ob die Zusammenhänge im Salzwasser, aus dem die Meere bestehen, andere sind. Wir wollen deshalb in einem nächsten Schritt Meereswasserpflanzen untersuchen.

Ganz zentral wird uns aber weiter die wichtige Erkenntnis dieser Arbeit beschäftigen. Pflanzen nehmen erschreckend schnell Mikroplastik auf. Dies ist mit Blick auf die Nahrungskette nachteilig. Aber lässt sich diese Eigenschaft nicht auch positiv nutzen? Es müsste doch möglich sein, gezielt Pflanzen zum „Aufsammeln“ des Mikroplastiks einzusetzen, um dessen ungehindertes und unkontrolliertes Verbreiten zu unterbinden. Dies könnte in folgender Weise funktionieren: Das schon fast perfekt gesäuberte Abwasser würde man noch einmal in ein großes Becken lassen, in dem es für einige Zeit bleiben müsste. In diesem Becken würden auch die Wasserpflanzen wachsen, die Mikroplastik besonders gut aufnehmen. Wir schätzen, dass diese dann nach einem bestimmten Zeitraum zumindest einen Teil des Mikroplastik aus dem Wasser entfernen. Wenn die Pflanzen kein Mikroplastik mehr aufnehmen⁸⁸, würde man sie herausholen und müsste sie vernichten. Man könnte sie allerdings auch als Biogas-Ressource nutzen, also aus den alten Pflanzen sogar noch Biogas gewinnen und auf diesem Wege auch das Mikroplastik zurückerhalten. Die Umsetzung dieser Idee birgt jedoch auch Nachteile, da man u.a. das Wasser für lange Zeit in riesigen Becken mit enormen Mengen an Pflanzen lagern müsste, was logistisch sehr anspruchsvoll wäre und viel Platz erfordern würde. Zudem garantiert die Methode nicht, dass man das gesamte Mikroplastik aus dem Wasser zurückgewinnt. Daher könnten wir uns auch auf die Suche nach noch effektiveren Pflanzen begeben, die Mikroplastik besser aufnehmen würden.

Außerdem planen wir für das nächste Jahr, Abwasser auf Mikroplastik-Gehalt zu untersuchen. Zudem wollen wir erforschen, ob sich das Mikroplastik auch wieder aus den Pflanzen zurückgewinnen lässt⁸⁹. Generell haben wir vor, an Verfahrenstechniken zur Säuberung von Gewässern, in denen Mikroplastik enthält ist, zu arbeiten. Gerne hätten wir da schon in diesem Jahr angesetzt⁹⁰, das Thema ist spannend. Doch die Juroren rieten uns zu recht davon mit dem Hinweis ab, dass wir uns lieber voll und ganz auf die Pflanzenversuche konzentrieren sollten. Wir wollen an diesem Thema weiterforschen. Dazu werden wir über eine bestimmte Länge (z.B. 50 Meter) mit einer bestimmten Geschwindigkeit (z.B. 5 km/h) am Ufer eines Gewässers langgehen und mit einem Probennehmer Wasserproben entnehmen⁹¹, die wir dann mikroskopieren und vergleichen werden, um zu prüfen, ob

⁸⁶ siehe Methoden zur Herstellung Mikroplastiks (Seite 7).

⁸⁷ Besonders unter dem Aspekt, dass in Europa das Vorsorge Prinzip gilt, d.h. das zunächst bewiesen werden muss, dass ein Stoff unschädlich ist, bevor er zugelassen/ genutzt werden darf.

⁸⁸ Der genaue Zeitraum und der Zustand der Pflanzen müssten bestimmt werden.

⁸⁹ Eine Möglichkeit wäre, sie mit dem in ihnen enthaltenen Mikroplastik einfach zu verbrennen. Allerdings dürfte das auch umweltschädlich sein bzw. spezielle Filter erfordern.

⁹⁰ Zum Beispiel im Fließ in Berlin Reinickendorf oder in der Spree.

⁹¹ Alternativ würde sich auch anbieten, mit einem Boot in einer bestimmten Geschwindigkeit über eine bestimmte Länge über das Gewässer zu fahren und so Proben zu nehmen.

und wie viel Mikroplastik in den Gewässern enthalten ist. Wir überlegten auch, wie wir das Mikroplastik wieder aus den Pflanzen herausbekommen könnten. Unser erster Denkansatz bezog sich darauf, die Pflanzen durchzuspülen, d.h. durch die Transportbahnen der Pflanzen eine Flüssigkeit durchlaufen zu lassen, die das Mikroplastik heraus schwemmt.

Wie oben bereits erwähnt wollen wir im nächsten Jahr auch an einem Nachweis für Mikroplastik weiterforschen um Mikroplastik in den Pflanzen nachzuweisen und auch nachzuweisen, dass die Pflanzen wirklich wegen des Mikroplastiks schlechter gewachsen sind.

3.3. Eigene Erkenntnisse

Durch unsere Versuche erlangten wir verschiedene Erkenntnisse auf dem Themenfeld, das unsere Ausgangsfrage nach dem Einfluss von Mikroplastik auf die Pflanzen unseres Ökosystems eröffnete. Die Schlüsselerkenntnis unseres Projektes ist, dass Pflanzen, sowohl Wasserpflanzen als auch Landpflanzen, unter dem Einfluß von Mikroplastik bzw. Nanoplastik leiden und es innerhalb von kürzester Zeit⁹² als Mikroplastik bzw. Nanoplastik höchstwahrscheinlich aufnehmen. Denn unter dem Mikroskop wurde es im Gewebe der Wurzeln, Stängeln und Blätter sichtbar. Zudem gediehen die dem Mikroplastik bzw. Nanoplastik ausgesetzten Pflanzen schlechter als die Pflanzen in den Vergleichsproben. Das birgt enorme Risiken, eröffnet - wie dargelegt - vielleicht aber auch Chancen.

3.4. Zudem erforschte Gebiete

UV Perlen:

Wir verwendeten immer Plastikrohstoff (PET) zur Herstellung von Mikroplastik. Allerdings überlegten wir auch kurzzeitig, UV-Plastikperlen zu nehmen, diese zu mixen⁹³ und den Staub dann den Pflanzen zuzufügen. Dies hätte den überragenden Vorteil, dass man als Beweis dafür, dass die Pflanzen das Mikroplastik aufgenommen haben, einfach das UV-Lampenlicht auf die Pflanzen hätte richten können, da das Mikroplastik in den Pflanzen leuchten würde. Dies wäre ein 100% Nachweis, denn die Pflanzen enthalten keine UV-reaktiven Substanzen. Im Moment probieren wir UV reaktives Mikroplastik im Mixer aus kleinen Perlen herzustellen, welches wir dann Kressesamen hinzufügen wollen. Als wir das erste Mal versuchten, aus den Hartplastik-UV-Perlen Mikroplastik herzustellen, ging uns daran allerdings schnell ein Mixer kaputt, da die Perlen viel zu fest waren und nur sehr schlecht vom Mixer zerkleinert werden konnten. Doch wir geben diese Idee nicht auf und versuchen momentan weiter, mit einem leistungsfähigeren Mixer die UV Perlen zu zerkleinern, um UV reaktives Mikroplastik zu gewinnen.

„Flauschiges Mikroplastik“

Während des Herstellungsprozesses des Mikroplastiks aus einer blauen PET Flasche passierte uns etwas eigenartiges. Als wir mit dem Sieb das gewonnene Mikroplastik auffangen wollten, stellten wir fest, dass sich nur ein etwa Fingernagel großer flauschiger Batzen gebildet hatte, jedoch kaum Mikroplastik. Wir nahmen an, es handelte sich bei dem flauschigen⁹⁴ Batzen um das äußere Papier der Flasche. Wir gaben Wasser hinzu, schüttelten das Ganze und gaben es sodann in Teebeutel. Wir wollten es auf die Heizung legen und trocknen. Als wir den blauen „Matsch“ in die Teebeutel gaben, war nichts mehr von den flauschigen Päckchen zu sehen. Doch als wir die Teebeutel aufschnitten, um das Mikroplastik herauszuholen, hatten sich erneut flauschige Päckchen gebildet. Kurzzeitig dachten wir deshalb, die Bildung dieser Päckchen hätte etwas mit elektrostatischen Anziehungskräften zu tun. Als wir die Substanz allerdings unter dem Mikroskop betrachteten, fanden wir heraus, dass es sich wirklich um kleinste Papierfussel handelte, die sich zu einem kleinen Batzen verworren hatten. In diesem Batzen steckten außerdem, wie man unter dem Mikroskop erkennen konnte, sehr viele kleine blaue Mikroplastikpartikel, die diesen blau färbten. Es handelte sich also wirklich um das Papier der Flasche, was wir seither vor dem Schreddern immer entfernten.

Mikroplastik Gewinnung aus Kosmetik per Verdunstung

Als wir versuchten Mikroplastik aus Kosmetik zu gewinnen, kamen wir auch auf die Idee, Kosmetik durch einen Filter durchzuspülen, der die Größeren Partikel aufhalten sollte und dann die mehreren Liter „Kosmetik Wasser“ (welches auch noch Mikroplastik enthielt) die aus dem Filter herauskamen, verdunsten zu lassen. Dazu gaben wir immer einen kleinen Teil des Wassers auf Uhrgläser, welche auf der Heizung standen und in denen das Wasser dann immer wieder verdunstete. Nach einigen Tagen hatte sich so eine sichtbare Ablagerung in den Uhrgläsern gebildet, die wir dann unter dem

⁹² Die Pflanzen nehmen das Mikroplastik bereits innerhalb von 10 Tagen Versuchszeit auf.

⁹³ siehe 2.2 „Beschaffung und Herstellung von Mikroplastik“.

⁹⁴ Bei Berührung fühlten sie sich an wie Watte.

Mikroskop untersuchten. Allerdings konnten wir unter dem Mikroskop keine Partikel finden, die eindeutig als Mikroplastik zu identifizieren waren, sodass wir diese Methode zur Gewinnung von Mikroplastik aus Kosmetik nicht verifizieren können.

4. Quellen & Literatur:

4.1. Unterstützer

1. Herr Stephan Schmidt, Chemiker, Carolina Science GmbH; Art der Unterstützung: Erklärte den Aufbau und die einzelnen Molekülstrukturen von Plastik.
2. Frau Laura Erdbeer, Studentin, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Art der Unterstützung: Gab den Tipp, dass man Mikroplastik im Mixer gewinnen und färben kann. Sie erklärte uns auch ihre Forschungsarbeit.
3. Frau Wagner, Lehrerin, Humboldt- Gymnasium Berlin Tegel, Art der Unterstützung: Betreuung des Projektes.
4. Herr Röser, Lehrer, Humboldt- Gymnasium Tegel; Art der Unterstützung: Betreuung des Projektes.
5. Dr. Dimitri Podkaminski, Lehrer, Schülerforschungszentrum Lise Meitner Berlin Radow, Art der Unterstützung: Beratung, Mikroskopieren von Mikroplastik und Kosmetik.
6. SFZ Berlin Team; Schülerforschungszentrum Berlin Rudow; Art der Unterstützung: Beratung; Mikroskopieren von Mikroplastik.
7. Herr Kersch; Lehrer; Schülerforschungszentrum Lise Meitner Berlin Rudow; Art der Unterstützung: Herstellen von Kosmetik mit und ohne Mikroplastik.
8. Der BUND Deutschland; Art der Unterstützung: Vermittlung des Kontaktes zum Alfred Wegener Institut.
9. Greenpeace Deutschland; Art der Unterstützung: Beratung. Dort gab man uns den Tipp, dass wir mit Teebeuteln Mikroplastik aus Kosmetik gewinnen können.
10. Beiersdorf GmbH; Art der Unterstützung: Anfrage zur Bereitstellung von Mikroplastik; Information über Umweltschutzprogramme von Nivea.
11. Unilever N.V.; Art der Unterstützung: Anfrage zur Bereitstellung von Mikroplastik

4.2. Literatur:

1. Dolder, W./Dolder, U. (1997): Zierfische, unsere stillen Freunde. Kalt- und Warmwasserfische. Haltung. Pflege. Zucht. Oldenburg: Isis Verlag
2. Mayer, J. (2012): Kosmos Soforthelfer. Küchenkräuter. Stuttgart: Francks-Kosmos Verlag. S. 64 f.; Wittmann, K. (2013): Kräuter. 70 Küchenkräuter von A-Z mit Minirezepten zum Kennenlernen. München: GU Verlag
3. Schopp, S. (2009): Unterrichtsstunde Biologie - Die Zelle als offenes System. Thema: Betrachten der Wasserpest unter dem Mikroskop. Norderstedt: GRIN Verlag

5. Anhang:

Zu den Mikro-/Nanoplastik Funden; siehe 2.10 u. 2.13



Bild 1: Mikroplastik/Nanoplastik im Wasserpestblatt



Bild 2: Mikroplastik/Nanoplastik im Wasserpeststängel

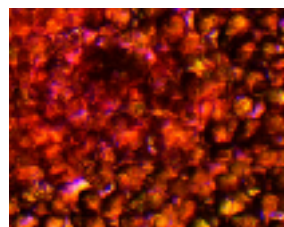


Bild 3: Mikroplastik/Nanoplastik im/auf Papageienblattblatt

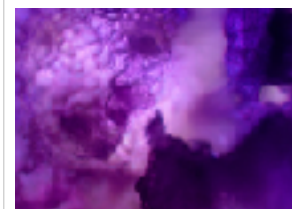

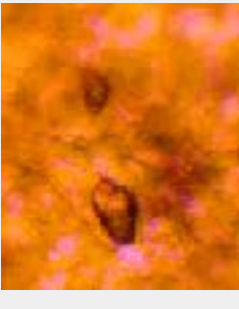

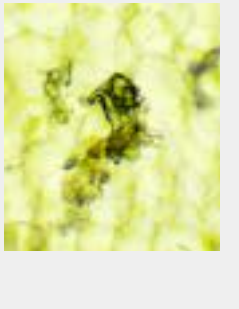






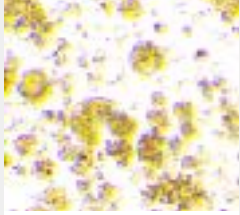
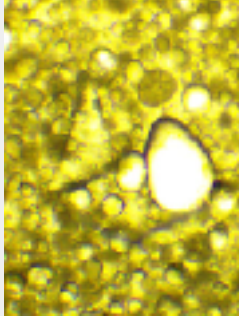


Bild 4: Mikroplastik/Nanoplastik im Papageienblattstängel

			
<p>Bild 5: Mikroplastik/Nanoplastik im Basilikumstängel</p>	<p>Bild 6: Mikroplastik/Nanoplastik im/auf Basilikumblatt</p>	<p>Bild 7: Mikroplastik/Nanoplastik im Basilikumstängel</p>	<p>Bild 8: Mikroplastik/Nanoplastik im Basilikumstängel</p>
			
<p>Bild 9: Mikroplastik/Nanoplastik im Kressesame</p>	<p>Bild 10: Mikroplastik/Nanoplastik in Kressewurzel</p>	<p>Bild 11: Mikroplastik/Nanoplastik im/auf Kresseblatt</p>	<p>Bild 12: Mikroplastik/Nanoplastik im Kressestängel</p>
			
<p>Bild 13: Mikroplastik</p>	<p>Bild 14: Handcreme ohne Mikroplastik</p>	<p>Bild 15: selbst hergestellte Handcreme</p>	<p>Bild 16: selbst hergestellte Handcreme mit Mikroplastik</p>

			
<p>Bild 21: Papageienblatt&Wasserpest ohne Mikroplastik am ersten Tag</p>	<p>Bild 22: Papageienblatt&Wasserpest mit Mikroplastik am ersten Tag</p>	<p>Bild 23: Papageienblatt&Wasserpest ohne Mikroplastik nach 10 Tagen</p>	<p>Bild 24: Papageienblatt&Wasserpest mit Mikroplastik nach 10 Tagen</p>



Bild 25: Basilikum ohne Mikroplastik am ersten Tag



Bild 26: Basilikum mit Mikroplastik am ersten Tag



Bild 27: Basilikum ohne Mikroplastik nach 10 Tagen

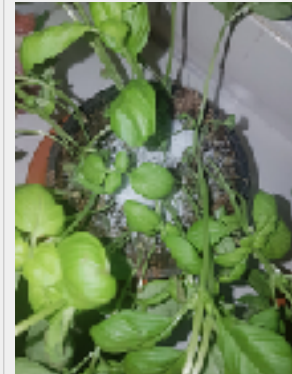


Bild 28: Basilikum mit Mikroplastik nach 10 Tagen



Bild 29: Kresse ohne Mikroplastik nach 9 Stunden



Bild 30: Kresse mit Mikroplastik nach 9 Stunden

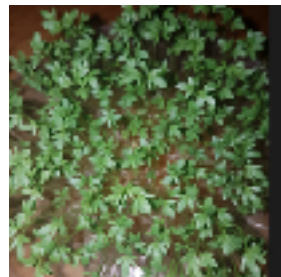


Bild 31: Kresse ohne Mikroplastik nach 7 Tagen

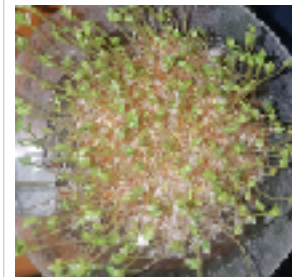


Bild 32: Kresse mit Mikroplastik nach 7 Tagen

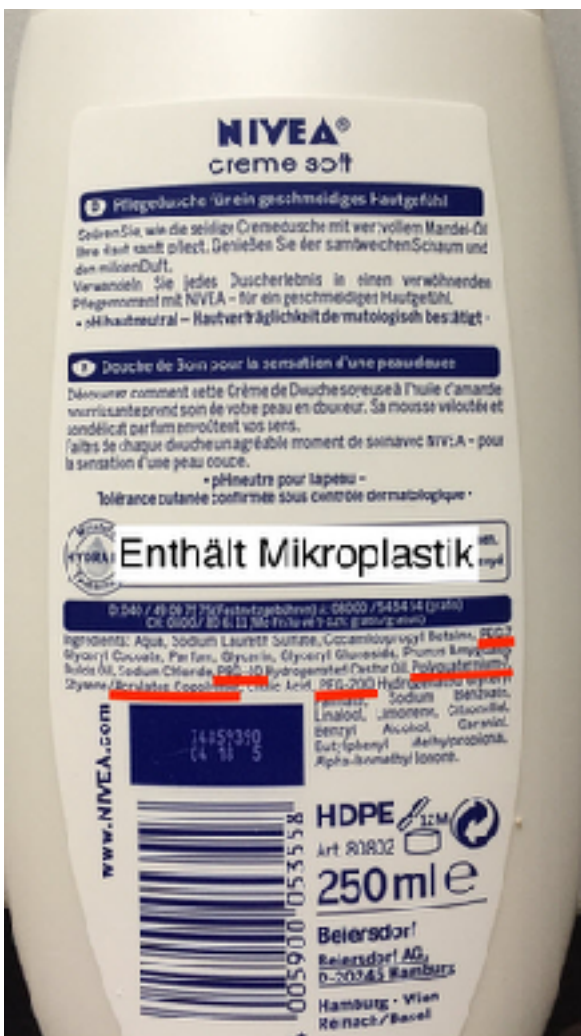


Bild 33: aktuelles Shampoo von Nivea, in dem Mikroplastik nach der Definition von „Greenpeace“ vorhanden und angegeben ist

E-Mail Anhang⁹⁵:**Anfrage an Nivea bzw. Unilever:**

„Sehr geehrte Damen und Herren,

Mein Name ist Friedrich Richard Gamp und Ich wende mich an Sie, da ich in diesem Jahr zusammen mit einem Schulfreund ein Jugend Forscht Projekt über das Thema Mikroplastik in Kosmetik und in der Umwelt durchführe, doch leider haben wir bisher noch kein Mikroplastik bekommen können, weshalb ich Sie fragen wollte, ob die Nivea vielleicht über Mikroplastik, was zur Erforschung oder Gestaltung von Produkten genutzt worden ist verfügt, von dem sie uns einige 100 Gramm für Forschungszwecke zur Verfügung stellen könnten? Wir würden mit diesen Proben untersuchen, wie Pflanzen auf Mikroplastik reagieren, ob sich diese in Ihnen nachweisen lässt, den Einfluss von Mikroplastik in Gewässern und verschiedene andere Versuche durchführen. Uns würden alle Arten von Mikroplastik, also auch flüssige und gelartige helfen, besonders gut wäre Mikroplastik, was auch tatsächlich in Produkten genutzt wird.

Wir würden Sie natürlich auch, als Unterstützer, mit in unserer Jugend Forscht Arbeit aufführen.

Es würde uns auch sehr weiter helfen, wenn Sie noch eine andere Idee hätten, wo wir Mikroplastik herbekommen könnten.

Viele Grüße

Friedrich Richard Gamp“

Antwort von Unilever:

„Sehr geehrter Herr Gamp,

vielen Dank für Ihr Interesse an unserem Unternehmen.

Natürlich möchten wir Sie gerne bei Ihrer Ausarbeitung unterstützen. Allerdings liegen uns zu dem von Ihnen zu behandelnden Themengebiet keine Materialien vor, die zur Veröffentlichung bestimmt sind.

Die Unilever Deutschland GmbH sieht es als ihre Verpflichtung an, Schüler und Studenten bei Arbeiten zu unterstützen, die sich mit dem Unternehmen Unilever und den Unilever-Produkten befassen. Im Hause werden Diplomanden und Praktikanten betreut und außerdem stellen wir gerne unsere Informationsmaterialien zur Verfügung.

Leider ist es uns darüber hinaus aus Kapazitätsgründen nicht möglich, für Fach-, Diplom- oder ähnliche Arbeiten von Schülern und Studenten individuelle Informationen zu recherchieren und zusammenzustellen. Informationen zu unserem Unternehmen finden Sie auf den Internetseiten:

www.unilever.de
www.unilever.com

Wir bitten um Ihr Verständnis und wünschen Ihnen viel Erfolg.

Mit freundlichen Grüßen

Ihr Konsumentenservice
Lucas Bernhard“

Antwort von Nivea:

„Guten Tag Herr Gamp,

vielen Dank für Ihre E-Mail. Bitte entschuldigen Sie die lange Wartezeit. Wir freuen uns sehr über Ihr Interesse an der Marke NIVEA. Sie fragen, ob wir Ihnen den Inhaltsstoff Mikroplastik zusenden können.

In der Vergangenheit, haben wir kleine, feste Plastikpartikel in abwaschbaren, reinigenden Körperpflegeprodukten (Peelings, Duschgels, etc.) für ein hautfreundliches Peeling eingesetzt. Obwohl diese Kunststoffteilchen nur einen geringen Prozentsatz am allgemeinen Plastikmüllaufkommen ausmachen, hat sich Beiersdorf bereits 2013 vorsorglich dazu entschieden, zukünftig keine Peelingpartikel aus Polyethylen mehr zu verwenden und sie durch umweltfreundliche Alternativen zu ersetzen. Seit Ende 2015 setzen wir keine Mikroplastik-Partikel aus Polyethylen in unseren Produkten ein. Damit erfüllen wir zum Beispiel den US-amerikanischen „Microbead-Free Waters Act of 2015“.

Aus diesen Gründen können wir Ihnen in Ihrem Fall nicht weiterhelfen. Auch eine andere Bezugsquelle können wir Ihnen nicht nennen.

Für Ihr Projekt wünschen wir Ihnen dennoch viel Erfolg.

Gerne beraten wir Sie auch persönlich. Sie erreichen unser Info Telefon montags bis freitags unter: 040-4909-7575 in der Zeit von 8:00 Uhr bis 19:00 Uhr.

Mit besten Grüßen
Ihr NIVEA Info-Team

Annika Loos“

Antwort von Greenpeace auf die Anfrage zur Bereitstellung von Mikroplastik:

⁹⁵ Siehe Bild 33

„Lieber Richard Gamp,
vielen Dank für die Nachricht vom 30. November. Das ist ja eine spannende Sache mit dem Jugend-forscht-Projekt zum Thema Mikroplastik – ein richtig schönes Greenpeace-Thema. Für die verspätete Antwort möchten wir um Entschuldigung bitten und ebenso dafür, dass unsere Antwort vielleicht nicht zu Deiner völligen Zufriedenheit ausfällt. Die 100 Gramm Mikroplastik für Forschungszwecke können wir Euch nämlich leider nicht zur Verfügung stellen, denn zum einen besitzen wir nur ganz wenige konservierte Mikroplastikproben und andererseits bestehen diese wenigen Proben aus sehr uneinheitlichem (heterogenen) Material. Für eine Versuchsreihe, wie Ihr sie plant, solltet Ihr aber einheitliches (homogenes) Material verwenden. Nur so könnt Ihr die Vergleichbarkeit innerhalb Eurer Versuchsreihe gewährleisten.

Aber unsere Mikroplastik-Expertin Sandra Schöttner hat sich stattdessen zwei wirklich tolle Tipps für Dich und Deinen Schulfreund einfallen lassen:

Tipp 1: Ihr könnt Mikroplastik selbst „herstellen“, indem Ihr es aus Peelings herauswascht und filtert. Dazu braucht Ihr nur ein entsprechendes Produkt mit Polyethylen-Partikeln drin (z.B. das Peeling von Garnier), Teebeutel aus feinem Papier (die zum selbst befüllen; Kaffeefilter funktionieren nicht) und Wasser. Wenn man einen Teil des Peelings in den Teebeutel gibt, unter leichtem Reiben die Seifen- und anderen Bestandteile rauswäscht, den Teebeutel dann aufschneidet und zum Trocknen hinlegt, dann kann man den feinen Mikroplastik „staub“ schließlich vorsichtig in ein Glasröhrchen abfüllen – und für Experimente nutzen.

Tipp 2: Alternativ könntet Ihr beim Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie (ICT) in Pfinztal bei Karlsruhe nachfragen (<https://www.ict.fraunhofer.de/>). Dort wurden und werden unter anderem Mikro- und Nanopartikel für die Forschung hergestellt. Der Vorteil dabei wäre, dass Ihr den Kunststofftyp und die Größe der Partikel eventuell selbst bestimmen könntet. Vielleicht gibt es da ja sogar ein paar Restbestände, die das ICT gern für Jugend forscht bereitstellt? Ein guter Ansprechpartner dort ist der wissenschaftliche Koordinator Eric Marioth (<https://www.ict.fraunhofer.de/en/contact/ombudspersons.html>). Zwar ist er auf der Website „nur“ als Ombudsmann angegeben, aber es lohnt sich bestimmt, ihn mal zu kontaktieren!

Wir hoffen, Euch mit diesen Ideen weitergeholfen zu haben und wünschen Euch auf jeden Fall viel Erfolg und Forscherfreude bei Eurem Projekt. Über eine Nachricht, wie es damit weitergegangen ist, würden wir uns sehr freuen.
Beste Grüße aus dem Hamburger Greenpeace-Büro

Elisabeth Lemke“

Eigene Antwort auf Niveas Antwort zur Bereitstellung von Mikroplastik:

„Sehr geehrte Damen und Herren,

Vielen Dank für Ihre Antwort. Für unser Forschungsprojekt haben wir diverse Kosmetik Artikel unter anderem auch von Nivea auf Mikroplastik untersucht. Sämtliche Artikel stammten aus der neusten Serie und wurden vor kurzem im Drogeriemarkt erworben. In mehreren Ihrer Produkten konnten wir allerdings Mikroplastik in verschiedenen Formen finden. Im Produkt Nivea Pflegedusche „creme soft“ mit Mandel Öl konnten wir 5 verschiedene Mikroplastik Arten finden (PEG-7; PEG-40; Polyquaternium-7; Acrylates Copolymer; PEG-200). Auf den angefügten Bildern haben wir die Mikroplastik Sorten auf der Verpackung markiert. Als Definition für Mikroplastik verwendeten wir die gängige Mikroplastik Definition des BUND und von Greenpeace, die auch flüssiges, Gel- wachsiges Mikroplastik mit einschließt.

Wir wollten Sie nun fragen, wieso dieses Produkt noch Mikroplastik enthält, wo Sie uns doch mitgeteilt haben, dass Sie in Ihren Produkten kein Mikroplastik mehr verwenden und wieso Sie noch Mikroplastik, welches sich in der Nahrungskette anreichert, verwenden, wo doch gar nicht geklärt ist ob dieses eventuell hormonell wirksam ist?

Viele Grüße

Richard Gamp“

Zudem wurden der E-Mail noch zwei Bilder der Kosmetik „Nivea Creme soft“ angefügt, in der die Mikroplastik Bestandteile markiert wurden sind.

Niveas Rückantwort:

„Guten Tag Herr Gamp,

vielen Dank für Ihre Rückmeldung. Bitte entschuldigen Sie die lange Wartezeit.

Die aktuelle Diskussion um „Plastik“ in Kosmetika ist kompliziert und kann verwirrend sein. Wir hoffen, mit den folgenden Informationen ein bisschen Klarheit zu schaffen.

Plastik ist definiert als künstliches, wasserunlösliches Polymer, das verschieden geformt werden kann. **Polymere** sind lange Moleküle, die aus vielen gleichen kleinen Molekülen bestehen. Sie kommen in der Natur vor oder werden künstlich hergestellt. Polymere sind für das Leben essentiell. Tausende unterschiedliche Polymere existieren in der Natur – unter anderem auch in unserem Körper: Zum Beispiel Proteine, Zucker, Fette, Kohlenhydrate – Dinge, die wir tagtäglich essen. Viele andere Polymere wurden von Menschen extra künstlich entwickelt, um vielerlei Funktionen im modernen Leben zu erfüllen.

Zu „Mikroplastik“ gibt es keine verbindliche Definition, was teilweise zu einer Begriffsverwirrung führt. Weithin anerkannt ist jedoch die Mikroplastik-Definition der UNEP, dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen. Auf diese bezieht sich auch Beiersdorf. Danach sind „Mikroplastik-Partikel“ feste Kunststoffteilchen, die kleiner als 5 Millimeter sind, nicht im Wasser löslich und nicht biologisch abbaubar sind. Nicht alle synthetischen Polymere sind damit pauschal Mikroplastik.

In der Vergangenheit, haben wir kleine, feste Plastikpartikel in abwaschbaren, reinigenden Körperpflegeprodukten (Peelings, Duschgels, etc.) für ein hautfreundliches Peeling eingesetzt. Obwohl diese Kunststoffteilchen nur einen geringen Prozentsatz am allgemeinen Plastikmüllaufkommen ausmachen, hat sich Beiersdorf bereits 2013 vorsorglich dazu entschieden, zukünftig keine Peelingpartikel aus Polyethylen mehr zu verwenden und sie durch umweltfreundliche Alternativen zu ersetzen. Seit Ende 2015 setzen wir keine Mikroplastik-Partikel aus Polyethylen in unseren Produkten ein. Damit erfüllen wir zum Beispiel den US-amerikanischen „Microbead-Free Waters Act of 2015“.

Neben den Polyethylen-Partikeln gibt es noch ein paar andere Inhaltsstoffe in Kosmetika, die synthetische Polymere sind. Sie können unterschiedliche Eigenschaften und Formen haben (fest, flüssig oder gel-artig). Alle müssen jedoch höchsten Sicherheitsanforderungen entsprechen und sehr gut hautverträglich sowie nicht allergen sein.

- **Feste Polymere** werden zum Beispiel als Trübungsmittel in abwaschbaren Produkten eingesetzt. Sie sind verantwortlich für die Farbe und das Aussehen der Formel. Wir haben das Ziel, diese Inhaltsstoffe bis 2020 aus unseren abwaschbaren Produkten vorsorglich und vollständig auszuformulieren. Momentan arbeiten wir intensiv an Lösungen und die entsprechenden Projekte haben eine hohe Priorität.
- Einige sogenannte **flüssige oder gel-artige Polymere** werden unter anderem auch in abwaschbaren Kosmetika genutzt. Ihr Einsatz ist vielfältig und führt selbst in geringen Mengen zu sehr viel besseren Produkteigenschaften, wie zum Beispiel der Verbesserung der Wasserfestigkeit von Sonnenschutzmitteln. In Shampoos sorgen die Inhaltsstoffe für einen guten Griff, gute Kämmbarkeit und den Halt der Haare. Gelöste Polymere sind nach der Definition der UNEP kein Mikroplastik. Nach aktuellem Wissensstand sind sie auch nicht Teil des Problems der Wasserverschmutzung. Uns liegen keine wissenschaftlichen Daten vor, die belegen, dass diese Stoffe in der Umwelt Schäden verursachen. Daher ist es ungerechtfertigt, gelöste Polymere in die Diskussion um Mikroplastik einzubeziehen. Beiersdorf unterstützt jedoch die wissenschaftliche Forschung auf diesem Gebiet, unter anderem in einem Projekt des Fraunhofer Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik, mit Universitäten, Unternehmen, Experten für Abwasserreinigung und Verbänden.

Wir hoffen, Ihnen mit diesen Informationen weitergeholfen zu haben. Weitere Informationen zum Thema Nachhaltigkeit finden Sie unter: <http://www.beiersdorf.de/nachhaltigkeit/ueberblick>.

Gerne beraten wir Sie auch persönlich. Sie erreichen unser Info Telefon montags bis freitags unter: 040-4909-7575 in der Zeit von 8:00 Uhr bis 19:00 Uhr.

Mit besten Grüßen
Ihr NIVEA Info-Team

Hendrik Lichner“

Die Nachricht von Nivea wurde zusammen mit der Frage ob sie wissenschaftlich korrekt sei an Greenpeace übermittelt. Diese wiederum sendeten uns folgende Antwort:

„Lieber Richard Gamp,

erst einmal bitte ich vielmals um Entschuldigung für die verspätete Antwort. Das liegt vor allem an unserer großen Kampagne zum Schutz der Antarktis. Darüber können Sie bei Interesse alles auf unserer Homepage erfahren. Weil nun aber der Januar des neuen Jahres schon fast zu Ende ist und weil ich unsere Plastik-Expertin erst wieder im Februar erreichen kann, versuche ich es heute mit einer Antwort, damit Sie nicht noch länger warten müssen.

Danke dafür, dass Sie uns die Nivea-Schreiben weitergeleitet haben. Die Argumente von Beiersdorf sind verharmlosend und irreführend und sie sind uns nicht unbekannt. Zwar hat sich die Industrie verpflichtet, bis 2020 auf die berühmt berüchtigten Mikroperlen zu verzichten und in der Vielzahl von Peelings, Shampoos und Duschprodukten sind sie inzwischen auch durch natürliche Inhaltsstoffe ersetzt worden. Beiersdorf verzichtet ebenfalls auf diese Microbeads. Aber die Liste synthetischer Polymere in anderen Nivea-Beautyprodukten ist noch immer lang. Greenpeace hält das für bedenklich, wenn auch eine groß angelegte Studie dafür bislang fehlt. Glaubt man Beiersdorf, dann scheinen Kunststoffe in Kosmetikprodukten geradezu gesund für die Konsumenten zu sein. Dass diese Stoffe, die den Verbrauchern ein geschmeidiges und damit hautpflegendes Gefühl verleihen andererseits im Verdacht stehen, etwa negative Auswirkungen auf Hormone und damit die Fortpflanzung von Lebewesen zu haben, darüber verlieren die Kosmetikerhersteller kein Wort. Das Beiersdorf-Argument gründet sich darauf, dass es nicht genügend Beweise für die Schädlichkeit von Kunststoffen in Kosmetik gibt. Statt nach dem Vorsorgeprinzip zu handeln und auf Polymere zu verzichten, werden sie so lange eingesetzt, bis ihre Gefährlichkeit hundertprozentig erwiesen ist. Für Greenpeace gehören Kunststoffe nicht in die Umwelt. Sie kommen dort natürlicherweise auch nicht vor. Und Polymere bleiben nicht einfach auf der Haut, sie waschen sich nur langsamer ab als die verbannten Plastik Kügelchen. Am Ende gelangen auch sie ins Wasser und damit in den Naturkreislauf. Zu befürchten ist ebenso, dass sich andere Schadstoffe mit den Plastikteilchen verbinden und der Umwelt schaden könnten. Allein die Vermutung, dass Plastikpartikel Gifte wie Dioxin oder Schwermetalle binden können, sollte Anlass sein, synthetische Polymere aus Beautyprodukten zu verbannen. Und sollte sich erweisen, dass Polymere sogar noch schädlicher als bislang angenommen sind, dann weiß man zumindest jetzt schon, dass Kläranlagen bis heute nicht in der Lage sind, diese Kunststoffteilchen vollständig herauszufiltern. Das zumindest hatte schon 2014 eine Studie des Alfred-Wegener-Instituts (AWI) im Auftrag des Niedersächsischen Landesbetriebs für Wasserwirtschaft bewiesen. Was von diesen Abermillionen Plastikteilchen dann doch im Klärschlamm hängen bleibt, kann trotzdem wieder in die Umwelt gelangen: als Dünger. Einmal im Naturkreislauf bedeutet bei schwer abbaubaren synthetischen Polymeren also schlicht, dass sie sich dort sehr lange, wenn nicht für immer aufhalten werden und am Ende nicht auf der Haut des Verbrauchers sondern in seinem Körper landen. Ein sehr gutes Beispiel wäre das nicht nur bei Feinschmeckern beliebte „Fleur de Sel“, handgeschöpfte Meersalzflocken. Mitte Januar ging durch die Medien, dass in diesem Salz eine hohe Konzentration von Mikroplastik enthalten ist. Und wer will schon gerne Plastik essen? (Siehe auch: https://www.greenpeace.de/files/publications/20160926_greenpeace_mikroplastik_meere_report.pdf
<https://www.ndr.de/ratgeber/verbraucher/Fleur-de-Sel-Plastik-in-Meersalz-nachgewiesen,salz378.html>
<https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/s02031-greenpeace-report-plastik-kosmetik-oekotox-21070522.pdf>)

Ich hoffe, dass Sie inzwischen mit Ihrem Jugend-forscht-Projekt weitergekommen sind.

Mit besten Grüßen aus Hamburg

Elisabeth Lemke“