

Maturitätsarbeit
Kantonsschule Büelrain
Winterthur
Noemi Lemcke
betreut von Nora Reinhardt
9.12.2019

Herausforderung Mikroplastik

Titelbild: Noemi Lemcke

Bildnachweis: vgl. Verzeichnisse, Seite 42



Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Vorwort..... | 1 |
| 1.1 | Motivation für das Thema Mikroplastik | 1 |
| 1.2 | Danksagung | 1 |
| 2 | Zusammenfassung..... | 2 |
| 3 | Einleitung | 3 |
| 4 | Plastik ist allgegenwärtig | 5 |
| 4.1 | Plastik erobert unsere Welt | 5 |
| 4.2 | Weltweite Plastikproduktion: einige Zahlen | 6 |
| 4.3 | Warum Plastik: Gründe für die Popularität..... | 7 |
| 5 | Plastik ist ein Kunstprodukt..... | 9 |
| 5.1 | Polymere: Grundbausteine des Plastiks..... | 9 |
| 5.2 | Additive: Die Zusatzstoffe im Plastik | 10 |
| 5.3 | Plastik verbleibt sehr lange im Ökosystem..... | 10 |
| 6 | Was ist <i>Mikroplastik</i> ? | 12 |
| 6.1 | Primäres Mikroplastik..... | 13 |
| 6.2 | Sekundäres Mikroplastik – Von Makro- zu Mikroplastik..... | 14 |
| 7 | Mikroplastik, ein Risiko? | 16 |
| 7.1 | Menge und Vorkommen von Mikroplastik in der Umwelt | 16 |
| 7.2 | Toxizität von Mikroplastik | 17 |
| 7.2.1 | Probleme durch physikalische Eigenschaften | 18 |
| 7.2.2 | Probleme durch chemische Eigenschaften..... | 18 |
| 7.2.3 | Beurteilung der Toxizität | 19 |
| 7.3 | Risiko durch Mikroplastik..... | 20 |
| 8 | Mikroplastik: Position der Bevölkerung | 21 |
| 8.1 | Mikroplastik – Fragen an die Bevölkerung | 21 |
| 8.2 | Auswertung der Umfrage | 22 |
| 8.2.1 | Wissen zu Mikroplastik..... | 22 |
| 8.2.2 | Gefährdung durch Mikroplastik..... | 24 |
| 8.2.3 | Wer trägt die Verantwortung? | 26 |
| 8.3 | Gibt es einen Konsens in der Bevölkerung?..... | 28 |
| 9 | Mikroplastik: Schweizer Politik wartet ab | 29 |
| 10 | Position von Industrie und Wirtschaft..... | 31 |
| 10.1 | Reaktionen angefragter Firmen..... | 31 |
| 10.2 | Veränderung auf Druck von aussen..... | 32 |
| 11 | Diskussion und Synthese der Ergebnisse | 33 |
| 12 | Schlusswort | 36 |
| 13 | Literaturverzeichnis | 37 |

| | | |
|--------|--|----|
| 14 | Verzeichnisse..... | 42 |
| 14.1 | Titelbild..... | 42 |
| 14.2 | Abbildungsverzeichnis..... | 42 |
| 14.3 | Tabellenverzeichnis..... | 43 |
| 14.4 | Verzeichnis der Interviewpartner..... | 43 |
| 15 | Anhang..... | 44 |
| 15.1 | Umfrage..... | 44 |
| 15.2 | Auswertung der Umfrage..... | 45 |
| 15.2.1 | Frage 3..... | 46 |
| 15.2.2 | Frage 4..... | 47 |
| 15.2.3 | Frage 5..... | 47 |
| 15.2.4 | Frage 6..... | 48 |
| 15.2.5 | Frage 7..... | 48 |
| 15.2.6 | Frage 8..... | 49 |
| 15.2.7 | Frage 9..... | 49 |
| 15.2.8 | Frage 10..... | 50 |
| 15.2.9 | Frage 11..... | 50 |
| 15.3 | Interviews..... | 51 |
| 15.3.1 | Interview mit Prof. Dr. Bernhard Wehrli..... | 51 |
| 15.3.2 | Interview mit Dr. Denise Mitrano..... | 61 |
| 15.3.3 | Interview mit Dr. Christian Roth..... | 67 |
| 15.4 | E-Mails Industrie..... | 70 |
| 15.4.1 | Anfrage..... | 70 |
| 15.4.2 | Antworten..... | 71 |
| 15.5 | E-Mails Politiker..... | 73 |
| 15.5.1 | Anfrage..... | 73 |
| 15.5.2 | Antworten..... | 73 |

1 Vorwort

1.1 Motivation für das Thema Mikroplastik

Wird es bald keinen mikroplastikfreien Ort mehr geben? Eine Frage, die in letzter Zeit immer häufiger gestellt wird und zunehmend Aufmerksamkeit in den Medien erhält. Besonders wer sich für Umweltverschmutzung interessiert, kommt kaum an der Mikroplastik-Diskussion vorbei.

Persönlich wurde ich auf das Thema aufmerksam, als ich vor rund einem Jahr am Meer in Ägypten war. Dort wurden mir die Dimensionen der Umweltverschmutzung durch Plastik auf eine ganz andere Art und Weise bewusst, als dies in der Schweiz der Fall ist. Am Strassenrand, in der Wüste und im Meer, Plastik war einfach überall.

Das fand ich beunruhigend, weswegen ich begonnen habe mich genauer zu informieren. Im Laufe meiner Recherche habe ich mich dann mehr und mehr für das Thema Mikroplastik interessiert. Ich wollte herausfinden, wie es um diese weniger offensichtliche Form der Plastikverschmutzung steht. Damit begann für mich der aufregende und lehrreiche Prozess dieser Arbeit, die *Herausforderung Mikroplastik*.

Ist Mikroplastik eine besondere Herausforderung?

1.2 Danksagung

Herausforderungen werden meist nicht gänzlich allein bewältigt. So möchte ich mich herzlich bei Frau Reinhardt, Biologielehrerin an der Kantonsschule Büelrain, für die Betreuung dieser Arbeit und für die Beantwortung meiner Fragen bedanken.

Speziell möchte ich mich bei meinen Interviewpartnern, Prof. Dr. Bernhard Wehrli, Dr. Denise Mitrano und Dr. Christian Roth für Ihre Zeit und Ihre Bereitschaft auf meine Fragen zu antworten, bedanken. Ebenfalls danke ich Barbara Günthard-Maier und Martin Neukom, sowie allen Unternehmungen, die bereit waren eine schriftliche Stellungnahme zum Thema Mikroplastik abzugeben.

Zudem bedanke ich mich bei Gerry Lemcke, der mich bei der Auswertung der Umfrage-Daten unterstützte, wie auch bei meiner ganzen Familie für Ihre Unterstützung und das Korrekturlesen der Arbeit.

2 Zusammenfassung

Plastik ist in unserem modernen Leben allgegenwärtig. Kaum ein Produkt verzichtet gänzlich auf dieses herausragende Material. Neben den unbestrittenen Vorteilen haben heutige konventionelle Kunststoffe jedoch einen entscheidenden Nachteil: Sie sind biologisch nicht abbaubar.

Stattdessen zerfällt Plastik in immer kleinere Teilchen. Weisen diese Plastikteilchen eine Grösse zwischen 5 mm und 1 µm auf, werden sie als *Mikroplastik* bezeichnet. Da die Produktion und Verwendung von Plastik immer noch zunimmt und Plastik nicht abgebaut wird, kommt es zu einer Anhäufung von Mikroplastik in der Umwelt.

Inwiefern Mikroplastik ein Problem für Mensch und Umwelt darstellt wird momentan noch debattiert. Es wird ein kritischer Grenzwert diskutiert, bei dem Risiken wahrscheinlich sind. Wann dieser Wert überschritten werden könnte und was dies genau bedeuten würde, ist bislang noch unklar. Sollten sich in Zukunft deutliche Probleme zeigen, ergäbe das ein kaum umkehrbares Risiko, da sich Mikroplastik nach heutigem Stand nicht aus der Umwelt entfernen lässt.

Herausforderung Mikroplastik geht der Frage nach, wie die Schweizer Gesellschaft auf diese unsichere Informationsgrundlage reagiert. Wird sie zum Handeln veranlasst?

Neben intensiven Literaturrecherchen basiert die Arbeit auf persönlichen Interviews mit Wissenschaftlern, schriftlichem Informationsaustausch mit Industrievertretern und Politikern, sowie einer online durchgeführten Umfrage.

Mikroplastik ist bei allen Befragten ein aktuelles Thema. Es zeigt sich jedoch, dass ein nachhaltiges Handeln noch zu wenig stattfindet. Heutige Massnahmen fokussieren sich auf Bereiche, wo mit geringem finanziellem und administrativem Aufwand eine (werbewirksame) Signalwirkung erreicht werden kann. Wichtigster Grund dafür ist der Mangel an gesicherten Informationen. Politik, Wirtschaft und auch Wissenschaft warten auf den jeweils anderen, um weitere Schritte zu veranlassen.

Der Wunsch nach mehr und besseren Informationen ist gerechtfertigt. Er sollte aber nicht als Argument verwendet werden, um weiter abzuwarten. Gerade weil Mikroplastik für Generationen in der Umwelt verbleibt.

Für eine Lösung braucht es die Beteiligung aller. Um der Herausforderung Mikroplastik gerecht zu werden und sie effizient zu bewältigen, müssen alle beteiligten Parteien gewillt sein, einen Beitrag zu leisten. Die Wissenschaft und die Bevölkerung können dabei eine wesentliche Rolle spielen, indem sie ihre Bedenken klar formulieren und dadurch den Druck für eine gemeinsame und nachhaltige Lösung erhöhen.

3 Einleitung

Seit den 1950er-Jahren hat die weltweite Plastikproduktion und Verwendung explosionsartig zugenommen. Aufgrund seiner vielseitigen Eigenschaften begann Plastik in allen Bereichen unseres Lebens andere bis dahin vorherrschende Stoffe und Materialien, wie Glas, Holz oder Metall, zu verdrängen.¹

Mittlerweile zeigt sich, dass der enorme Kunststoffeinsatz der vergangenen Jahrzehnte die Menschen zunehmend vor Herausforderungen stellt. Plastik ist ausgesprochen haltbar und in der Regel nicht biologisch abbaubar. Wird Plastik nicht recycelt oder fachgerecht entsorgt und landet es in der Umwelt, zerfällt es und wird zu Mikroplastik. Zusätzlich gelangt Mikroplastik durch die Nutzung von Plastikprodukten, sowie beim Gebrauch von Alltagsprodukten mit zugesetztem Mikroplastik in die Umwelt.²

Das Thema Mikroplastik stellt eine Herausforderung dar, denn trotz zunehmenden Studien und Untersuchungen in diesem Bereich liegen nur wenige gesicherte Informationen vor. Ob es für Mensch und Umwelt letztendlich problematisch ist, kann noch nicht sicher beurteilt werden.³

Für die menschliche Gesundheit wird Plastik aber generell eher als ungefährlich angesehen, da davon ausgegangen wird, dass Plastik grundsätzlich biologisch inaktiv ist.⁴

Viele neue Studien beginnen dieses Bild der Ungefährlichkeit in Frage zu stellen. Mikroplastikpartikel werden inzwischen fast überall auf der Welt nachgewiesen und verschiedenste Studien dokumentieren oder vermuten unerwünschte Effekte bei Tieren und Menschen. Diese werden einerseits durch die kleine Grösse und andererseits durch die im Plastik an- oder eingelagerten Chemikalien hervorgerufen.⁵

Hier setzt diese Arbeit an. Sie trägt Fakten zum Thema Mikroplastik zusammen und stellt die Frage, wie die gesellschaftlichen Vertreter in der Schweiz, Wissenschaft, Bevölkerung, Politik und Industrie, mit einer solchen unsicheren Informationsgrundlage umgehen.

Werden sie bereits heute zum Handeln veranlasst, auch wenn nicht sicher ist ob Mikroplastik wirklich zu Problemen führen kann? Oder warten sie ab, bis gesicherte Informationen vorliegen? Diese Frage ist umso bedeutender, wenn man von der Annahme ausgeht, dass einmal in die Umwelt eingebrachtes Mikroplastik praktisch nicht mehr zurückgeholt werden kann. Eine mögliche heutige Fehlentscheidung, kann somit nicht einfach korrigiert werden.

Die Umweltverschmutzung (verursacht) durch Mikroplastik stellt die Gesellschaft vor Herausforderungen.

Wie reagieren die gesellschaftlichen Vertreter in der Schweiz auf die Herausforderung Mikroplastik?

¹ Vgl. PlasticsEurope (Hrsg.) (2013), S. 3

² Vgl. MNU (Hrsg.) (2019), Internet

³ Vgl. SAPEA (Hrsg.) (2019), S. 108/109

⁴ Vgl. Liebmann et al. (2015), S. 25

⁵ Vgl. SAPEA (Hrsg.) (2019), S. 28-45

Um diese Frage zu beleuchten, werden in einem ersten Teil Hintergrundinformationen zum Material Plastik und zu Mikroplastik gegeben (Kapitel 4 bis 6). So wird eine Grundlage für die nachfolgende Diskussion geschaffen.

Die Kapitel 7 bis 10 setzen sich mit dem Umgang und dem Wissen von Wissenschaft, Bevölkerung, Politik und Industrie zu Mikroplastik auseinander.

In Kapitel 11 folgt eine Diskussion, in der die vorher gewonnenen Erkenntnisse analysiert und diskutiert werden. Den Abschluss der Arbeit bildet ein Schlusswort (Kapitel 12).

Das Literaturverzeichnis, das Darstellungsverzeichnis, das Verzeichnis der Interviewpartner, sowie Anhänge in Form von Umfrageauswertungen, Interviews und E-Mail-Konversationen folgen in den Kapiteln 13 bis 15.

4 Plastik ist allgegenwärtig

Plastik ist allgegenwärtig – ein Leben ohne es scheint unmöglich.

Plastik ist in unserem heutigen Leben so allgegenwärtig, dass es kaum auffällt. Vom Smartphone über unsere Funktionsbekleidung bis zu Spiel- oder Sportplätzen. Kunststoffe sind überall. Ein Leben ohne Plastik scheint unmöglich geworden zu sein.

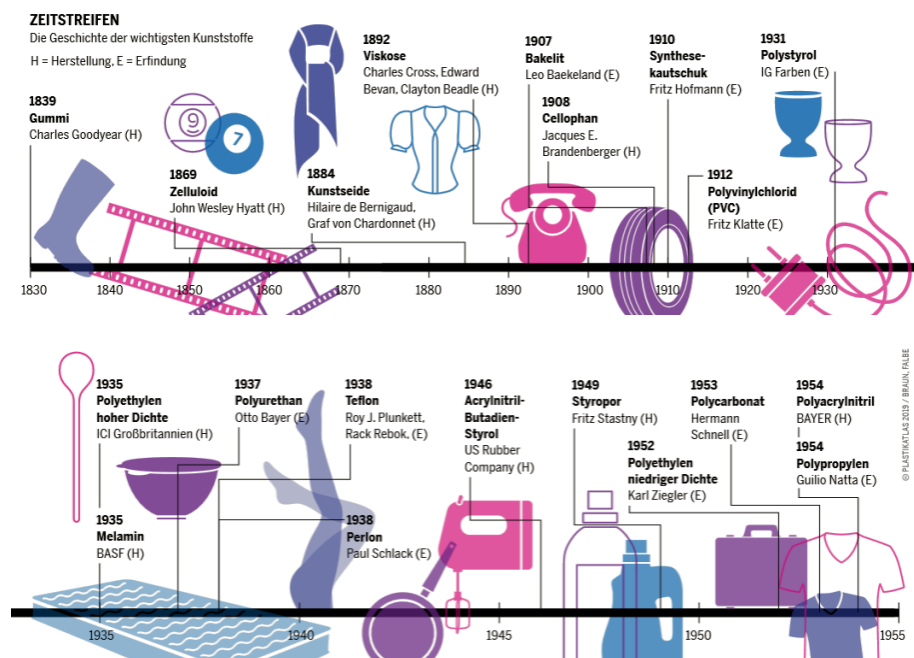
Um die Herausforderung Mikroplastik zu verstehen, ist es entscheidend sich bewusst zu werden, wie abhängig unsere Gesellschaft vom Material Plastik geworden ist.

4.1 Plastik erobert unsere Welt

Plastik ist eine sehr junge Erfindung.

Plastik ist in der Menschheitsgeschichte eine sehr junge Erfindung. Um zu verstehen wie jung, sind in Abbildung 1 die wichtigsten Entwicklungsschritte und Produktinnovationen dargestellt.

Abbildung 1: Eine Auswahl wichtiger Errungenschaften in der Geschichte des Plastiks.



Quelle: BUND (Hrsg.) (2019a), S. 10/11

Der erste synthetische Kunststoff, der in die Massenproduktion ging, ist das 1907 vom belgisch-amerikanischen Chemiker Leo Baekeland entwickelte Bakelite.⁶ Wohl am bekanntesten ist Bakelite als das typische schwarze Telefon aus diesen Jahren.⁷

⁶ Vgl. Plastics Europe (Hrsg.) (2019a), Internet

⁷ Vgl. WDR Fernsehen (Hrsg.) (o.D.), S.1

Allgegenwärtigkeit erreichte Plastik jedoch erst rund 40 Jahre später, als in den 50er-Jahren seine Bedeutung als Lagerungs- und Verpackungsmaterial entdeckt wurde und zum ersten Mal Plastiksäcke aus Polyethylen auf den Markt kamen. Ebenfalls in den 50-er Jahren begann zudem die Kommerzialisierung der Polyester-Fasern für Kleidungsstücke.⁸

Die PET-Flasche, heute ein absoluter «Plastik-Klassiker», kam 1973 auf den Markt. Diesem stabilen, leichten und günstigen Material hat das vorher bei Getränkeflaschen dominierende Glas wenig entgegenzusetzen.⁹

Seit den 70er-Jahren gilt Plastik als das meist verwendete Material auf der Welt.

Es sind die 70er-Jahre, in denen Plastik die globale Dominanz gewinnt. Nun gilt es als das am meisten verwendete Material auf der Welt. Von der Mode, über das Wohndesign bis zur Esskultur – ohne Plastik scheint nichts mehr zu funktionieren.¹⁰

Heute geht die Entwicklung und Verbesserung von Plastik mit modernen Kunststoff-Verbundwerkstoffen, wie GFK (Glasfaserverstärkte Kunststoffe) oder CFK (Kohlefaserverstärkte Kunststoffe), weiter. In Form dieser Stoffe erobert Plastik weiter neue Industriezweige, wie beispielsweise die Auto- und Flugzeugbranche.¹¹

Ein Ende dieser Entwicklung ist nicht absehbar. Nicht zuletzt da es keine Anzeichen dafür gibt, dass Plastik in naher Zukunft durch ein neues «Wundermaterial» ersetzt wird.¹²

4.2 Weltweite Plastikproduktion: einige Zahlen

Seit 1950, mit der effektiven Kommerzialisierung des Plastiks (vgl. Kap. 4.1), ist die weltweite Plastikproduktion massiv und nachweislich angestiegen (vgl. Abb. 2). Von wenigen kurzen Einbrüchen abgesehen, lässt sich dabei bislang kein Abwärtstrend bei der weltweiten Plastikproduktion feststellen.¹³

Besonders beeindruckend: Mehr als die Hälfte des jemals hergestellten Kunststoffs wurde erst im 21. Jahrhundert produziert.¹⁴

⁸ Vgl. British Plastics Federation (Hrsg.) (2019), Internet

⁹ Vgl. British Plastics Federation (Hrsg.) (2019), Internet

¹⁰ Vgl. British Plastics Federation (Hrsg.) (2019), Internet

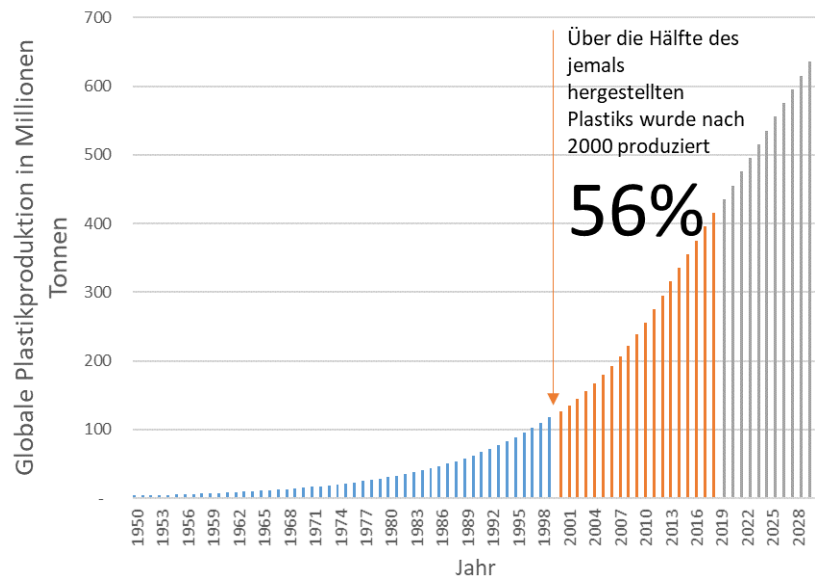
¹¹ Vgl. Swiss-composite (Hrsg.) (o.D.), S.10

¹² Vgl. Kaminski (2019), S. 35

¹³ Vgl. Plastics Europe (Hrsg.) (2013), S. 10

¹⁴ Vgl. BUND, (Hrsg.) (2019a), S.15

Abbildung 2: Entwicklung der weltweiten Plastikproduktion seit 1950 (blau: bis 2000, orange: ab 2000, grau: Prognose)



56% des jemals hergestellten Plastiks stammt aus dem 21. Jahrhundert.

Quelle: In Anlehnung an BUND (Hrsg.) (2019a), S. 15

2018 betrug die weltweite Plastikproduktion fast 360 Millionen Tonnen.¹⁵ Bei rund 7.74 Mrd. Menschen auf der Welt (Stand Okt. 2019)¹⁶ entspricht die weltweite Produktion etwa 46 kg Plastik pro Kopf und Jahr.

Europa produzierte 2018 61.8 Millionen Tonnen Plastik – 17% der weltweiten Produktion.

Davon wurden 61.8 Millionen Tonnen in Europa produziert. Europa ist damit für rund 17% der weltweiten Plastikproduktion verantwortlich. Der grösste Kunststoffproduzent ist China mit 30%. Insgesamt wird ziemlich genau die Hälfte des Kunststoffes in Asien produziert (51%).¹⁷

4.3 Warum Plastik: Gründe für die Popularität

Nun stellt sich die Frage, weshalb es Plastik zu einer solch enormen Verbreitung gebracht hat. Die Popularität von Plastik beruht auf mehreren Punkten, die in dieser Form von praktisch keinem anderen Werkstoff vereint werden.

- **Kosten:** Kunststoffe lassen sich in industriellen Produktionsprozessen sehr preiswert herstellen. Polyethylen, das zum Beispiel als Ausgangsmaterial für verschiedene Behälter dient, kostet rund 1'000 Euro pro Tonne.¹⁸ Zum Vergleich, Aluminium kostet etwa 1'560 Euro pro Tonne.¹⁹ Somit trägt der Kostenfaktor massgebend zum Erfolg des Plastiks bei.
- **Vielseitigkeit:** Aus Plastik lässt sich beinahe alles machen. Durch Zusätze (vgl. Kap. 5.2) können die Eigenschaften so variiert werden, dass

¹⁵ Vgl. Plastics Europe (Hrsg.) (2019c) S. 14

¹⁶ Vgl. countrymeters (Hrsg.) (o.D.), Internet

¹⁷ Vgl. Plastics Europe (Hrsg.) (2019c), S. 14/15

¹⁸ Vgl. Plasticker (Hrsg.) (o.D.), Internet

¹⁹ Vgl. finanzen.net GmbH (Hrsg.) (2019), Internet

sich vom kurzlebigen Einweggeschirr bis zum langlebigen Karosserie-Bauteil alles realisieren lässt. Der Anwendung von Plastik sind letztlich kaum Grenzen gesetzt.²⁰

- **Gewicht:** Gegenstände aus Plastik sind, aufgrund der geringeren Dichte von Plastik, deutlich leichter als solche aus vergleichbaren Materialien. Weniger Gewicht ist einerseits im Alltag praktisch, beispielsweise bei Trinkflaschen, andererseits ergibt sich daraus auch ein ökologischer Vorteil. Ein mit Kunststoffbauteilen optimiertes Auto ist etwa 100 kg leichter als sein nicht plastifiziertes Pendant. Über die Lebensdauer spart das etwa 750 l Treibstoff. Hochgerechnet auf alle Fahrzeuge in der Welt, ergibt sich daraus ein gewaltiges Treibstoffsparpotential und damit Möglichkeit den CO₂-Ausstoß zu minimieren.²¹
- **Haltbarkeit:** Sofern Plastikgegenstände Umwelteinflüssen, wie zum Beispiel UV-Strahlung, nicht zu stark ausgesetzt sind, ist der Kunststoff sehr lange haltbar. Plastik rostet nicht.²²
- **Plastik ist inert:** Plastik wird weitestgehend als nicht-reaktiv angesehen (inert), das heißt es reagiert nicht mit Materialien, mit denen es in Berührung kommt. Gerade im Lebensmittelbereich bringen Kunststoffe so einen wichtigen Vorteil, da sie geeignet sind, um Lebensmittel einerseits vor dem Verderben und andererseits vor Keimen und anderen Verunreinigungen zu schützen.²³

Günstig, vielseitig, leicht, haltbar und inert – die Popularität des Plastiks beruht auf seinen herausragenden Eigenschaften.

Plastik lässt sich aus dem modernen Leben nicht wegdenken.

Durch die geringen Kosten und die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten eignet sich Plastik perfekt für unsere heutige, auf Gewinn ausgerichtete Wirtschaft. Die Tatsache, dass sich Plastik zusätzlich mit seinen vielfältigen Eigenschaften den unterschiedlichen Kundenbedürfnissen anpassen kann, ist ein weiteres Argument für die Dominanz der Kunststoffe.

Selbst wenn es gewollt wäre, Plastik lässt sich aus dem heutigen Leben nicht eliminieren. Es würde bedeuten auf praktisch alle Produkte, die uns umgeben, zu verzichten.

²⁰ Vgl. BUND (Hrsg.) (2019a), S.14

²¹ Vgl. Fachverband der Chemischen Industrie Österreichs (Hrsg.) (o.D.), Internet

²² Vgl. BUND (Hrsg.) (2019a), S.14

²³ Vgl. Freudenrich (o.D.), Internet

5 Plastik ist ein Kunstprodukt

Das vorangegangene Kapitel hat deutlich gemacht, warum Plastik so allgegenwärtig ist. Die vielen Vorteile liegen klar auf der Hand. Was ist nun problematisch an Plastik?

Plastik ist ein Kunstprodukt.

Zentral ist hier der Aspekt, dass Plastik ein von Menschen gemachter, durch chemische und physikalische Prozesse bearbeiteter oder von Grund auf synthetisch hergestellter Stoff ist, der in dieser Form in der Umwelt nicht existiert. Plastik zersetzt sich auch nicht in Produkte, die im natürlichen Stoffkreislauf der Erde vorkommen und dort verwertet werden. Es ist ein Kunstprodukt.²⁴

Ohne ein minimales Grundwissen worum es sich bei diesem Werkstoff letztlich handelt, kann eine Diskussion zum Thema Mikroplastik nicht stattfinden. Im Folgenden wird daher auf die wesentlichsten chemischen Aspekte von Plastik eingegangen.

5.1 Polymere: Grundbausteine des Plastiks

Was umgangssprachlich als Plastik bezeichnet wird ist chemisch ein Kunststoff. Dabei kann Kunststoff wörtlich, als künstlicher, in der Natur nicht vorkommender Stoff verstanden werden.²⁵

Die Grundlage auf der sämtliche Kunststoffe hergestellt werden, sind natürliche, organische Stoffe wie Zellulose, Kohle, Salz, Erdgas und Erdöl.²⁶ Da heute der Anteil von erdölbasierten Kunststoffen am Grössten ist, wird im Folgenden die Kunststoffherstellung aus Erdöl genauer erläutert.

Plastik wird, mit viel Energie, hauptsächlich aus Erdöl gewonnen.

Die Herstellung von Kunststoffen aus Erdöl beginnt mit der Destillierung von Erdöl. Durch die Destillation entstehen mehrere Fraktionen, welche aus unterschiedlichen Mischungen von Kohlenwasserstoffketten bestehen. Für die Kunststoffproduktion ist dabei eine bestimmte Fraktion, das Naphtha, von wesentlicher Bedeutung. Das Naphtha wird anschliessend in einem thermischen Spaltvorgang, dem sogenannten Cracking, in kleinere Kohlenwasserstoffmoleküle zerlegt. Beispiele für solche Moleküle sind Ethen oder Propylen. Diese Moleküle werden dabei auch als Monomere (altgr. monos = einzeln, meros = Teil²⁷) bezeichnet.²⁸

Polymere sind Hauptbestandteil von Kunststoffen.

Die so erhaltenen Monomere können durch drei verschiedene Prozesse, Polymerisation, Polykondensation oder Polyaddition, verknüpft werden. In diesen Prozessen entstehen Polymer-Moleküle (altgr. poly = viel, meros = Teil²⁹) in Form von langen Kohlenwasserstoffketten. Diese Polymere sind der Hauptbestandteil von Kunststoffen. Ein Beispiel dafür ist das Polymer

²⁴ Vgl. Spektrum (Hrsg.) (1998), Internet

²⁵ Vgl. Fath (2019), S. 16

²⁶ Vgl. Plastics Europe (Hrsg.) (2019b), Internet

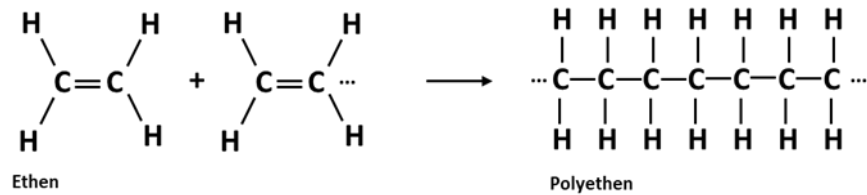
²⁷ Vgl. Chemgapedia (Hrsg.) (o.D.) (1), Internet

²⁸ Vgl. Mengis (o.D.), Internet

²⁹ Vgl. Chemgapedia (Hrsg.) (o.D.) (2), Internet

Polyethen, dass durch die Verknüpfung von vielen Ethen-Monomeren entsteht (vgl. Abb. 3).³⁰

Abbildung 3: Ethen-Monomere verknüpfen sich zu Polyethen



Quelle: In Anlehnung an Eisner et al. (2007), S. 312

Problematisch hierbei ist, dass die Monomere in den Polymeren durch sehr starke Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindungen verknüpft sind. Die Herstellung dieser Bindungen braucht viel Energie. In der Natur werden sie daher nicht hergestellt.³¹

5.2 Additive: Die Zusatzstoffe im Plastik

Um die charakteristischen Eigenschaften von Plastik zu erhalten sind zahlreiche Additive nötig.

Die allermeisten Kunststoffe bestehen nicht nur aus Polymeren. Zumindest für die kommerzielle Kunststoffproduktion gilt die Aussage: «Ohne Kunststoff-Additive keine Kunststoffe».³² Additive sind entscheidend, um Kunststoffen ihre speziellen, charakteristischen Eigenschaften zu verleihen.

In der Produktion der Kunststoffe werden verschiedenste Additive verwendet. Sie dienen dazu die Eigenschaften der Kunststoffe zu verbessern. Mögliche Funktionen dieser Additive sind: Weichmacher, Farbstoffe, UV-Stabilisatoren oder Flammschutzmittel.³³

Additive können aus den Kunststoffen austreten.

Zu den bekanntesten Kunststoffadditiven gehört die Gruppe der Phthalate. Diese werden als Weichmacher in verschiedenen Kunststoffen verwendet. Ihre Funktion als Weichmacher erfüllen die Stoffe, indem sie sich zwischen die Polymerketten legen und so dafür sorgen, dass die einzelnen Polymerketten besser aneinander vorbeigleiten können. Es gibt aber keine chemische Bindung zwischen den Weichmachern und den Kunststoffketten. Deshalb können sie auch aus der Polymermatrix austreten und in die Umwelt gelangen. Es ist entscheidend zu realisieren, dass dadurch gewaltige Mengen an Chemikalien mit dem Plastik in die Umwelt eingebracht werden.³⁴

5.3 Plastik verbleibt sehr lange im Ökosystem

Die Plastikherstellung und Erforschung fällt in den Bereich der organischen Chemie, der sogenannten Kohlenstoffchemie.³⁵ Es stellt sich also die Frage, weshalb konventioneller Kunststoff biologisch nicht abbaubar ist, obwohl

³⁰ Vgl. Eisner et al. (2007), S. 312

³¹ Vgl. Wolchover (2011), Internet

³² Maier/Schiller (2016), S.V

³³ Vgl. Fath (2019), S. 24

³⁴ Vgl. Fath (2019), S. 146-147

³⁵ Vgl. Eisner et al. (2007), S. 286

er auf natürlichen, organischen Stoffen basiert. Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff sind letztlich die essenziellen Bauteile allen Lebens.³⁶

Kunststoffe bestehen hauptsächlich aus langen Molekülketten (Polymeren) (vgl. Kap. 5.1). Damit Kunststoffe abgebaut werden können, müssen diese Molekülketten zerlegt werden.

Plastikpolymere können von Mikroorganismen nicht zerteilt werden.

Hier liegt das Problem. Die Molekülketten weisen entweder keinen Angriffspunkt für einen Abbau auf oder ihre Struktur verhindert, dass die Ketten durch Mikroorganismen zerschnitten werden. Der Grund dafür ist, dass die unter hohem Energieaufwand hergestellten Kohlenstoffbindungen zwischen den Monomeren sehr stabil sind und in der Natur typischerweise nicht vorkommen. So hat die Natur bislang auch keine Prozesse entwickelt, um solche Verbindungen zu trennen.³⁷

Genau an diesem Punkt setzen abbaubare Kunststoffe an. Hier werden Schwachstellen eingebaut, die es erlauben die langen Polymerketten leichter zu trennen. Nachteil: Dadurch sind diese Kunststoffe meistens generell nicht so widerstandsfähig wie nicht-abbaubarer Kunststoff.³⁸

Bei der Abbaubarkeit wird somit die Langlebigkeit und die Widerstandsfähigkeit der konventionellen Kunststoffe, zwei Eigenschaften die ansonsten als positiv gelten, zum Nachteil. Chemisch gesehen wäre es relativ leicht, beispielsweise Peptidbindungen, anstatt Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindungen, für die Polymere zu verwenden. Nur, der dabei entstehende abbaubare Plastik würde zu schnell zerfallen.³⁹

Es gibt heute zwar bereits als biologisch abbaubar deklarierten Kunststoff. Dabei gilt es jedoch zu beachten, dass sich dieser in der Realität häufig nur unter bestimmten Bedingungen, wie sie beispielsweise in industriellen Kompostanlagen herrschen, tatsächlich abbaut.⁴⁰

Für die überwiegende Menge des heute verwendeten Plastiks gilt somit: Kunststoffteile in der Umwelt werden zwar immer kleiner, bis sie jedoch möglicherweise einmal ganz abgebaut werden, können Jahrzehnte bis Jahrhunderte vergehen.⁴¹ Verglichen mit gewöhnlichem biologischen Material lässt sich sagen, dass Plastik, welches einmal ins natürliche Ökosystem gelangt ist, praktisch nicht mehr verschwindet.

³⁶ Vgl. Gemballa et al. (2010), S. 29

³⁷ Vgl. Wolchover (2011), Internet

³⁸ Vgl. Théato (2014), Internet

³⁹ Vgl. Wolchover (2011), Internet

⁴⁰ Vgl. BAFU (Hrsg.) (2017), Internet

⁴¹ Vgl. Arbeitsgemeinschaft Deutsche Kunststoffindustrie (Hrsg.) (o.D.), S. 83

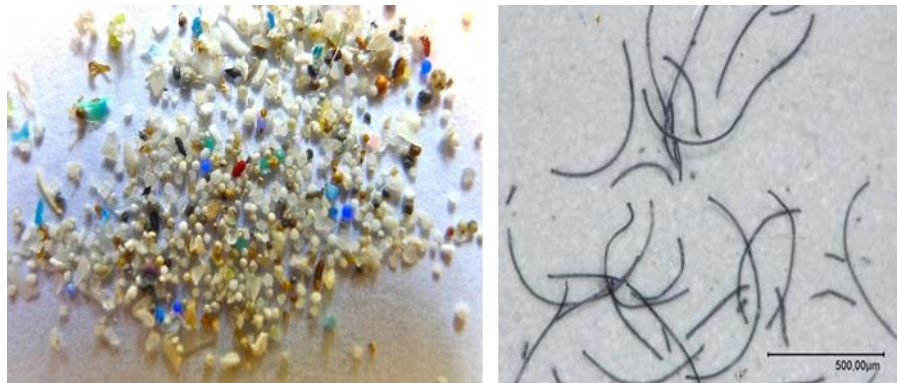
6 Was ist Mikroplastik?

In der Regel wird Mikroplastik unabhängig von Vorkommen, Form und der chemischen Zusammensetzung über die Grösse der Kunststoffpartikel definiert (vgl. Abb. 4). In der Literatur finden sich verschiedene Definitionen, jedoch werden überwiegend alle Kunststoffpartikel, die kleiner sind als 5 mm als Mikroplastik bezeichnet. Grössere Partikel werden als Makroplastik bezeichnet.⁴² Sind die Partikel kleiner als 1 μm wird von Nanoplastik gesprochen.⁴³

Abbildung 4: Beispiele für Mikroplastikpartikel (links) und Mikroplastikfasern (rechts)

Mikroplastik

- wird über die Grösse definiert.
- weist dieselben Eigenschaften wie Makroplastik auf.
- wird in primäres und sekundäres Mikroplastik kategorisiert.



Quelle: links, Lücker (2019), Internet und rechts, Lumitos AG (Hrsg.) (2017), S.1

Wichtig ist dabei, dass auch Mikroplastik alle in Kapitel 4 diskutierten Eigenschaften, wie beispielsweise Langlebigkeit, mit sich bringt und Additive enthalten kann.⁴⁴ Mögliche Probleme des Makroplastiks finden sich im Mikroplastik wieder.

Das Mikroplastik, das heute in der Umwelt vorkommt, wird je nach Entstehungsgeschichte in *primäres* oder *sekundäres* Mikroplastik eingeteilt. Primäres Mikroplastik wird vereinfacht ausgedrückt, direkt als Mikroplastik in die Umwelt eingetragen oder entsteht durch die Nutzung von Kunststoffen. Sekundäres Mikroplastik hingegen entsteht in der Umwelt aus Makroplastik (vgl. Kap. 6.1 und 6.2).⁴⁵ In Abbildung 5 sind die Prozesse, durch die Mikroplastik in die Umwelt gelangt oder durch die Mikroplastik in der Umwelt entstehen kann, schematisch dargestellt.

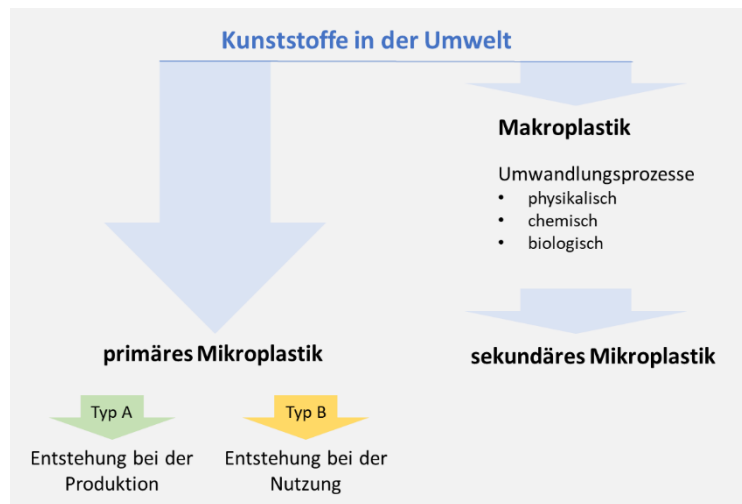
⁴² Vgl. Fath (2019), S. 17/18

⁴³ Vgl. Karlsruher Institut für Technologie (Hrsg.) (o.D.), Internet

⁴⁴ Vgl. Fath (2019), S. 145

⁴⁵ Vgl. Bertling/Bertling/Hamann (2018), S. 9

Abbildung 5: Entstehungsgeschichte von Mikroplastik in der Umwelt



Quelle: eigene Darstellung, Informationen aus Fath (2019), S.21; NABU (Hrsg.) (o.D.), Internet

6.1 Primäres Mikroplastik

Primäres Mikroplastik lässt sich je nach Art der Entstehung in zwei unterschiedliche Typen, Typ A und Typ B, einteilen.⁴⁶

Primärer Mikroplastik Typ A entsteht in der Produktion.

Mikroplastik, das zu Typ A zählt, entsteht in der Produktion. Die Partikel werden dabei als solche von der Industrie hergestellt und in verschiedensten Produkten verwendet.⁴⁷ Ein Beispiel sind die sogenannten Microbeads. Das sind Plastikpartikel im Mikrometerbereich, die in diversen Industriezweigen verwendet werden. Ein bekannter Einsatzbereich ist die Kosmetikindustrie, wo die Partikel beispielsweise in Peelings einen abrasiven Effekt haben.⁴⁸ Sie finden sich aber auch in vielen anderen Kosmetikartikeln wie Sonnencremes, Zahnpasta, Makeup oder Lidschatten.⁴⁹

Primärer Mikroplastik Typ B entsteht bei der Nutzung eines Produktes.

Primäres Mikroplastik des Typs B entsteht im Unterschied zum Typ A erst bei der Nutzung eines Produktes. Diese Partikel fallen in unserem Alltag ständig an. Gemäss einer Studie des Fraunhofer-Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik verursacht der Abrieb von Autoreifen mit rund 1'228.5 Gramm pro Kopf und Jahr ([g/(cap a)]) die grössten Emissionen innerhalb dieser Kategorie.⁵⁰ Wissenschaftler sind sich jedoch gegenwärtig noch uneinig ob Reifenabrieb überhaupt Mikroplastik ist oder ob er separat als Mikro gummi betrachtet werden soll.⁵¹ Ein weiterer Beitrag zu den Typ B Emissionen stammt von den weit verbreiteten synthetischen Kleidern. Beim Waschen dieser Kleider werden Kunststofffasern freigesetzt, die anschliessend ins Abwasser gelangen.⁵²

⁴⁶ Vgl. Bertling/Bertling/Hamann (2018), S. 9

⁴⁷ Vgl. Bertling/Bertling/Hamann (2018), S. 9

⁴⁸ Vgl. Fath (2019), S.18-20

⁴⁹ Vgl. BUND (Hrsg.) (2019b), S.3-33

⁵⁰ Vgl. Bertling/Bertling/Hamann (2018), S. 10

⁵¹ Vgl. Zogg (2019), Internet

⁵² Vgl. Bertling/Bertling/Hamann (2018), S. 9

Werden die verschiedenen Quellen für primäres Mikroplastik aufgrund der Emissionsmengen verglichen, ergibt sich die in Tabelle 1 dargestellte Rangliste. Wie bereits erwähnt ist der Reifenabrieb die häufigste Quelle, sofern er zu Mikroplastik gezählt wird. Generell lässt sich festhalten, dass primäres Mikroplastik von Typ B deutlich grössere Emissionen verursacht als solches von Typ A und somit auch häufiger in den Top 10 vertreten ist.⁵³

Tabelle 1: Top 10 Quellen für Primäres Mikroplastik

| Platz | Quelle | Emissionen in [g/(cap a)] | Typ A/B |
|-------|---|---------------------------|---------|
| 1 | Abrieb von Reifen | 1'228.5 | B |
| 2 | Emissionen bei der Abfallentsorgung | 302.8 | B |
| 3 | Abrieb von Polymeren und Bitumen in Asphalt | 228.0 | B |
| 4 | Pelletverluste | 182.0 | A |
| 5 | Verwehungen von Sport- und Spielplätzen | 131.8 | B |
| 6 | Freisetzung auf Baustellen | 117.1 | B |
| 7 | Abrieb von Schuhsohlen | 109.0 | B |
| 8 | Abrieb von Kunststoffverpackungen | 99.1 | B |
| 9 | Abrieb von Fahrbahnmarkierungen | 91.0 | B |
| 10 | Faserabrieb bei der Textilwäsche | 76.8 | B |

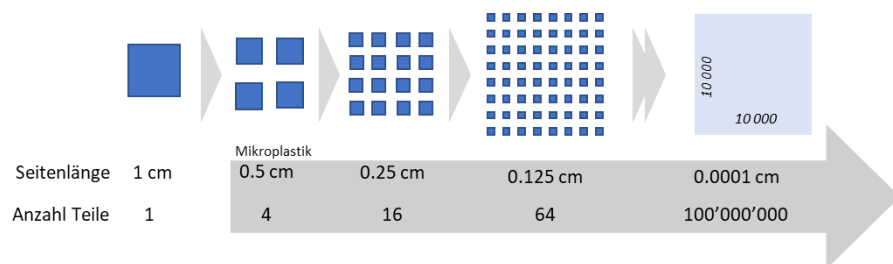
Die grösste Quelle von primärem Mikroplastik ist Reifenabrieb.

Quelle: In Anlehnung an Bertling/Bertling/Hamann (2018), S. 16

6.2 Sekundäres Mikroplastik – Von Makro- zu Mikroplastik

Sekundäres Mikroplastik entsteht durch den Zerfall von Makroplastik in der Umwelt. So können aus einem Plastikgegenstand, Milliarden sekundäre Mikroplastikpartikel entstehen (vgl. Abb. 6).

Abbildung 6: Aus einem Quadratzentimeter Plastik können Millionen Mikroplastikpartikel entstehen.



Quelle: eigene Darstellung

⁵³ Vgl. Bertling/Bertling/Hamann (2018), S. 10/11

Über 50% der achtlos weggeworfenen Abfälle sind aus Plastik.

Dass dieser Eintragsweg in der Schweiz von Bedeutung ist, zeigte der «Swiss Litter Report». Innerhalb eines Jahres wurden an verschiedenen See- und Flussuferabschnitten alle Abfallgegenstände eingesammelt, gezählt und kategorisiert. Dabei zeigte sich, dass der Plastikabfall mit 65.4% den grössten Anteil der weggeworfenen Artikel stellte.⁵⁴ Werden diese Plastikabfälle nicht eingesammelt, zersetzen sie sich alle in sekundäres Mikroplastik. Dieser Zerfall entsteht durch physikalische, chemische oder biologische Prozesse.⁵⁵

Plastik zerfällt durch physikalische, chemische und biologische Prozesse.

Auf physikalische Weise können beispielsweise bei einem Brand Plastikpartikel mit dem Rauch in die Umwelt geschleudert werden. Neben dieser thermischen Zersetzung können die Plastikgegenstände auch mechanisch zersetzt werden. Eine solche mechanische Zersetzung geschieht beispielsweise in Flussbetten mit Plastikverpackungen, denn die Steine im Flussbett sind härter als Kunststoffe. Durch die Strömungen schmirgeln die Steine über die Kunststoffe und ein Abrieb entsteht. Mit der Zeit zerfällt der Kunststoff so in immer kleinere Teile.⁵⁶

Chemisch können Kunststoffe durch Prozesse wie Oxidation (Sauerstoffeinwirkung), UV-Strahlung oder durch Hydrolyse (Reaktion mit Wasser) angegriffen werden. All diese Prozesse führen dazu, dass die Polymere verspröden und brüchig werden. Unterstützt durch mechanische Prozesse zerfallen die Kunststoffe anschliessend in kleinere Teile.⁵⁷

Neben der physikalischen und der chemischen Zersetzung können die Kunststoffe auch biologisch angegriffen werden. Es gibt Bakterien, die Kunststoffe angreifen und in kleinere Stücke zersetzen können. Dieser Prozess ist besonders interessant, da Forscher daran arbeiten, diese Bakterien für einen gezielten Kunststoffabbau zu nutzen.⁵⁸

⁵⁴ Vgl. Blarer/Kull (2018), S.32

⁵⁵ Vgl. Fath (2019), S.20

⁵⁶ Vgl. Fath (2019), S. 20/21

⁵⁷ Vgl. Fath (2019), S. 21

⁵⁸ Vgl. Fath (2019), S.21/22

7 Mikroplastik, ein Risiko?

Wenn Wissenschaftler wie Dr. Denise Mitrano von der Eawag (Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz) zu den Risiken von Mikroplastik befragt werden, erhält man eine sehr differenzierte Antwort.

Menge x Toxizität = Risiko

Die Tatsache, dass ein Stoff in die Umwelt gelangt, den es dort natürlicherweise nicht gibt, bedeutet nicht grundsätzlich, dass dadurch ein Problem entsteht. Risiko, so die Wissenschaftlerin, ergibt sich aus der Kombination von *Menge* und *Toxizität*. In der Medizin würde man sagen, die Dosis macht das Gift.⁵⁹

Beim Thema Mikroplastik bestehen bei beiden Punkten noch grosse Herausforderungen.

7.1 Menge und Vorkommen von Mikroplastik in der Umwelt

Mikroplastik lässt sich überall in der Umwelt nachweisen.

Mikroplastik lässt sich beinahe überall und in allen Umweltkompartimenten nachweisen.⁶⁰ Dabei beschränkt sich diese Belastung nicht auf bewohnte Orte, denn durch Wasser und Luft wird Mikroplastik auch an unbewohnten Orten verteilt. So kommt es, dass auch in der Tiefsee⁶¹, der Arktis⁶², den Alpen⁶³ und in abgelegenen Naturschutzgebieten⁶⁴ Mikroplastik gefunden wurde.

Konkrete und vor allem auch vergleichbare Mengenummessungen stellen heute jedoch noch eine Herausforderung dar. Mikroplastik ist grundsätzlich schwer zu messen. Genaue Messverfahren müssen erst entwickelt werden und sind heute noch sehr uneinheitlich. So experimentiert beispielsweise die Eawag mit Verfahren in denen Mikroplastikpartikel mit Metallbestandteilen versetzt werden. Diese Metallbestandteile lassen sich leichter nachweisen und messen als Mikroplastik selbst. Eine vereinfachte Messung hilft nicht nur Mengen zu bestimmen, sondern auch herauszufinden wie sich einmal eingetragenes Mikroplastik in der Umwelt verteilt.⁶⁵ Zudem werden in unterschiedlichen Studien oft noch unterschiedliche Grössenspektren von Mikroplastik erfasst und untersucht, was ein Vergleich schwierig macht.

Ein Versuch, die Konzentrationen von Mikroplastik global einzuschätzen, wurde durch die Analyse von Salzen aus verschiedenen Ländern gestartet. Die höchsten Konzentrationen wurden dabei in asiatischen Ländern nachgewiesen (vgl. Abb. 7).⁶⁶

⁵⁹ Vgl. Mitrano: Anhang, S. 61

⁶⁰ Vgl. SAPEA (Hrsg.) (2019), S. 58

⁶¹ Vgl. SAPEA (Hrsg.) (2019), S. 27

⁶² Vgl. Bergmann et al. (2019), Internet

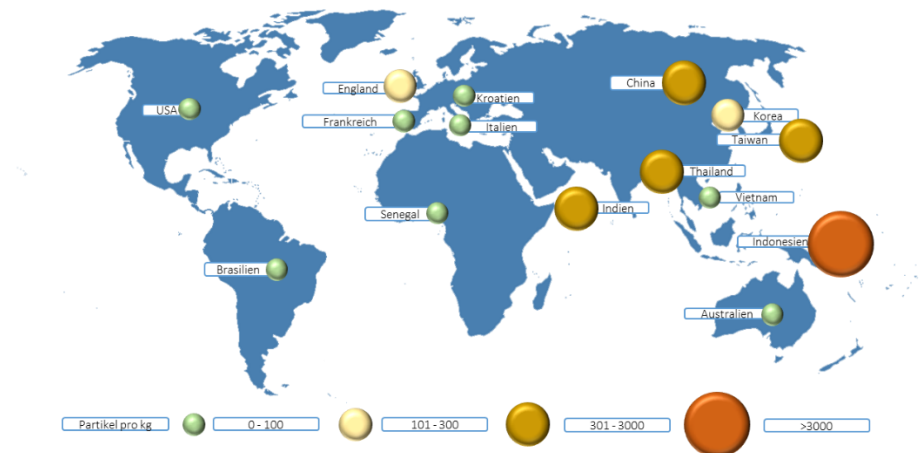
⁶³ Vgl. Bergmann et al. (2019), Internet

⁶⁴ Vgl. Scheurer/Bigalke (2018), Internet

⁶⁵ Vgl. Mitrano: Anhang, S. 62

⁶⁶ Vgl. Kim et al. (2018), Internet

Abbildung 7: Globale Mikroplastik-Verteilung. Die Analyse von Salzen zeigt deutliche Anreicherungsspitzen im asiatischen Raum.



Quelle: In Anlehnung an Kim et al. (2018), Internet

In einer anderen Untersuchung, an Flüssen, konnte jedoch gezeigt werden, dass hohe Konzentrationen nicht ausschliesslich in Asien zu finden sind. Wird die Belastung des Jangtzes (China), dem Tennessee (USA) und dem Rhein (Europa) verglichen ergibt sich sowohl für den Jangtze als auch für den Tennessee eine rund 90-mal höhere Konzentration als für den Rhein.⁶⁷

Verglichen mit der Welt scheinen die Konzentrationen in Europa und der Schweiz somit noch eher niedrig zu sein. Dies bestätigt das Beispiel des Zürichsees. Für diesen wurde eine Menge von 8000 Milliarden Mikroplastikpartikeln bestimmt. Um sich ein Bild von dieser Menge machen zu können, muss sie jedoch auch relativ mit der natürlichen Biomasse verglichen werden. Unter diesem Gesichtspunkt beträgt der Anteil des Mikroplastiks im Zürichsee nur noch etwa 0.01%.⁶⁸ Präsent ist Mikroplastik in der Schweiz aber dennoch, wenn auch in vergleichsweise geringen Mengen.

Hauptgründe für diese tiefen Konzentrationen dürften einerseits die gut ausgebaute Entsorgungsinfrastruktur und andererseits die modernen Kläranlagen sein, die einen Grossteil des Mikroplastiks aus dem Abwasser entfernen.⁶⁹

7.2 Toxizität von Mikroplastik

Die Frage der Toxizität, beziehungsweise der Gefährlichkeit von Mikroplastik, ist nochmals komplexer. Allgemein ging man lange davon aus, dass Plastik inert ist, also nicht mit der Umwelt reagiert und somit auch für Organismen und den Menschen kein Problem darstellt. Wird Mikroplastik aufgenommen, so die Annahme, wird es unverändert wieder ausgeschieden.⁷⁰

⁶⁷ Vgl. Capps (2019), Internet

⁶⁸ Vgl. Cabernard et al. (2016), S. 5

⁶⁹ Vgl. Mitrano et al. (2019), Internet

⁷⁰ Vgl. Liebmann et al. (2015), S. 25

Im Vergleich ist die Mikroplastikkonzentration in der Schweiz relativ gering.

Inzwischen ist das Bild differenzierter. Grundsätzlich lassen sich die Gefahren, die im Zusammenhang mit Mikroplastik von Seiten der Wissenschaft vermutet werden, in zwei Kategorien einteilen. Entweder werden sie von physikalischen oder von chemischen Eigenschaften des Mikroplastiks verursacht.

7.2.1 Probleme durch physikalische Eigenschaften

Probleme aufgrund von physikalischen Eigenschaften werden von Mikroplastik als physisches kleines Teilchen verursacht. Auch wenn die Definition ab einer Grösse von 5 mm als Mikroplastik spricht, sind viele der in der Umwelt vorliegenden Partikel deutlich kleiner und weisen lediglich Grössen im Mikrometerbereich auf.⁷¹

Wenn Mikroplastikpartikel an einer äusseren oder inneren Oberfläche eines Organismus hängenbleiben, kann dies physische Verletzungen, Entzündungen oder Stress beim Organismus hervorrufen. Gerade bei Kleinstlebewesen können Organe, wie der Darm, blockiert werden. Dies führt zu einer reduzierten Energieaufnahme. Studien zeigen zudem, dass die Anwesenheit von Mikroplastik bei einigen Spezies negative Effekte auf die Essensaufnahme, das Wachstum und die Reproduktion hat.⁷²

Für uns Menschen konnte nachgewiesen werden, dass grundsätzlich Mikroplastik aufgenommen und auch ausgeschieden wird.⁷³ Die Folgen für die menschliche Gesundheit sind dabei jedoch weitestgehend unklar. Auswirkungen auf das Immunsystem oder Entzündungsreaktionen können nicht ausgeschlossen werden. Diese dürften aber eher bei sehr kleinen Partikeln erwartet werden, da bei aufgenommenen Partikeln über 5 µm eine Ausscheidung über den Magen-Darm-Trakt wahrscheinlich ist.⁷⁴

7.2.2 Probleme durch chemische Eigenschaften

Nicht weniger bedenklich gestalten sich die chemischen Eigenschaften von Mikroplastik.

Zu den möglicherweise problematischsten Aspekten gehören die Additive. So bestehen Kunststoffe wie in Kapitel 5.2 beschrieben nicht nur aus Polymeren, sondern in den allermeisten Fällen zusätzlich auch aus Additiven. Da gewisse Additive, wie Weichmacher, nicht chemisch an die Polymerketten gebunden sind, besteht die Möglichkeit, dass sie die Polymermatrix mit der Zeit verlassen und in die Umwelt gelangen.⁷⁵

Problematisch ist dies, da vermutet wird, dass diese Additive unerwünschte Effekte haben können. Für einige Zusätze, wie die Phthalate DEHP, DBP und BBP, wurden beispielsweise fortpflanzungsschädigende Effekte nachgewiesen.⁷⁶

Mikroplastik kann Verletzungen, Entzündungen und Stress verursachen.

Weitestgehend unklar sind die Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit.

Bei einigen Additiven wurden fortpflanzungsschädigende Effekte nachgewiesen.

⁷¹ Vgl. Cabernard et al. (2016), S. 5

⁷² Vgl. SAPEA (Hrsg.) (2019), S. 37

⁷³ Vgl. Schwabl et al. (2018), Internet

⁷⁴ Vgl. Liebmann et al. (2015), S. 25

⁷⁵ Vgl. Fath (2019), S. 146-149

⁷⁶ Vgl. Umweltbundesamt (Hrsg.) (2007), S. 2

Im Zusammenhang mit hormonellen Wirkungen ebenfalls häufig diskutiert wird Bisphenol A (BPA). Dieses dient als Grundbaustein für Polycarbonat (ein Kunststoff) und wird auch als Additiv verwendet. BPA gilt als endokriner Disruptor und kann an Östrogenrezeptoren binden. Als solcher kann er die Fortpflanzung und die fetale Entwicklung beeinträchtigen. Bei hohen Dosen kann BPA zudem für Leber und Niere toxisch sein. Sowohl bei den Phthalaten als auch bei BPA ist jedoch noch unklar, wie gross das Potenzial für negative Effekte bei der aktuellen Umweltbelastung ist.⁷⁷

An der Mikroplastik-Oberfläche lagern sich Schadstoffe an.

Ein weiterer Aspekt ist die in Relation zum Gewicht enorme Oberfläche von Mikroplastik. Da Mikroplastik unpolar ist, lagern sich zahlreiche, ebenfalls unpolare Schadstoffe an seiner Oberfläche an.⁷⁸ Ob diese Eigenschaft positiv oder negativ ist, wird in Fachkreisen gegenwärtig noch diskutiert. Einerseits könnten die Schadstoffe mit dem Mikroplastik in Organismen gelangen und sich dort womöglich lösen, andererseits könnte Mikroplastik auch Schadstoffe aus Organismen oder Gebieten mitnehmen, indem es eine stärkere Anziehung auf die Schadstoffe ausübt als die übrige Umgebung.⁷⁹

7.2.3 Beurteilung der Toxizität

Mögliche Probleme durch Mikroplastik (vgl. Kap. 7.2.1 und 7.2.2) sind vorhanden. Die Herausforderung ist die Beurteilung der Toxizität von Mikroplastik in der *Umwelt*. Es gibt zwar verschiedene Studien, die die erwähnten Effekte belegen, viele davon arbeiten jedoch mit höheren Mikroplastikkonzentrationen als heute in der Umwelt vorliegen. Damit wird gezeigt, dass es Effekte gibt, jedoch bei Konzentrationen, die heute nur an vereinzelten Orten auftreten.⁸⁰ Deswegen ist es aufgrund dieser Studien schwierig einzuschätzen, inwiefern die gefundenen Effekte in der Natur auftreten. Letztlich handelt es sich um Laborversuche.

Unklar inwiefern Effekte bei der heutigen Umweltkonzentration von Mikroplastik auftreten.

Bernhard Wehrli, Professor an der ETH Zürich, beschreibt das Dilemma. Arbeitet man mit den Umweltkonzentrationen lassen sich keine problematischen Effekte bestimmen. Möglicherweise gäbe es über längere Zeiträume auftretende chronische Effekte, diese sind aber sehr schwer zu messen. Deshalb werden viel höhere Plastikkonzentrationen verwendet, als in der Umwelt vorliegen. So können gewisse Effekte nachgewiesen werden. Damit kann aber keine Aussage über die wirkliche Situation in der Umwelt gemacht werden.⁸¹

Dr. Mitrano erläutert diese für Forscher typische Situation ebenfalls indem Sie erklärt, dass viele die Grundsätze wissenschaftlichen Arbeitens nicht verstehen. Um einem möglichen Problem auf den Grund zu gehen muss es in sehr kleine Fragestellungen zerlegt werden oder einzelne Experimente müssen übertrieben werden, damit Effekte zu sehen und zu verstehen sind.

⁷⁷ Vgl. BAG (Hrsg.) (2019), S. 1-2

⁷⁸ Vgl. MNU (Hrsg.) (2019), Internet

⁷⁹ Vgl. Wehrli: Anhang, S. 53

⁸⁰ Vgl. SAPEA (Hrsg.) (2019), S.38

⁸¹ Vgl. Wehrli: Anhang, S. 54

Viele, gerade auch Medien, suchen sich aber aus der Vielzahl kleinerer Studien nur genau die heraus, die eine bestimmte Sichtweise unterstützen (vgl. Kap 8.2.2).⁸²

7.3 Risiko durch Mikroplastik

Risiko definiert sich aus der Kombination von Menge und Toxizität. Ein aktueller wissenschaftlicher Konsensbericht spricht von einem kritischen Grenzwert, einem Schwellenwert (engl. «no-effect level»). Bis zu diesem Wert kann davon ausgegangen werden, dass es zu keiner Schädigung für Organismen oder Menschen kommt. Dieser Schwellenwert schwankt jedoch je nach Organismus und Umweltsituation. Es gibt daher noch keinen allgemein gültigen Grenzwert.⁸³

Der Konsensbericht kommt zum Schluss, dass die ökologischen Risiken von Mikroplastik momentan noch relativ gering sind. Dies weil die Umweltkonzentrationen heute an den meisten Orten tiefer sind, als der prognostizierte kritische Grenzwert. Es gibt jedoch heute bereits Gegenden, an denen die Umweltkonzentration den vorhergesagten kritischen Grenzwert überschreitet und damit gemäss den Wissenschaftlern ein ökologisches Risiko besteht. Zudem wird festgehalten, dass wenn die Mikroplastikemissionen weiterhin so bleiben wie momentan, die ökologischen Risiken von Mikroplastik innerhalb eines Jahrhunderts weitverbreitet sein könnten.⁸⁴ Damit es nicht so weit kommt muss, wie Prof. Wehrli sagt, dafür gesorgt werden, dass sich Mikroplastik nicht anreichert.⁸⁵

Innerhalb eines Jahrhunderts könnten ökologische Risiken weitverbreitet sein.

Hier liegt eine wichtige Herausforderung zum Thema Mikroplastik. Wie in Abbildung 2 gezeigt, hat die Plastikproduktion in den letzten Jahren enorm zugenommen. Aus Plastik hergestellte Produkte nehmen immer weitere Lebensbereiche ein. Es ist kaum zu erwarten, dass es zu einer Trendwende kommt. Vor allem, da mögliche negative Auswirkungen heute noch relativ wenig im Alltag spürbar sind.⁸⁶

Abschliessend ist anzumerken, dass Wissenschaftler selbst sehr vorsichtig in ihren Aussagen sind. Bevor verschiedene, eindeutig reproduzierbare Studien vorliegen und ein klarer wissenschaftlicher Konsens besteht, werden seriöse Forscher keine eindeutige Aussage zur Toxizität oder dem Risiko von Mikroplastik machen.⁸⁷

⁸² Vgl. Mitrano: Anhang, S. 66

⁸³ Vgl. SAPEA (Hrsg.) (2019), S. 48-60

⁸⁴ Vgl. SAPEA (Hrsg.) (2019), S. 59/60

⁸⁵ Vgl. Wehrli: Anhang, S. 55

⁸⁶ Vgl. BUND (Hrsg.) (2019a), S. 15

⁸⁷ Vgl. Mitrano: Anhang, S. 66

8 Mikroplastik: Position der Bevölkerung

Mikroplastik ist eine Herausforderung: Betrachtet man die ansteigende globale Plastikproduktion und den zunehmenden Kunststoffeinsatz in diversen Produkten, was letztlich zu einer Anreicherung von Mikroplastik in der Umwelt führt, wird dies klar. Dennoch, die Wissenschaft zeichnet momentan noch ein relativ differenziertes Bild. Es wird viel geforscht, die Entwicklung wird beobachtet und auch wenn es Regionen gibt, in denen gehandelt werden sollte, sind die Wissenschaftler von einer Alarmstufe noch relativ weit entfernt. Oder wie es Prof. Wehrli formuliert: «Mikroplastik ist für den Menschen wahrscheinlich nicht das schlimmste Problem».⁸⁸

Wie sieht die Bevölkerung das Thema Mikroplastik?

Eine Suchanfrage im Internet zum Begriff «Mikroplastik» bringt tausende Ergebnisse. Bei vielen davon handelt es sich um alarmierende Schlagzeilen und Berichte, die suggerieren, es bestehe eine unmittelbare Gefahr, die zu sofortigem Handeln zwingen sollte.

Wo steht nun die Bevölkerung hinsichtlich dieser beiden doch sehr gegensätzlichen Positionen?

8.1 Mikroplastik – Fragen an die Bevölkerung

Um herauszufinden welche Meinung die Bevölkerung zum Thema Mikroplastik hat, wurde im Rahmen dieser Maturarbeit eine Umfrage durchgeführt.

Hierzu wurde ein Online-Fragebogen konzipiert, der einerseits den Schülern der Kantonsschule Büelrain und andererseits dem privaten Umfeld geschickt wurde. Die privat kontaktierten Personen wurden zudem gebeten, die Umfrage an ihr Umfeld weiter zu verteilen. Durch dieses Vorgehen wurde die Berücksichtigung aller Alterskategorien ermöglicht.

Die gestellten Fragen wurden bewusst so formuliert, dass keine Wertung enthalten ist. Mikroplastik wird weder als Problem noch als unproblematisch bezeichnet.

Bei der Auswertung der Umfrage ist zu berücksichtigen, dass die Mehrheit der TeilnehmerInnen einen eher akademischen Hintergrund hat, beziehungsweise eine höhere Bildungsanstalt (Gymnasium, Universität etc.) besucht(e). Aus zwei Gründen – Anzahl Teilnehmer und Hintergrund der Teilnehmer – kann die Umfrage nicht als repräsentativ für die Schweizer Bevölkerung angesehen werden.⁸⁹

Dennoch kann die vorliegende Stichprobe, für einen Teil der Bevölkerung, etwas über die Stimmung zum Thema Mikroplastik aussagen.

⁸⁸ Wehrli: Anhang, S. 52

⁸⁹ Es ist der Autorin bewusst, dass es sich bei dem gewählten Umfrageverfahren nur um eine Stichprobe handeln kann. Die im Rahmen dieser Maturarbeit gegebenen Möglichkeiten erlauben keine Umfrage, die als repräsentativ für die schweizerische Bevölkerung gelten kann.

8.2 Auswertung der Umfrage

Insgesamt 466 Antworten konnten ausgewertet werden.

Insgesamt resultierten 466 auswertbare Antworten aus der Umfrage. 64% der Antworten kamen von Frauen und 36% von Männern. Um ungefähr vergleichbare Alterskategorien zu erhalten, wurden die ursprünglichen Kategorien (unter 15, 15-30, 31-45, 46-60, über 60) in die Kategorien unter 30 und über 30 überführt. Nach dieser Anpassung sind die unter 30-Jährigen mit 60% und die über 30-Jährigen mit 40% vertreten.

Die Fragen selbst lassen sich im Wesentlichen in drei Hauptthemen einteilen.⁹⁰

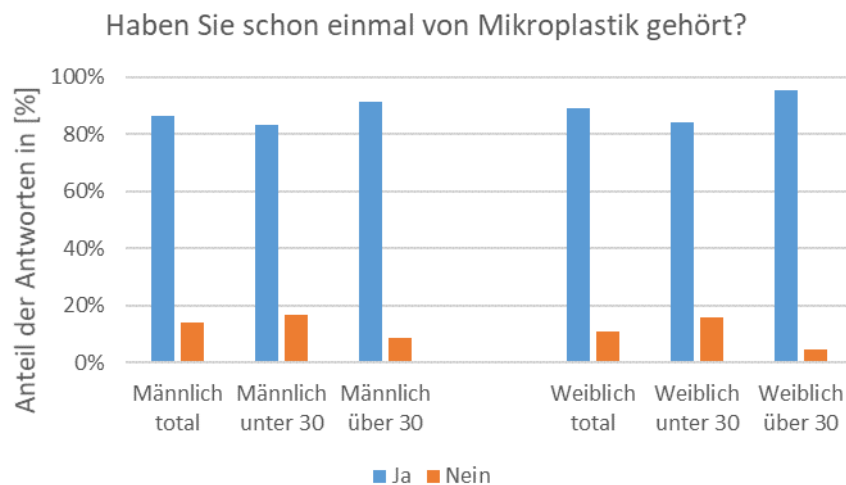
1. *Wissen:* Was weiss die Bevölkerung zum Thema Mikroplastik.
2. *Gefährdung:* Wie wird die von Mikroplastik ausgehende Gefahr beurteilt.
3. *Verantwortung:* Wer wird in der Verantwortung gesehen eine Mikroplastik-Reduktion voranzutreiben.

8.2.1 Wissen zu Mikroplastik⁹¹

Mikroplastik ist in der Bevölkerung ein Thema.

Insgesamt haben 88% der Befragten schon einmal von Mikroplastik gehört, wobei keine nennenswerten Unterschiede zwischen den Geschlechtern oder den Alterskategorien bestehen (vgl. Abb. 8).

Abbildung 8: Haben Sie schon einmal von Mikroplastik gehört?



Quelle: eigene Darstellung (vgl. Kap. 15.2.1 Frage 3: Anhang, S. 46)

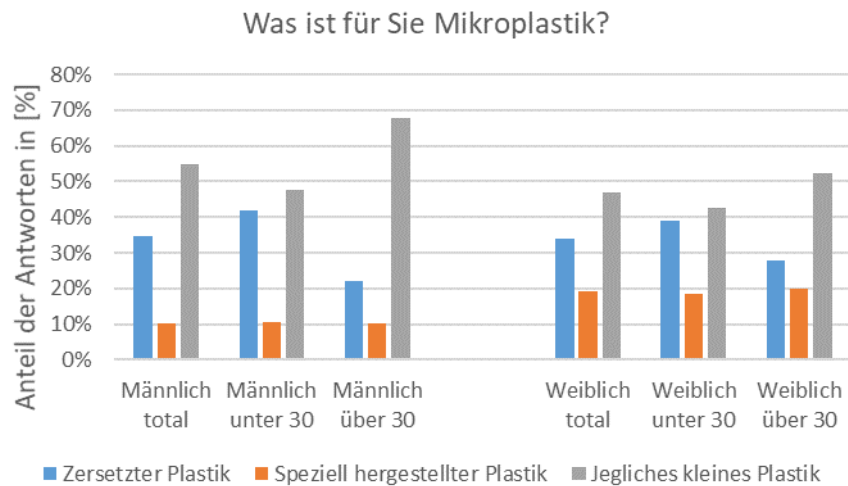
Etwa 50% der Befragten verstehen unter Mikroplastik sämtliche kleinen Plastikteilchen. Fast doppelt so viel Frauen wie Männer, 19% gegenüber 10%, assoziieren Mikroplastik mit speziell von der Industrie hergestelltem Plastik (vgl. Abb. 9). Es ist spekulativ, doch naheliegend, dass diese Wahrnehmung im Zusammenhang mit Kosmetika zu sehen ist. Mikroplastik findet sich beispielsweise in Peelings, ein Umstand, der in den letzten Jahren häufig in den Medien thematisiert wurde.⁹²

⁹⁰ Die Fragen sind im Anhang S. 44-50 aufgeführt und im Detail analysiert

⁹¹ Hier sind die Fragen 3, 4, 7 in der Übersicht analysiert, Anhang, vgl. S. 46-48

⁹² Vgl. Liebmann et al. (2015), S. 8 und 14

Abbildung 9: Was ist für Sie Mikroplastik?



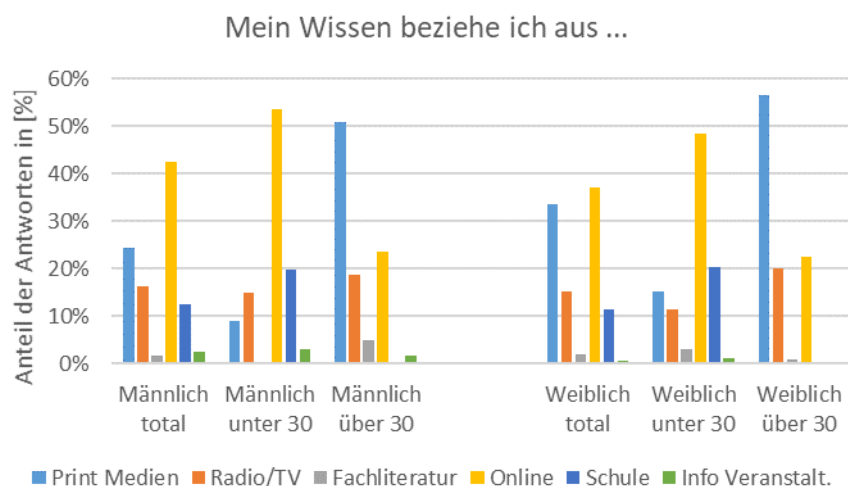
Quelle: eigene Darstellung (vgl. Kap. 15.2.2 Frage 4: Anhang, S. 47)

70% des Mikroplastik-Wissens stammt aus den Medien.

Ihr Wissen zum Thema Mikroplastik haben fast 70% der Befragten aus den Medien (Print- und Online-Medien). Hierbei zeigen sich jedoch deutliche Unterschiede zwischen den Alterskategorien.

Die unter 30-Jährigen lassen sich bei Frauen und Männern deutlich besser über Online-Medien als über Print-Medien erreichen. Über 30-Jährige wiederum präferieren Print-Medien. Bei den unter 30-Jährigen spielt zudem die Schule noch eine Rolle. Informationsveranstaltungen und Fachliteratur hingegen spielen über alle Alter- und Geschlechterkategorien kaum eine Rolle bei der Information der Bevölkerung (vgl. Abb. 10).

Abbildung 10: Wichtigste Quelle für Informationen zu Mikroplastik



Quelle: eigene Darstellung (vgl. Kap. 15.2.5 Frage 7: Anhang, S. 48)

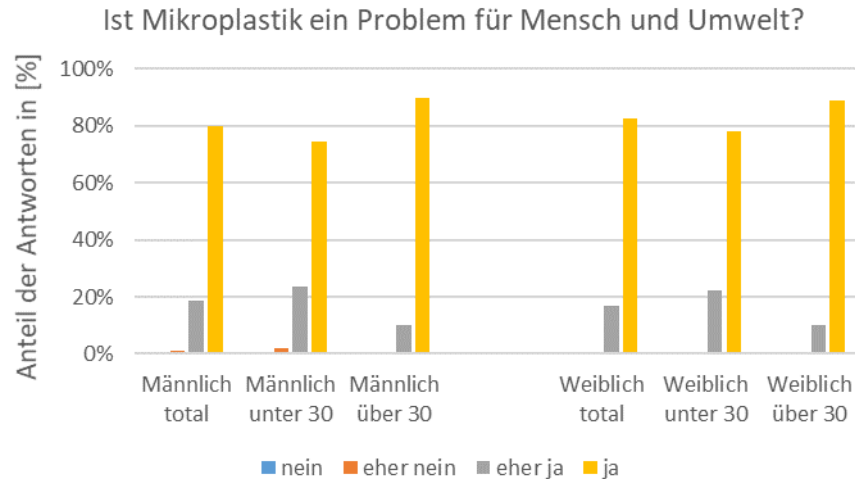
Diese Ergebnisse lassen aufhorchen. Unter der Annahme, dass zukünftige Diskussionen massgeblich von der Generation, der heute unter 30-Jährigen getrieben wird, ist die Menge, Qualität und Korrektheit der online verfügbaren Information absolut entscheidend für die Meinungsbildung.

8.2.2 Gefährdung durch Mikroplastik⁹³

99% sehen Mikroplastik als problematisch oder eher problematisch.

Über 99% (!) der Befragten sehen Mikroplastik als eher ein Problem oder ein Problem für Mensch und Umwelt (vgl. Abb. 11). Diese Deutlichkeit ist vor dem Hintergrund der aktuellen wissenschaftlichen Diskussion (vgl. Kap. 7) als absolut überraschend zu werten.

Abbildung 11: Wahrnehmung der Problematik von Mikroplastik



Quelle: eigene Darstellung (vgl. Kap. 15.2.3 Frage 5: Anhang, S. 47)

Die Mikroplastikdarstellung in den Medien ist von Risiken geprägt.

Wie in Kapitel 8.2.1 gezeigt, spielt wissenschaftliche Fachliteratur für die Information der Bevölkerung jedoch auch praktisch keine Rolle. Stattdessen wird das Wissen aus den Medien bezogen. Hier liegt der naheliegende Grund für diese enorme Zustimmung. In den Medien werden die Risiken von Mikroplastik eindeutiger dargestellt als dies in der Wissenschaft der Fall ist. So legen 93% der Medienartikel nahe, dass in Zusammenhang mit Mikroplastik Risiken vorhanden sind und schädliche Effekte sehr wahrscheinlich sind.⁹⁴ Diese Darstellung spiegelt sich in alarmierenden Schlagzeilen, wie zum Beispiel:

- «Es schneit Plastik – auch in den Schweizer Bergen»⁹⁵
- «Wir verzehren jedes Jahr Zehntausende Mikroplastik-Partikel»⁹⁶

In wissenschaftlichen Studien hingegen werden die Risiken zu 67% als unsicher und nur zu 24% als bekannt bezeichnet.⁹⁷

Mikroplastik wird von den befragten Personen auch als relativ schädlicher als Makroplastik eingeschätzt. Zwar geben im Schnitt 40% an, beide seien gleich gefährlich, dennoch halten 49% Mikroplastik und nur 10% Makroplastik für problematischer (vgl. Abb. 12).

⁹³ Hier sind die Fragen 5, 6, 8 in der Übersicht analysiert, vgl. Anhang S. 47-49

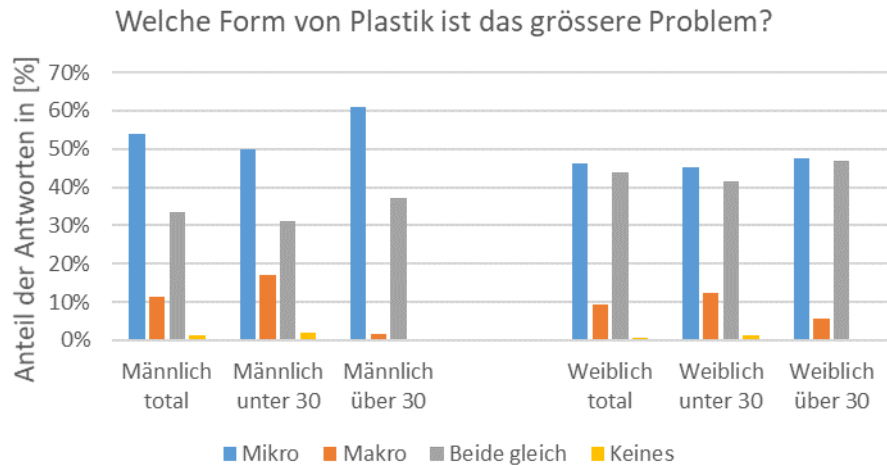
⁹⁴ Vgl. Völker/Kramm/Wagner (2019), S.1

⁹⁵ Zinkant (2019), Internet

⁹⁶ Gibbens (2019), Internet

⁹⁷ Vgl. Völker/Kramm/Wagner (2019), S.1

Abbildung 12: Wahrnehmung der relativen Problematik von Mikro- und Makroplastik



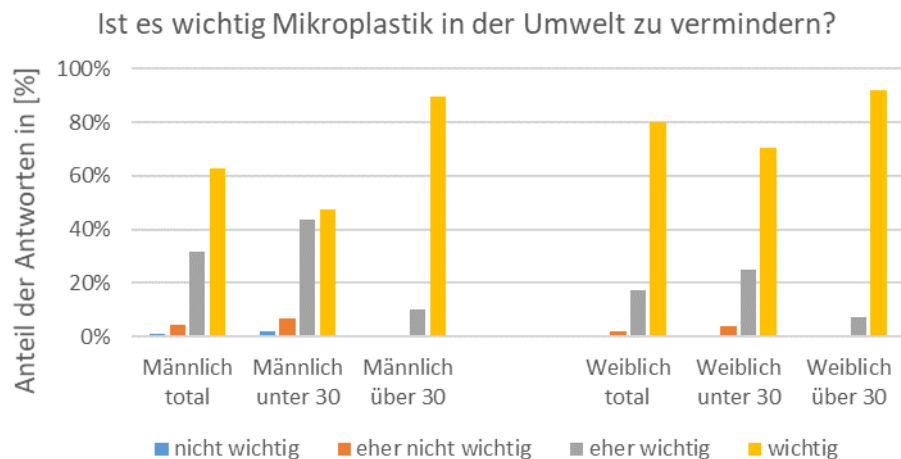
Quelle: eigene Darstellung (vgl. Kap. 15.2.4 Frage 6: Anhang, S. 48)

Es scheint den Menschen somit sehr bewusst zu sein, dass es neben der offensichtlichen und sehr sichtbaren Verschmutzung mit Makroplastik auch eine weniger sichtbare und potenziell schädliche Verschmutzung durch Mikroplastik gibt.

Fast alle sehen eine Verringerung von Mikroplastik als wichtig oder eher wichtig.

Den Eindruck, dass die befragten Personen Mikroplastik als etwas Schädliches ansehen, bestätigt sich auch darin, dass 97% der Ansicht sind, es sei wichtig oder eher wichtig, Mikroplastik in der Umwelt zu verringern (vgl. Abb. 13).

Abbildung 13: Wichtigkeit der Mikroplastik-Verminderung



Quelle: eigene Darstellung (vgl. Kap. 15.2.6 Frage 8: Anhang, S. 49)

Während diese Forderung bei den über 30-Jährigen gleichmässig über beide Geschlechter sehr hohe Zustimmung erfährt, zeigen sich bei den unter 30-Jährigen deutliche Unterschiede. Männer unter 30 antworteten deutlich häufiger «eher wichtig» als die Frauen ihrer Altersgruppe. Bei jüngeren Männern scheint das Thema somit tendenziell etwas weniger grosse Priorität zu haben.

Im Kontext der Umfrage ist es eindeutig: Man ist sich der Plastik-Problematik bewusst und Plastik, sei es Makro- oder Mikroplastik, wird als Problem verstanden.

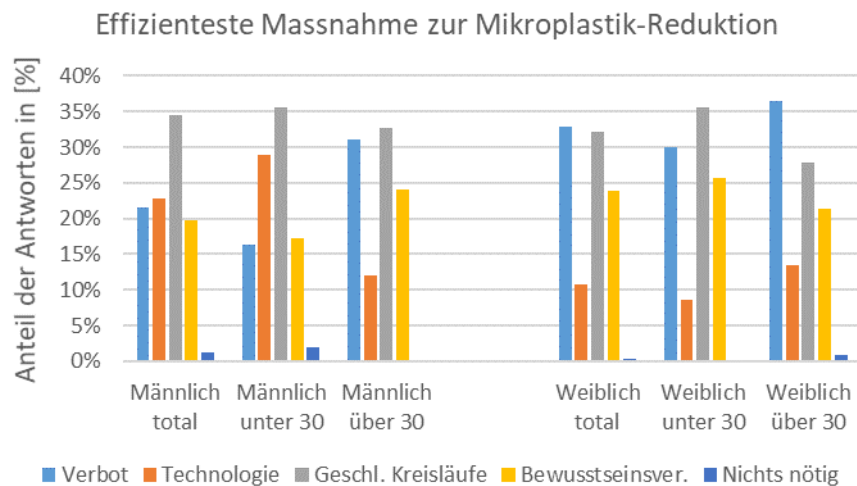
8.2.3 Wer trägt die Verantwortung?⁹⁸

Die befragten Personen sehen Mikroplastik mehrheitlich als etwas potenziell Schädliches und wollen, dass Mikroplastik in der Umwelt verringert wird. Über die sinnvollste Reduktionsstrategie gehen die Meinungen jedoch auseinander.

Über die geeignetste Strategie zur Mikroplastik-Reduktion gehen die Meinungen auseinander.

Die grösste Zustimmung erfährt ein geschlossener Plastikkreislauf mit 33%, gefolgt von einem Verbot oder einer Verminderung der Plastikherstellung (29%) und einer Bewusstseinsveränderung in der Bevölkerung (23%). Am Auffälligsten sind hierbei die Männer unter 30. Diese Gruppe möchte eine Reduktion deutlich häufiger durch technische Lösungen erreichen. Dafür ist ein Verbot oder eine Verminderung der Plastikproduktion bei dieser Gruppe eine eher unbeliebte Strategie. Dennoch, über alles gesehen werden technologische Lösungen als am wenigsten zielführend angesehen (vgl. Abb. 14).

Abbildung 14: Effizienteste Massnahme zur Mikroplastik-Reduktion



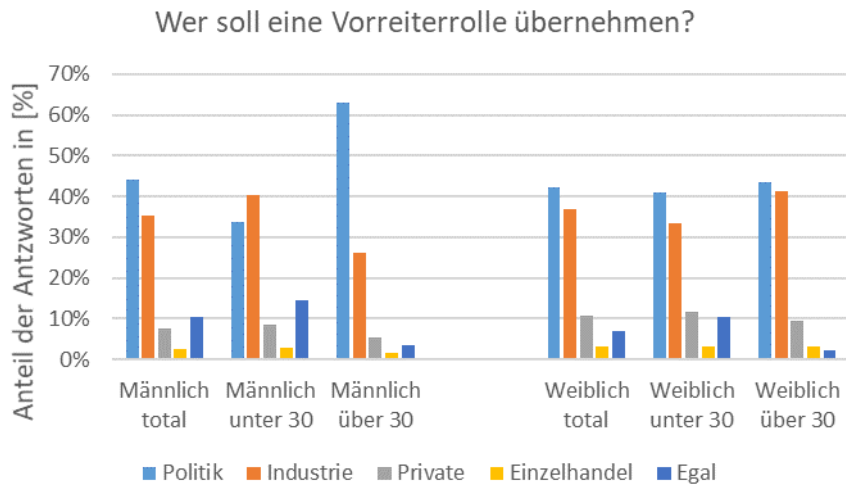
Quelle: eigene Darstellung (vgl. Kap. 15.2.7 Frage 9: Anhang, S. 49)

Als Hauptverantwortliche eine solche Reduktionsstrategie durchzuführen sehen die Befragten die Politik und die Industrie (vgl. Abb. 15).

⁹⁸ Hier sind die Fragen 9, 10, 11 in der Übersicht analysiert, vgl. Anhang, S. 49/50

Abbildung 15: Hauptverantwortung für Mikroplastik-Reduktion

Politik und Industrie werden in der Hauptverantwortung gesehen Mikroplastik zu reduzieren.

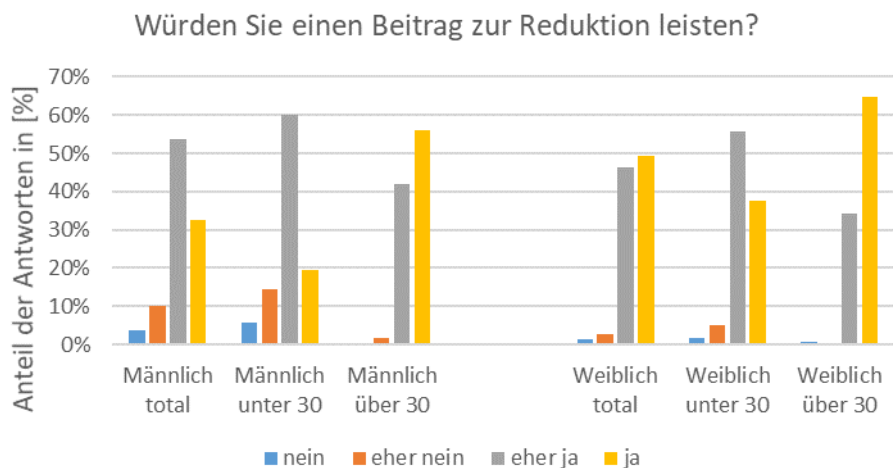


Quelle: eigene Darstellung (vgl. Kap. 15.2.8 Frage 10: Anhang, S. 50)

Obwohl 23% eine Bewusstseinsveränderung in der Bevölkerung als effizienteste Methode zur Reduktion angegeben haben (vgl. Abb. 13), sieht kaum jemand Privatpersonen als Hauptverantwortliche. Auch hier zeigt sich wieder das bereits bekannte Bild, dass die unter 30-Jährigen Männer weniger auf Politik und politische Lösungen setzen. Die über 30-Jährigen Männer hingegen sehen die Politik überdurchschnittlich häufig als Hauptverantwortlichen in der Verminderung von Mikroplastik.

Abbildung 16: Persönliche Bereitschaft zur Mikroplastik-Reduktion

92% sind grundsätzlich bereit einen persönlichen Beitrag zur Mikroplastik-Reduktion zu leisten.



Quelle: eigene Darstellung (vgl. Kap. 15.2.9 Frage 11: Anhang, S. 50)

Auch wenn kaum jemand Privatpersonen als Hauptverantwortliche zur Mikroplastik-Reduktion sieht, können sich 92% der Befragten vorstellen, selbst einen Beitrag zur Mikroplastik-Reduktion zu leisten (vgl. Abb. 16, Antworten ja und eher ja). 43% davon würden dafür auch finanzielle Aufwände auf sich nehmen (vgl. Abb. 16, Antwort ja). Es zeigt sich jedoch auch deutlich, dass die unter 30-Jährigen, insbesondere die Männer dieser Gruppe, deutlich weniger bereit sind, zusätzliche Ausgaben auf sich zu nehmen.

8.3 Gibt es einen Konsens in der Bevölkerung?

Mikroplastik ist der Bevölkerung bekannt und wird als umweltschädigend betrachtet. Eine Reduktion von Mikroplastik in der Umwelt wird grösstenteils als wichtig erachtet. Dabei ist auffallend, dass die Mehrheit der Befragten geschlossene Kreisläufe, Verbote oder Bewusstseinsveränderungen als Lösung favorisiert und nicht technische Lösungen.

Die Durchführung von konkreten Massnahmen wird jedoch weitestgehend an Politik und die Wirtschaft delegiert. Die Bevölkerung hat ein Bewusstsein entwickelt, dass Mikroplastik längerfristig ein Problem darstellt, hofft jedoch, dass Dritte, konkret Politik und Industrie, das Problem lösen.

9 Mikroplastik: Schweizer Politik wartet ab

Wie in der Umfrage gezeigt, wird von einer breiten Mehrheit neben der Industrie die Politik als Hauptverantwortliche gesehen, Massnahmen einzuleiten, damit Mikroplastik zukünftig in der Umwelt reduziert werden kann.

Es werden regelmässig neue politische Vorstösse zu Mikroplastik eingereicht.

Diese Verantwortung, im Bereich Mikroplastik aktiv werden zu müssen, wurde von der Politik grundsätzlich erkannt. Dies äussert sich darin, dass in letzter Zeit laufend neue Vorstösse zum Thema Mikroplastik eingereicht werden. Diese Vorstösse fordern dabei Korrekturen im Umgang mit Mikroplastik sowie Massnahmen gegen Mikroplastik. Die Mehrheit der Vorstösse, die bereits behandelt wurden, sind jedoch abgelehnt worden.⁹⁹

Bei den Stellungnahmen des Bundesrats zu den behandelten Vorstössen zeigen sich immer wieder dieselben Gründe, die zur Ablehnung führen:

- Ungesicherte Erkenntnisse hinsichtlich der wirklichen Problematik die aus Mikroplastik entstehen kann. Bedürfnis weitere Studien abzuwarten.¹⁰⁰
- Die Schweiz setzt traditionsgemäss vor allem auf die Eigenverantwortung der Hersteller.¹⁰¹
- Beobachten des Auslandes, insbesondere die Entwicklung der Regulationen in der Europäischen Union (EU).¹⁰²

Die Schweiz investiert in die Erforschung von Mikroplastik.

Diese eher ablehnende Haltung gegenüber neuen Vorstössen, bedeutet aber nicht, dass die Schweizer Politik nichts unternimmt. So geht die Politik beispielsweise die Problematik der unsicheren Auswirkungen an, indem sie in die Mikroplastik-Forschung investiert. Diese verstärkten Investitionen in die Erforschung von Mikroplastik nimmt auch Dr. Mitrano wahr.¹⁰³ So wird versucht mehr Sicherheit zu schaffen, bevor konkrete Handlungen veranlasst werden. Mehr Gewissheit – für viele Politiker, wie Barbara Günthard-Maier und Martin Neukom – ein entscheidender Punkt für politische Handlungen.¹⁰⁴

Massnahmen, deren Nutzen zweifelsfrei belegt ist, führt die Schweiz dann durchaus auch aus. So hat die Schweiz bereits früh entschieden, Klärschlamm als Dünger zu verbieten.¹⁰⁵ Durch diese Massnahme wird nachweislich viel Mikroplastik eliminiert, da viele ins Abwasser gelangte Textilfasern oder ähnliches im Klärschlamm hängen bleiben.¹⁰⁶

Eine weitere konkrete Massnahme, die die Schweiz ergriffen hat, betrifft die Strassenabwässer. Gemäss den Gewässerschutzvorschriften soll das Abwasser von viel befahrenen Strassen gereinigt werden. Zu diesem Zweck

⁹⁹ Vgl. Das Schweizer Parlament (Hrsg.) (o.D.), Internet

¹⁰⁰ Vgl. Schneider Schüttel (2019), Internet

¹⁰¹ Vgl. Gysi (2018), Internet

¹⁰² Vgl. Glättli (2018), Internet

¹⁰³ Vgl. Mitrano: Anhang, S. 64

¹⁰⁴ Vgl. Günthard-Maier: Anhang, S. 73/74; Neukom: Anhang, S. 74

¹⁰⁵ Vgl. Der Bundesrat (Hrsg.) (2003), Internet

¹⁰⁶ Vgl. Mitrano et al. (2019), S. 1

werden Strassenabwasser-Behandlungsanlagen (SABA) gebaut. Diese SABA filtern das Strassenabwasser bevor es in Gewässer oder Böden gelangt und reinigen es so von Verschmutzungen wie Reifenabrieb. Bislang gibt es diese Anlagen aber erst auf stark befahrenen Autobahnen und Strassen.¹⁰⁷

Diese Massnahmen sind wichtige Schritte, um Mikroplastik in der Umwelt zu vermindern. Es handelt sich dabei aber auch um Entscheidungen, die die Industrie nicht oder kaum beeinflussen. Bei Verordnungen, welche die Industrie betreffen, ist die Politik deutlich zurückhaltender und setzt stark auf die Eigenverantwortung der Hersteller. So gibt es in der Schweiz beispielsweise auch kein Verbot von Mikroplastik in Kosmetika, obwohl es dort unproblematische Alternativen gibt und bereits dreimal eine Motion mit diesem Ziel eingereicht wurde.¹⁰⁸

Gemäss Chemikalien-Risikoreduktionsverordnung sind vier häufige Additive aus der Gruppe der Phthalate verboten.

Im Zusammenhang mit Mikroplastik ebenfalls erwähnenswert ist die Chemikalien-Risikoreduktionsverordnung (ChemRRV) der Schweiz. Gemäss dieser sind die vier Phthalate (vgl. Kap. 5.2), DEHP, DIBP, BBP und DBP, nicht erlaubt.¹⁰⁹ Von diesem Verbot gibt es aber Ausnahmen, wenn es sich um einen Verwendungszweck handelt, der in den Ausnahmen der ChemRRV gelistet ist oder es eine Erlaubnis von Seiten der Europäischen Kommission oder von Schweizer Behörden gibt.¹¹⁰ Dieses Beispiel zeigt deutlich die Komplexität, die eine Auseinandersetzung mit Mikroplastik erreicht.

¹⁰⁷ Vgl. ASTRA (Hrsg.) (o.D.), Internet

¹⁰⁸ Vgl. Glättli (2018), Internet

¹⁰⁹ Vgl. BAFU (Hrsg.) (2018), Internet; Fath (2019), S. 150

¹¹⁰ Vgl. BAFU (Hrsg.) (2018), Internet

10 Position von Industrie und Wirtschaft

Viele weisen auf Industrie und Wirtschaft, um Änderungen zu veranlassen. In der Industrie wurde die Thematik rund um Mikroplastik jedoch erst teilweise erkannt. Auch zeigt die Industrie bislang je nach Branche ein sehr unterschiedliches Verhalten.

10.1 Reaktionen angefragter Firmen

Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine Reihe verschiedenster Firmen¹¹¹ nach Ihrer Einstellung, beziehungsweise Ihrer Firmenpolitik zum Thema Mikroplastik befragt.

Die im Zusammenhang mit Mikroplastik bekannteste Branche ist die Kosmetikindustrie. Obwohl diese nur für einen sehr geringen Anteil der Emissionen verantwortlich ist, ist Mikroplastik dort ein aktuelles Thema. Alle angefragten Kosmetikhersteller haben sich gemeldet und Stellung genommen. Bei weiteren Firmen sind bereits auf der Website Informationen zum Umgang mit Mikroplastik zu finden. Dabei verzichteten die untersuchten Unternehmungen entweder bereits auf Mikroplastikpartikel oder haben es sich zum Ziel gesetzt, diese spätestens bis Ende 2020 aus den Formulierungen zu streichen. Für die Kosmetikindustrie ist eine Reduktion von Mikroplastik jedoch auch vergleichsweise einfach, da dort Mikroplastik als direkter Inhaltsstoff verwendet wird und nicht durch die Nutzung entsteht. Zudem gibt es bereits relativ viele gut erprobte Alternativen.¹¹²

Neben der Kosmetikindustrie ebenfalls engagiert zeigten sich die kontaktierten Waschmaschinen-Hersteller. In dieser Branche ist eine Mikroplastik-Verminderung zwar schwieriger als bei der Kosmetikindustrie, da Mikroplastik erst bei der Nutzung der Produkte durch den Konsumenten entsteht. Dennoch machen die Hersteller sich Gedanken. Die V-Zug AG untersucht beispielsweise die Möglichkeit eines Mikroplastikfilters in Waschmaschinen. Ein solcher ist jedoch nach dem heutigen Stand in der Schweiz, weniger nachhaltig als kein Filter, da solche Filter viel Energie brauchen, um zu funktionieren und die Kläranlagen in der Schweiz so gut sind, dass dort 93-98%¹¹³ des Mikroplastiks entfernt wird. Deshalb ist ein Filter in der Schweiz für die V-Zug AG momentan kein Thema, denn es ist für sie essenziell, dass angebotene Lösungen ganzheitlich nachhaltig sind und kein «Werbe-Gag».¹¹⁴

Deutlich weniger auskunftsfreudig zeigten sich die angefragten Baufirmen. Nur eine der kontaktierten Unternehmungen antwortete und diese liess

In Kosmetika wird Mikroplastik ersetzt.

Filter in Waschmaschinen lohnen sich nach aktuellem Stand in der Schweiz energetisch nicht.

¹¹¹ Vgl. Tab. 21: Übersicht der angefragten Unternehmungen: Anhang, S. 70

¹¹² Vgl. Brändle: Anhang, S. 71; dm-Drogeriemarkt (Hrsg) (2019), Internet; Beiersdorf (Hrsg) (2018), S. c-20-21; Langenauer: Anhang, S. 71/72; Migros (Hrsg) (2019), Internet

¹¹³ Vgl. Cabernard et al. (2016), S.83; Mitrano et al. (2019), Internet

¹¹⁴ Vgl. Roth: Anhang, S. 68/69

verlauten, dass es sich bei den angefragten Informationen um interne Daten handle, die sie nicht herausgeben.¹¹⁵

Reifenhersteller melden sich nicht auf eine Anfrage zu Mikroplastik.

Gar keine Rückmeldung kam von den angefragten Reifenherstellern und Schuhproduzenten. Dies ist interessant, da es sich beim Reifenabrieb nach neusten Erkenntnissen immerhin um die grösste Quelle von primärem Mikroplastik in der Umwelt handelt (vgl. Kap. 6).

10.2 Veränderung auf Druck von aussen

Die im Austausch mit dem Firmen gemachten Erfahrungen sind einzelne Beispiele und können in keinem Fall als Position der Industrie gewertet werden. Dennoch bestätigen die wenigen Rückläufe ein Bild.

Je grösser der politische oder öffentliche Druck, desto eher handelt die Industrie.

Je geringer der finanzielle Aufwand und die wirtschaftlichen Konsequenzen und je höher der politische oder öffentliche Druck, desto eher findet eine Auseinandersetzung mit Mikroplastik statt.

Das Verbot von Mikroplastik in Kosmetika hat praktisch keinerlei ökonomische Konsequenzen. Im Gegenteil, es wird von Kosmetikfirmen sogar für einen positiven Marketing Effekt genutzt. Dafür entwerfen Kosmetikfirmen eigens Label wie «Rezeptur OHNE Mikroplastik».¹¹⁶ Dass die realistisch damit verminderte Mikroplastikmenge gering ist, geht dabei unter (vgl. Kap. 6.1).

Engagiert, aber noch ohne konkrete Handlungen, zeigen sich die Waschmaschinenhersteller. In ihrem Fall geht die Kosten-Nutzen-Rechnung für Massnahmen wie Filter, aufgrund des hohen Energieverbrauch, (noch) nicht auf.

Keine Rückmeldung von Produzenten grosser Mikroplastikverursacher wie Autoreifen, lässt sich dadurch erklären, dass jegliche Aufmerksamkeit vermieden werden soll. Änderungen, die Mikroplastik-Emissionen reduzieren würden, wären, wenn überhaupt möglich, mit massivem finanziellem Aufwand verbunden.

¹¹⁵ Vgl. Siegenthaler: Anhang, S. 72

¹¹⁶ Vgl. Rossmann (Hrsg) (2017), Internet

11 Diskussion und Synthese der Ergebnisse

Damit es zu einer Handlung, in diesem Fall zu einer Reduktion von Mikroplastik in der Umwelt kommt, muss Mikroplastik als Thema zunächst einmal wahrgenommen und als problematisch eingestuft werden.

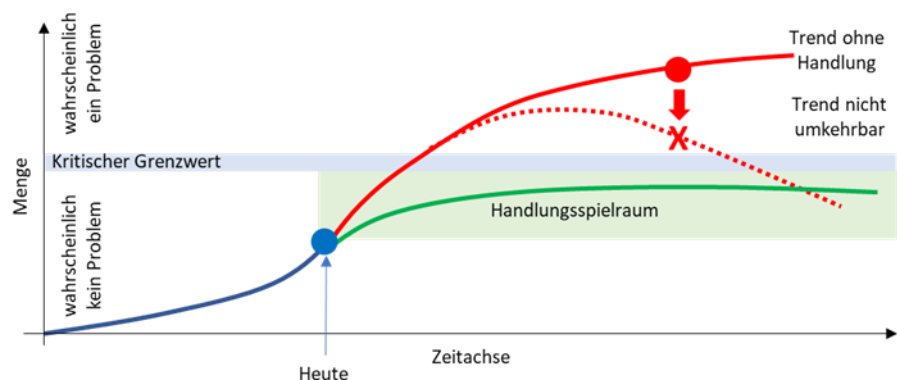
Mit den in dieser Arbeit zusammengetragenen Informationen kann gezeigt werden, dass sämtliche untersuchten gesellschaftlichen Gruppen Mikroplastik als Thema wahrnehmen und sich damit auseinandersetzen. Die Reaktionen, die diese Auseinandersetzung auslösen, unterscheiden sich jedoch beträchtlich.

Es besteht der Wunsch nach mehr gesichertem Wissen zu Mikroplastik.

Ein wichtiger gemeinsamer Nenner ist der Wunsch nach mehr Wissen zum Thema Mikroplastik. Grund hierfür ist, dass sich mit dem momentanen Wissensstand nicht sicher sagen lässt, wie gross die reale Gefährdung durch Mikroplastik in der Umwelt ist.¹¹⁷

Am wahrscheinlichsten präsentiert sich momentan aber folgende Ausgangslage (vgl. Abb. 17).

Abbildung 17: Schematische Darstellung der zukünftigen Mikroplastikentwicklung



Quelle: eigene Darstellung, Informationen aus SAPEA (Hrsg.) (2019), S. 109

Zukünftige Risiken können nicht ausgeschlossen werden. Dies macht eine Reduktion wünschenswert.

Zukünftige Risiken für Mensch und Umwelt können nicht ausgeschlossen werden. So wird im aktuellen europäischen Konsensbericht der Wissenschaftler ein kritischer Grenzwert diskutiert. Bis zu diesem Wert können ökologische Risiken als unwahrscheinlich angenommen werden. Heute befinden sich dabei die allermeisten Regionen und sicherlich auch die Schweiz noch unter diesem Grenzwert. Die Prognosen für die Entwicklung der Mikroplastikkonzentration gehen jedoch nach oben. Die Wissenschaftler halten fest, dass sich die Situation innerhalb eines Jahrhunderts ändern könnte. Dies stellt, zumindest indirekt, eine Handlungsaufforderung dar und legt nahe, dass eine Verminderung von Mikroplastik in der Umwelt erstrebenswert ist.¹¹⁸

¹¹⁷ Vgl. SAPEA (Hrsg.) (2019), S. 108

¹¹⁸ Vgl. SAPEA (Hrsg.) (2019), S. 109

Verstärkt wird dies durch die Tatsache, dass Mikroplastik, das einmal in der Umwelt ist, nicht einfach verschwindet. Es verschwindet allenfalls nach Jahrzehnten bis Jahrhunderten.¹¹⁹ Zudem lässt sich Mikroplastik, das einmal bis in die Umwelt gelangt ist nach heutigem Stand nicht entfernen. Es lässt sich nicht einfach einsammeln. Während wir heute noch Handlungsspielraum für die zukünftige Entwicklung haben, liesse sich die Situation nur noch schwer umkehren, sollten wir den Grenzwert einmal deutlich überschritten haben. Dies ist in Abbildung 17 schematisch dargestellt.

Die Bevölkerung scheint ein sehr grosses Bewusstsein für diese drohende Problematik zu haben. Sie nimmt Mikroplastik als umweltschädigend wahr und sieht eine Verminderung von Mikroplastik als nötig.¹²⁰ Ein Handeln wird erwartet, fast 100% der Befragten sehen Mikroplastik als problematisch oder eher problematisch.¹²¹ Dies stellt ein Unterschied zur Wissenschaft dar. Wissenschaftler sehen die Problematik trotz der Prognose ihres Konsensberichts (vgl. Abb. 17) momentan noch deutlich differenzierter oder denken wie Prof. Wehrli, dass es grössere Probleme gibt und Mikroplastik eher zu viel Aufmerksamkeit erhält.¹²²

Die Bevölkerung ist auch bereit, einen persönlichen Beitrag zu leisten, für die Reduktion von Mikroplastik.¹²³ Trotz dieser Bereitschaft wird die Hauptverantwortung, konkrete Handlungen durchzuführen, an Politik und Industrie abgegeben.¹²⁴ Es ist verständlich, dass viele das Gefühl haben, Politik und Industrie können mehr bewirken als Privatpersonen selbst. Dennoch sollten sich die Privatpersonen in der Schweiz bewusst sein, dass letztlich sie entscheiden, wer in der Politik das Sagen hat und dass ihre täglichen Kaufentscheidungen wesentlich zur Beeinflussung der Industrie beitragen können. Die Bevölkerung hat damit eine nicht zu unterschätzende Verantwortung in der Verminderung von Mikroplastik.

Für Politik und Industrie gibt es im Wesentlichen drei Handlungsstrategien, für die Verminderung von Mikroplastik in der Umwelt.

- (1) Reduktion der Plastikproduktion
- (2) Verhinderung einer unkontrollierten Plastikverbreitung
- (3) Rückgewinnung von bereits in die Umwelt eingetretenem Mikroplastik

Die Schweizer Politik reagiert in Bezug auf die drei genannten Punkte bislang relativ zurückhaltend. Dies heisst aber nicht, dass sie nicht handelt. Momentan konzentrieren sich diese Handlungen jedoch noch stark darauf, die wissenschaftliche Lage eindeutiger zu gestalten. Aus diesem Grund finanziert die Schweiz verschiedene Forschungsaufträge zu Mikroplastik.¹²⁵ Daneben ist die Politik bereit, einzelne, konkrete Massnahmen zu ergreifen,

Die Bevölkerung kann sich ihrer Verantwortung im Thema Mikroplastik nicht entziehen.

Reduktionen können mit verschiedenen Strategien erreicht werden.

¹¹⁹ Vgl. Arbeitsgemeinschaft Deutsche Kunststoffindustrie (Hrsg.) (o.D.), S. 83

¹²⁰ Vgl. Kap. 15.2.6: Frage 8: Anhang, S. 49

¹²¹ Vgl. Kap. 15.2.3: Frage 5: Anhang, S. 47

¹²² Vgl. Wehrli: Anhang, S. 51/52

¹²³ Vgl. Kap. 15.2.9: Frage 11: Anhang, S. 50

¹²⁴ Vgl. Kap. 15.2.8: Frage 10: Anhang, S. 50

¹²⁵ Vgl. Mitrano: Anhang, S. 64

die eine bekannte Wirkung haben (Bsp. SABA, vgl. Kap. 9) und die keine nachteiligen Auswirkungen auf die Industrie haben.¹²⁶

Die Industrie reagiert dort wo ökonomische Alternativen vorhanden sind.

Die Industrie hat ebenfalls registriert, dass Mikroplastik bei einer wachsenden Bevölkerungsgruppe ein Thema ist. Die deswegen veranlassten Handlungen unterscheiden sich je nach Branche aber stark. Viele Kosmetikfirmen ersetzen Mikroplastik in ihren Produkten durch abbaubare Stoffe. Diese Massnahme betrifft jedoch nur einen sehr kleinen Anteil der Mikroplastik-Emissionen und ist dank guter Alternativen auch ökonomisch unproblematisch.¹²⁷ Ein ganz anderes Bild zeigt sich bei Reifenherstellern. Autoreifen produzieren nach aktuellen Erkenntnissen viel Mikroplastik, die Hersteller zeigen sich aber zu keiner Stellungnahme bereit.¹²⁸ Dadurch wird klar, dass Branchen, für die es bislang keine gute und ökonomisch attraktive Lösung gibt, das Thema momentan soweit möglich vermeiden.

Unklar bleibt, ob diese bislang von Politik und Industrie ergriffenen Handlungen ausreichen, um zu verhindern, dass sich Mikroplastik in der Umwelt bis zu einem problematischen Niveau anreichert.

Es gäbe durchaus Potenzial in der Politik, die Verminderung von Mikroplastik über Regulationen, Lenkungsabgaben oder letztlich Verboten stärker voranzutreiben. Dabei wird es jedoch unvermeidlich zu einer Konfrontation mit der Industrie kommen, die solche Massnahmen, die tendenziell einen erhöhten finanziellen Aufwand mit sich bringen, vermeiden wollen.

Mit Resultaten der Wissenschaft und auf Druck der Bevölkerung werden Politik und Industrie stärker Handeln da sie keine Wähler, bzw. Konsumenten verlieren möchten.

In dieser Situation zwischen Politik und Industrie kommt der Wissenschaft und der Bevölkerung eine entscheidende Rolle zu. Je eindeutiger mögliche Gefährdungen durch Mikroplastik nachgewiesen sind und je grösser der Druck der Öffentlichkeit wird, desto stärker werden sich Politik und Industrie zu Handlungen veranlasst sehen.

Natürlich besteht die Möglichkeit, dass sich in einigen Jahren herausstellt, dass eine Verringerung von Mikroplastik nicht nötig ist. Vielleicht wird bald ein Mikroorganismus entdeckt, der Mikroplastik abbauen kann. Solche Entwicklungen können wir nicht voraussehen. Doch auch wenn dies mögliche Lösungen sein können, muss die Gesellschaft jetzt damit beginnen in die Entwicklung einer solchen zukünftigen Lösung zu investieren. Sonst laufen wir Gefahr, eine ungleich grössere ökologische, finanzielle und vielleicht auch gesundheitliche Belastung an nachfolgende Generationen abzutreten.

¹²⁶ Vgl. ASTRA (Hrsg.) (o.D.), Internet

¹²⁷ Vgl. Brändle: Anhang, S. 71; dm-Drogeriemarkt (Hrsg) (2019), Internet; Beiersdorf (Hrsg) (2018), S. c-20-21; Langenauer: Anhang, S. 71/72; Migros (Hrsg) (2019), Internet

¹²⁸ Vgl. Tab. 21: Übersicht der angefragten Unternehmungen: Anhang, S. 70

12 Schlusswort

Im Zuge dieser Maturarbeit habe ich mich intensiv mit Mikroplastik beschäftigt. Dabei sind mir persönlich drei Dinge besonders klar geworden.

Es gibt, gerade im Umweltbereich, keine einfachen, perfekten Lösungen. Der Grund dafür ist, dass es sich um ein komplexes Problem handelt, bei dem viele Faktoren berücksichtigt werden müssen. Trotz dieser Komplexität steht nicht unbegrenzt Zeit zur Verfügung in der die Vor- und Nachteile von Massnahmen gegeneinander aufgewogen werden können. Es braucht Mut Entscheidungen zu treffen, auch wenn noch nicht alle Fakten bekannt sind. Abwarten ist keine Option.

Die Herausforderung Mikroplastik fordert unseren gemeinsamen Einsatz – national und international.

Nur gemeinsam können wir wirklich etwas erreichen. Es braucht eine echte Auseinandersetzung und Diskussion aller Beteiligten. Gerade weil es keinen idealen Lösungsweg gibt. Für gezielte, sinnvolle und nachhaltige Lösungen braucht es ein Zusammenspiel von Wissenschaft, Bevölkerung, Politik und Industrie.

In unserer globalisierten Wirtschaft ist es nicht zielführend, wenn nur ein Land strengere Vorschriften erlässt. Dadurch geht ein Teil der Attraktivität für Unternehmungen und der Wettbewerbsfähigkeit verloren. Für eine gesamthafte Lösung wäre somit nicht nur nationale, sondern auch internationale Zusammenarbeit dringend nötig. Kurzfristige wirtschaftliche Überlegungen sollten durch langfristige, nachhaltige Überlegungen ersetzt werden. Zukünftige Probleme beheben zu müssen, dürfte ein Vielfaches mehr kosten, als sich heute der Herausforderung Mikroplastik zu stellen.

13 Literaturverzeichnis

Arbeitsgemeinschaft Deutsche Kunststoffindustrie (o.D., ohne Datum): Kunststoffe-Werkstoffe unserer Zeit, 18. Auflage, Frankfurt am Main, https://www.plasticseurope.org/application/files/2115/4141/0112/2018-10_Schulbuch_Kunststoffe.pdf, Abfragedatum: 26.11.2019

ASTRA, Bundesamt für Strassen (o.D.): Strassenabwasser-Behandlungsanlagen (SABA), <https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/themen/nationalstrassen/baustellen/bern-wallis/abgeschlossene-projekte/a1-a12-strassenabwasser-behandlungsanlagen--saba-/strassenabwasser-behandlungsanlagen--saba-.html>, Abfragedatum: 19.11.2019

BAFU, Bundesamt für Umwelt (2017): Biokunststoff-alles abbaubar? www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/dossiers/biokunststoff-alles-abbaubar.html, Abfragedatum: 19.11.2019

BAFU, Bundesamt für Umwelt (2018): Stoffe nach Anhang XIV der REACH-Verordnung, (9.10.18) <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/chemikalien/fachinformationen/chemikalien--bestimmungen-und-verfahren/stoffe-nach-anhang-xiv-der-reach-verordnung.html#-2135365679>, Abfragedatum: 09.10.2019

BAG, Bundesamt für Gesundheit (2019): Bisphenol A, <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/chemikalien/chemikalien-a-z/bisphenol-a.html>, Abfragedatum: 03.11.2019

Beiersdorf (2018): Nachhaltigkeitsbericht 2018, <https://www.beiersdorf.de/nachhaltigkeit/reporting/downloads>, Abfragedatum: 20.11.2019

Bergmann, Melanie et al. (2019): White and wonderful? Microplastics prevail in snow from the Alps to the Arctic, <https://advances.sciencemag.org/content/5/8/eaax1157>, Abfragedatum: 14.10.2019

Bertling, Jürgen/Bertling, Ralf/Hamann, Leandra (2018): Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik Ursachen, Mengen, Umweltschicksale, Wirkungen, Lösungsansätze, Empfehlungen, <https://www.umsicht.fraunhofer.de/content/dam/umsicht/de/dokumente/publikationen/2018/kunststoffe-id-umwelt-konsortialstudie-mikroplastik.pdf>, Abfragedatum: 08.07.2019

Blarer, Pascal/Kull, Gabriele (2018): Swiss Litter Report, <https://storage.googleapis.com/wzukusers/user-15533811/documents/5b867b8f51528JrYbloW/Swiss%20Litter%20Report%20final%20180710.pdf>, Abfragedatum: 19.09.2019

British Plastics Federation (2019): A History of Plastics, https://www.bpf.co.uk/plastipedia/plastics_history/Default.aspx, Abfragedatum: 26.10.2019

BUND, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (2019a): Plastikatlas, Daten und Fakten über eine Welt voller Kunststoffe, 2.Auflage, Juli 2019 https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/chemie/chemie_plastikatlas_2019.pdf, Abfragedatum: 13.10.2019

BUND, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (2019b): Mikroplastik und andere Kunststoffe in Kosmetika, https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/meere/meere_mikroplastik_einkaufsfuehrer.pdf, Abfragedatum: 19.09.2019

Cabernard et al. (2016): Mikroplastik in Abwasser u. Gewässern, https://awel.zh.ch/internet/audirektion/awel/de/wasser/_jcr_content/content-Par/downloadlist/downloaditems/fachartikel_mikropla.spooler.download.1469019564271.pdf/Mikroplastik+in+Abwasser+u+Gew%C3%A4ssern.pdf, Abfragedatum: 11.10.2019

Capps, Andrew (2019): Microplastics hit home: Tennessee River among the most plastic polluted in the world, <https://eu.knoxnews.com/story/news/2019/02/08/microplastics-in-water-tennessee-river/2793976002/>, Abfragedatum: 18.11.2019

Chemgapedia (1) (o.D.): Monomer, <http://www.chemgapedia.de/vsengine/glossary/de/monomer.glos.html>, Abfragedatum: 18.11.2019

Chemgapedia (2) (o.D.): Polymere und Makromoleküle, <http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/9/mac/copolymere/makro-ein.vlu/Page/vsc/de/ch/9/mac/styrol/monowerkstoff/polym.vscml.html>, Abfragedatum: 18.11.2019

Contrymeters (o.D.): Weltbevölkerungsuhr, <https://countrymeters.info/de/World>, Abfragedatum: 18.10.2019

Das Schweizer Parlament (o.D.): Curia, <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista#k=Mikroplastik#s=11>, Abfragedatum 10.10.2019

Der Bundesrat, Das Portal der Schweizer Regierung (2003): Düngen mit Klärschlamm wird verboten, <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-1673.html>, Abfragedatum: 18.11.2019

dm-Drogeriemarkt (2019): «Mikroplastik»-ein komplexer Sachverhalt, <https://www.dm.de/unternehmen/engagement/nachhaltigkeit/kunststoff-mikropartikel-c1118164.html>, Abfragedatum: 12.10.2019

Eisner, Werner et al. (2007): Elemente, Grundlagen der Chemie für Schweizer Maturitätsschulen, Zug, ISBN: 978-3-264-83645-5

Fachverband der Chemischen Industrie Österreichs (o.D.): Technische und Ökologische Vorteile von Kunststoffen, <https://kunststoffe.fcio.at/wissenswertes/technische-und-oekologische-vorteile-von-kunststoffen/>, Abfragedatum: 05.10.2019

Fath, Andreas (2019): Mikroplastik Verbreitung, Vermeidung, Verwendung, Berlin, ISBN 978-3-662-57851-3

finanzen.net GmbH (2019): Aluminiumpreis, <https://www.finanzen.net/rohstoffe/aluminiumpreis>, Abfragedatum 26.10.2019

Freudenrich, Craig (o.D.): How Plastics Work, <https://science.howstuffworks.com/plastic.htm>, Abfragedatum 18.11.2019

Gemballa, Sven et al. (2010): Biologie, Stuttgart, ISBN: 978-3-12-150010-9

Gibbens, Sarah (2019): Wir verzehren jedes Jahr Zehntausende Mikroplastik-Partikel, in: National Geographic, 24.06.2019, <https://www.nationalgeographic.de/umwelt/2019/06/wir-verzehren-jedes-jahr-zehntausende-mikroplastik-partikel>, Abfragedatum: 19.11.2019

Glättli, Balthasar (2018): 18.3327 Motion, Kein Mikroplastik zum Schutz unserer Gewässer, der Meere und unserer Gesundheit. Aller guten Dinge sind drei, <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefte?AffairId=20183327>, Abfragedatum: 08.10.2019

Gysi, Barbara (2018): 18.3132 Interpellation, Gesundheitliche Folgen von Mikroplastik, <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaeft?AffairId=20183132>, Abfragedatum: 08.10.2019

Kaminski, Ralf (2019): «Ein Wundermaterial ist nicht in Sicht», in: Migros Magazin, 21.10.2019

Karlsruher Institut für Technologie (o.D.): Informationen zu Nanomaterialien und Nano-Sicherheitsforschung, <https://www.nanopartikel.info/haeufige-fragen/2591-was-ist-nanoplastik-und-wofuer-wird-es-eingesetzt>, Abfragedatum: 19.09.2019

Keller, Fabian (2019): FindMind, Online Umfragen, <https://findmind.ch/>, Abfragedatum: 28.11.2019

Kim, Ji-Su et al. (2018): Global Pattern of Microplastics (MPs) in Commercial Food-Grade Salts: Sea Salt as an Indicator of Seawater MP Pollution, <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.8b04180>, Abfragedatum: 14.10.2019

Knellwolf, Bruno (2018): ETH-Experte relativiert: «Plastikproblem ist ein Medienhype», in Tagblatt 03.07.2018, <https://www.tagblatt.ch/leben/plastik-ist-ein-medienhype-ld.1033955>, Abfragedatum: 26.11.2019

Liebmann, Bettina et al. (2015): Mikroplastik in der Umwelt Vorkommen, Nachweis und Handlungsbedarf, <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REPO550.pdf>, Abfragedatum: 05.07.2019

Lücker, Markus (2019): WHO sieht derzeit keine Gefahr durch Mikroplastik im Trinkwasser, in: der Tagesspiegel, 22.08.2019, <https://www.tagesspiegel.de/wissen/andere-belastungen-bedeutsamer-who-sieht-derzeit-keine-gefahr-durch-mikroplastik-im-trinkwasser/24926016.html>, Abfragedatum: 26.11.2019

Lumitos AG (2017): Mikroplastik aus der Waschmaschine, <https://www.chemie.de/news/pdf/163867/163867.pdf>, Abfragedatum: 26.11.2019

Maier, Ralph-Dieter/Schiller Michael (2016): Handbuch Kunststoff Additive, 4. Auflage, München, ISBN: 978-3-446-22352-3

Mengis, Christof (o.D.): Kunststoff Lexikon, <https://www.kunststoffschweiz.ch/html/basiswissen.html>, Abfragedatum: 18.11.2019

Migros (2019): Naturkosmetik, <https://generation-m.migros.ch/de/nachhaltige-migros/hintergruende/rohstoffe-sortiment/naturkosmetik.html>, Abfragedatum: 12.10.2019

Mitrano, Denise et al. (2019): Synthesis of metal-doped nanoplastics and their utility to investigate fate and behavior in complex environmental systems, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6451641/>, Abfragedatum: 26.11.2019

MNU, Verband zur Förderung des MINT-Unterrichts (2019): Mikroplastik, <https://www.mnu-bb.de/Fachbereiche/Chemie/Umwelt/mikroplastik.shtml>, Abfragedatum: 18.11.2019

NABU, Naturschutzbund Deutschland (o.D.): Polymere in der Umwelt https://www.nabu.de/imperia/md/nabu/images/sonstiges/grafik/181116_nabu-mikroplastik-grafik-02_polymere_fullsize.jpeg, Abfragedatum, 19.09.2019

Plasticker (o.D.): Echtzeit-Preisspiegel mit Preis- und Mengenstatistik, <https://plasticker.de/preise/pms.php?show=ok&make=ok&aog=A&kat=Regrenulat>, Abfragedatum: 26.10.2019

Plastics Europe (2013): Plastics – the Facts 2013, An Analysis of European latest plastics production, demand and waste data, https://www.plasticseurope.org/application/files/7815/1689/9295/2013plastics_the_facts_PubOct2013.pdf, Abfragedatum: 08.07.2019

Plastics Europe (2019a): Kunststoff-eine mehr als 100-jährige Geschichte der Innovation, <https://www.plasticseurope.org/de/about-plastics/what-are-plastics/history>, Abfragedatum: 26.10.2019

Plastics Europe (2019b): Wie Kunststoffe hergestellt werden, <https://www.plasticseurope.org/de/about-plastics/what-are-plastics/how-plastics-are-made>, Abfragedatum: 18.11.2019

Plastics Europe (2019c): Plastics – the Facts 2019 An analysis of European plastics production, demand and waste data, https://www.plasticseurope.org/application/files/1115/7236/4388/FINAL_web_version_Plastics_the_facts2019_14102019.pdf, Abfragedatum: 27.11.2019

Rossmann (2017): Rossmann lobt eigenes Siegel «Rezeptur OHNE Mikroplastik» aus, <https://www.rossmann.de/unternehmen/verantwortung/mikroplastik.html#>, Abfragedatum: 20.11.2019

SAPEA, Science Advice for Policy by European Academies (2019): A scientific perspective on microplastics in nature and society, ISBN 978-3-9820301-0-4, <https://www.sapea.info/wp-content/uploads/report.pdf>, Abfragedatum: 08.08.2019

Scheurer, Moritz/ Bigalke, Michael (2018): Microplastics in Swiss floodplain soils, https://boris.unibe.ch/112340/2/ScheurerBigalkeMPR1_WCM.pdf, Abfragedatum: 07.10.2019

Schneider Schüttel, Ursula (2019): Postulat 19.3559 Reifenabrieb als grösste Quelle von Mikroplastik. Massnahmen zur Verminderung, <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaef?AffairId=20193559>, Abfragedatum: 08.10.2019

Schwabl, Philipp et al. (2018): Assessment of microplastic concentrations in human stool – Preliminary results of a prospective study, <https://www.meduni-wien.ac.at/web/ueber-uns/news/detailseite/2018/news-im-oktober-2018/erstmal-mikroplastik-im-menschen-nachgewiesen/>, Abfragedatum: 19.11.2019

Spektrum (1998): Kunststoffe, <https://www.spektrum.de/lexikon/chemie/kunststoffe/5152>, Abfragedatum: 18.11.2019

swiss-composit (o.D.): Faserverbundwerkstoffe Einführung, <https://www.swiss-composite.ch/pdf/i-FVW-Einfuehrung.pdf>, Abfragedatum: 19.11.2019

Théato, Patrick (2014): Warum verrottet Plastik nicht?, in: Hamburger Abendblatt, 21.05.2014, <https://www.abendblatt.de/ratgeber/wissen/article128240723/Warum-verrottet-Plastik-nicht.html>, Abfragedatum: 09.11.2019

Umweltbundesamt (2007): PHTHALATE Die nützlichen Weichmacher mit den unerwünschten Eigenschaften, Dessau-Rosslau <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3540.pdf>, Abfragedatum 08.10.2019

Völker, Carolin/Kramm, Johanna/ Wagner, Martin (2019): On the Creation of Risk: Framing of Microplastics Risks in Science and Media, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/gch2.201900010>, Abfragedatum: 19.11.2019

WDR Fernsehen (o.D.): Leo Hendrik Baekeland und das Bakelit, https://www.planet-schule.de/fileadmin/dam_media/wdr/meilensteine_natur_technik/bakelit/m0_bakelit-sekl_infoblatt_2.0.pdf, Abfragedatum: 18.11.2019

Wolchover, Natalie (2011): Why doesn't plastic biodegrade?, in: Livescience, 02.03.2011, <https://www.livescience.com/33085-petroleum-derived-plastic-non-biodegradable.html>, Abfragedatum: 09.11.2019

Zinkant, Kathrin (2019): Es schneit Plastik-auch in den Schweizer Bergen, in: Tagesanzeiger, 16.08.2019, <https://www.tagesanzeiger.ch/wissen/natur/es-schneit-plastik-auch-in-den-schweizer-bergen/story/28386960>, Abfragedatum: 18.11.2019

Zogg, Cornelia (2019): Gummi in der Umwelt, <https://www.empa.ch/de/web/s604/mikrogummi>, Abfragedatum: 26.11.2019

14 Verzeichnisse



14.1 Titelbild

(1) **Záboji, Niklas (2018)**: Der Streit um Mikroplastik spitzt sich zu, in: Frankfurter Allgemeine, 22.06.2018, <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/der-streit-um-mikroplastik-spitzt-sich-zu-15654405.html>, Abfragedatum: 10.11.2019

(2) **CBC News (2018)**: 'It is very troubling': microplastics, other pollutants to be focus of studies funded by Ottawa, in: CBC News, 20.02.2018, <https://www.cbc.ca/news/canada/british-columbia/microplastics-pollution-research-1.4542646>, Abfragedatum: 10.11.2019

(3) **Vailler, Kiara (2016)**: New Insights into the Ocean's Garbage Problem, in: Deep Trekker, 10.08.2016, <https://www.deeptrekker.com/news/ocean-garbage-problem>, Abfragedatum: 10.11.2019

(4) **Perchard, Edward (2016)**: EAC launches microplastic inquiry, in: resource, 18.03.2016, <https://resource.co/article/eac-launches-microplastic-inquiry-10957>, Abfragedatum: 10.11.2019

(5) **Machado, Abel (o.D.)**: Polyacryl-Fasern, in: n-tv.de, 05.04.2018, <https://www.n-tv.de/wissen/Auch-Biomuell-ist-mit-Plastik-verseucht-article20369398.html?mobile=false>, Abfragedatum: 10.11.2019

(6) **Carey, Rich (o.D.)**: Più di 33 mila bottigliette di plastica finiscono nel Mediterraneo ogni minuto, in: WWF Italia, https://www.wwf.it/petizione_plastica.cfm, Abfragedatum: 10.11.2019

14.2 Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: Eine Auswahl wichtiger Errungenschaften in der Geschichte des Plastiks..... | 5 |
| Abbildung 2: Entwicklung der weltweiten Plastikproduktion seit 1950..... | 7 |
| Abbildung 3: Ethen-Monomere verknüpfen sich zu Polyethen | 10 |
| Abbildung 4: Beispiele für Mikroplastikpartikel und Mikroplastikfasern | 12 |
| Abbildung 5: Entstehungsgeschichte von Mikroplastik in der Umwelt | 13 |
| Abbildung 6: Aus einem Quadratzentimeter Plastik können Millionen Mikroplastikpartikel entstehen | 14 |
| Abbildung 7: Globale Mikroplastik-Verteilung. | 17 |
| Abbildung 8: Haben Sie schon einmal von Mikroplastik gehört?..... | 22 |
| Abbildung 9: Was ist für Sie Mikroplastik?..... | 23 |
| Abbildung 10: Wichtigste Quelle für Informationen zu Mikroplastik | 23 |
| Abbildung 11: Wahrnehmung der Problematik von Mikroplastik | 24 |
| Abbildung 12: Wahrnehmung der relativen Problematik von Mikro- und Makroplastik..... | 25 |
| Abbildung 13: Wichtigkeit der Mikroplastik-Verminderung | 25 |
| Abbildung 14: Effizienteste Massnahme zur Mikroplastik-Reduktion | 26 |
| Abbildung 15: Hauptverantwortung für Mikroplastik-Reduktion | 27 |
| Abbildung 16: Persönliche Bereitschaft zur Mikroplastik-Reduktion | 27 |
| Abbildung 17: Schematische Darstellung der zukünftigen Mikroplastikentwicklung..... | 33 |

14.3 Tabellenverzeichnis

| | | |
|--------------------|---|----|
| Tabelle 1: | Top 10 Quellen für Primäres Mikroplastik..... | 14 |
| Tabelle 2: | Fragenkatalog der durchgeführten Umfrage..... | 44 |
| Tabelle 3: | Resultate der Frage 3 als Prozent der gegebenen Antworten ... | 46 |
| Tabelle 4: | Resultate der Frage 3 als Abweichungsdarstellung..... | 46 |
| Tabelle 5: | Resultate der Frage 4 als Prozent der gegebenen Antworten. . | 47 |
| Tabelle 6: | Resultate der Frage 4 als Abweichungsdarstellung..... | 47 |
| Tabelle 7: | Resultate der Frage 5 als Prozent der gegebenen Antworten .. | 47 |
| Tabelle 8: | Resultate der Frage 5 als Abweichungsdarstellung..... | 47 |
| Tabelle 9: | Resultate der Frage 6 als Prozent der gegebenen Antworten ... | 48 |
| Tabelle 10: | Resultate der Frage 6 als Abweichungsdarstellung..... | 48 |
| Tabelle 11: | Resultate der Frage 7 als Prozent der gegebenen Antworten ... | 48 |
| Tabelle 12: | Resultate der Frage 7 als Abweichungsdarstellung..... | 48 |
| Tabelle 13: | Resultate der Frage 8 als Prozent der gegebenen Antworten .. | 49 |
| Tabelle 14: | Resultate der Frage 8 als Abweichungsdarstellung..... | 49 |
| Tabelle 15: | Resultate der Frage 9 als Prozent der gegebenen Antworten ... | 49 |
| Tabelle 16: | Resultate der Frage 9 als Abweichungsdarstellung..... | 49 |
| Tabelle 17: | Resultate der Frage 10 als Prozent der gegebenen Antworten | 50 |
| Tabelle 18: | Resultate der Frage 10 als Abweichungsdarstellung..... | 50 |
| Tabelle 19: | Resultate der Frage 11 als Prozent der gegebenen Antworten | 50 |
| Tabelle 20: | Resultate der Frage 11 als Abweichungsdarstellung..... | 50 |
| Tabelle 21: | Übersicht der angefragten Unternehmen | 70 |

14.4 Verzeichnis der Interviewpartner

Wehrli, Bernhard, Prof. Dr., ETH Zürich, Professor für Aquatische Chemie, 23.08.2019, ETH Zürich

Mitrano, Denise, Dr., Eawag Abteilung Verfahrenstechnik, Wissenschaftliche Mitarbeiterin, 16.09.2019, Zürich Dübendorf

Roth, Christian, Dr., V-Zug AG, Leiter Technologieentwicklung, 29.10.2019, Zug/Winterthur (Telefongespräch)

15 Anhang

15.1 Umfrage

Für diese Arbeit wurde eine Umfrage entwickelt (vgl. Tab. 2) und mittels des Softwareprogramms FindMind¹²⁹ in Form eines Online-Fragebogens durchgeführt. Die Fragen wurden einerseits an die Schülerinnen und Schüler der Kantonschule Büelrain versendet und andererseits über das private Netzwerk verteilt, mit dem Ziel, ein möglichst weites Altersspektrum abzubilden. Letztlich ergab sich ein Rücklauf von 466 auswertbaren Fragebögen.

Die Ergebnisse müssen als Stichprobe verstanden werden. Auch wenn eine gute Alters- und auch Geschlechterdurchmischung vorliegt, so ist der Ausbildungshintergrund fast durchwegs als «höhere Ausbildung» zu beschreiben. Es ist zu erwarten, dass eine für die Schweiz repräsentative Umfrage abweichende Resultate zeigen würde.

Table 2: Fragenkatalog der durchgeführten Umfrage

| Frage # | Frage | Antwort Auswahl |
|---------|--|--|
| 1, 2 | Allgemeine Fragen | <ul style="list-style-type: none"> • Geschlecht • Alter in Gruppen <ul style="list-style-type: none"> ○ Unter 15 ○ 15 bis 30 ○ 31 bis 45 ○ 46 bis 60 ○ Über 60 |
| 3 | Haben Sie schon einmal von Mikroplastik gehört? | <ul style="list-style-type: none"> • Nein • Ja |
| 4 | Was ist für Sie Mikroplastik? | <ul style="list-style-type: none"> • Kleine Kunststoffpartikel, die durch Zersetzung oder Zerreibung von grösseren Plastikteilen entstehen • Speziell von der Industrie hergestellte kleine Kunststoffpartikel, wie zum Beispiel Zusatzstoffe in Kosmetika oder Farbpigmente • Alle kleinen Kunststoffpartikel egal woher sie stammen |
| 5 | Denken Sie Mikroplastik kann ein Problem für die Umwelt und/oder den Menschen darstellen? | <ul style="list-style-type: none"> • Nein • Eher nein • Eher ja • Ja |
| 6 | Denken Sie Makroplastik (z.B. Verpackungsmaterial) oder Mikroplastik (Partikel kleiner als 5 mm) ist das möglicherweise grössere Problem für die Umwelt? | <ul style="list-style-type: none"> • Mikroplastik • Makroplastik • Beide etwa gleich • Keines der beiden erachte ich als problematisch |
| 7 | Meine Kenntnisse zum Thema Mikroplastik habe ich vor allem aus ... | <ul style="list-style-type: none"> • Tagespresse/Print-Medien • Radio, TV • Fachliteratur |

¹²⁹ Vgl. Keller (2019), Internet

| Frage # | Frage | Antwort Auswahl |
|---------|---|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Internet/Online-Medien • Schule • Informationsveranstaltungen |
| 8 | Für wie wichtig halten Sie es Mikroplastik in der Umwelt zu verringern? | <ul style="list-style-type: none"> • Nicht wichtig • Eher nicht wichtig • Eher wichtig • Wichtig |
| 9 | Was denken Sie ist die effizienteste Massnahme, um Mikroplastik in unserer Umwelt zu vermindern? | <ul style="list-style-type: none"> • Verminderung oder Verbot von Plastikherstellung • Technische Lösungen/ Technischer Fortschritt • Geschlossener Plastikkreislauf (d.h. sämtlicher Plastik wird eingesammelt und wo immer möglich wiederverwertet) • Bewusstseinsveränderung in der Bevölkerung (z.B. weniger Littering etc.) • Es ist nicht nötig Massnahmen zu ergreifen, da Mikroplastik kein Umweltproblem darstellt. |
| 10 | Wer denken Sie sollte eine Vorreiterrolle bei der Verminderung von Mikroplastik in der Umwelt übernehmen? | <ul style="list-style-type: none"> • Gesetzgeber/Politik • Industrie (Herstellung) • Privatpersonen • Vertrieb, Einzelhandel • Spielt keine Rolle |
| 11 | Können Sie sich vorstellen einen aktiven Beitrag zur Reduktion von Mikroplastik zu leisten? | <ul style="list-style-type: none"> • Nein, ich möchte mich nicht einschränken. • Eher nein, da ich denke es bedeutet, dass ich mich in meinem Verhalten ändern muss. • Eher ja, auch wenn es bedeutet, dass ich mich in meinem Verhalten ändern muss. • Ja, ich bin bereit mein Verhalten zu ändern auch wenn es finanzielle Aufwände mit sich bringt. |

15.2 Auswertung der Umfrage

Die Umfragesoftware erlaubt einen einfachen Übertrag aller erfassten Rohdaten in ein Excel-Arbeitsblatt. Hier werden die Daten ausgewertet und die entsprechenden Grafiken erstellt.

Für jede Frage wird jeweils ein eigenes Datenblatt erstellt und nach einer einheitlichen Routine ausgewertet, die nachfolgend kurz zusammengefasst wird.

1. In einem pro Frage erstellten Datenblatt werden die Daten mithilfe einer Pivot Tabelle jeweils in eine Alterskategorie und in das Geschlecht aufgeteilt.
2. Pro Alterskategorie und Geschlecht wird der prozentuale Anteil der gegebenen Antworten, je Frage, in Relation zur gesamten Anzahl der retournierten Antworten der jeweiligen Frage bestimmt.

3. Die Ergebnisse werden tabellarisch anschaulich dargestellt. Als Besonderheit, für eine schnellere Identifikation von Unterschieden, wird zusätzlich eine Abweichungsdarstellung eingeführt. Farblich klar gekennzeichnet sind solche Resultate die deutlich über oder unter dem jeweiligen Mittelwert einer Kategorie liegen.

Wie oben erwähnt werden die im Folgenden zusammenfassend dargestellten Ergebnisse als Stichprobe für eine Bevölkerungsgruppe mit höherem Bildungshintergrund angesehen. Für eine detailliertere Betrachtung wird auch auf das Kapitel 8 des Textes verwiesen.

15.2.1 Frage 3

Haben Sie schon einmal von Mikroplastik gehört?

Tabelle 3: Resultate der Frage 3 als Prozent der gegebenen Antworten pro Alterskategorie und Geschlecht. Eine Zeile addiert sich zu 100%. Norm. Mittel entspricht dem normalisierten Mittelwert über die Geschlechter und das Alter, um die unterschiedliche Stichprobengröße auszugleichen.

| Frage 3 | Ja | Nein |
|---------------------|-----|------|
| Männlich total | 86% | 14% |
| Männlich unter 30 | 83% | 17% |
| Männlich über 30 | 92% | 8% |
| Weiblich total | 89% | 11% |
| Weiblich unter 30 | 84% | 16% |
| Weiblich über 30 | 95% | 5% |
| <i>norm. Mittel</i> | | |
| Gesamt | 88% | 12% |
| Männlich | 87% | 13% |
| Weiblich | 90% | 10% |

Tabelle 4: Resultate der Frage 3 als Abweichungsdarstellung. Hierbei wird die Differenz der ermittelten Werte vom normalisierten Mittelwert bestimmt (Delta = Wert minus normalisierter Mittelwert). Die Ergebnisse sind gerundet dargestellt, jedoch mit Dezimalstellen berechnet. Grüntöne: Werte liegen über dem Mittel; Rottöne: Werte liegen unter dem Mittel

| Frage 3 | Ja | Nein |
|-------------------|-----|------|
| Männlich total | 0% | 0% |
| Männlich unter 30 | -4% | 4% |
| Männlich über 30 | 4% | -4% |
| Weiblich total | 2% | -2% |
| Weiblich unter 30 | -3% | 3% |
| Weiblich über 30 | 8% | -8% |

15.2.2 Frage 4

Was ist für Sie Mikroplastik?

Tabelle 5: Resultate der Frage 4. Erklärungen zur Darstellung, vgl. Tab. 3

| Frage 4 | Zersetzter Plastik | Speziell hergestellter Plastik | Jegliches kleines Plastik |
|---------------------|--------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Männlich total | 35% | 10% | 55% |
| Männlich unter 30 | 42% | 10% | 48% |
| Männlich über 30 | 22% | 10% | 68% |
| Weiblich total | 34% | 19% | 47% |
| Weiblich unter 30 | 39% | 19% | 43% |
| Weiblich über 30 | 28% | 20% | 52% |
| <i>norm. Mittel</i> | | | |
| Gesamt | 34% | 15% | 51% |
| Männlich | 32% | 10% | 58% |
| Weiblich | 33% | 19% | 47% |

Tabelle 6: Resultate der Frage 4 als Abweichungsdarstellung. Erklärungen zur Darstellung, vgl. Tab. 4

| Frage 4 | Zersetzter Plastik | Speziell hergestellter Plastik | Jegliches kleines Plastik |
|-------------------|--------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Männlich total | -2% | -4% | 7% |
| Männlich unter 30 | 7% | -4% | -3% |
| Männlich über 30 | -12% | -5% | 17% |
| Weiblich total | -1% | 4% | -3% |
| Weiblich unter 30 | 4% | 4% | -8% |
| Weiblich über 30 | -7% | 5% | 2% |

15.2.3 Frage 5

Denken Sie Mikroplastik kann ein Problem für die Umwelt und/oder den Menschen darstellen?

Tabelle 7: Resultate der Frage 5. Erklärungen zur Darstellung, vgl. Tab. 3

| Frage 5 | nein | eher nein | eher ja | ja |
|---------------------|------|-----------|---------|-----|
| Männlich total | 0% | 1% | 19% | 80% |
| Männlich unter 30 | 0% | 2% | 24% | 75% |
| Männlich über 30 | 0% | 0% | 10% | 90% |
| Weiblich total | 0% | 0% | 17% | 83% |
| Weiblich unter 30 | 0% | 0% | 22% | 78% |
| Weiblich über 30 | 0% | 1% | 10% | 89% |
| <i>norm. Mittel</i> | | | | |
| Gesamt | 0% | 1% | 18% | 81% |
| Männlich | 0% | 1% | 17% | 82% |
| Weiblich | 0% | 0% | 16% | 83% |

Tabelle 8: Resultate der Frage 5 als Abweichungsdarstellung. Erklärungen zur Darstellung, vgl. Tab. 4

| Frage 5 | nein | eher nein | eher ja | ja |
|-------------------|------|-----------|---------|-----|
| Männlich total | 0% | 0% | 1% | -1% |
| Männlich unter 30 | 0% | 1% | 6% | -7% |
| Männlich über 30 | 0% | -1% | -8% | 9% |
| Weiblich total | 0% | 0% | -1% | 1% |
| Weiblich unter 30 | 0% | -1% | 4% | -3% |
| Weiblich über 30 | 0% | 0% | -8% | 8% |

15.2.4 Frage 6

Denken Sie Makroplastik (z.B. Verpackungsmaterial) oder Mikroplastik (Partikel kleiner als 5 mm) ist das möglicherweise grössere Problem für die Umwelt?

Tabelle 9: Resultate der Frage 6. Erklärungen zur Darstellung, vgl. Tab. 3

| Frage 6 | Mikro | Makro | Beide gleich | Keines |
|---------------------|-------|-------|--------------|--------|
| Männlich total | 54% | 12% | 33% | 1% |
| Männlich unter 30 | 50% | 17% | 31% | 2% |
| Männlich über 30 | 61% | 2% | 37% | 0% |
| Weiblich total | 46% | 9% | 44% | 1% |
| Weiblich unter 30 | 45% | 12% | 41% | 1% |
| Weiblich über 30 | 48% | 6% | 47% | 0% |
| <i>norm. Mittel</i> | | | | |
| Gesamt | 50% | 10% | 39% | 1% |
| Männlich | 56% | 9% | 34% | 1% |
| Weiblich | 46% | 9% | 44% | 1% |

Tabelle 10: Resultate der Frage 6 als Abweichungsdarstellung. Erklärungen zur Darstellung, vgl. Tab. 4

| Frage 6 | Mikro | Makro | Beide gleich | Keines |
|-------------------|-------|-------|--------------|--------|
| Männlich total | 4% | 1% | -5% | 0% |
| Männlich unter 30 | 0% | 7% | -7% | 1% |
| Männlich über 30 | 11% | -9% | -1% | -1% |
| Weiblich total | -4% | -1% | 5% | 0% |
| Weiblich unter 30 | -5% | 2% | 3% | 0% |
| Weiblich über 30 | -2% | -5% | 8% | -1% |

15.2.5 Frage 7

Meine Kenntnisse zum Thema Mikroplastik habe ich vor allem aus ...

Tabelle 11: Resultate der Frage 7. Erklärungen zur Darstellung, vgl. Tab. 3

| Frage 7 | Print Medien | Radio/TV | Fachliteratur | Online | Schule | Info Veranstalt. |
|---------------------|--------------|----------|---------------|--------|--------|------------------|
| Männlich total | 24% | 16% | 2% | 43% | 13% | 3% |
| Männlich unter 30 | 9% | 15% | 0% | 53% | 20% | 3% |
| Männlich über 30 | 51% | 19% | 5% | 24% | 0% | 2% |
| Weiblich total | 33% | 15% | 2% | 37% | 11% | 1% |
| Weiblich unter 30 | 15% | 11% | 3% | 48% | 20% | 1% |
| Weiblich über 30 | 56% | 20% | 1% | 23% | 0% | 0% |
| <i>norm. Mittel</i> | | | | | | |
| Gesamt | 29% | 16% | 2% | 40% | 12% | 2% |
| Männlich | 30% | 17% | 3% | 39% | 10% | 2% |
| Weiblich | 36% | 16% | 2% | 35% | 10% | 1% |

Tabelle 12: Resultate der Frage 7 als Abweichungsdarstellung. Erklärungen zur Darstellung, vgl. Tab. 4

| Frage 7 | Print Medien | Radio/TV | Fachliteratur | Online | Schule | Info Veranstalt. |
|-------------------|--------------|----------|---------------|--------|--------|------------------|
| Männlich total | -5% | 0% | 0% | 3% | 1% | 1% |
| Männlich unter 30 | -20% | -1% | -2% | 14% | 8% | 1% |
| Männlich über 30 | 22% | 3% | 3% | -16% | -12% | 0% |
| Weiblich total | 5% | 0% | 0% | -3% | -1% | -1% |
| Weiblich unter 30 | -14% | -4% | 1% | 9% | 8% | 0% |
| Weiblich über 30 | 28% | 4% | -1% | -17% | -12% | -2% |

15.2.6 Frage 8

Für wie wichtig halten Sie es Mikroplastik in der Umwelt zu verringern?

Table 13: Resultate der Frage 8. Erklärungen zur Darstellung, vgl. Tab. 3

| Frage 8 | nicht wichtig | eher nicht wichtig | eher wichtig | wichtig |
|---------------------|---------------|--------------------|--------------|---------|
| Männlich total | 1% | 4% | 32% | 63% |
| Männlich unter 30 | 2% | 7% | 44% | 48% |
| Männlich über 30 | 0% | 0% | 10% | 90% |
| Weiblich total | 1% | 2% | 17% | 80% |
| Weiblich unter 30 | 1% | 4% | 25% | 71% |
| Weiblich über 30 | 1% | 0% | 7% | 92% |
| <i>norm. Mittel</i> | | | | |
| Gesamt | 1% | 3% | 25% | 71% |
| Männlich | 1% | 3% | 27% | 69% |
| Weiblich | 1% | 2% | 16% | 81% |

Table 14: Resultate der Frage 8 als Abweichungsdarstellung. Erklärungen zur Darstellung, vgl. Tab. 4

| Frage 8 | nicht wichtig | eher nicht wichtig | eher wichtig | wichtig |
|-------------------|---------------|--------------------|--------------|---------|
| Männlich total | 0% | 1% | 7% | -9% |
| Männlich unter 30 | 1% | 3% | 19% | -24% |
| Männlich über 30 | -1% | -3% | -14% | 18% |
| Weiblich total | 0% | -1% | -7% | 9% |
| Weiblich unter 30 | 0% | 1% | 1% | -1% |
| Weiblich über 30 | 0% | -3% | -17% | 21% |

15.2.7 Frage 9

Was denken Sie ist die effizienteste Massnahme, um Mikroplastik in unserer Umwelt zu vermindern?

Table 15: Resultate der Frage 9. Erklärungen zur Darstellung, vgl. Tab. 3

| Frage 9 | Verbot | Technologie | Geschl. Kreisläufe | Bewusstseinsver. | Nichts nötig |
|---------------------|--------|-------------|--------------------|------------------|--------------|
| Männlich total | 22% | 23% | 35% | 20% | 1% |
| Männlich unter 30 | 16% | 29% | 36% | 17% | 2% |
| Männlich über 30 | 31% | 12% | 33% | 24% | 0% |
| Weiblich total | 33% | 11% | 32% | 24% | 0% |
| Weiblich unter 30 | 30% | 9% | 36% | 26% | 0% |
| Weiblich über 30 | 37% | 13% | 28% | 21% | 1% |
| <i>norm. Mittel</i> | | | | | |
| Gesamt | 27% | 17% | 33% | 22% | 1% |
| Männlich | 24% | 20% | 34% | 21% | 1% |
| Weiblich | 33% | 11% | 32% | 24% | 0% |

Table 16: Resultate der Frage 9 als Abweichungsdarstellung. Erklärungen zur Darstellung, vgl. Tab. 4

| Frage 9 | Verbot | Technologie | Geschl. Kreisläufe | Bewusstseinsver. | Nichts nötig |
|-------------------|--------|-------------|--------------------|------------------|--------------|
| Männlich total | -6% | 6% | 1% | -2% | 0% |
| Männlich unter 30 | -11% | 12% | 2% | -5% | 1% |
| Männlich über 30 | 4% | -5% | -1% | 2% | -1% |
| Weiblich total | 6% | -6% | -1% | 2% | 0% |
| Weiblich unter 30 | 3% | -8% | 2% | 4% | -1% |
| Weiblich über 30 | 9% | -3% | -6% | 0% | 0% |

15.2.8 Frage 10

Wer denken Sie sollte eine Vorreiterrolle bei der Verminderung von Mikroplastik in der Umwelt übernehmen?

Tabelle 17: Resultate der Frage 10. Erklärungen zur Darstellung, vgl. Tab. 3

| Frage 10 | Politik | Industrie | Private | Einzelhandel | Egal |
|---------------------|---------|-----------|---------|--------------|------|
| Männlich total | 44% | 35% | 7% | 2% | 11% |
| Männlich unter 30 | 34% | 40% | 9% | 3% | 14% |
| Männlich über 30 | 63% | 26% | 5% | 2% | 4% |
| Weiblich total | 42% | 37% | 11% | 3% | 7% |
| Weiblich unter 30 | 41% | 34% | 12% | 3% | 11% |
| Weiblich über 30 | 44% | 41% | 10% | 3% | 2% |
| <i>norm. Mittel</i> | | | | | |
| Gesamt | 43% | 36% | 9% | 3% | 9% |
| Männlich | 48% | 33% | 7% | 2% | 9% |
| Weiblich | 42% | 37% | 11% | 3% | 6% |

Tabelle 18: Resultate der Frage 10 als Abweichungsdarstellung. Erklärungen zur Darstellung, vgl. Tab. 4

| Frage 10 | Politik | Industrie | Private | Einzelhandel | Egal |
|-------------------|---------|-----------|---------|--------------|------|
| Männlich total | 1% | -1% | -2% | 0% | 2% |
| Männlich unter 30 | -9% | 4% | 0% | 0% | 6% |
| Männlich über 30 | 20% | -10% | -4% | -1% | -5% |
| Weiblich total | -1% | 1% | 2% | 0% | -2% |
| Weiblich unter 30 | -2% | -3% | 3% | 0% | 2% |
| Weiblich über 30 | 1% | 5% | 0% | 0% | -6% |

15.2.9 Frage 11

Können Sie sich vorstellen einen aktiven Beitrag zur Reduktion von Mikroplastik zu leisten?

Tabelle 19: Resultate der Frage 11. Erklärungen zur Darstellung, vgl. Tab. 3

| Frage 11 | nein | eher nein | eher ja | ja |
|---------------------|------|-----------|---------|-----|
| Männlich total | 4% | 10% | 54% | 33% |
| Männlich unter 30 | 6% | 15% | 60% | 19% |
| Männlich über 30 | 0% | 2% | 42% | 56% |
| Weiblich total | 1% | 3% | 46% | 49% |
| Weiblich unter 30 | 2% | 5% | 56% | 38% |
| Weiblich über 30 | 1% | 0% | 34% | 65% |
| <i>norm. Mittel</i> | | | | |
| Gesamt | 3% | 6% | 50% | 41% |
| Männlich | 3% | 8% | 51% | 38% |
| Weiblich | 1% | 3% | 45% | 51% |

Tabelle 20: Resultate der Frage 11 als Abweichungsdarstellung. Erklärungen zur Darstellung, vgl. Tab. 4

| Frage 11 | nein | eher nein | eher ja | ja |
|-------------------|------|-----------|---------|------|
| Männlich total | 1% | 4% | 4% | -8% |
| Männlich unter 30 | 3% | 8% | 10% | -22% |
| Männlich über 30 | -3% | -5% | -8% | 15% |
| Weiblich total | -1% | -4% | -4% | 8% |
| Weiblich unter 30 | -1% | -1% | 6% | -3% |
| Weiblich über 30 | -2% | -6% | -16% | 24% |

15.3 Interviews

Im Rahmen dieser Arbeit wurden drei Interviews geführt. Eine Übersicht über die Interviewpartner ist im Kapitel 14.4 gegeben.

Mit Einverständnis wurde das jeweilige Gespräch bei den persönlichen Interviews aufgezeichnet. Eine vollständige Transkription der Gespräche ist jeweils abgedruckt (vgl. Kap. 15.3.1 und 15.3.2). Eigene Fragen sind *kursiv* wiedergegeben, Antworten in normaler Schrift. Kommentare des Interviewers sind durch [] und *kursive* Schrift als solche gekennzeichnet.

Das geführte Telefonat wurde nicht aufgezeichnet, sondern mittels Notizen dokumentiert (vgl. Kap. 15.3.3).

15.3.1 Interview mit Prof. Dr. Bernhard Wehrli

Prof. Dr. Bernhard Wehrli ist gegenwärtig Professor für Aquatische Chemie an der ETH Zürich.¹³⁰

Das Interview mit Prof. Wehrli wurde am 23.08.2019 an der ETH Zürich auf Deutsch (Schweizerdeutsch) durchgeführt.

Wie schätzen Sie Mikroplastik momentan ein, würden Sie es als Umweltproblem bezeichnen?

Es passt vielleicht, da die Weltgesundheitsorganisation WHO gerade in den letzten Tagen eine Meldung, einen Bericht, herausgegeben hat, dass Mikroplastik nicht wirklich gefährlich ist für den Menschen. Viele Medien haben der globalen Verteilung von Mikroplastik Aufmerksamkeit gegeben. Und natürlich trinkt man auch Plastikpartikel, wenn man aus Plastikflaschen trinkt oder man nimmt Plastik auf, wenn man aus Plastikgeschirr isst oder aus Plastikbechern trinkt. Aber grundsätzlich sind das Partikel, die chemisch relativ resistent sind. Also wenn wir sie aufnehmen und sie in den Magen gelangen, wo es natürlich sauer ist, würde ihnen das nichts machen. Sie gehen durch den Darm durch und es wäre eigentlich wie ein Ballaststoff. Man sagt ja auch man sollte Vollkornbrot essen, das ist Ballaststoff und Fasern, die haben zusätzlich noch den Vorteil, dass sie ein wenig quellen und darum die Verdauung fördern. Also von daher ist es für uns, wenn wir kleine Mikroplastikpartikel essen, nicht wirklich gefährlich. Es gibt vielleicht einen Bereich wo man es nicht so genau weiss, das sind diese Fasern, das sind ja wirklich wie Plastik-Nadeln, wenn man es genau anschaut. Die kommen vor allem von Textilien und wenn so etwas ein Gewebe anstechen würde oder daran hängen bleiben würde, wäre das vielleicht irritierend und könnte vielleicht Entzündungen verursachen. Aber von dem weiss man noch nicht so viel und es gibt Plastik, sagen wir, seit 50 Jahren und die Menschen werden in der Hemisphäre immer älter, das heisst ich glaube nicht das wir jetzt eine Epidemie haben, die ganz gefährlich ist. Und ich

¹³⁰ Adresse: ETH Zürich, Universitätsstrasse 16, 8092 Zürich, Schweiz; E-Mail: bernhard.wehrli@eawag.ch; Telefon: +41 44 632 85 05

habe das damals dem Journalisten [Tagblatt-Artikel vom 03.7.2018¹³¹] gesagt, weil es mich ein wenig genervt hat, dass die Journalisten ganz viel über Mikroplastik berichten und zum Beispiel über Pestizide oder so hat man damals kaum berichtet und ich finde diese Substanzen eigentlich problematischer.

Wenn man wissenschaftliche Berichte, wie zum Beispiel den SAPEA-Bericht, liest, dann hat man den Eindruck das die Aussage meistens ist, dass es ein Problem sein könnte, wenn die Konzentrationen noch stark zunehmen, aber momentan weiss man das alles noch nicht so genau. Würden Sie das auch sagen?

Man muss vielleicht schon unterscheiden zwischen Mikroplastik und Plastik per se. Mikroplastik ist das feine Material und Plastikabfall in der Umwelt ist schon ein Problem für verschiedene Tiere die Plastik aufpicken. Also es gibt Seevögel, die Plastik aufpicken, weil sie denken es seien Fische oder es sei essbar und Vogelschlingen, die füllen ihren Kropf damit und haben keine Zeit, um zu schauen, was sie jetzt da verschlingen. Das bedeutet, dass sie unter Umständen auch ihre Jungen dann mit einer Plastikmischung füttern und das ist bekannt, dass Seevögel verhungern können, weil sie Plastik fressen und das nachher ihre Nachkommen verhungern. Also es gibt schon Plastikprobleme, man soll nicht sagen Plastik ist kein Problem. Ich würde nur sagen Mikroplastik ist für den Menschen wahrscheinlich nicht das schlimmste Problem.

Sehen Sie bei Mikroplastik die physikalische Seite, dass zum Beispiel bei kleineren Tieren der Darm verstopfen könnte oder die chemische Seite, dass Plastik Zusatzstoffen enthält die auslaugen könnten oder das sich andere Stoffe an Plastik anlagern und mit ihm aufgenommen werden könnten, als problematischer an?

Ja das ist eine spannende Frage. Es gibt etwas das beunruhigend ist und etwas das beruhigend ist. Das beunruhigende ist, dass Plastikmaterialien generell eine unglaubliche Vielzahl von Chemikalien enthalten. Das ist eine riesige Diversität an Chemikalien, die Plastik farbig, lichtbeständig, weich oder hart machen. Die Eigenschaften von verschiedenem Plastik hängt von den Zusatzstoffen ab. Und diese Zusatzstoffe, die werden nur grob getestet es ist nicht so, dass darüber sehr viele toxikologische Forschung gemacht werden muss. Denn es sind meistens makromolekulare Substanzen, also längliche Ketten und diese sind per se schwer verdaulich, also nimmt man an sie sind nicht gefährlich. Aber es gibt auch Ausnahmen, zum Beispiel Bisphenyl oder Terephthalate, also es gibt Ausnahmen, wo man weiss, die sind nicht ganz harmlos. Dann nimmt man an, dass sie nicht so schnell aus dem Plastik herausgelöst werden. Diese Annahme ist vernünftig, denn diese Substanzen sind typischerweise lipophil, also eher fettlöslich als was-

¹³¹ Vgl. Knellwolf (2018), Internet

serlöslich. Sie lösen sich also nicht so gut im Wasser und das Plastik ist massiv, das heisst es diffundiert nur ganz langsam, es gibt nur langsam Substanzen ab.

Und das Positive ist eben, wenn jetzt ein Fisch zum Beispiel irgendwelche toxische Substanzen akkumuliert hat, sagen wir PCBs oder irgendwelche chlorierte Kohlenwasserstoffe, die schwer abbaubar sind und er würde jetzt Plastikkügelchen schlucken, dann könnte es auch sein, dass die Plastikkügelchen das Material aufnehmen aus dem Wasser und der Fisch am Schluss eher bei besserer Gesundheit ist als vorher. Es geht eben in beide Richtungen, das Plastik kann auch Substanzen aufnehmen. In welche Richtung es geht ist nicht ganz einfach.

Ich finde, wie Sie gesagt haben, die physikalischen Auswirkungen, dass etwas verstopft, oder das bei den Fischen zum Beispiel etwas in die Kieme gerät, dass hängen bleibt oder bei einem kleinen Lebewesen, dass der Darm verstopft wird oder bei so Filtervieh, das sind so Organismen, die ganz viel Zeug durchstrudeln, wenn dort Plastik hängen bleibt, dass es Entzündungen gibt, das sind eher Möglichkeiten.

Chemisch gesehen könnten absorbierte oder adsorbierte Schadstoffe in einem Organismus aber abgegeben werden? Oder ist das unwahrscheinlich?

Es ist wahrscheinlich, dass sie abgegeben werden, aber es kommt immer auf die Konzentration an. Also wenn Sie jetzt eine Substanz haben, die lieber im Plastik ist als im Wasser und Sie lassen das Mineralwasser einen Monat drin und der Verteilungsquotient, also das Gleichgewicht, ist irgendwie tausendfach Richtung Plastik, dann haben Sie nur ein Promille im Wasser und in gewissen Fällen ist der Quotient fast eine Million, dann haben sie wirklich fast nichts. Natürlich haben Sie noch Moleküle im Wasser, es ist nicht null, aber es ist wahnsinnig wenig und darum ist es dann vielleicht kaum nachweisbar.

Dann noch eine Verständnisfrage, wenn man Berichte liest, heisst es immer wieder zum Beispiel eine PET-Flasche werde in 450 Jahren zersetzt. Aber andererseits ist es ja biologisch nicht abbaubar. Was muss man sich dann unter dem zersetzt vorstellen, ist es dann einfach sehr klein oder kann sich das irgendwie doch auflösen? Wie liegt das dann vor? Weiss man das?

Man hat ja lange gedacht Plastik werde nicht zersetzt, aber es kommt immer auf die Zeitskala darauf an. Es gibt halt einen Verwitterungsprozess, das was wir jetzt besprochen haben, dass sich Substanzen aus dem Plastik herauslösen können, bedeutet das dann das Gefüge vielleicht lockerer wird und wenn das Sonnenlicht dann noch darauf scheint, dann wird es brüchig und zerbröselt und dann gibt es feinere Teilchen und es gibt zum Beispiel dann Pilze oder Mikroorganismen die Enzyme ausscheiden können, die dann diese Bindungen schon auch brechen würden und dann würde es langsam abgebaut. Aber wenn jemand sagt es wird in 120 Jahren abgebaut, dann ist das klar, dass das eine Prognose ist, die nicht auf einem Experiment beruht, denn es dauert keine Doktorarbeit 120 Jahre. Es ist dann

eine Extrapolation, dass würde dann wahrscheinlich zwischen 50 und 500 Jahren heissen.

Wenn wir jetzt bei Experimenten sind, dann liest man auch häufig in Berichten, dass die ganze Methodik und die Definitionen beim Mikroplastik noch nicht wirklich standardisiert sind oder dass es zum Teil noch schwierig ist das Ganze nachzuweisen. Gibt es da etwas wo Sie sagen würden ist die grösste Schwierigkeit für die Wissenschaft, um ein verlässliches Experiment zu machen?

Also es gibt eben eine Debatte wie man Mikroplastik in der Umwelt messen soll. Also wie fängt man es auf und wie misst man es nachher. In den letzten paar Jahren hat sich die Messmethodik enorm verbessert, aber sie ist sehr teuer und aufwändig und nur wenige Labors können sich das leisten, denn es sind eine Art spezifische Mikroskope, die das Plastik erkennen können. So eines kostet vielleicht eine halbe Million, das heisst es gibt nur wenige, die das so messen können. Dann hat man einfach vieles von Auge gemessen, man hat in die Lupe geschaut und gezählt und das ist, ja sagen wir, nicht ganz quantitativ, wenn drei verschiedene Leute das Messen würden, dann hat man wahrscheinlich drei verschiedene Zahlen. Und dann gibt es wirklich ein schwieriges Problem, weil sagen wir Mikroplastik in einem See oder in einem Fluss hat es wirklich nicht so viel, vielleicht ein Partikel pro Quadratmeter oder 10 Partikel pro Kubikmeter oder so, das heisst man muss relativ viel Wasser filtrieren und dann muss man es sehr genau messen können. Das heisst, wenn unsere ganzen Innenräume und unsere Labors eigentlich voll mit Plastik sind, muss man aufpassen, dass man einen richtigen Nullwert hat. Man muss also sehr sauber arbeiten und grosse Sorgfalt walten lassen, dass man nichts in die Probe reinschleppt, dass man die Probe reinhält. Da gibt es viele Studien, die eben nicht so sauber gemacht worden sind und die dann eigentlich nicht so verlässliche Daten liefern.

Und wegen dem Experimentieren, was man wissen will. Im ersten Teil, das was ich jetzt beschrieben habe, man möchte eigentlich wissen wieviel es in der Umwelt hat. Und ich glaube, wenn man das wirklich sorgfältig macht, dann kann man das inzwischen messen. Der zweite Punkt ist, wie schädlich das ist. Und dann macht man eine Art toxikologische Versuche, also man hat vielleicht Wasserflöhe oder Fische und füttert diese mit Plastik oder setzt sie dem aus und dann müssten die Konzentrationen, mit denen man arbeitet, ähnlich sein wie die Konzentrationen in der Umwelt. Aber wenn man mit diesen Konzentrationen arbeitet, dann findet man nichts, weil es wären dann chronische Effekte, die vielleicht über Monate auftauchen und diese sind sehr schwer zu messen. Das heisst man nimmt dann meistens eine viel konzentriertere Plastikdosis also tausendmal mehr als in der Umwelt und dann sieht man gewisse Effekte. Dann ist aber noch nicht klar was das jetzt heisst für die Umweltkonzentrationen. Das ist ein wenig der Grund warum in dem Bericht [SAPEA-Bericht] auch gestanden ist, es gibt in der Umwelt Hotspots wo man Plastikkonzentrationen erreicht, die möglicherweise schädlich sind, aber an den meisten Orten ist es das noch nicht.

Wenn es sich aber anreichern würde, dann wäre das Risiko sicher grösser. Also muss man dafür sorgen, dass es sich nicht anreichert.

Und bei den toxikologischen Tests ist es auch wichtig, dass Tests, die keine Effekte zeigen auch veröffentlicht würden. Nur ist das ein wenig schwieriger zu veröffentlichen, weil die Journalisten kommen dann wann man zeigen kann, wir haben wirklich jetzt Entzündungen oder weiss ich was gefunden.

Also kann man momentan davon ausgehen, dass die meisten Zeitungsartikel die Effekte beschreiben sich eher auf Studien berufen, die mit einer höheren Konzentration gearbeitet haben als wir in der Umwelt momentan haben.

Ja das ist sicher häufig der Fall. Also sagen wir es gibt sicher Situationen, in denen die Konzentrationen recht hoch sein kann. Also ein Thema, das jetzt auch langsam in den Medien auftaucht, ist der Abrieb von Pneu. Das ist eigentlich Gummi oder Kunststoff von Pneu und das wird gesammelt mit dem Regenwasser, zum Teil bei den Autobahnen in der Schweiz kommt das in so eine Art einen Regensammler, wo das Regenwasser dann versickert und dort würde man erwarten, dass es sehr viel Mikroplastik hat. Das heisst das wäre so ein Hotspot wo es möglicherweise auch wirklich schädlich ist für gewisse Organismen.

Wird dann dieses Wasser, dass dort versickert nachher noch gefiltert, also kommt das auch noch durch eine Art Kläranlage oder versickert das direkt im Boden?

Es versickert eher im Boden und kommt dann in einen Fluss. Also man baut typischerweise einen Sandfilter, dass das Wasser wie einen künstlichen Teich bildet, wenn es viel regnet, so dass es durch den Sand hindurch versickert und dann nimmt man an, dass das meiste dann zurückgehalten wird. Dass müsste man mal abklären. Wahrscheinlich ist es so, dass viel zurückgehalten wird, aber dann würden die Regenbecken eben schon relativ viel Plastik enthalten.

Wenn man sagt, dass trotz der Unsicherheiten durch eine Anreicherung in Zukunft verschiedene Effekte auftreten könnten, heisst dass doch eigentlich, dass man die Verbreitung in der Umwelt vermindern sollte. Was wäre da aus Ihrer Sicht das Realistischste und Sinnvollste zu machen?

Ja also, wo ist das, ich glaube die EU hat so eine Art eine Plastikstrategie entwickelt. Sie möchten Plastikmaterialien die häufig gelittert werden, also Plastikbesteck, Plastikbecher, so Dinge die einfach weggeworfen werden, das will man vermeiden. Oder auch die Plastiktrinkhalme und so.

Ja also die Einweggegenstände.

Ja und sagen wir bei uns. Ein Thema sind alle diese Plastiksäckli gewesen oder sind es immer noch, die in den Grossverteilern angeboten werden. Sie machen Efforts um die Menge Plastik zu vermindern, also das sie möglichst

dünn sind oder das sie dann etwas kosten. Es wäre auch möglich verschiedene Einwegplastikverpackungen zu vermeiden und sagen wir mal eher auf Karton zu gehen. Oder auf etwas, dass dann abbaubar ist wie so kompostierbares Plastik. Persönlich finde ich Einwegplastik sollte ersetzt werden durch Papier oder durch etwas anderes. Oder durch gar nichts, also das man nicht alles immer in Plastik verpackt. Es ist noch lustig, dass verschiedene afrikanische Länder jetzt eine Art ein Verbot von Plastiksäcken eingeführt haben, weil sie einfach keine Kehrrichtsentsorgung haben, sie haben keine Kehrrichtsverbrennungsanlagen sondern nur landfills also Deponien, auch viele wilde Deponien oder einfach am Strassenrand und um das zu vermeiden haben sie gefunden wir hören auf damit. Nun brauchen sie Papier oder Palmblatt oder weiss ich was. Und es geht bei ihnen. Aber wir haben hier ein wenig höhere Ansprüche, ich meine Vorteile von Plastikverpackungen sind, es ist hygienisch, es schützt die Lebensmittel, auch vor pathogenen Mikroorganismen. Also wenn jemand krank ist und das anfassen würde, dann möchte man nicht, dass seine Keime auf das Lebensmittel übertragen wird. Das ist schon noch praktisch.

Ja es wird ja auch in der Medizin sehr viel verwendet.

Oh ja. In der Forschung auch, bei uns.

Somit wäre es ja sicher sinnvoll, wenn man an der Quelle ansetzen würde und dort versuchen würde zu regulieren und nicht erst nachher. Theoretische gäbe es ja auch die Möglichkeit verstärkt zu filtern. Ich weiss auch noch nicht genau wie es in den Schweizer Kläranlagen aussieht. Wird dort der Grossteil herausgefiltert, wissen Sie das?

An der Eawag haben wir eine Forschungsarbeit gemacht. Denise Mitrano hat diese durchgeführt.

[Ich war an einem Vortrag von ihr, stimmt dort hat Sie auch davon gesprochen.]

Sie hat eigentlich so künstliche Plastikkügelchen gemacht, die Innen einen kleinen Metallkern haben und dann konnte Sie das Metall messen. Dann hat Sie das in eine Art eine kleine Kläranlage gepackt, so eine Art Modellkläranlage und konnte zeigen, dass das meiste im Klärschlamm bleibt. Und in der Schweiz wird der Klärschlamm getrocknet oder gepresst und kommt nachher in die Kehrrichtsverbrennung, das heisst das Mikroplastik würde zum grössten Teil von der Kläranlage eliminiert und nachher wird das Zeug verbrannt. Und das ist ja auch sonst mit dem Plastik generell so. Der Plastik in der Schweiz wird zum grössten Teil schon normal entsorgt und kommt nachher in die Verbrennung und dann macht man Hitze oder sogar Strom daraus und manchmal auch nichts. Aber es ist immerhin eine Lösung wo wir dafür sorgen, dass das Plastik verschwindet. Während ein Teil von dem Recycling, dass man in Europa propagiert, ist eben nachher in die Türkei oder nach Indien oder nach China gegangen und ist dann dort letztlich im Ozean gelandet, weil man es nicht richtig entsorgt hat.

Also wenn verstärktes Recycling, müsste man schauen, dass das Material auch wirklich hierbleibt und das Recycling hier gemacht wird und das Material nicht irgendwo sonst hin verschickt wird?

Ja genau, das wäre wirklich wichtig, da hätten die Europäer auch Verantwortung, es ist eigentlich sinnvoll bei gewissen. Man müsste halt ein wenig sortenrein sortieren. Das heisst man bräuchte unter Umständen so Sortierroboter, die die Plastikteile richtig heraussuchen. Das ist möglich, es ist ein wenig eine teure Maschine aber dann hätte man das Polyethylen und das PYC und PET und so sortenrein und könnte wieder etwas machen damit. Unter Umständen kann man es sogar wirklich wiederverwenden. Ökologisch gesehen wäre das sinnvoll, aber es ist ein wenig eine Frage ob es den Aufwand lohnt, weil das Plastik unglaublich billig ist und so eine Sortiermaschine sehr teuer, dass lohnt sich bisher glaube ich ökonomisch nicht. Dann müsste man eine Art eine Plastiksteuer erheben, um das Recycling zu finanzieren.

Wäre es dann möglich durch eine sortenreine Trennung eine relativ gute Qualität zu erhalten?

Ja also ich kenne mich da nicht so supergenau aus, aber ich denke es wäre ein gutes Ziel, wenn man vielleicht drei Viertel halbwegs sortenrein haben könnte und dann hätte man einen Rest, der dann immer noch verbrannt werden würde. Weil das ist dann dreckiges Plastik oder Plastik mit etwas anderem zusammen, dass würde man dann trotzdem verbrennen.

Es gibt ja enorm viele verschiedene Plastiksorten. Ist das chemisch sinnvoll, dass es so viele verschiedene Sorten gibt oder könnte man im Prinzip auch aus einer Sorte mehr machen und dadurch die Sortenreinheit schon ein wenig einschränken? Oder haben diese Arten so verschiedene Eigenschaften, dass das gar nicht funktionieren würde?

Das finde ich eine spannende Frage. Also es gibt so die einfache Antwort beim PET. PET-Flaschen werden recycelt und man hat ein einigermaßen sortenreines Produkt dort. Und für verschiedene Anwendungen wäre das ja auch möglich, sagen wir so Plastiksäcke, wenn man die aus Polyethylen oder aus dem Stoff X machen würde, hätte man eine Plastiksackecke. Aber wenn sie jetzt dort das Bild [Bild im Büro von Prof. Dr. Wehrli] anschauen, da haben wir eine Kühlbox und diese Kühlbox ist designt, dass sie 10 Jahre hält und für so etwas wollen sie etwas machen das dauerhaft ist. Das ist nicht designt, dass es recycelt wird, sondern dass es dauerhaft ist, und dann lohnt es sich auch. Oder auch ein Plastikstuhl, der 10 Jahre halten sollte, der darf vielleicht auch verschiedene Chemikalien enthalten. Oder ein Mobilephone. Aber beim Einweg, wäre diese Idee eigentlich noch interessant, dass man sagt wenn Einwegplastik, dann hätten wir drei Sorten und die sollten irgendwie kodiert sein, dass man es einfach sortieren kann. Das fände ich spannend.

Im Zusammenhang mit einer Mikroplastik-Reduktion wird auch immer wieder erwähnt, dass man Plastik einen Wert geben müsste und quasi einen

geschlossenen Plastikkreislauf schaffen sollte. Denn heute haben die meisten Plastikprodukte als Wegwerfprodukte nicht wirklich einen Wert für uns. Durch solche Ideen müsste man wahrscheinlich auch das Recycling finanzieren, denn um eine Verteuerung kommt man wohl kaum herum.

Ja gut zum einen gäbe es halt die Möglichkeit etwas zu besteuern oder eine Art einen Plastikrappen oder so zu erheben, damit es teurer wird aber, ich weiss nicht wie weit das realistisch ist. Das andere hat aber auch ein bisschen mit der Organisationsform zu tun. Firmenintern, sagen wir Logistikketten von Firmen, die haben schon auch einiges unternommen um Plastik sinnvoller einzusetzen und dort gibt es so wie die 2 Philosophien, das eine ist reuse, also eben das man etwas wiederbenutzt, dass man dauerhafte Gegenstände macht, die dann auch teurer sind, aber die dann wirklich lange halten und dann hat man anstatt einer Holzkiste halt eine Plastikkiste, die hat gewisse Vorteile und man behält sie lange im Kreislauf. Und das andere wäre halt eben das Recycling, das wäre das andere Thema, das man es dann eben sortenrein haben sollte und wenn es einmal benutzt ist, dann würde man es aufschmelzen oder aufarbeiten und dann wieder benutzen. Generell beim Recycling gibt es aber einen Alterungsprozess. Beim Papierrecycling funktioniert das, man kann das Papier schreddern und Recyclingpapier machen, aber damit das Recyclingpapier eine vernünftige Qualität hat, muss man immer ein bisschen neues Material dazugeben. Man kann, ich weiss nicht, vielleicht zwei Drittel Altpapier nehmen oder ein Drittel und der Rest ist neu. Also wenn man das Papier mehrfach recyceln würde, dann würden die Fasern immer kleiner und es würde dann zerfleddern. Am Schluss hat man dann etwas das nicht mehr hält oder man müsste zu viel Leim oder irgendwie wieder Plastik dazugeben. Und beim Plastik wäre das auch so, die Molekülketten, die würden dann mit der Zeit zerbröseln. Und die Qualität des Materials nimmt ab. Kreislaufwirtschaft ist an sich eine gute Idee, aber was man dann unbedingt berücksichtigen muss, ist der Energieverbrauch, der benötigt wird, um das Zeug im Kreislauf zu halten. Wenn dieser zu gross wird, ist es auch nicht ökologisch.

Nochmals zurück zu den Zusatzstoffen. Zum Beispiel bei den Phthalaten ist es so, dass die EU einige von diesen Stoffen verboten hat. Sind das einfach die Stoffe, die schon besser erforscht sind, dass man beschlossen hat sie zu verbieten. Also hat man bei diesen eine Wirkung sehen können? Denn in der Schweiz gibt es meines Wissens noch kein solches Verbot. Hat einfach die EU gefunden es ist jetzt Zeit, dass zu verbieten?

Ja das ist auch eine spannende Frage, wie kommt man dazu, dass man einen Stoff verbietet. Es gibt wie drei verschiedene Sorten Studien grob gesagt, wo man versucht schädliche Wirkungen einer Substanz nachzuweisen. Das Erste habe ich schon erwähnt, die Tierversuche, man füttert etwas einem Tier oder man lässt sie in verseuchtem Wasser schwimmen bis es krank wird oder stirbt. Das ist die brachiale Methode. Dann bestimmt man nachher eine letale Dosis oder eine letale Konzentration, das ist typischerweise die Konzentration, bei der die Hälfte der Versuchstiere schon stirbt. Und dann muss man die Dosis erhöhen und dann sterben die anderen auch

noch. Ist relativ brutal. Aber das ist immer noch der Standard in der Toxikologie, dass irgendetwas stirbt. Das Zweite ist unglaublich aufwändig, das sind epidemiologische Studien, das heisst man schaut eine Bevölkerungsgruppe an über viele Jahre. Es gab zum Beispiel eine berühmte Studie in England von Ärzten. Alle Ärzte liessen sich untersuchen und die haben dann auch mitgemacht und es gab dann Ärzte, die geraucht haben und solche die nicht geraucht haben und dann hat man herausgefunden, dass die die rauchen deutlich mehr Lungenkrebsfälle hatten. Aber das muss man dann über Jahrzehnte anschauen, das heisst es ist langfristig und aufwändig. Man kann diese Art Studie auf verschiedene Arten machen, man kann dann auch statistische Hinweise finden, dass etwas ein Risikofaktor wird, zum Beispiel, dass wenn man viel Olivenöl nimmt, dass man dann vielleicht gesünder bleibt oder so. Das sind ja all die Studien, die in den Zeitschriften kommen. Und die dritte Methode ist eigentlich Biochemie und ich würde sagen, dass ist vernünftig, aber halt nicht so ganz schlüssig. Also wenn eine Substanz in einer Ratte oder auch in einem Zellgewebe eine biochemische Reaktion auslöst, dann ist das ein Hinweis, dass sie gefährlich sein kann. Das ist am deutlichsten, wenn zum Beispiel das Erbgut geschädigt wird, also wenn die DNA verändert wird. Oder es kann sein, dass gewisse Enzyme reguliert werden, so ein stress response, wenn die Enzyme angetrieben werden, die Sauerstoff-Radikale abfangen. Dann ist das ein Hinweis, dass diese Substanz einen Sauerstoffstress macht was eben auch gefährlich sein kann. Also Tierversuche, Tiere töten oder Menschen beobachten oder halt Zellen beobachten. Und diese Forschung, die läuft und jetzt kommt plötzlich genug Evidenz oder genug Fakten kommen zusammen wo man sagt, diese Substanz ist ziemlich sicher gefährlich, weil die Tiere, die haben Krebs und wenn man vielleicht herausfindet, dass die Arbeiter, die mit dieser Substanz arbeiten, die haben auch mehr Krebs und dann findet man noch bei der Zelle, dass es eben die DNA schädigt. Und dann sagt man, jetzt ist es so klar, jetzt müssen wir das verbieten. Aber das geht lange und jetzt haben wir gerade den Fall in der Schweiz, wo auch darüber gesprochen wird, dass ein Pestizid vom Markt genommen werden soll, weil die europäische Behörde gefunden hat, es ist ein mögliches Krebsrisiko und man will nicht, dass Substanzen versprüht werden, die ein Krebsrisiko verursachen. Und darum ist das eben so, die EU holt vielleicht etwas aus dem Markt, weil die Studien schlüssig genug sind und nachher macht es die Schweiz dann meistens auch. Wir sind manchmal ein wenig langsamer.

Zur Schweiz hiess es dann auch, dass dieses EU-Verbot zwar grundsätzlich hier nicht gilt, die Firmen, die in die EU exportieren müssen sich aber dennoch danach richten. Somit betrifft es letztendlich doch auch Schweizer Firmen.

Ja es ist so, wir sind ein kleines Land, wir sind noch nicht in der EU. Es gibt natürlich im EU Bereich dann auch viele Leute und viele Experten und die Schweiz hat gar nicht so viele Expert/-innen.

Zum Schluss als letzten Punkt würde ich gerne nochmals auf das Thema Plastik und die Medien zurückkommen. Es ist ja schon auffällig, dass das jetzt seit ein paar Jahren so ein grosses Thema ist, weil Plastik im Meer gab

es auch schon vor 10 Jahren. Haben Sie das Gefühl, dass liegt daran, dass in letzter Zeit die ganzen Umweltthemen allgemein mehr aufgekommen sind oder haben Sie das Gefühl, es gibt sonst noch einen Grund dafür, dass das Thema Mikroplastik in der letzten Zeit so hochgekommen ist?

Hmm... Also ich glaube das ist ein Muster, dass es in vielen Fällen gibt. Es hat schon in den 60er-Jahren Publikationen gegeben in denen Seefahrer berichtet haben sie finden Plastik mitten im Ozean und dann hat das auch einen Medienbericht gegeben und man hat gedacht, was, Plastik mitten im Ozean, interessant. Und jetzt hat es halt wirklich so Hotspots im Meer gegeben und an gewissen Meeresküsten sind Sachen angelandet. Wenn ein Strand einfach mit Plastik übersät ist, auf einer Insel mitten im Pazifik, dann ist das rein visuell ein sehr starkes Bild. Also man hat einen Sandstrand mit Palmen und es heisst er ist tausend Kilometer entfernt vom nächsten Kontinent und schaut euch mal an, wie dieser Sandstrand aussieht, das sind alles Sachen, die angeschwemmt wurden. Das ist eine unglaubliche Story. Und dann gab es so Geschichten von Fotografen, die Albatrosküken fotografiert haben, die verenden und sobald so etwas passiert, dass es ein Tier ist, dass einem anschaut und man eine emotionale Beziehung aufbauen kann, wirkt das viel stärker. Oder Schildkröten, die verenden, weil sie sich verstrickt haben. Leute mit einem Herz fühlen sich dann schuldig. Und zu Recht finde ich auch. Da fragt man sich dann, was machen wir da eigentlich? Das ist schon verrückt. Und dann hat es natürlich immer mehr Forschung gegeben und ich glaube in der Forschung, als Forschungsthema per se, ist es nicht so wahnsinnig interessant einfach Plastik einzusammeln und dann unter dem Mikroskop zu zählen wie viele Teile wir haben. Aber es ist dann wie ein Wettlauf losgegangen, wer findet Plastik am tiefsten Ort im Ozean und am höchsten Ort auf dem Mount Everest und am weitesten weg und im menschlichen Stuhl und weiss ich nicht was. Und all das gibt jedes Mal eine Geschichte in den Medien. Und die Medien heute spielen, ich glaube das kommt ein wenig hinzu, mit der Frage von der Gefährdung. Betrifft uns das, sind wir gefährdet. Sobald etwas gefährlich sein könnte, interessiert es die Leute. Wir haben uns so entwickelt, dass Gefahr interessant ist. Sobald alles paletti ist, ist es langweilig.

Ja das ist sicher so und Plastik ist halt auch sehr sichtbar und es ist auch etwas von dem man weiss es kommt nicht einfach so in der Natur vor, sondern es stammt von einem selbst. Dann fühlt man sich auch mehr angesprochen als zum Beispiel von Gasen in der Luft oder so. Man weiss zwar auch, dass Treibhausgase ausgestossen werden, aber es ist nicht so sichtbar.

Das ist ein wichtiger Punkt. Jede Person kann das sehen, es ist ein beliebtes Thema geworden, auch für die Medien im Sommerloch. Dann schaut man irgendwelche Partys an und wieviel Abfall dort zurückbleibt und dann ist die Empörung gross. Es ist etwas das eigentlich jede Person auch selbst messen kann. Wie viel Plastik produziere ich da?

15.3.2 Interview mit Dr. Denise Mitrano

Dr. Denise Mitrano ist gegenwärtig Wissenschaftliche Mitarbeiterin der Abteilung Verfahrenstechnik der Eawag.¹³²

Das Interview mit Dr. Denise Mitrano wurde am 16.09.2019 an der Eawag Dübendorf auf Englisch durchgeführt.

When it comes to Microplastic, my question is, could there be some problems scientists see, and if so, what is generally seen as the aspect having the highest probability affecting the environment?

This is a really broad question. I would always try to break it down into smaller parts and then see which parts might be affected. So even in the environment we can think that there are animals in the environment or organisms in the environment, or even ... other things in the environment. The environment itself is a very big thing. And then we can also look at it if there is something at risk in the environment.

There is two parts to it that can be risky: The exposure assessment, so *how much* might be in the environment and of *what* might be in the environment and then the hazard side, so what is actually the health risk. So just because you have a lot of something, you have a lot of plastic, if it does not cause a health risk, then it is not really, let's say, a problem. But, if even a small amount of something causes a big toxic effect then it is a problem even if this is a very small concentration.

So, when we look at what might be the problem with plastic, then it is also important to know that plastic is a very, very big term, including many types of polymers and chemicals and additives. So, I don't think it is so clear if there is a problem with plastic in the environment. I think you need to break it down into smaller questions.

Often when I read something about issues caused by microplastic in papers there is a distinction made between the chemical side, effects driven by e.g. additives and the physical nature of the particles causing an issue when e.g. getting into an animal and clogging its gut.

[no immediate response given]

You conducted research looking into wastewater treatment plants. Do you think this is one strategy to reduce the amount of microplastic in the environment, to have better wastewater treatment? Or which strategy do you think is the most important or most efficient?

This really depends where the source of the plastic and microplastic is coming from. So, all the water that is treated by the wastewater treatment plant, this is coming from our homes. So, when we take a shower, or when we do the laundry. We found that the wastewater treatment plant can capture

¹³² Adresse: Eawag, Überlandstrasse 133, 8600 Dübendorf, Schweiz; E-Mail: denise.mitrano@eawag.ch; Telefon: +41 58 765 54 91

many of the microplastic particles so that they don't go into the river. So what happens when they are in the wastewater treatment plant, in Switzerland, this stuff is trapped in the wastewater treatment plant, is then burned and incinerated. But in other countries this can then be put on to agricultural fields. So that might be a risk.

The biggest weight to reduce microplastic in the environment is to have less plastic in the environment. Mismanaged plastic waste is probably the biggest source of microplastics.

When I understood correctly, for your research you used markers: Nanoplastics with metal inside? Did you apply this only to nano- or also microplastics, and for this matter is there a real difference between the two classifications.

The definitions are not so clear indeed. So, I think the definition currently is that if a particle is less than 5 mm in size then it is microplastic. And if this is less than 1 micron then it is nanoplastic.

For our work we made this metal dubbed plastics for both nanosized and especially microplastic fabric, but also other microplastic forms. So then again, this idea with this metal, this does not necessarily help us to measure the plastic that's actually in the environment. It is only for us when we work in the lab, to mimic the environment, to more easily measure the plastics.

This because you can't really, otherwise, measure the plastic in the lab?

You can, but it takes a really long time. So, we made it a little bit faster. So that way, instead of spending so much time just measuring, you can actually go to more like the scientific questions, like is it causing a problem or not.

So, the entire idea of the metal insertion was to measure the plastic faster.

Yes, exactly.

In one of your papers it was written that 98% of the nanoplastics remain in the sludge. This is reached with the standard treatment, the one we have in Switzerland?

Yes.

Oh, that is quite interesting.

Not even only in our work we have seen this. Ours was the first to look on nanoplastics, but there have been many papers looking on wastewater treatment and microplastics, and almost all of them find this over 90%, 95% removed during the wastewater treatment.

As we have 98%, should there still be some technical progress, to remove the final 2% or is this so little that this can be neglected?

This again depends of the hazard assessment. If we find that this is super toxic and really bad than this 2% becomes more important and also it depend on how much is the total amount. Because if it is 2% of a small amount than this is really small, but if this is 2% of a big amount, then it is big.

Any time we try to find a solution, like upgrading the wastewater treatment plant, this isn't free. So, where do we want to spend money? Is it to get 2% of microplastics or is it to do something else, because it always cost money to add additional treatment. So it would be quite easy, technically easy, and sometimes it is already there in Switzerland to add what is called tertiary treatment for wastewater treatment plants. Which is basically just putting a filter at the end of the wastewater treatment plant. This would capture all sort of things over a certain size including microplastics. You can really easy just put this filter, but it just cost money.

All your current project work on microplastics, or is this it?

All my projects work on microplastics. But we look at many different aspects of this. The first study you mentioned with the 98%, we did this just in a small lab experiment, but now here at Eawag we also have larger pilot scale wastewater treatment plant, so it is like a bigger version of what we did before, so we test, does this still work the same way as if we do it in the small version. We also look on microplastics through drinking water treatment plants, so is it removed from drinking water. And again, especially looking at the smaller size, like nanoplastics, without this special metal doping it is really not easy to measure them, so we have like a special ability to do that.

So with the city of Zurich we have a project using their pilot drinking water treatment plant. And then we also look at how does it affect different organisms, so we look at snails, worms, other animals to see how they behave, or do they get sick when they get in contact with microplastics.

Plastic is everywhere, how do you make sure your experiments are not contaminated?

In terms of measurement we can be really sure that only our special plastic is being measured, because they have metals. But yes there could be other plastic that gets in and could cause harm to the animals, so just need to work careful to not let other particles get in, like dust flying in the air. So you just work under closed conditions.

What in your view is the biggest scientific challenge to get a better handle on microplastic, or the risk it potentially poses, to get answers?

This is another really big question that is hard to answer collectively. I mean, I guess, I might be personally a little biased because of the type of research I normally do. The problem of measurement makes it really difficult to be able to sample enough. So now when you read a lot of studies and media especially they will look at like one location, ok they went to one remote island, and look specifically and they found plastic. And I don't think this is necessarily very surprising that they find plastic there, but they have only

taken one or two measurements. So it is really hard to say what does this measurement mean, in the context of everything else. So for the scientific community, when we can take more samples easier, then we can maybe put this into context a little bit better.

Something totally different. How do you judge the public awareness or the interest in the topic of microplastics?

I think the public has a huge interest. And sometimes I think what is difficult for people to appreciate some of the nuances, the small details behind. Which of course sometimes scientist give time to many small details and then people who do not know so much about science cannot fully understand the problem because there are so too many details. Scientists need to present major findings more easily but without being too scary. Sometimes, especially with the topic of plastic, people are almost too scared. They want to get no more plastic, in any way and any kind. Take out plastic of every store and never use plastic again. I think this is a bit exaggerated.

Plastic has many, many benefits. Sometimes I think public wants to find quick and easy answers, so they feel they are doing something well for the planet. When maybe other things that would be better for the planet like don't fly so much or eat less meat are harder to make into lifestyle and harder for you but probably better for the planet.

With this heightened interest of the public in the topic of microplastics is there more investment into research or is this like before?

Public interest definitely drives a bit the research, and there is more money to do this research. Also, because the public is always asking the authorities, like BAFU [*Bundesamt für Umwelt*], or whoever to give answers. And for them to give answers they need fund scientific research.

But I think that maybe for some years, some scientists working at some of the government agencies did not think that microplastics was a very big problem. But because so many people asked they have been forced to investigate more.

People I spoke to told me that currently the concentration of microplastic is too small in Europe to really say whether this poses a problem. But also, that this situation might change as they tell me that the concentration is currently increasing.

It is hard to tell if it is really increasing. It is hard to tell what is increasing, what not. As I said before, people take one small sample and then it is hard to put it into context.

The amount of plastic that is being used is being more and more every year, but also recycling is being more every year, also people a more aware to be careful with plastic, so it is really hard to say if plastic waste will continue to be more or less.

And a lot of the microplastics in the environment comes from the mismanaged plastic.

I think yes. But it also depends a lot on the type of plastic. Some plastic is more recycled or easily recycled than others, some plastic is even used on purpose to be outside like in agriculture and things like that. There is much plastic that is directly used on purpose in the environment. So, it really depends on the type of plastic and also what you consider mismanaged plastic waste. So, ok, if you use it for agriculture, you use it for a purpose, but then they just leave it there. So, it is hard.

Cars are considered one of the biggest sources of microplastic particles, from driving.

From tires as well. This is also a big source.

This were my prepared questions, is there a question you have for me, or something you would like to add?

A colleague of mine works a lot with this idea of the public perception of plastic versus what scientists present. They look a lot, in, the type of words that is used in scientific articles versus the type of words that is used in public media. Are they scary words, are they action words, are they passive words, how are the different people communicating with this topic. And, I know this is work also done by a German group, so maybe they looked also into some German newspapers. The guy's name is Martin Wagner, and now he works in Norway. Yes, he is German and still has a German group. I think this is interesting, in this idea about the intersection of public perception versus science. His university is NTNU.

This is quite interesting.

They came up with quite some papers that look into this. About the difference, how people perceive it.

I also find this very interesting.

I think it is also interesting, even when I talk to like reporters who are covering science, like that is their job to always cover scientific topics. Sometimes there is still a misunderstanding about, about two things: How like the water treatment process works, like some confusion between wastewater treatment plant and drinking water treatment plant.

As you said, wastewater is things such as water from showers.

Yes, and in some cases, you have things like road runoff, so what comes from the road can also go there. Like different types of wastewater treatment plant.

Some people think that whatever comes from the wastewater treatment plant will directly go to a drinking water treatment plant. But that is not always the case, they are oftentimes in separate places. Where you have the wastewater treatment plant, and then the water that's cleaned will go to the river or a lake, or something. And then somewhere else you take water for the drinking water treatment plant. Not all water treatment facilities are like connected so closely. I think there is sometimes a misconception.

Also, another thing, I think people do not really appreciate how the scientific method works. Where you have to ask quite small questions to possibly be able to answer a very small question. Because if you ask too big of a question then you cannot design an experiment, to be able to answer such a big question.

So, I think maybe people get impatient. Like, why do you not have the answer, my goodness how hard can it be, give me the answer. But really, you have to ask very small questions.

Scientists try to be very careful, not to say something that does not have a proof behind.

So, you keep asking small questions, but the public wants to know answer for the whole thing.

This takes many years. I think it will still be many years until there is somehow a final answer. And scientist will not even probably agree then.

There is, especially also in the EU countries that start to ban certain plastic products. Do you think this is positive or a move towards the right direction?

I hope this is going to bring awareness, that there are problems and that you should be careful what you consume. So, this is good. But it is also a very long hanging fruit. It is very easy for a legislator, so say, ok, don't use those beads in your toothpaste. This is not the hardest thing to regulate. So, I think this is another time where people then can feel good about themselves. Then policy can feel good about themselves, the lawmaker feels good, the company that makes the toothpaste feels good, everybody feels good. But it does not really help, that much. I mean, I don't know.

The more difficult problems to solve, are bigger and then people have to make choices that are much harder for their actual life and then they don't really happen.

So, these countries focus on the easy things? Things they can forbid, because they are not that important to the people but still give you the feeling of having done something?

Sometimes people are so eager to do this, that they replace with products that just does not make sense. Just like there was this in the news, I don't know which country it was, but at McDonalds they took away all plastic straws, and then they replaced them with paper straws. But then, when you were drinking the straws dissolved themselves. So, you could not even drink with them anymore. And then they found that there was really a big waste, they had a hard time dealing with it. So, in the end the problem was much worse than if they had kept the plastic straws.

So alternative materials are not always better.

[There was a more social inspired discussion following, after having mentioned a previous interview with Prof. Dr. Bernhard Wehrli, whom Dr. Denise Mitrano knows well, too (vgl. Kap. 15.3.1). This part is skipped here]

Prof. Dr. Wehrli was of the opinion that there are bigger problems than microplastics. For example, pesticides where no one is currently talking about.

I think about this also. I mean, I totally agree with him. That I think there are bigger problems. Even if we think about wastewater treatment plants. There are many people here at Eawag that work on micropollutants. These are dissolved chemicals that can be in the wastewater and these can be much more harmful. From like the women taking birth control, or other prescription drugs and these are all coming through the wastewater and are not able to be stopped by normal wastewater treatments. And these chemicals can be quite dangerous. But people care about microplastic.

That is also one thing he said: Like last year in the media this topic [of microplastics] was a lot discussed, whereas almost no attention was given to topics such as pesticides. He considered that to be problematic

The topic of plastic is everywhere, even if you are a scientist or not, everybody can understand what is plastic. But pesticides are like a little bit more difficult to imagine.

Plastic is everywhere, and everybody can see it. Also, when they are in the environment, at least true for macroplastics. When there is kind a like an island of plastic everyone can see it

Exactly, exactly.

If you want, I can show you our labs.

Yes please, let's do that.

[This marks the end of the interview. I was given the opportunity to see some of the laboratory]

15.3.3 Interview mit Dr. Christian Roth

Dr. Christian Roth ist gegenwärtig Leiter für Technologieentwicklung bei der V-Zug AG.¹³³

Das Telefongespräch mit Dr. Christian Roth wurde am 29.10.2019 auf Deutsch (Schweizerdeutsch) durchgeführt. Im Gegensatz zu den Interviews mit Prof. Dr. Wehrli und Dr. Mitrano wurde es nicht aufgezeichnet, sondern mittels Notizen nachfolgend festgehalten.

Emissionen, die in der Produktion anfallen, sind bei der V-Zug wohl eher vernachlässigbar.

Wegen Waschmaschinen und Trocknern ist V-Zug aber mit Wissenschaftlern in Kontakt.

Mikroplastik entsteht primär beim Bruch von synthetischen Fasern. Dies geschieht vor allem bei tiefer Qualität der Fasern häufig. Durch Haftkräfte

¹³³ Adresse: V-Zug AG, Industriestrasse 66, 6302 Zug, Schweiz; E-Mail: Christian.Roth@vzug.com; Telefon: +41 58 767 63 00

bleiben diese Bruchstücke dennoch am Textil, beim Waschen werden sie dann jedoch gelöst und gelangen ins Abwasser. Solche die beim Waschen noch auf den Kleidern bleiben und mit ihnen anschliessend in den Trockner kommen, landen da im Flusensieb.

Bis jetzt hat V-Zug noch keinen Filter entwickelt, der diese Fasern in den Waschmaschinen aufhalten würde. Der Hauptgrund dafür liegt darin, dass es bei den Schweizer Kläranlagen ein effektives Rückhaltesystem gibt, mit Rückhaltequoten von ungefähr 95-98% (je nach Studie) und der Klärschlamm anschliessend verbrannt wird. Damit wird ein grosser Teil der Fasern eliminiert. 2-3% gelangen aber nach draussen, das ist der unschöne Part. Diese landen dann schlussendlich im Meer.

Die V-Zug hat auch Rückhaltesysteme getestet. Zum Beispiel den Wäschesack (Guppyfriend). Dabei kam heraus, dass solche Säcke eine relativ tiefe Rückhaltequote von 30-50% aufweisen.

Es ist somit sehr schwierig Filter zu entwickeln, die eine ähnliche Quote wie die Kläranlagen aufweisen.

Die V-Zug ist im Gespräch mit der EMPA (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt), zum Beispiel mit Herr Nowack. Die Experten sind der Ansicht, dass es im Fall der Schweiz effizienter ist, diese Fasern in der Kläranlage, in einem effizienten industriellen Prozess, konzentriert zu filtern.

In der Maschine gibt es zusätzlich das Problem, dass durch solche Filter Strom, graue Energie verbraucht würde.

Im Ausland zeigt sich die Lage jedoch umgekehrt als in der Schweiz. Es gibt einige Länder wie Deutschland und Österreich (allgemein eher Westeuropa), die zwar eine verhältnismässig gute Abwasserklärung haben, aber bei ihnen wird doch noch ein beachtenswerter Teil des Klärschlammes auf die Felder als Dünger ausgebracht. Bei dieser Praxis landen dann natürlich auch die Fasern auf dem Feld. Und dort gehören sie nicht hin.

Dann gibt es nochmals eine Kategorie Länder wie Italien oder Griechenland oder generell, wenn man weiter in den Süden oder den Osten geht. Dort gibt es dann immer weniger Klärsysteme, oder weniger effiziente Klärsysteme. Auch gibt es dort Haushalte, die an gar kein Klärsystem angebunden sind und deren Abwasser dann einfach so in die Umwelt gelangt.

Da V-Zug aber 95% seiner Produkte in die Schweiz verkauft ist der Einfluss auf die Situation im Ausland eher gering.

[Nochmals zurück zum Guppyfriend-Wäschesack (von meiner Seite)]

Beim Guppyfriend-Sack ist das Problem, dass die Fasern zu klein sind, um vollständig zurückgehalten werden zu können. Wenn die Maschen jedoch viel kleiner wären, dann würde das die Waschwirkung verkleinern, da das Wasser für eine gute Waschwirkung möglichst häufig durch die Kleidung hindurch sollte.

Ein perfekter Filter wäre wahrscheinlich quasi dicht. Es wäre dann eher wie eine Membran, wo man das Wasser mit Druck hindurchpressen müsste.

Es wäre natürlich super, wenn eine so einfache Lösung, wie der Guppyfriend-Sack, funktionieren würde. In Ländern wie Griechenland, fände Dr. Roth einen solchen Sack aber gut.

Bei manchen Studien ist auch das Problem, dass nicht nur Kunststoffe gemessen werden, sondern auch Staub, Schmutz, Baumwollfasern oder andere Verunreinigungen. Und diese sind ja abbaubar und wären kein Problem.

V-Zug ist sich dem Problem sehr bewusst und würde gerne etwas machen. Sie möchten aber eine Lösung, die gesamthaft nachhaltig ist und nicht nur ein «Werbe-Gag». Eingebaute Filter brauchen Strom. Dadurch kann ein solcher Filter sogar weniger nachhaltig sein als kein Filter. Solche Dinge will V-Zug auf jeden Fall vermeiden. Sie wollen auch kein «Green-Washing» betreiben, also sich und Lösungen grüner darstellen als sie eigentlich sind.

Momentan können sie sich somit eher vorstellen solche Filter als Modul zu machen und diese dann in Produkte einzubauen, die in Länder verkauft werden, wo es mehr Probleme gibt, weil Kläranlagen schlechter sind oder es gar keine Kläranlagenanschluss gibt.

V-Zug will Teil einer ganzheitlichen Lösung sein.

Eine mögliche Lösung für dieses Problem [*Mikroplastikfreisetzung beim Waschen*] wäre auch, wenn die Menschen weniger auf möglichst billige Produkte achten würden. In den billigen Kleidern werden natürlich auch nur die billigsten Fasern verwendet. Teurere Fasern hätten den Vorteil, dass sie viel weniger schnell brechen oder viel länger sind. Bei diesem Problem wäre die Textilindustrie in der Verantwortung.

Gerade bei «fast fashion» verlieren die Kleider bereits nach 2-3-mal Waschen enorm viele Fasern. Dies ist bei höherwertiger Mode anders. Solche Mode ist somit auch ein grosses Problem. Wenn die Menschen langlebiger Kleider kaufen würden, würde das auch viel Gutes tun.

V-Zug probiert so gut wie möglich eine Lösung zu finden. Bis jetzt haben sie die perfekte Lösung aber noch nicht gefunden.

V-Zug beobachtet natürlich auch die Konkurrenz, diese hat laut ihrem Wissen auch noch keine Lösung. Es gibt aber mittlerweile vereinzelte, auf Messen etc., die einen Filter bewerben. Zum Beispiel ein türkischer Anbieter. V-Zug hatte bis jetzt aber noch keine Möglichkeit zu testen, wie nachhaltig das ist, da die Produkte noch nicht verfügbar sind. Sobald die Geräte verfügbar sind, werden sie die Geräte testen und schauen ob es etwas bringt oder ob es nur ein «Werbe-Gag» ist. Es wird nämlich auch viel beschissen.

15.4 E-Mails Industrie

15.4.1 Anfrage

Um beurteilen zu können wie die Industrie zum Thema Mikroplastik steht, wurden im Rahmen dieser Arbeit verschiedene Unternehmungen gebeten eine Stellungnahme zu zwei Punkten abzugeben.

- 1) Ist das Thema Kunststoff, speziell Mikroplastik, dessen Minimierung oder Vermeidung Gegenstand firmeninterner Entscheidungen, z.B. verankert in einem Nachhaltigkeitskonzept oder Betriebsreglement?
- 2) Welche konkreten Maßnahmen haben Sie eingeleitet um Kunststoff, speziell Mikroplastik, in der Produktion, beim Vertrieb oder bei der letztendlichen Verwendung ihrer Produkte zu vermindern?

Angefragt wurden folgende Unternehmungen:

Tabelle 21: Übersicht der angefragten Unternehmen

| <i>Nr.</i> | <i>Unternehmung</i> | <i>Datum</i> | <i>An-</i> | <i>Antwort</i> | <i>Datum</i> | <i>Ant-</i> | <i>Stellung-</i> |
|------------|--|--------------|------------|-----------------|--------------|-------------|--|
| | | <i>frage</i> | | <i>erhalten</i> | <i>wort</i> | | <i>nahme</i> |
| | | | | | | | <i>erhalten</i> |
| 1 | Schulthess Ma- schinen AG | 06.10.2019 | ja | ja | 01.11.2019 | ja | ja |
| 2 | V-Zug AG | 06.10.2019 | ja | ja | 7.10.2019 | ja | ja |
| 3 | On-running | 06.10.2019 | nein | nein | - | - | nein |
| 4 | Lowa | 06.10.2019 | nein | nein | - | - | nein |
| 5 | sioux | 06.10.2019 | nein | nein | - | - | nein |
| 6 | Coop-Genossen- schaft | 06.10.2019 | ja | ja | 10.10.2019 | ja | ja |
| 7 | Volg | 06.10.2019 | ja | ja | 14.10.2019 | ja | nein |
| 8 | Schuhhaus Wal- der AG | 06.10.2019 | nein | nein | - | - | nein |
| 9 | Walo Bertschin- ger AG | 06.10.2019 | ja | ja | 16.10.2019 | ja | nein |
| 10 | Zani Strassenbau AG | 06.10.2019 | nein | nein | - | - | nein |
| 11 | Michelin Suisse SA | 06.10.2019 | nein | nein | - | - | nein |
| 12 | Goodyear Dunlop Tires Suisse SA | 06.10.2019 | nein | nein | - | - | nein |
| 13 | Continental Suisse SA | 06.10.2019 | nein | nein | - | - | nein |
| 14 | Keller-Frei AG | 06.10.2019 | nein | nein | - | - | nein |
| 15 | WISTRAG Stras- sen- und Tiefbau AG | 06.10.2019 | nein | nein | - | - | nein |
| 16 | Beiersdorf AG | 11.10.2019 | ja | ja | 11.10.2019 | ja | nein (Ver- weis Nach- haltigkeits- bericht) |
| 17 | Louis Widmer SA | 11.10.2019 | ja | ja | 17.10.2019 | ja | ja |

15.4.2 Antworten

Die E-Mails sind als jeweilige Kopie des Inhalts angefügt.

#6 Coop:

Sehr geehrte Frau Lemcke

Vielen Dank für Ihre Anfrage. Gerne beantworten wir Ihre Fragen zum Thema Mikroplastik wie folgt:

- Coop hat ihr ganzes Sortiment von Kosmetik- und Wasch-/Reinigungsmittelprodukten gemeinsam mit den Lieferanten analysiert.
- Es gibt bei Coop keine Produkte mehr mit festen, formbaren Mikroplastikteilchen (gemäss Definition der EU)
- Es gibt vereinzelt Produkte, welche halbflüssige oder flüssige synthetische Polymere enthalten. Es sind dies jedoch vor allem Markenprodukte. Bei Eigenmarkenprodukten arbeiten wir daran, auch diese Stoffe zu eliminieren.

Wir wünschen viel Erfolg mit Ihrer Arbeit und alles Gute.
Freundliche Grüsse

Coop
Sabine Brändle
Sachbearbeiterin Kundendienst

#17 Louis Widmer:

Sehr geehrte Frau Lemcke

Vielen Dank für Ihre Anfrage. Ich versuche wie folgt zu antworten

Ist das Thema Kunststoff, speziell Mikroplastik, dessen Minimierung oder Vermeidung Gegenstand firmeninterner Entscheidungen, z.B. verankert in einem Nachhaltigkeitskonzept oder Betriebsreglement?

Ja, Mikroplastik in Produkten ist ein Entwicklungsthema. Wir haben derzeit noch ein paar Formulierungen, welche Mikroplastik in geringen Mengen enthalten. Die Entwicklung ersetzt derzeit dieses mit Alternativen. Das ist ein Prozess, der eine gewisse Zeit benötigt, da wir sicherstellen müssen, dass die Produkte weiterhin einwandfrei sind. Aber bis Ende 2020 sollten wir damit fertig sein. Neuentwicklungen bei Louis Widmer enthalten kein Mikroplastik mehr. Gemäss Produktprofilen ist ein solcher nicht mehr erlaubt.

Welche konkreten Maßnahmen haben Sie eingeleitet um Kunststoff, speziell Mikroplastik, in der Produktion, beim Vertrieb oder bei der letztendlichen Verwendung ihrer Produkte zu vermindern?

Wie oben beschrieben, ersetzen wir Mikroplastik in Produkten durch Alternativen. Das ist on-going. Nicht mehr benötigter Plastik als solches wie Packmittel aller Art werden im Betrieb natürlich dem Recycling oder der

kontrollieren Verbrennung zugeführt. Bei den Packmitteln (Primärpackmittel) ist Plastik wie PE oder PP auch weiterhin im Einsatz. Eine Alternative gibt es am Markt noch keine, die den Anforderungen genügt. Wir folgen daher dem Ansatz den Plastik zu minimieren wo immer es geht oder Plastik aus Recycling zu verwenden. Echte Plastikalternativen, die z.B. kompostierbar sind, sind bei Packmittelherstellern in Entwicklung. Es wird aber wohl noch 2-3 Jahre dauern bis validierte und bezahlbare Systeme am Markt zur Verfügung stehen. Aber Louis Widmer ist hier mit wichtigen Packmittelherstellern in Kontakt.

Kurz gesagt:

Insgesamt ist Louis Widmer sehr darauf bedacht, den Mikroplastik auf den bestehenden Formulierungen so schnell wie möglich zu eliminieren. Bis 2020 sollten wir wohl soweit sein. Die Verwendung von Plastik als Verpackungsmittel von Kosmetika wird weiterhin bestehen. Das solange bis Alternativen, die biologisch abbaubar sind, am Markt zur Verfügung stehen. Bis dahin schauen wir, dass wir die Plastikmenge soweit reduzieren können und z.B. bei neuen Produkten Monoplastik (z.B. alles aus PP) verwenden. Dieser kann dann einfach durch die Anwender dem Recycling zugeführt werden (analog wie z.B. PET Flaschen).

Zuletzt noch folgendes: Hauptverursacher von Mikroplastik sind Autoreifen und Bekleidung. Sie machen über 60% aus. Die Kosmetik ist mit <1% Mikroplastik vertreten. Tendenz weiterhin abnehmend. Zudem filtern unsere Kläranlagen rund 90% des Mikroplastik aus dem Abwasser. Ich denke, dass man solche Betrachtungen auch einfließen lassen sollte.

Wir hoffen Ihnen mit diesen Angaben gedient zu haben.

Freundliche Grüsse / Kind regards

Louis Widmer SA

Dr. Marcel Langenauer, CTO

#9 Walo Bertschinger AG:

Guten Tag Frau Lemcke

Besten Dank für Ihre Anfrage sowie das Interesse an unserer Firma.

Leider sind die von Ihnen erfragten Daten um Internas, die wir nicht herausgeben, daher können wir Ihnen leider nicht weiterhelfen.

Wir wünschen Ihnen dennoch viel Erfolg für Ihre Maturarbeit.

Freundliche Grüsse

Eva Siegenthaler

Projektleiterin Marketing und Events

Walo Bertschinger Central AG

15.5 E-Mails Politiker

15.5.1 Anfrage

Im Rahmen dieser Arbeit wurden Barbara Günthard-Maier und Martin Neukom zu einer Stellungnahme zu Mikroplastik gebeten, da Sie dem jeweils verantwortliche Departement der Stadt Winterthur beziehungsweise des Kantons Zürich vorstehen. Dabei wurde konkret nach drei Punkten gefragt:

- 1) Ist das Thema Kunststoff („Plastik“), speziell Mikroplastik, dessen Minimierung oder Vermeidung Gegenstand der aktuellen politischen Diskussion?
- 2) Als wie wichtig erachten Sie dieses Thema im Kontext anderer Umweltprobleme (z.B. CO₂-Austoss)?
- 3) Welche Massnahmen schlagen Sie vor oder erachten Sie als am vielversprechendsten um zu einer möglichen Verminderung von Plastik, bzw. Mikroplastik in der Umwelt beizutragen?

15.5.2 Antworten

Die E-Mails sind als jeweilige Kopie des Inhalts angefügt.

Stadträtin Barbara Günthard-Maier:

Liebe Noemi Lemcke

Herzlichen Dank für Ihre Nachricht. Mikroplastik ist ein wichtiges Thema - es ist gut, dass Sie sich in Ihrer Maturarbeit damit befassen.

Gerne nehme ich zu den folgenden Punkten Stellung:

Ist das Thema Kunststoff („Plastik“), speziell Mikroplastik, dessen Minimierung oder Vermeidung Gegenstand der aktuellen politischen Diskussion?

Das Thema Mikroplastik wird erst seit kurzem wissenschaftlich untersucht. So hat das Bundesamt für Umwelt (BAFU) 2014 erstmals den Auftrag für eine Studie herausgegeben: An diversen Schweizer Gewässern wurden daraufhin Wasser- und Sandproben analysiert. Solche Studien sind wichtig, damit das Thema Mikroplastik in der politischen Diskussion ankommen kann. Eine Hochrechnung des Amts für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich arbeitet mit folgendem Bild: " Würden wir einen Tag lang auf der Quaibrücke am Zürcher Seebecken stehen, würden währenddessen 30 Milliarden Mikroplastikteilchen unter unseren Füßen durchschwimmen." Das sind eindruckliche Zahlen. Deshalb denke ich, dass das Thema Mikroplastik sehr bald auch in der Politik ankommen wird.

Als wie wichtig erachten Sie dieses Thema im Kontext anderer Umweltprobleme (z.B. CO₂-Austoss)?

Wie Du sicher weisst, ist eine der wichtigsten Quellen von Mikroplastik der Reifenabrieb. Um den Verkehr müssen wir uns auch beim Klimathema kümmern. Wie bei so vielen Umweltthemen ist es wichtig, die Herausforderung eines Themengebietes in den Zusammenhang mit anderen umweltpolitischen Herausforderungen zu stellen. Zum Thema Mikroplastik gibt es sehr wenige Studien, welche konkrete Aussagen über die Folgen der gegenwärtigen Mikroplastikbelastung für unser Ökosystem und den menschlichen

Organismus machen. Das BAFU kam 2015 zum Schluss, dass keine unmittelbare Gefährdung für Umwelt und Gesundheit besteht. Weil aber die Mikroplastikteile nicht nur aus Plastik bestehen, sondern auch Träger anderer Substanzen sind, sind bei den konkreten Auswirkungen auf die Nahrungskette und die Ökosysteme noch viele Fragen offen. Im Kanton Zürich ist das Thema Mikroplastik schwerpunktmässig beim Kanton und nicht bei den Städten verortet.

Hier finden Sie den Kontakt zum AWEL: <https://awel.zh.ch/internet/audirektion/awel/de/wasser.html>.

Welche Massnahmen schlagen Sie vor oder erachten Sie als am vielversprechendsten um zu einer möglichen Verminderung von Plastik, bzw. Mikroplastik in der Umwelt beizutragen?

Ich erachte es als wichtig, dass die wissenschaftlichen Grundlagen klar sind und die Begrifflichkeiten definiert werden, so dass daraus dann allenfalls Massnahmen abgeleitet werden können. Weiter muss sich jeder von uns bewusst sein, was Littering für Auswirkungen haben kann. Hier sind wir als Individuen gefordert.

Herzliche Grüsse

Barbara Günthard-Maier, Stadträtin

Regierungsrat Martin Neukom:

Sehr geehrte Frau Lemcke

Regierungsrat Martin Neukom lässt Ihnen folgende Antworten zukommen:
Ist das Thema Kunststoff („Plastik“), speziell Mikroplastik, dessen Minimierung oder Vermeidung Gegenstand der aktuellen politischen Diskussion?

Meines Erachtens noch zu wenig. Die Diskussion ist in der breiten Öffentlichkeit noch nicht wirklich angekommen.

Zudem sind die Auswirkungen von Mikroplastik im Detail noch nicht bekannt.

Als wie wichtig erachten Sie dieses Thema im Kontext anderer Umweltprobleme (z.B. CO2-Ausstoss)?

Es gibt weltweit zwei grosse ökologische Probleme: Klimawandel und Artenschwund.

Der Artenschwund hat viele Ursachen, eine davon ist die Verschmutzung durch toxische Stoffe. Ähnlich wie beim Klimawandel ist die Verschmutzung durch Mikroplastik irreversibel. Die Teilchen verteilen sich überall.

Welche Massnahmen schlagen Sie vor oder erachten Sie als am vielversprechendsten um zu einer möglichen Verminderung von Plastik, bzw. Mikroplastik in der Umwelt beizutragen?

Das Stichwort lautet Grüne Wirtschaft. Die Lösung sind Stoffe, die biologisch abbaubar sind, oder Stoffkreisläufe. Eine Volksinitiative, welche dies verlangte, ist 2016 an der Urne gescheitert, was ich bedauert habe.

Da ein Grossteil des Mikroplastik aus dem Autoverkehr stammt (Reifenabrieb) wäre eine Reduktion des motorisierten Individualverkehrs erstrebenswert.

Ich wünsche Ihnen einen schönen Tag.

Freundliche Grüsse

Lorena Casty