



Umweltbelastung durch Mikroplastik

Vorwissenschaftliche Arbeit
verfasst von

Alexandra Oppolzer
Klasse 8A

Betreuer/in: Mag.^a Sarah Hurt und Mag.^a Annika
Wolfsteiner

Wien, Februar 2021

Gymnasium Sacre Coeur Wien
1030 Wien, Rennweg 31

Abstract

Die vorliegende vorwissenschaftliche Arbeit stellt die Auswirkungen von Mikroplastik auf die Umwelt dar. Außerdem präsentiert sie die Verursacher der Mikroplastikproblematik sowie diverse Handlungsalternativen. Es werden nicht nur die durch Mikroplastik ausgelösten Probleme dargelegt, sondern es werden auch Möglichkeiten des aktiven Handelns für die Bevölkerung aufgewiesen. Bei der Untersuchung dieses Themas wurden verschiedene Quellen von Forschungen über Mikroplastik in Gewässern und Lebewesen herangezogen. Zusätzlich konnte viel Information über das Thema anhand von unterschiedlichen Statistiken und Grafiken von NGOs gewonnen werden. Darüber hinaus enthält die Arbeit ein selbst durchgeführtes Experiment bezüglich des Nachweises von Mikroplastik in Kosmetika.

Durch diese Arbeit sind neue wissenschaftliche Einsichten gewonnen worden. So zeigt sie, dass eine allgemeine Definition für Mikroplastik ausständig ist. Ebenfalls wird klar, dass es bereits viele Forschungen gibt, jedoch kaum welche mit einheitlichen Ansätzen. Im Rahmen des Forschungsprozesses wird ersichtlich, dass Mikroplastik eine weitaus größere Gefahr darstellt, als man auf den ersten Blick annehmen würde. Außerdem lässt sich anhand dieser vorwissenschaftlichen Arbeit ableiten, dass die Mikroplastikproblematik ein sehr aktuelles, in weiten Bereichen noch unerforschtes Thema ist und noch viele Fragen offenlässt. Des Weiteren wird klar, dass es bezüglich dieser Thematik mehr Aufmerksamkeit seitens der Bevölkerung bedarf und sich die Regierung für mehr Bewusstsein in diesem Bereich und für das Zurückgreifen auf Alternativen einsetzen muss.

Inhaltsverzeichnis

Abstract.....	2
1 Einleitung	4
2 Grundlagen zu Mikroplastik.....	5
2.1 Allgemeine Definition des Begriffs Mikroplastik.....	5
2.2 Chemischer Aufbau, Inhalte und Unterteilung von Kunststoffen	6
3 Entstehung, Einsatz und Verursacher von Mikroplastik.....	8
3.1 Primäres Mikroplastik	9
3.2 Sekundäres Mikroplastik.....	10
3.3 Hauptverursacher von Mikroplastik in der Umwelt	10
4 Vorkommen, Nachweise und Transport von Mikroplastik in der Umwelt.....	13
4.1 Nachweise in Gewässern	14
4.1.1 Mikroplastik im Salzwasser.....	14
4.1.2 Mikroplastik im Süßwasser	15
4.2 Weitere Vorkommen in der Umwelt	18
5 Gefahrenpotenzial von Mikroplastik für die Umwelt.....	18
5.1 Mikroplastik als Bedrohung für Lebewesen.....	18
5.2 Konkrete Auswirkungen von Mikroplastik auf den Menschen.....	21
5.3 Versuche bezüglich der Auswirkung von Mikroplastik an Lebewesen	23
5.4 Aus- und Bewertungen der Studien und Annahmen.....	24
6 Chancen, Vermeidung und Lösungsansätze	26
6.1 Bedeutung von Mikroplastik für die Gesellschaft und notwendige Maßnahmen.....	26
6.2 Alternativen und Mikroplastik als Chance	28
6.3 Aufklärung und Initiative ergreifen.....	30
7 Fazit.....	32
8 Literaturverzeichnis	33
9 Darstellungsverzeichnis	35

1 Einleitung

Umweltbelastung durch Mikroplastik ist ein sehr aktuelles Thema mit vielen neuen Forschungsansätzen. Dies kann man daran erkennen, dass keine verwendete Quelle dieser Arbeit älter als 10 Jahre ist. Die Problematik umfasst fast jeden unserer Lebensbereiche, dennoch haben viele Menschen von dem Begriff noch nie gehört. So ist die Unwissenheit vieler Menschen eines der größten Probleme dieser Thematik.

Der Titel dieser vorwissenschaftlichen Arbeit lautet „Umweltbelastung durch Mikroplastik“, es werden aber auch weitere Aspekte im direkten Zusammenhang mit diesem Themenschwerpunkt erläutert. Das erste Kapitel liefert die wichtigsten Grundlagen und Eckdaten zu Mikroplastik für den Einstieg in die Problematik. Des Weiteren wird erarbeitet, wie Mikroplastik entsteht und wer bzw. was die größten Verursacher sind. Außerdem zeigt die Arbeit auf, wo Mikroplastik in der Umwelt nachzuweisen ist und wo die damit vorhandenen Gefahrenpotenziale liegen. Das letzte Kapitel beleuchtet die Bedeutung von Mikroplastik in der Gesellschaft und weist auf die möglichen zu ergreifenden Maßnahmen hin. Darüber hinaus werden nicht nur Probleme dargelegt, sondern auch explizite Handlungsalternativen angegeben, wie jeder einzelne mit etwas Aufklärung seinen Beitrag für eine bessere Umwelt leisten kann. Für diese Literaturarbeit sind unter anderem PDF Dateien von verschiedenen NGOs wie WWF und vom Umweltbundesamt Österreichs und Deutschlands herangezogen worden. Außerdem ist ein Versuch zum Nachweis von Mikroplastik in Kosmetika durchgeführt worden.

2 Grundlagen zu Mikroplastik

2.1 Allgemeine Definition des Begriffs Mikroplastik

Unter Mikroplastik werden winzige Kunststoffteilchen verstanden, die in der Umwelt fast überall aufzufinden sind. Das Wort Mikroplastik besitzt das Präfix „Mikro“, das sich von dem griechischen Wort „mikros“ ableitet und übersetzt „klein“ bedeutet. Heute versteht man darunter den ein millionsten Teil eines Meters, so unterliegt Mikroplastik laut Fath der Magnitude μm (Mikrometer).¹

Es existiert keine genaue einheitliche Begriffserklärung und Größendefinition für Mikroplastik, denn WissenschaftlerInnen konnten sich bisher auf keine allgemeingültige Begriffsbestimmung festlegen. Laut der Zeitung „Biologie in unserer Zeit“ fallen in vielen Fällen alle Kunststoffteilchen mit den Abmessungen 1-5mm in den Definitionsbereich von Mikroplastik. Alle Elementarteilchen kleiner als die vorher genannte Einheit werden bis zur Größenordnung Nanoplastik noch als Mikroplastik eingestuft.² Diese Aussage steht allerdings der von Fath mit μm konträr gegenüber.

Überdies wird Mikroplastik von vielen wie Andrady nochmal in L-MPP (Large Microplastic Particles), die einer Größe von 1-5mm entsprechen, und in S-MPP (Small Microplastic Particles), die alle Elementarteilchen kleiner als 1mm umfasst, unterteilt.³ Eine exakte Abgrenzung zwischen Nano-, Mikro, Meso- und Makroplastik festzulegen, ist sehr schwierig, da die Größen teilweise ineinander übergehen. Darüber hinaus kann

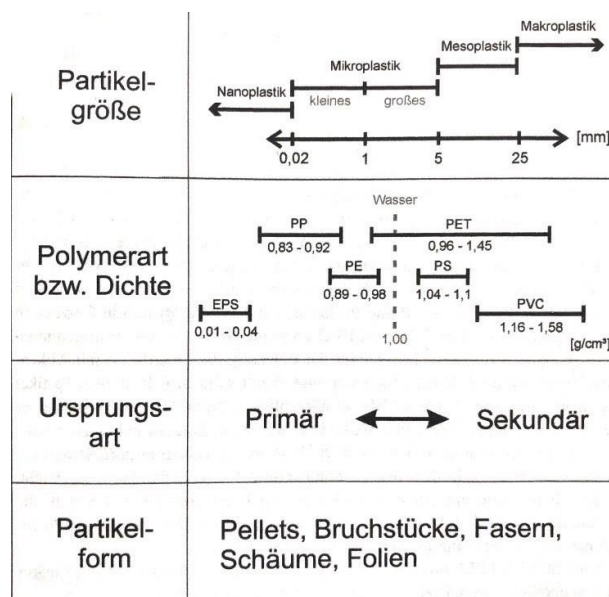


Abbildung 1: Überblick der Eigenschaften von Mikroplastik

¹ vgl. Fath, 2019a, S. 16f.

² vgl. Holm/ Schulz/ Athanasopulu, 2013, S. 27.

³ vgl. Fath, 2019a, S. 18.

Mikroplastik nicht nur über die Partikelgröße, sondern durch andere Eigenschaften kategorisiert werden. So wird des Weiteren zwischen verschiedenen Polymerarten mit zugehöriger Dichte, zwischen primärem und sekundärem Mikroplastik, sowie der Partikelform des Plastikteilchens unterschieden. Diese Unterteilungen sind in Abbildung 1 zu erkennen.⁴

Das Fehlen einer offiziellen Definition für Mikroplastik bringt große Herausforderungen mit sich, insbesondere beim Vergleichen diverser Ergebnisse von Forschungen und Auswertungen. Unzählige ForscherInnen verlangen deshalb eine allgemein gültige Begriffsbestimmung.⁵

2.2 Chemischer Aufbau, Inhalte und Unterteilung von Kunststoffen

Mikroplastik hat seinen Ursprung in Kunststoff, der umgangssprachlich Plastik genannt wird. Kunststoffe sind eine Unterrubrik der Polymere. Wegen Charakteristiken wie Langlebigkeit, Plastizität und einer preisgünstigen Herstellung, verdrängt Plastik andere Werkstoffe immer mehr.⁶ Dieses breitgefächerte Verwendungsspektrum von Kunststoffen ist den Additiven zuzuschreiben. Kunststoffe besitzen meistens keine reinen Polymerketten. Oft werden Zusatzstoffe wie Weichmacher, Stabilisatoren und Pigmente hinzugefügt, um die Einsatzmöglichkeiten zu expandieren. Allerdings darf nicht vergessen werden, dass diese Additive durchaus eine potentielle Bedrohung für die Umwelt darstellen.⁷

Der Begriff „Polymere“ ist griechisch und setzt sich aus den Wörtern „poly“ (viele) und „meros“ (Teile) zusammen. Der Aufbau der Polymere wird vom Umweltbundesamt so definiert: „Sie bestehen aus langkettigen Makromolekülen, die aus einer Vielzahl von kleinen, sich nach bestimmten Gesetzmäßigkeiten wiederholenden Einheiten (Monomeren) bestehen.“⁸ Bei Polymeren wird zwischen natürlichen, halbsynthetischen und synthetischen Polymeren unterschieden, wobei synthetische Polymere aufgrund verschiedener Eigenschaften und ihrer chemischen Grundstruktur

⁴ vgl. Waldschläger, 2019, S. 9.

⁵ vgl. ebd., S. 9f.

⁶ vgl. ebd., S. 3.

⁷ vgl. Fath, 2019a, S. 145-182.

⁸ Miklos/ Obermaier/ Jekel, 2016, S. 10.

wieder in drei Gruppen unterteilt werden: sie werden in Thermoplaste, Elastomere und Duroplaste kategorisiert.⁹ Thermoplaste werden am häufigsten verwendet und betragen daher 73% der globalen Kunststoffproduktion. Die Kunststoffart wird gerne wegen ihrer Wiederverwendbarkeit eingesetzt. Diese Eigenschaft ergibt sich aus dem chemischen Grundgerüst, das linear oder wenig dendritisch ist. Elastomere hingegen weisen ein variables, weiter auseinandergehendes, vernetztes chemisches Gerüst auf und besitzen so biegsame Charakteristiken. Aufgrund dieses Aufbaus kann diese Kunststoffart nicht wie Thermoplaste wiederverarbeitet werden. Duroplaste besitzen eine eng vernetzte chemische Struktur und sind daher relativ robust, aber nicht wieder verarbeitbar.¹⁰ Synthetische, petrochemisch erzeugte Kunststoffarten sind deutlich beliebter als natürliche. Allerdings wird für ihre Herstellung Erdöl benötigt, was noch mehr zur Ressourcenausbeutung der Erde beiträgt. Die Herstellung synthetischer Kunststoffe erfolgt durch ein Synthese-Verfahren. Hier liegen die drei verschiedenen Verfahren Polymerisation, Polykondensation und Polyaddition vor. Auf diese Verfahren noch genauer einzugehen, würde den Rahmen dieser Arbeit allerdings sprengen.

Die Molekülketten der Polymere können unterschiedlich aneinandergereiht werden und daher gibt es unzählige Polymerketten. Deshalb liegen Unmengen von diversen

Arten von Kunststoffen mit vielseitigen Charakteristiken und Einsatzmöglichkeiten vor.¹¹ Einige oft verwendete Kunststoffarten mit ihrem Gebrauch, sowie ihrem Produktionsanteil und ihrer Dichte sind in Abbildung 2 zu erkennen. So werden in dem Zeitungsartikel „Meeresverschmutzung der neuen Art: Mikroplastik-ein unsichtbarer

Polymername	Abkürzung	Dichte [g/cm ³]	Produktionsanteil [%]	Produkte
Polyethylen	PE	0,89–0,98	38	Plastiktüten, Microbeads
Polypropylen	PP	0,83–0,92	24	Seile, Flaschenverschlüsse, Ausrüstungen, Trinkhalme
Polyvinylchlorid	PVC	1,3–1,4	19	Folien, Rohre, Fensterrahmen
Polyethylen-terephthalat	PET	0,96–1,45	7	Flaschen, Polyester-Fasern
Polystyrol (nicht-expandiert)	PS	1,04–1,1	6	Lebensmittelverpackungen wie Joghurtbecher
Polystyrol (expandiert)	EPS	0,01–0,04		Kühlboxen, Bojen, Becher, Styropor
Polyamid (Nylon)	PA	1,02–1,16	<3	Kleidung, Fischernetze

Abbildung 2: Oft verwendete Kunststoffarten und deren Charakteristiken

⁹ vgl. ebd., S. 10f.

¹⁰ vgl. Waldschläger, 2019, S. 4f.

¹¹ vgl. Fath, 2019a, S. 17.

Störenfried“ die beliebtesten Kunststoffarten und ihre Einsatzmöglichkeiten beschrieben:

Als kostengünstige Massenkunststoffe werden vor allem Polyethylen, Polypropylen, Polystyrol, Polyester und PVC in riesigen Mengen hergestellt. Diese Produkte umfassen etwa 75% der jährlichen Kunststoffproduktion und werden hauptsächlich für Verpackungen und Konsumartikel, aber auch im Bauwesen, in der Automobilherstellung und in der Elektronik verwendet.¹²

In der europäischen Union sind ca. 30.000 differierende Polymerarten bekannt, allerdings werden davon nur ein Bruchteil für die Kunststofffabrikation verwendet.¹³ Mikroplastik kann seinen Ursprung aus allen Polymerarten finden. Bezüglich der Auswirkungen von Mikroplastik auf die Umwelt spielt auch die Dichte der Polymerverbindung eine ausschlaggebende Rolle. So schwimmen Mikroplastikteilchen mit einer geringeren Dichte als Wasser auf, während Partikel mit einer höheren Dichte als Wasser sich am Boden ablagern.¹⁴ Wie lang die verschiedenen Polymerarten dann tatsächlich brauchen, um sich vollständig zu zersetzen, ist nicht bekannt. Geschätzt liegt der Abbauprozess zwischen hunderten und tausenden Jahren. Zusätzlich enthalten viele Kunststoffe noch Additive, die eine Langlebigkeit des Produkts gewährleisten sollen. Allerdings wird der Zersetzungsprozess dadurch verlangsamt und die bedrohlichen Schadstoffe gelangen ebenfalls in die Umwelt.¹⁵

3 Entstehung, Einsatz und Verursacher von Mikroplastik

Um die Entstehung und das weitere Vorkommen von Mikroplastik zu verstehen, muss zuerst der Unterschied zwischen primärem und sekundärem Mikroplastik festgelegt werden.

¹² Holm/ Schulz/ Athanasopulu, 2013, S. 27.

¹³ vgl. Waldschläger, 2019, S. 6.

¹⁴ vgl. ebd., S. 10.

¹⁵ vgl. Holm/ Schulz/ Athanasopulu, 2013, S. 28.

3.1 Primäres Mikroplastik

Unter primärem Mikroplastik versteht man winzige Kunststoffteilchen, die synthetisch im Mikroplastikgrößenbereich hergestellt werden. So werden „Microbeads“ oder „Pellets“ industriell erzeugt und dann für verschiedene Anwendungsbereiche weiterverarbeitet.¹⁶ Primäres Mikroplastik findet in Kosmetikprodukten wie Duschlotionen oder Gesichtereinigungen Verwendung. Hier wird das Mikroplastik häufig als abrasives Material für den sogenannten „Peeling-Effekt“ eingesetzt, obwohl es natürliche Alternativen gäbe. In Zahnpasten ist Mikroplastik nur vereinzelt aufzufinden, während es bei Schminkeprodukten als Verdickungsmittel ab und an seinen Gebrauch findet. Es wird ebenfalls für Hygieneprodukte eingesetzt und dient so als Wachs-Dispersion. Diese Wachse werden außerdem im Mikroplastikgrößenbereich zum Beispiel aus Polyethylen (PE) oder Polypropylen (PP) hergestellt und als Zusatzstoffe bei Klebemitteln, Farben und Beschichtungen eingesetzt.¹⁷ Des Weiteren werden bei der Luftdruckreinigung winzige Polyethylenteilchen verwendet und im medizinischen Bereich findet primäres Mikroplastik auch teilweise Gebrauch.¹⁸ Bei Untersuchungen von diversen Kosmetikprodukten konnten bereits nachweislich Mikroplastikanteile in Erzeugnissen von Marken wie Catrice, Colgate, Bebe und Nivea gefunden werden.¹⁹ In Abbildung 3 habe ich in einem Selbstversuch etwas Körperpeeling aus dem Drogeriemarkt, das nachweislich der App „Code Check“ Mikroplastik enthält, in ein Teesieb gegeben. Dann wurde das Produkt ca. eine Minute unter einen lauwarmen Wasserstrahl gehalten. In dem Sieb hat sich beinahe das ganze Produkt, bis auf das Mikroplastik, durch den Wasserstrahl aufgelöst. Die



Abbildung 3: Mikroplastik aus einem Kosmetikprodukt abgeseibt

¹⁶ vgl. Fath, 2019a, S. 18.

¹⁷ vgl. Miklos/ Obermaier/ Jekel, 2016, S. 15f.

¹⁸ vgl. Fath, 2019a, S. 20.

¹⁹ vgl. ebd., S. 31.

Mikroplastikrückstände sind in der Aufnahme als kleine rote und gelbe Kügelchen zu erkennen.

3.2 Sekundäres Mikroplastik

Sekundäres Mikroplastik ist Makroplastik, das durch Witterung in winzige Partikel zerfällt. Dabei wird zwischen verschiedenen Vorgängen des Zersetzungsprozesses unterschieden: Eine physikalische Dekomposition kann thermisch durch etwa Verbrennen oder aber auch mechanisch erfolgen.

Bei dem mechanischen Zersetzungsprozess reiben das Makroplastik und Sand oder Felsgestein aneinander und es entstehen so immer kleiner werdende Plastikteilchen. Nicht nur an Land, sondern auch in bewegten Gewässern kann dieser Vorgang ablaufen. Eine andere Variante ist die chemische Zersetzung. Hier wirkt Wasser, die Sonne oder Sauerstoff auf den Kunststoff ein. Dieser wird mit der Zeit spröde und zerfällt in mehr und mehr Teile. Die dritte Möglichkeit ist eine biologische Dekomposition durch Bakterien. Derzeit wird an neuen Möglichkeiten geforscht, um diese bakterielle Variante vermehrt zur Reduzierung von Plastik einzusetzen.²⁰ Ein Beispiel für sekundäres Mikroplastik aus dem Alltag wäre eine unsachgemäß entsorgte Schutzmaske wie in Abbildung 4. Diese ist auf dem Weg sich durch Umweltfaktoren wie Sonne, Wind und Regen zu zersetzen.



Abbildung 4: Eine Schutzmaske auf dem Weg zu sekundärem Mikroplastik

3.3 Hauptverursacher von Mikroplastik in der Umwelt

In Deutschland beträgt die Plastikemission pro Person im Jahr 5,4kg. Von dieser Menge an Kunststoffabfall sind nur 26% Makroplastik und die restlichen 74% Mikroplastik. Den meisten Menschen ist nicht bewusst, wieviel Menge an Makroplastik sie konsumieren. Von Mikroplastik hat der Großteil der Bevölkerung noch nie gehört und so haben die meisten keinerlei Kenntnis, welche und vor allem wie viel Belastung sie

²⁰ vgl. Fath, 2019a, S. 20ff.

der Umwelt eigentlich zuführen. Dieser unbewusste Konsum ist allerdings auch darauf zurückzuführen, dass Mikroplastik nur teilweise mit dem bloßen Auge wahrgenommen werden kann.²¹ 15-31% des Plastikmülls im Meer sind Mikroplastik zuzuschreiben. Zu beachten ist, dass nicht nur die Länder am Meer, sondern auch Binnenstaaten durch Flüsse oder andere Gewässer ihren Beitrag zur Meeresverschmutzung leisten.²²

In den Unterkapiteln „Primäres-“ und „Sekundäres Mikroplastik“ sind bereits einige Verursacher von Mikroplastik in der Umwelt aufgezählt worden, allerdings gibt es noch viele Weitere. Wie oben bereits genannt, enthalten teilweise auch Kosmetika Mikroplastik. Die winzigen Plastikpartikel gelangen meist direkt nach der Verwendung der Produkte in das Abwasser und so in die Umwelt. Allerdings trägt Mikroplastik in Kosmetika prozentuell gesehen nur einen kleinen Beitrag zur Umweltverschmutzung bei.²³ Die Hauptverursacher sind Kleidung aus synthetischen Fasern, die sich bei Waschvorgang lösen, und die Abreibung von Kunststoff bei Autoreifen. An jedem Reifen kann man die abgegebene Menge an Mikroplastik an die Umwelt an der abgefahrenen Profiltiefe erkennen.²⁴ In Österreich beträgt der Gesamt-Reifenabrieb pro Jahr geschätzt 6.766t.²⁵ Eine weitere Quelle für Mikroplastik in unserer Umwelt stellt das Kunststoffgranulat, sogenannte „Pellets“, dar. Das Granulat wird oft aus alten Reifen recycelt hergestellt und findet am Sportplatz oder in Tiergehegen Gebrauch. Das Problem ist, dass das Granulat nun dem Einfluss der Natur ausgesetzt ist und zum Beispiel vom Wind weiter in der Umwelt verteilt wird. Es setzt sich an Kleidung und Schuhen fest und wird mit nach Hause getragen. Beim Waschen des Gewandes gelangt Mikroplastik in die Kanalisation.²⁶ Darüber hinaus verirrt sich eine Menge an Plastik ebenfalls durch Schiffe und die Fischerei in das Meer, das sich dann zu Mikroplastik zu zersetzen beginnt.²⁷

Littering ist ein weiterer Grund für die Entstehung von Mikroplastik. Hier zerfällt unsachgemäß entsorgtes Makroplastik durch Umwelteinflüsse zu sekundärem Mikroplastik. Auf Baustellen ist dieser Vorgang ebenfalls zu erkennen. Beim Littering

²¹ vgl. Bertling/ Bertling/ Hamann, 2018, S. 15.

²² vgl. Fath, 2019a, S. 3.

²³ vgl. Waldschläger, 2019, S. 16f.

²⁴ vgl. Fath, 2019a, S. 3.

²⁵ vgl. Liebmann, 2015, S. 18.

²⁶ vgl. Fath, 2019a, S. 3ff.

²⁷ vgl. Holm/ Schulz/ Athanasopulu, 2013, S. 28.

erfolgt die unachtsame Entsorgung des Baumülls oft durch die Unwissenheit der Menschen.²⁸ Zu den häufigsten Müllstücken, die in der Umwelt gefunden werden, zählen Getränkeflaschen und Zigarettenstümmel. Mikroplastik entsteht ebenfalls auf Deponien. Der Plastikmüll ist zwar richtig aussortiert worden, aber zersetzt sich mit der Zeit trotzdem durch Umwelteinflüsse zu sekundärem Mikroplastik.²⁹

Des Weiteren zählen Kläranlagen zu Eintragspfaden von Mikroplastik in die Umwelt. Das Abwasser, das bereits Mikroplastik und andere Verunreinigungen enthält, wird in den Kläranlagen gereinigt. Hier erfolgen mehrere Reinigungsverfahren bis am Ende ein sauberes Wasser vorliegen soll. Allerdings können die Reinigungsanlagen nicht alles herausfiltern. Etwa 1-5% des Mikroplastiks bleiben erhalten und gelangen so trotzdem in die Umwelt. Das wirkt auf den ersten Blick nicht ausschlaggebend, allerdings muss beachtet werden, dass global nur ca. 20% des Abwassers vor dem Auslassen in andere Flüsse oder in den Ozean gesäubert werden. Zurück bleibt der Klärschlamm, der den herausgefilterten Abfall aus dem Wasser enthält.³⁰ In einem Kilogramm Trockenmasse des Klärschlammes können sich 1.000 bis mehr als 20.000 Kunststoffpartikel befinden. Dies ist eine bedeutende Menge und deshalb sollte der Klärschlamm richtig entsorgt werden. In Europa werden mehr als 30% als Düngemittel verwendet. Problematisch ist hier aber, dass der Klärschlamm der Witterung überlassen ist und so eine weitere Ausbreitung des Mikroplastiks möglich ist. Eine andere Entsorgungsmöglichkeit ist die Verbrennung, die 11% in Europa beträgt. Beim Verbrennen über 300° C sollten alle Kunststoffteilchen vollkommen vernichtet sein. Die häufigste Variante als Beseitigung des Klärschlammes mit 40% ist die Deponie. Hierbei wird allerdings das Weiterleiten der Kunststoffpartikel in die Umwelt problematisch³¹

Ein weiterer erschreckender und unerwarteter Weg von Mikroplastik in die Umwelt ist durch den Kompost. Aus dem Biomüll wird bekanntlich in vielen Regionen Dünger gewonnen. Allerdings ist hier das Problem, dass nicht immer eine sachgemäße Trennung erfolgt und so kann auch Kunststoff in die Biotonne gelangen. Dieser wird dann ebenfalls zu Dünger verarbeitet und ist den Feldern in der Umwelt ausgesetzt.³²

²⁸ vgl. Liebmann, 2015, S. 16f.

²⁹ vgl. Waldschläger, 2019, S. 17f.

³⁰ vgl. ebd., S. 20ff.

³¹ vgl. Liebmann, 2015, S. 19f.

³² vgl. Fath, 2019a, S. 23.

Das sind einige Quellen der Mikroplastikverschmutzung und Eintrittspfade, wie Mikroplastik in die Umwelt gelangen kann, jedoch gibt es noch Weitere.

Viele der Verursacher von Mikroplastik hängen miteinander zusammen und stehen so oft in Wechselwirkung zueinander. Wie sehr sich die verschiedenen Kompartimente gegenseitig beeinflussen, hängt mit vielen anderen Umwelteinflüssen zusammen. Die Haupttransportrichtung von Mikroplastik ist vom Land zum aquatischen Raum. Das Mikroplastik verbleibt aber nicht dort, sondern kann durch Stürme oder die Flut des Meeres wieder zurück an die Küste gelangen. Auch bei Flüssen kann dieser Prozess durch Hochwasser oder Ausdürren der Flüsse stattfinden. Wegen diesen zusammenhängenden Vorgängen spricht man hier auch oft von einem Mikroplastikzyklus.³³

In Abbildung 5 ist ein Ausschnitt des eben bereits angeführten Mikroplastikzyklus abgebildet. Außerdem veranschaulicht die Darstellung den groben Unterschied zwischen primären und sekundärem Mikroplastik.

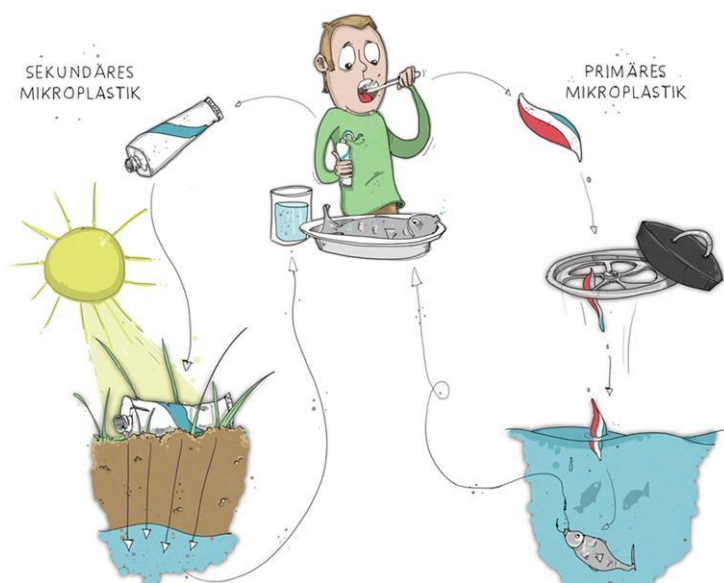


Abbildung 5: Ausschnitt des Mikroplastikzyklus

4 Vorkommen, Nachweise und Transport von Mikroplastik in der Umwelt

Mikroplastik hat sich schätzungsweise bereits in allen Bereichen der Umwelt verbreitet. Es wird von dem deutschen Institut Fraunhofer UMSICHT angenommen, dass der Meeresbereich hier am meisten betroffen ist.³⁴ Dies liegt daran, dass sich für den Müll im Meer niemand verantwortlich fühlt, da er sozusagen zum „Allgemeinbesitz“, um den sich niemand kümmern muss bzw. will, wird.³⁵

³³ vgl. Horton/ Dixon, 2017, Zeilen 248-292.

³⁴ vgl. Bertling/ Bertling/ Hamann, 2018, S. 29.

³⁵ vgl. Holm/ Schulz/ Athanasopulu, 2013, S. 28.

4.1 Nachweise in Gewässern

Die Ausbreitung von Mikroplastik in Gewässern ist derzeit unausweichlich. Allerdings ist das Vergleichen und das Auswerten von Mikroplastik in der Umwelt schwierig, da kaum einheitliche Ansätze beim Forschen verschiedener Quellen gemacht werden. Vor allem die Wasseroberflächen werden meistens genauer unter die Lupe genommen, da hier oft die meisten Kunststoffpartikel anzufinden sind. Polymerarten mit einer geringeren Dichte als Wasser schwimmen wie bereits erwähnt auf. Während Mikroplastikteilchen mit einer höheren Dichte, die sich weiter unter der Wasseroberfläche befinden, viel seltener untersucht werden.³⁶ Plastikpartikel in der Tiefsee sind allerdings ebenfalls bereits nachgewiesen worden.³⁷ Eine weitere Schwierigkeit beim Untersuchen von Mikroplastik in Gewässern stellt die Witterung dar. Oft werden verschiedene Quellen nur einmalig auf Plastikpartikel untersucht, wobei nicht der Einfluss von Wind, Niederschlag und die Wettergegebenheiten der verschiedenen Jahreszeiten miteinbezogen wird. So verändert sich nämlich die Konzentration und die Verteilung von Mikroplastik im Wasser, wodurch unterschiedliche Ergebnisse mit geringer Tragweite entstehen.³⁸ Die Säuberung der Ozeane von Mikroplastik stellt eine große Hürde da. Es ist schwierig, den einmal freigelassenen Müll wieder zu lokalisieren und dann wieder einzusammeln. Größere Teilchen können noch erfasst und „gerettet“ werden, während Plastikpartikeln, die bereits sedimentiert oder von anderen Organismen aufgenommen worden sind, nicht mehr registriert werden können und der Umwelt restlos ausgesetzt sind.³⁹

4.1.1 Mikroplastik im Salzwasser

Es wird davon ausgegangen, dass der größte Teil von Plastikpartikeln im Meer auf sekundäres Mikroplastik zurückzuführen ist. Die Hauptmenge von Mikroplastik im Ozean befindet sich in den sogenannten Müllstrudeln. Durch die Meeresströmung können die Plastikpartikel in Meereswirbel wie den Golfstrom gelangen. Die Kunststoffpartikel fangen an, sich durch die Corioliskraft und durch den Druck

³⁶ vgl. Waldschläger, 2019, S. 23.

³⁷ vgl. WWF, 2019, S.7.

³⁸ vgl. Waldschläger, 2019, S. 25.

³⁹ vgl. Holm/ Schulz/ Athanasopulu, 2013, S. 32.

anzuhäufen und festzusetzen. Es gibt fünf größere Meereswirbel und in jedem von ihnen sind Müllstrudel anzutreffen.⁴⁰ Schockierend war, als man 1997 den „Großen Pazifischen Müllteppich“ entdeckte. Dieser weist schätzungsweise eine Größe von mindestens Mitteleuropa und 1.000.000. Partikel pro Quadratkilometer auf, wobei hier im Kern des Strudels eine sechsmal größere Menge an Kunststoff als an Plankton aufzufinden ist.⁴¹

In Regionen wie den Polen, die von Menschen kaum bewohnt sind, ist Mikroplastik ebenfalls nachgewiesen worden. Durch das Abschmelzen des Polareises wird zeitlich versetzt das dort aufgefangene Mikroplastik in das Meer freigesetzt. Derzeit schmelzen Eismassen bedingt durch die globale Erwärmung ab, was eine noch größere Freisetzung der Kunststoffpartikel mit sich trägt.⁴²

4.1.2 Mikroplastik im Süßwasser

Zu Beginn der Mikroplastikforschung hat man nur das Meer auf Mikroplastik untersucht, wobei Süßwassergebiete viel relevanter für die Menschheit sind. Mensch und Tier stehen in Abhängigkeit vom Süßwasser: ohne diesem wäre kein Überleben gegeben. An gewissen Stellen in Fließgewässern sind bereits gleich große Ansammlungen von Mikroplastik wie in manchen Bereichen des Meeres gefunden worden. Zu beachten ist, dass hier die Kunststoffpartikel oft noch größer sind als im Ozean, da sie zumeist näher an der Verursacherquelle liegen. Geschätzt gelangen 1,15 bis 2,41 Millionen Tonnen Plastik von Fließgewässern in das Meer. Die meist verunreinigten Flüsse der Welt befinden sich in Asien.⁴³

Seit Neuestem werden Seen ebenfalls auf Mikroplastik untersucht. Hierbei ist festgestellt worden, dass ebenfalls sehr abgelegene Seen Kunststoffpartikel enthalten.⁴⁴ Im Tomasee, der in den Schweizer Alpen liegt und die Quelle des Rheins darstellt, ist zum Beispiel eine erhöhte Menge an Mikroplastik gefunden worden. Jedoch ist die Umgebung dort kaum besiedelt und so stellt sich die Frage, wie so viel Mikroplastik dorthin gelangt. Naheliegende Schneemassen schmelzen ab und rinnen in

⁴⁰ vgl. ebd., S. 29ff.

⁴¹ vgl. Holm/ Schulz/ Athanasopulu, 2013, S. 28.

⁴² vgl. WWF, 2019, S.7.

⁴³ vgl. Waldschläger, 2019, S. 26ff.

⁴⁴ vgl. ebd., S. 28.

den See. In diesem Schnee befindet sich oft schon Mikroplastik. Beim nicht fachgemäßen Verbrennen von Kunststoffen können Kunststoffpartikel als Abgase in die Atmosphäre gelangen und sich dann durch Regen wieder an einem anderen Ort, wie hier dem Eis, ablagern.⁴⁵

Des Weiteren sind bereits Nachweise von Mikroplastik in Gewässern wie dem Genfer See, dem Gardasee, der Donau und dem Neckar gefunden worden.⁴⁶

Im Rhein hat der Wissenschaftler Andreas Fath speziell höher gelegenes Wasser untersucht und zehn unterschiedliche Kunststoffarten finden können. Durchschnittlich sind zu 80% Polypropylen (PP) und 10% Polyethylen (PE) gefunden worden. Die restlichen

gefundenen Kunststoffarten weisen ebenfalls wie PP und PE eine sehr geringe

Dichte auf, was die Ergebnisse der Untersuchung erklärt. Bei der Studie sind alle Kunststoffteilchen kleiner als 0,5mm als Mikroplastik miteinbezogen worden.⁴⁷ Diese durchschnittliche Aufteilung der Kunststoffarten von den entnommenen Proben aus dem Rhein sind in Abbildung 6 zu erkennen. Die Namen der verschiedenen Kunststofftypen sind in der Legende auf der rechten Seite durch Abkürzungen angegeben und im Kreisdiagramm durch die zugehörigen Farben zu erkennen.

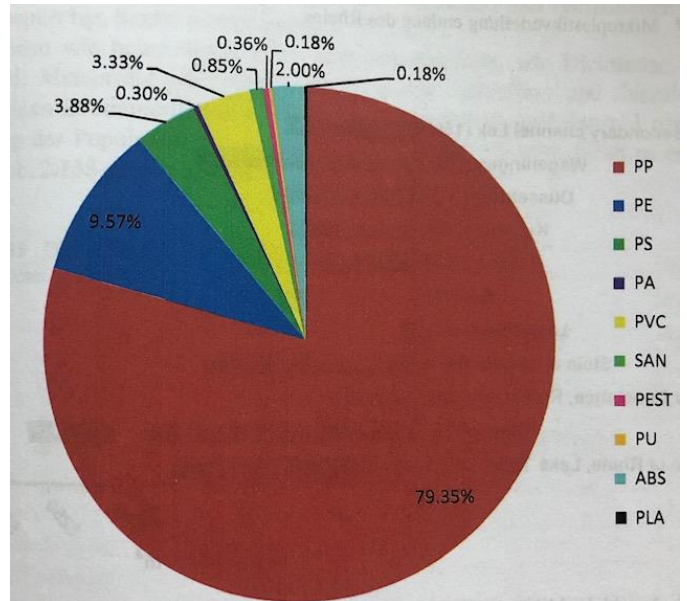


Abbildung 6: Durchschnittliche Anteile der gefundenen Kunststoffarten im Rhein

⁴⁵ vgl. Fath, 2019a, S. 206.

⁴⁶ vgl. Miklos/ Obermaier/ Jekel, 2016, S. 27.

⁴⁷ vgl. Fath, 2019a, S. 202-205.

Wissenschaftler der Universität Wien haben auch die Donau auf Mikroplastik untersucht. Dabei ist genauer das Donauwasser bei Aschach und Hainburg unter die Lupe genommen worden. Die Auswertungen zeigen, dass in Aschach deutlich mehr Kunststoffpartikel auf der oberen Wasserschicht nachzuweisen sind, als am Grund. Das ist darauf zurückzuführen, dass das Gewässer bei Aschach eher ein ruhendes Gewässer ist, während bei den Ergebnissen von Hainburg kein richtiger Schichtenverlauf zu erkennen ist. Aufgrund der stärkeren Strömung ist das Mikroplastik viel mehr verteilt. Diese Ergebnisse beweisen, dass der Ort der Untersuchung sehr relevant ist. Außerdem sind die beiden Orte über einen längeren Zeitraum untersucht worden und es hat sich gezeigt, dass bei Hochwasser viel mehr Mikroplastik in das Wasser eingetragen worden ist. Das ist ein weiterer Beweis dafür, dass die zeitlich gegebenen Witterungsbedingungen einen großen Einfluss auf die Ergebnisse haben können. Bei dem Missachten dieser Kriterien kommt es leicht zu einer Verfälschung der Werte.⁴⁸ In

Abbildung 7 sind einige Vorkommnisse von Mikroplastik im aquatischen Bereich zu erkennen, die mit verschiedenen Symbolen in der Karte eingezeichnet sind. So sind in der Grafik einige Nachweise in Zentraleuropa in mehreren Fließgewässern zu

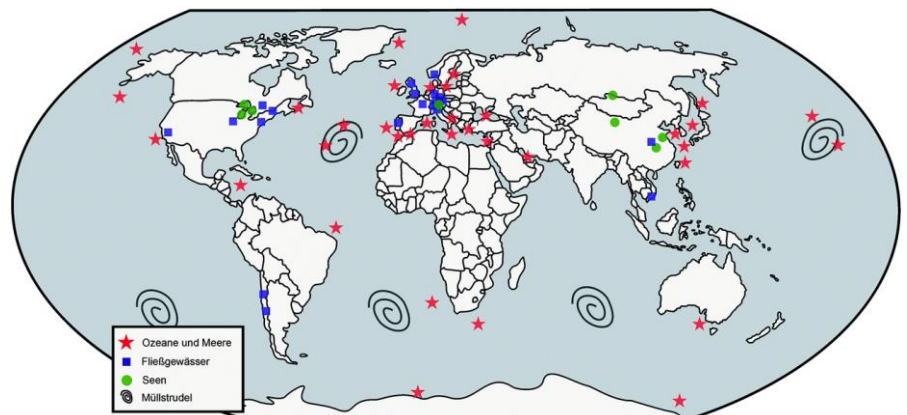


Abbildung 7: Vorkommnisse von Mikroplastik in Gewässern

erkennen oder etwa in zwei Müllstrudeln. Ebenfalls zeigt die Abbildung vermehrte Kennzeichnungen von Kunststoffpartikeln im Mittelmeerraum sowie im Pazifischen Ozean. Allerdings bedeutet dies nicht, dass in Bereichen, wo nichts eingezeichnet ist, kein Mikroplastik vorhanden ist. Es sind lediglich noch nicht alle Orte auf Kunststoffpartikel untersucht worden. Außerdem gibt die Grafik keine Auskunft darüber, wie hoch die angesammelte Menge an Mikroplastik in den gekennzeichneten Arealen ist.

⁴⁸ vgl. Hohenblum u.a., S. 42-52.

4.2 Weitere Vorkommen in der Umwelt

Mikroplastik soll bereits auch in Nahrungsmittel wie Miesmuscheln, Fisch, Honig, Bier und Leitungswasser gelangt sein.⁴⁹ Dies stellt einen beunruhigenden Faktor dar. Allerdings ist der Nachweis in den Lebensmitteln ein umstrittenes Thema, da es kaum einheitliche Regeln bei der Untersuchung von Mikroplastik gibt.⁵⁰ Es ist aber schon festgestellt worden, dass diverse Lebewesen Mikroplastik aufnehmen, besonders Meerestiere. Bei 36,5% von 504 untersuchten Fischen, die Mikroplastik von ihrer Nahrung nicht unterscheiden können, sind im Verdauungsbereich Kunststoffpartikel gefunden worden.⁵¹ Im Salz aus dem Mittelmeer ist ebenfalls einiges an Mikroplastik gefunden worden, in dem vom Berg Gewonnenes allerdings keines. Überdies ist in einer 30 Jahre alten Salzprobe Mikroplastik nachgewiesen worden. Dies beweist, dass die Umweltbelastung durch Mikroplastik seit dem Aufkommen der Kunststoffproduktion existiert. Allerdings ist die Belastung aufgrund des rapid erhöhten Plastikeinsatzes in den letzten Jahren derzeit bereits viel schlimmer.⁵²

Kunststoffteilchen, besonders Kunststoffarten mit einer besonders geringen Dichte, schweben ebenfalls in der Luft. Man spricht hier vom sogenannten „urban dust“. Wie beim Tomasee bereits erwähnt, kann sich das in der Atmosphäre enthaltene Mikroplastik weit von der Ursprungsquelle entfernt ablagern. So zählt die Luft als ein weiterer bedeutender Transportweg von Mikroplastik. Beim Transport von Mikroplastik spielen Größe, Form und Dichte der Teilchen eine große Rolle.⁵³

5 Gefahrenpotenzial von Mikroplastik für die Umwelt

5.1 Mikroplastik als Bedrohung für Lebewesen

Es ist nachweislich, dass tierische Organismen durch ihre Nahrungskette Mikroplastik absorbieren.⁵⁴ 2017 ist bei mehr als 690 verschiedenen Tierspezies bereits Mikroplastik

⁴⁹ vgl. Bertling/ Bertling/ Hamann, 2018, S. 29.

⁵⁰ vgl. Liebmann, 2015, S. 18.

⁵¹ vgl. Fath, 2019a, S. 24.

⁵² vgl. ebd., S. 8f.

⁵³ vgl. Horton/ Dixon, 2017, Zeilen 148-208.

⁵⁴ vgl. Holm/ Schulz/ Athanasopulu, 2013, S. 29.

gefunden worden. Meist passiert diese Aufnahme von Kunststoffen unbewusst, aber es gibt auch Vögel, die bewusst Kunststoff aufnehmen. So füttern die Laysan-Albatrosse ihren Nachwuchs direkt mit Plastikteilen, weil sie diese für Futter halten.⁵⁵ Bei zumindest 44% der Vogelarten, die am Meer angesiedelt sind, ist das Verschlucken von Plastik nachweislich. Aber auch Schildkröten oder andere Meerestiere nehmen Plastikpartikel durch ihre Nahrung zu sich. Je kleiner die Kunststoffteilchen sind, umso größer ist die Wahrscheinlichkeit diese mit der Nahrung aufzunehmen. Vor allem bei Tieren, die Plankton zu sich nehmen, besteht eine große Verwechslungsgefahr zwischen Mikroplastik und ihrer natürlichen Nahrung. So konnte es bereits bei Salpen und Fischlarven nachgewiesen werden. Wenn die Kunststoffteilchen allerdings größer sind, steht das Risiko, daran zu ersticken im Vordergrund. Des Weiteren kann Mikroplastik spitze Ecken besitzen und so Schleimhäute und andere innere Organe des Körpers beschädigen. Außerdem stoppt der zumeist unverdauliche Kunststoff das Hungergefühl von manchen Lebewesen, was zu einem unbewussten Verhungern der Tiere führt. Mikroplastik gelangt nicht nur in den Verdauungstrakt, es lagert sich bei Fischen zum Beispiel in den Kiemen und Schuppen ab.⁵⁶ Kunststoffpartikel größer als 5µm, die über Lebensmittel in den Körper gelangen, werden sehr wahrscheinlich normal ausgeschieden. Wenn sie aber kleiner als 1µm sind, weisen sie ein anderes Verhalten auf. Ein Eindringen in die Zelle ist nicht wahrscheinlich, aber dennoch nicht auszuschließen. Sollte Mikroplastik in das Blut gelangen, treten die Partikel nicht weiter in die Organe ein, da sie von der Milz abgebaut werden.⁵⁷ Eine weitere mögliche Auswirkung ist, dass durch die Ansammlung von Kunststoffpartikeln am Wassergrund der Gas- und Sauerstoffaustausch vermindert wird. Dies kann viele Umweltprozesse negativ beeinflussen und ist für den Luftaustausch vieler Wasserorganismen extrem relevant.⁵⁸ Eine weitere Gefahr bringen Additive mit sich. Einigen Kunststoffen werden bei der Produktion Zusatzstoffe wie Weichmacher und Farbstoffe hinzugefügt. Diese lösen sich leicht vom Plastik und sind dann der Umwelt ausgesetzt.⁵⁹ Durchschnittlich bilden Additive 4% der Inhaltstoffe eines Kunststoffs.⁶⁰ Polymere sind an sich wenig

⁵⁵ vgl. Waldschläger, 2019, S. 39.

⁵⁶ vgl. Fath, 2019a, S. 98.

⁵⁷ vgl. Liebmann, 2015, S. 25.

⁵⁸ vgl. Waldschläger, 2019, S. 39.

⁵⁹ vgl. Holm/ Schulz/ Athanasopulu, 2013, S. 29 und 31.

⁶⁰ vgl. Liebmann, 2015, S. 23.

reaktionsfreudig und als Stoff gesehen, welcher nicht in die Umwelt gelangt, nicht stark toxisch. Additive hingegen stellen hier eine viel größere Bedrohung da, weil sie oft reaktionsfreudig und toxisch sind.⁶¹ Die Aufnahme von Mikroplastik bei Pflanzen ist noch nicht richtig erforscht, aber die Kunststoffteilchen könnten theoretisch die natürlichen Vorgänge der Vegetation stören und so negative Folgen mit sich ziehen. Darüber hinaus könnten die Kunststoffpartikel auch an der Oberfläche der Pflanzen hängen bleiben und so in der Nahrungskette von Mensch und Tier landen.⁶²

Noch ein Gefahrenpotenzial ist, dass sich Giftstoffe an Mikroplastikteilchen leicht festsetzen und dort verweilen.⁶³ So schreibt Fath: „Mikroplastikpartikel sind Akkumulatoren für hydrophobe Substanzen“⁶⁴ Plastik besitzt wasserabweisende Eigenschaften und wird daher gerne von anderen Organismen kultiviert. Das gleiche passiert zwar auch bei Materialien wie Holz, allerdings werden diese mit der Zeit abgebaut, während Plastik eine viel längere Lebensdauer aufweist. So werden die angehafteten Schadstoffe mit den Plastikteilchen in neue Bereiche transportiert.⁶⁵ Metalle können ebenfalls vermehrt an Kunststoffpartikeln haften.⁶⁶ Es wird vermutet, dass einige Substanzen, die sich an den Kunststoffteilchen festsetzen, den Hormonhaushalt bei Wirbeltieren beeinflussen, weil sie oft natürlichen Hormonen sehr ähnlich sind. Denkbare Konsequenzen wären Störungen bei der Fortpflanzung, Bildung von Geschwülsten oder Beeinträchtigungen bei den Nachkommen. Allerdings ist nicht nachzuweisen, ob Mikroplastik hier nur die Rolle des Transports dieser Schadstoffe übernimmt oder auch Teilverursacher der Folgen bei Lebewesen ist.⁶⁷

Der Wissenschaftler Fath gliedert die Gefahrenpotenziale für Mensch und Tier durch Mikroplastik in vier Bereiche ein:

- Gefährdung durch Nahrungsaufnahme
- Gefährdung durch Inhalte des Kunststoffes wie Additive

⁶¹ vgl. Bertling/ Bertling/ Hamann, 2018, S. 31.

⁶² vgl. WWF, 2019, S. 13.

⁶³ vgl. Holm/ Schulz/ Athanasopulu, 2013, S. 31.

⁶⁴ Fath, 2019a, S. 25.

⁶⁵ vgl. Waldschläger, 2019, S. 38f.

⁶⁶ vgl. Liebmann, 2015, S. 24.

⁶⁷ vgl. Holm/ Schulz/ Athanasopulu, 2013, S. 31.

- Gefährdung durch das Freisetzen giftiger Gase beim Verbrennen von Kunststoffen
- Gefährdung durch die Akkumulation von Schadstoffen an Kunststoffpartikeln.⁶⁸

ForscherInnen haben die Annahme, dass Mikroplastik dem Körper entweder direkt also mechanisch schadet oder indirekt durch das Hervorrufen von Reizungen durch Inhaltsstoffe wie Additive.⁶⁹

Wie bereits erwähnt ist ein weiterer möglicher Aufnahmeweg von Mikroplastik über die Luft gegeben. Kunststoffpartikel von Autoreifen, Gewand aus synthetischen Fasern oder von anderen Gegenständen lösen sich oft leicht und schwirren dann in der Atmosphäre herum. Mikroplastik konnte bereits erfolgreich in der Luft nachgewiesen werden. Allerdings ist unklar, ob und welche Auswirkungen und Bedrohungen dies für Lebewesen darstellt.⁷⁰ WWF behauptet, dass über die Luft nur eine unbedeutend große Aufnahme von Mikroplastik für den Menschen erfolgt, allerdings soll die Kunststoffpartikelkonzentration je nach Ort stark variieren. Luft im Raum ist mehr belastet als Außenluft, da draußen der Luftdurchzug höher ist.⁷¹ Partikel, die eine geringere Größe als 10µm aufweisen, können über die Atmung aufgenommen werden und Allergien sowie Atembeschwerden beeinflussen.⁷² Manche Forschungen behaupten sogar, dass die Feinstaubbelastung eine größere Aufnahme von Mikroplastikpartikeln darstellt als über den Lebensmittelverzehr.⁷³

5.2 Konkrete Auswirkungen von Mikroplastik auf den Menschen

Der Mensch ist über die unterschiedlichsten Transportwege Mikroplastik ausgesetzt. Vor allem soll die Aufnahme über die Nahrung und Respiration stattfinden können, allerdings gibt es keine genauen Forschungen, die dies mit Sicherheit belegen können.⁷⁴ Weitere Aufnahmen von Kunststoffpartikeln sind über

⁶⁸ vgl. Fath, 2019a, S. 100.

⁶⁹ vgl. WWF, 2019, S. 13.

⁷⁰ vgl. Waldschläger, 2019, S. 41.

⁷¹ vgl. Dalberg/ University of Newcastle, Australia, 2019, S. 5.

⁷² vgl. Liebmann, 2015, S. 25.

⁷³ vgl. WWF, 2019, S. 14.

⁷⁴ vgl. Bertling/ Bertling/ Hamann, 2018, S. 29.

mikroplastikenthaltende Kosmetikprodukte möglich. So können sie über den Mund beim Verschlucken von Lippenprodukten, über das Einatmen von Puder oder über die Schleimhäute durch Augenprodukte aufgenommen werden. Diese Kontaktpunkte sind möglich, aber kaum nachweisbar.⁷⁵ Mikroplastik kann über die Nahrung wie Meerestiere oder andere Lebensmittel wieder zum Menschen zurückkehren. Ebenfalls ist Mikroplastik in gewissen Trinkwassern nachweislich enthalten, allerdings je nach Ursprungsort und Lagerung mit unterschiedlich hohen Konzentrationen.⁷⁶ Fraglich ist, ob Mikroplastik bei allen Lebensmitteln schon im rohen Produkt enthalten ist oder erst durch die Verarbeitung bzw. die Verpackung hineingelangt.⁷⁷ Weiters können alltägliche Gebrauchsgegenstände aus Plastik wie Spielzeuge und Küchengeräte eine Quelle für die Mikroplastikaufnahme beim Menschen darstellen. Allerdings ist dieser Bereich noch sehr unerforscht und der Fokus liegt mehr auf der Aufnahme über Luft und Lebensmittel.⁷⁸ Mikroplastik stellt nicht nur eine gesundheitliche Bedrohung für den Menschen dar, sondern beeinflusst auch die Wirtschaft. Das Meer ist ein wichtiger Lebens- und Wirtschaftsfaktor für die Menschheit. Aufgrund der Meeresverschmutzung kommt es aber zu einem wirtschaftlichen Abschwung, was weniger finanzielle Einnahmen mit sich zieht.⁷⁹ Wegen der Umweltverschmutzung durch Plastik muss in Reinigungs- und Umweltprojekte investiert werden. Des Weiteren wirken sich die verschmutzten Gewässer schlecht auf den Tourismus und die Fischerei aus.⁸⁰

ForscherInnen der University of Newcastle in Australien haben untersucht, wieviel Mikroplastik ein Mensch durchschnittlich über die Luft und Nahrungskette zu sich nimmt. Die Studie beruht auf den Daten verschiedener Annahmen und Experimenten, jedoch plädiert sie, dass mehr Forschungen nötig sind, um ihre Auswertungen zu validieren. Die ForscherInnen sind zu dem Ergebnis gekommen, dass es je nach Ernährungsweise zu einer wöchentlichen Konsumation von bis zu 5g Plastik kommen kann. Die größte Aufnahmequelle stellt laut ihnen Trinkwasser dar, wobei die enthaltene Menge stark von der Ursprungsquelle abhängt. Eine weitere mögliche

⁷⁵ vgl. Liebmann, 2015, S. 14.

⁷⁶ vgl. Waldschläger, 2019, S. 40f.

⁷⁷ vgl. WWF, 2019, S. 13f.

⁷⁸ vgl. World Health Organization, 2019, S 20f.

⁷⁹ vgl. Waldschläger, 2019, S. 38.

⁸⁰ vgl. Bertling/ Bertling/ Hamann, 2018, S. 34.

Quelle zur Mikroplastikaufnahme sind Meerestiere, da hier oft alle Innereien wie der Verdauungstrakt, in denen sich die meisten Kunststoffpartikel befinden, mitgegessen werden.⁸¹

Fakt ist, dass der Mensch Mikroplastik direkt ausgesetzt ist. Bezüglich der genauen Auswirkungen und Bedrohung auf den menschlichen Körper gibt es viele offene Fragen. So ist zum Beispiel unklar, ob über im Dünger angebaute Nahrung ebenfalls Kunststoffpartikel in unsere Nahrung gelangen können. Diese ist nur eine von vielen Unklarheiten und es zeigt sich, dass noch einiges an Forschung in diesem Bereich notwendig ist. Waldschläger stellt die Bedrohung von Mikroplastik als eher harmlos dar und schreibt so:⁸² „Bisherige Studien gehen grundsätzlich davon aus, dass die Gesundheitsrisiken für Menschen minimal sind.“⁸³ WWF hingegen behauptet, dass die Auswirkungen von Mikroplastik auf den Menschen zwar weitgehend unerforscht sind, aber in Zukunft schlimmer als erwartet ausfallen werden. Die Langzeitfolgen bei einer Aussetzung von Kunststoffpartikeln sind unerforscht und höchst fragwürdig.⁸⁴

5.3 Versuche bezüglich der Auswirkung von Mikroplastik an Lebewesen

Bei einem Experiment der Zeitschrift „Biologie in unserer Zeit“ sind verschiedene limnische Organismen untersucht worden. Grundsätzlich bestehen bei der Aufnahme von Mikroplastik im Süß- und Salzwasser keine großen Unterschiede. Bei diesem Versuch sind Polystyrolteilchen in einer Größenordnung von 1µm grün eingefärbt worden. Anschließend sind die Organismen damit gefüttert worden. Das Mikroplastik konnte im Verdauungstrakt durch die Fluoreszenz der Polystyrolpartikel sichtbar gemacht werden, siehe Abbildung 8. Außerdem hat sich bei dem Experiment herausgestellt, dass es anscheinend manchen Organismen wie Pantoffeltierchen und

⁸¹ vgl. Dalberg/ University of Newcastle, Australia, 2019, S. 4f.

⁸² vgl. Waldschläger, 2019, S. 42.

⁸³ ebd. S. 42.

⁸⁴vgl. Dalberg/ University of Newcastle, Australia, 2019, S. 6.

Krebstieren möglich ist, Mikroplastik wieder auszuscheiden. Diese ausgeschiedenen und verdauten Polystyrol-Kügelchen sind in Abbildung 8 als hellgrüne Punkte zu erkennen. Allgemein gibt es mehrere Transportwege wie Mikroplastik in den Körper gelangen kann. Forschungen mit Miesmuscheln sind ebenfalls betrieben worden.



Abbildung 8: Pantoffeltierchen mit Polystyrol-Kügelchen

Diese sind sehr relevant, da sie von vielen Lebewesen, den Menschen eingeschlossen, verzehrt werden. Miesmuscheln sind sessil, also an einem Ort festsitzend, und nehmen so alles, was um sie herumschwirrt, auf. Bei diesem Experiment ist Polyethylenpuder, das maximal $8\mu\text{m}$ groß ist, einem mit Miesmuschel gefüllten Wasserkübel hinzugefügt worden. Schon nach wenigen Stunden hat eine Aufnahme der Kunststoffpartikel sogar bis in die Zellen stattgefunden. Mikroplastik hat in den Zellen zu gesundheitsgefährdenden Veränderungen geführt.⁸⁵ Kunststoffpartikel können sich im Zellgewebe von Tieren und Pflanzen einbetten.⁸⁶ Allerdings sollen nur Teilchen, die eine Größe kleiner als $1\mu\text{m}$ aufweisen, bei Organen und Zellwänden durchlässig sein. Aufgrund der geringen Größe wird diese Aufnahme als unwahrscheinlich und dadurch als nicht wirkliche Bedrohung für die Gesundheit angesehen.⁸⁷

5.4 Aus- und Bewertungen der Studien und Annahmen

Es ist allgemein schwer abzuschätzen, wie sich die Problematik von Mikroplastik weiterentwickeln wird, da viele Nachweise und Experimente zur Auswirkung auf Organismen noch fehlen. Die langfristigen Auswirkungen von Mikroplastik auf Lebewesen sind deshalb schwierig einzuschätzen. Es wird allerdings angenommen, dass bei einer permanenten Aussetzung von den Kunststoffpartikeln schwerwiegende Folgen sehr wahrscheinlich sind.⁸⁸ Es gibt zu diesem Themenbereich einige Vermutungen, aber wenig sachgemäße Belege. Viele Ansätze mit wenig Aussagekraft existieren und oft werden einige essenzielle Faktoren gar nicht beachtet. So

⁸⁵ vgl. Holm/ Schulz/ Athanasopulu, 2013, S. 29f.

⁸⁶ vgl. Fath, 2019a, S. 2.

⁸⁷ vgl. Waldschläger, 2019, S. 40.

⁸⁸ vgl. Holm/ Schulz/ Athanasopulu, 2013, S. 30f.

missachten viele bei ihren Annahmen, dass Kunststoffpartikel komplex sind und sich mit der Zeit durch diverse Umweltfaktoren zu verändern beginnen oder dass eine Nachweisung von Teilchen kleiner als 333µm im Wasser nicht wirklich ausführbar ist. Des Weiteren wird bei Forschungen manchmal auf die verschiedenen hohen Konzentrationen von Mikroplastik an unterschiedlichen Stellen des Beprobungsortes vergessen. Wie stark Mikroplastik Lebewesen beeinflusst, kann derzeit nur abgeschätzt werden und es ist stark umstritten, ob und welche Folgen überhaupt existieren.⁸⁹ Denn auch bei manchen Versuchen an Organismen, bei denen Folgen nachgewiesen worden sind, ist die die Konzentration von Mikroplastik viel zu hoch gewesen. Bei den Forschungen werden die Organismen oft so hohen Mengen an Kunststoffpartikeln ausgesetzt, wie sie in ihrem natürlichen Lebensraum kaum vorhanden sind.⁹⁰ Um eine Aussage zur Belastung von Mikroplastik mit einer hohen Validität zu treffen, ist es wichtig zu erwähnen, um welche Kunststoffart es sich bei den Forschungen handelt. Oft wird dies allerdings nicht erwähnt und es kommt die Frage auf, ob die gefundenen Partikel nicht nur Sand oder Glaspartikel, die leicht mit Mikroplastik verwechselt werden können, sind.⁹¹ Ein weiteres Problem ist, dass sich verschiedene Forschungen oft nur wenig aneinander orientieren können, da viele unterschiedliche Untersuchungsmethoden verwendet werden. So können zwischen einzelnen Studien kaum Vergleiche miteinander gezogen werden.⁹²

Es gibt also viele unterschiedliche Annahmen und Vermutungen mit verschieden hoher Validität und es stellt sich die Frage, wie sehr Mikroplastik wirklich eine Bedrohung für Lebewesen und die Umwelt allgemein darstellt. Jedoch sind sich fast alle Forscher einig, dass es unbedingt notwendig ist, weiter zu forschen. Fath meint, dass Mikroplastik eine große Bedrohung darstellt, ebenfalls für den Menschen, denn wenn schon bei Tieren erschütternde Forschungsergebnisse vorliegen und immer mehr Plastik in die Umwelt gelangt, wird Mikroplastik zukünftig zu einem unausweichlichen Problem werden.⁹³

⁸⁹ vgl. Waldschläger, 2019, S. 37f.

⁹⁰ vgl. Fath, 2019a, S. 7.

⁹¹ vgl. Miklos/ Obermaier/ Jekel, 2016, S. 29.

⁹² vgl. Bertling/ Bertling/ Hamann, 2018, S. 31.

⁹³ vgl. Fath, 2019a, S. 25f.

6 Chancen, Vermeidung und Lösungsansätze

Vorab ist zu nennen, dass die Belastung und die Lösungsansätze von Makro- und Mikroplastik oft gemeinsam betrachtet werden. Schließlich hängen sie eng miteinander zusammen, da Makroplastik früher oder später zu sekundärem Mikroplastik wird.⁹⁴

6.1 Bedeutung von Mikroplastik für die Gesellschaft und notwendige Maßnahmen

Plastik ist ein Stoff mit vielen Facetten, positiven sowie negativen. Der Einsatz von Kunststoffen ist ein kontroverses Thema, allerdings ist der Einsatzbereich so groß, dass ein Leben ohne Plastik für die heutige Generation nicht mehr erdenklich ist.⁹⁵ Nun stellt sich die Frage, ob die Plastikerfindung ein Segen oder doch ein Fluch ist. Viele technische und medizinische Möglichkeiten wären ohne den Kunststoff nicht gegeben - dabei ist der Menschheit aber nicht bewusst, wo Plastik wirklich überall seinen Gebrauch findet. Alleine Verpackungen machen mehr als ein Drittel der jährlichen Plastikproduktion Deutschlands aus. Das Schlimme ist, dass diese nur dem einmaligen Gebrauch von Stunden bis ein paar Tagen unterliegen und dann sofort entsorgt werden. Optimal wäre es, aus demselben Kunststoff immer wieder einen neuen Nutzen zu ziehen. Des Weiteren sollte die Produktion und der Konsum nur auf das Notwendigste heruntergeschraubt werden.⁹⁶ Die Problematik von Mikroplastik in den Griff zu bekommen liegt im Interesse der Vereinten Nationen und ihren Zielen für nachhaltige Entwicklung.⁹⁷

⁹⁴ vgl. WWF, 2018, S. 15.

⁹⁵ vgl. Fath, 2019b, S. 35.

⁹⁶ vgl. ebd., S. 47ff.

⁹⁷ vgl. Otte u.a., 2020, S. 29.

Es ist offensichtlich, dass bei dem derzeitigen Plastikkonsum und Müllbergen Maßnahmen ergriffen werden müssen, um gegenzulenken und schlimmere Folgen so gut wie möglich zu verhindern.⁹⁸ Hierbei gibt es mehrere Ansätze und die unterschiedlichsten Meinungen. Fath schlägt etwa einen Umweltbelastungsindex (UBI) vor. Durch diesen soll man sich von dem zu erwerbenden Artikel, ohne großes Vorwissen, ein Bild machen können. So kann man sehen, wie effizient das Kunststoffprodukt wirklich ist und welche Belastung es gegenüber der Umwelt aufweist. Hierbei sollen für die verschiedenen Artikel Schulnoten von 1-6 ausgeteilt werden. Fath beschreibt die Errechnung des UBI so: „Die „Note“ bzw. der UBI errechnet sich aus dem Quotienten der Verrottungszeit und der Gebrauchszeit eines Kunststoffartikels. Der Logarithmus dieses Quotienten ergibt den Umweltbelastungsindex in den Zahlen 1 bis 6“⁹⁹ So lautet die Formel: $UBI = \lg(t_v / t_G)$. Diese Einteilung von Kunststoffprodukten ist in Abbildung 9 zu sehen. Der UBI soll zu mehr Bewusstsein in der Bevölkerung anregen und zur Motivation, die Gebrauchsdauer des Produktes zu verlängern.¹⁰⁰ Andere Maßnahmen könnten etwa die Ausdehnung des Pfandsystems oder die Verlängerung von Garantien von Produkten sein, um die Bevölkerung für eine mehrfache bzw. längere Benutzung zu gewinnen.¹⁰¹ Die Hauptverantwortung der Kunststoffbelastung und -verschmutzung in den Griff zu bekommen liegt auf keinen Fall beim Entsorger, aber der Produzent und die Regierung alleine sind ebenfalls nicht die einzigen Verantwortlichen. Der Konsument hat einen nicht zu unterschätzenden Impact, denn die produzierenden Firmen richten sich nach dem Kaufverhalten und Interessen der Kunden, um einen

möglichst hohen Profit zu erzielen. Das bedeutet, wenn die Bevölkerung ihr Kaufverhalten ändert, wird und muss sich die

UBI	Gebrauchszeit	t_G in a	Beispiele
6	0 bis 24 h	10^{-3}	Trinkhalme, Besteck, Teller, Fast Food Verpackungen
5	1 Tag bis 1 Woche	10^{-2}	Gemüse und Obstverpackungen, Tetrapack, Joghurtbecher
4	1 Woche bis 1 Monat	10^{-1}	Shampoos, Tiefkühlfolien, Müllbeutel (gelber Sack)
3	1 Monat bis 1 Jahr	10^0	Putzmittel, Waschmittel, Kosmetika, Zahnbürste, Zahnpasta
2	1 Jahr bis 10 Jahre	10^1	Automobilteile, Kleidung, Möbel, Getränkeboxen, Spiele
1	10 Jahre bis 100 Jahre	10^2	Fensterrahmen, Dämmungen, Isolierungen, Rohre, Böden

Abbildung 9: Benotung von Kunststoffprodukten nach dem UBI

⁹⁸ vgl. World Health Organization, 2019, S. 63.

⁹⁹ Fath, 2019b, S. 38.

¹⁰⁰ vgl. ebd.

¹⁰¹ vgl. Bertling/ Bertling/ Hamann, 2018, S. 38.

Wirtschaft mitanpassen.¹⁰² So lassen viele Firmen Mikroplastik in ihren Kosmetikprodukten bereits weg, weil Umweltbewusstsein und natürliche Alternativen immer größere „Trends“ werden.¹⁰³

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es von großer Bedeutung ist in Forschungen und neue Projekte zu investieren. Zusätzlich muss das Umweltbewusstsein der Bevölkerung geweckt werden und genaue Aufklärung bezüglich der Problematik erfolgen, damit sich die Bereitschaft für Verzicht bzw. Alternativen erhöht.¹⁰⁴

6.2 Alternativen und Mikroplastik als Chance

Es wird sowohl eifrig an neuen Methoden für Alternativen geforscht, sowie an bereits vorhandenen Alternativen gefeilt, um diese zu optimieren. Das Ziel ist, den petromechanischen Kunststoffen so viel Konkurrenz wie möglich zu machen. Es gibt bereits sogenannte Biokunststoffe, die auf natürlichen Rohstoffen beruhen. Allerdings bedeutet dies nicht sofort, dass jeder dieser Kunststoffe komplett biologisch abbaubar ist, denn sie können auch zu Teilen aus Erdöl bestehen.¹⁰⁵ Mit dem Begriff „bio based Plastics“ ist mit Vorsicht umzugehen, da er nur etwas über die Herstellung und nichts über die Degradation aussagt. Manche Leute denken nämlich bei Produkten, die mit diesen Begriffen gekennzeichnet sind, dass sie natürlich verrotten und begehren Littering. Allerdings kann jeder Stoff, der sich bei 130°C in einer industriellen Kompostieranlage zersetzen lässt, als „biodegradable“ eingestuft werden. Fraglich ist, wie gewisse Stoffe im Ozean oder anderen Umweltkompartimenten, wo diese Temperaturen natürlich kaum erreicht werden, sich zersetzen soll. Bei den biobasierten Kunststoffen ist ein rapider Produktionsanstieg festzustellen, aber dieser ist vergleichsweise mit der „normalen“ Kunststoffproduktion noch immer sehr niedrig. Deshalb wird eifrig an anderen Methoden geforscht, um bald einen konkurrenzfähigen Ersatz zu finden.¹⁰⁶ Des Weiteren kann ein Erzeugnis die Eigenschaft besitzen, biokompatibel zu sein. Das bedeutet, dass das Produkt aus einem erneuerbaren Ausgangsmaterial besteht und keinen toxischen Impact auf die Umwelt hat.

¹⁰² vgl. Science Factory, 2020, S. 58f.

¹⁰³ vgl. Fath, 2019a, S. 33 und 179.

¹⁰⁴ vgl. WWF, 2018, S. 15f.

¹⁰⁵ vgl. Otte u.a., 2020, S. 30.

¹⁰⁶ vgl. Fath, 2019b, S. 39ff.

Materialien mit dieser Charakteristik werden daher zum Beispiel gerne in der Medizin für Implantate verwendet. Polymilchsäure (PLA) ist ein Beispiel für so einen Stoff, der die Charakteristiken biobasiert, biologisch abbaubar und biokompatibel besitzt. Dieser Biopolymer ist vielseitig einsetzbar für beispielsweise Folien, Beschichtungen oder Müllsäcke. Allerdings ist PLA in vielen Kompostieranlagen nicht genehmigt, da die Polymilchsäure durch die dort herrschenden Umstände kaum in der vorgesehenen Zeit abbaubar ist.¹⁰⁷ Bei den Biokunststoffen stellt sich die Frage, ob es ethisch korrekt ist, aus Rohstoffen Kunststoffe herzustellen, während große Teile der Welt Hunger leiden.¹⁰⁸

Eine andere Möglichkeit mit der Kunststoffproblematik umzugehen, ist das Recycling. Es gibt zum Beispiel die Form des thermischen Recyclings durch energetische Verwertung. Hier wird durch das Verbrennen von Plastikmüll Energie gewonnen und anderswertig genutzt. Bei diesem Prozess ist jedoch bedenklich, dass Treibhausgase ausgestoßen werden. Ebenfalls gibt es das Werkstoffrecycling, bei dem sortenreine Kunststoffe eingeschmolzen und so neue Erzeugnisse hergestellt werden. Allerdings verschlechtert sich die Qualität der neu erzeugten Produkte nach jedem weiteren Recyclingvorgang. Hinzu kommt, dass dieser Prozess sehr aufwendig und teuer ist. Beim Rohstoffrecycling werden alte Kunststoffe zuerst in ihre primären Stoffe zerlegt, um dann neues Plastik herzustellen. Jedoch wird dieser Prozess eher selten angewendet, da er einen sehr hohen Energieverbrauch benötigt.¹⁰⁹

Bis jetzt existiert keine konkurrenzfähige, nachhaltige Alternative für Plastik. Es gibt zwar Ersatzmaterialien wie „bio based Plastics“ oder die Möglichkeit des Recyclings, aber alle diese Methoden sind nicht optimal. Die beste Variante ist deshalb, auf Mehrwegprodukte, die möglichst lange und oft in Gebrauch sind, zurückzugreifen.¹¹⁰

Eine andere Lösungsvariante ist, aus dem „Müll“ Nutzen zu ziehen. So könnte Mikroplastik als Wasserfilter eingesetzt werden. Denn wie im vorherigen Kapitel bereits erwähnt, bleiben Schadstoffe wie Additive wie magnetisch an den Kunststoffpartikeln hängen. Umso kleiner die Plastikpartikel sind, umso besser ist die

¹⁰⁷ vgl. Otte u.a., 2020, S. 29f.

¹⁰⁸ vgl. Holm/ Schulz/ Athanasopulu, 2013, S. 32.

¹⁰⁹ vgl. Otte u.a., 2020, S. 32.

¹¹⁰ vgl. Science Factory, 2020, S. 73f.

Filterfunktion dank der Oberflächenvergrößerung. Diese Eigenschaften würde man sich hier zu Nutzen machen. Das Ziel ist es, die Mikroplastikfilter über einen längeren Zeitraum mehrfach einzusetzen.¹¹¹ Diese Filter können ebenfalls zur Nachweisung von gewissen Stoffen oder für Beobachtungszwecke bei Gewässern dienen.¹¹²

6.3 Aufklärung und Initiative ergreifen

Fakt ist, dass sich das Konsumverhalten und der Umgang mit Kunststoffen verändern muss. Jede einzelne Person kann etwas dazu beitragen, die Umweltbelastung durch Mikroplastik zu vermindern. Dazu muss zunächst das Bewusstsein zu den Menschen durchdringen, denn viele sind sich der Problematik gar nicht bewusst. Dabei sollte jeder über das Thema informiert sein, wenn schon nicht der Umwelt zu Liebe, dann wenigstens der eigenen Gesundheit zu Gute. Allerdings gibt es genug Informierte, die trotzdem aus Bequemlichkeit die Kunststoffbelastung verdrängen.

Umweltfreundlichere Alternativen müssen für die Kunden attraktiv gemacht werden. Diese sind aber oft vergleichsweise nicht so preisgünstig wie herkömmliche Produkte.¹¹³ Den meisten ist nicht bewusst, dass jeder einzelne seinen Beitrag zur Verbesserung der Mikroplastikbelastung beitragen kann.¹¹⁴ Hilfreich ist es, in seinem täglichen Verhalten die drei „r“ Handlungsweise, also „reduce, reuse and recycle“, zu beachten und so gut wie möglich zu befolgen.¹¹⁵ Ein konkreter Vorschlag für eine Mikroplastikreduktion wäre zum Beispiel das Kaufen von Kleidung aus synthetischen Fasern zu unterlassen und stattdessen auf natürliche Stoffe wie Baumwolle und Leinen zurückzugreifen. Beim Waschen von Kleidung aus Kunststoff lösen sich Mikroplastikfasern, die dann in das Abwasser gelangen. Hier wäre es sinnvoll, die synthetische Kleidung in Waschbeutel aus Naturfasern zu geben, da diese einen großen Anteil der Kunststoffpartikel einfangen und so vor einem weiteren Eindringen in die Umwelt zurückhalten können.¹¹⁶ Allerdings können sich die Mikroplastikfasern alleine beim Tragen des Gewands über die Luft lösen und dadurch in die Umwelt gelangen. Deshalb sollte man vor dem Kauf eines Kleidungsstückes lieber auf das

¹¹¹ vgl. Fath, 2019b, S. 42ff.

¹¹² vgl. Fath, 2019a, S. 248f.

¹¹³ vgl. Fath, 2019b, S. 36f.

¹¹⁴ vgl. Science Factory, 2020, S. 58f.

¹¹⁵ vgl. Fath, 2019b, S. 45f.

¹¹⁶ vgl. Fath, 2019a, S. 5.

kleine weiße Etikett schauen und so feststellen, aus welchen Stoffen das Kleidungsstück besteht.¹¹⁷ So ist in dem Etikett in Abbildung 10 zu erkennen, dass der Stoff zu 69% aus Kunstfaser (Polyester und Elastane) und zu 31% aus Naturfaser (Cotton) besteht. Des Weiteren ist Mikroplastik bekanntlich in gewissen Hygieneprodukten enthalten. Um sich hier zu informieren ist der online Einkaufsratgeber vom Bund für Umwelt- und Naturschutz Deutschland (BUND) sehr hilfreich. Auf der Webseite werden die LeserInnen kurz und übersichtlich über das Thema informiert. Außerdem listet der BUND diverse Kosmetikprodukte vom deutschen Markt mit Mikroplastikanteil in übersichtlichen Tabellen auf und gibt zusätzlich den jeweilig enthaltenen Kunststoff an. Die Webseite bietet einen guten Überblick, auch für Personen, die sich noch nie zuvor mit dem Thema auseinandergesetzt haben. Darüber hinaus kann sie hilfreich sein, um Mikroplastik beim Drogerieeinkauf zu vermeiden.¹¹⁸ Zusätzlich sind für jede/n Smartphone BesitzerIn die Apps „Tox Fox“ und „Code Check“ kostenfrei zugänglich. Bei diesen Softwares können Produkte anhand ihres Barcodes gescannt werden und dem/r KäuferIn wird angezeigt, ob der Artikel schädliche Inhaltsstoffe wie Mikroplastik enthält.



Abbildung 10: Eingenähtes Etikett bei Stoffen

Abschließend lässt sich sagen, dass sich das Verhalten der Menschheit entweder jetzt ändert oder sich früher oder später zwingenderweise verändern muss, wenn das Erdöl ausgeht. Wird allerdings bis dahin gewartet, ist es sehr wahrscheinlich, dass unaufhaltsame Folgen, die die ganze Weltbevölkerung betreffen, eintreten werden.¹¹⁹ Eine wirkliche Veränderung kann nur erzielt werden, wenn der Wille der Bevölkerung dazu besteht.¹²⁰

¹¹⁷ vgl. Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2016, S. 10.

¹¹⁸ vgl. Ziebarth, 2020, S. 1ff.

¹¹⁹ vgl. Fath, 2019b, S. 45f.

¹²⁰ vgl. Holm/ Schulz/ Athanasopulu, 2013, S. 32.

7 Fazit

Nach einer intensiven Auseinandersetzung mit der Thematik „Umweltbelastung durch Mikroplastik“ sind einige Aspekte klar festzustellen: Eine einheitliche und offiziell anerkannte Definition für Mikroplastik ist notwendig. Dies würde beim Forschen und Bewerten der Ergebnisse einiges erleichtern. Außerdem lassen Forschungen schlussfolgern, dass bereits in allen Umweltkompartimenten Mikroplastik in verschieden hohen Konzentrationen nachzuweisen ist. Manche Kunststoffpartikel können wieder herausgefiltert werden, während andere der Umwelt restlos ausgesetzt sind. Das bringt einige umstrittene Fragen mit sich, speziell in Bezug auf die Auswirkungen von Mikroplastik auf Lebewesen, welche anhand des Mikroplastikzyklus klar ersichtlich ist. Es gibt zwar bereits mehrere Forschungen bezüglich der Auswirkungen von Mikroplastik auf Lebewesen, allerdings mit verschiedenen Forschungsansätzen. So können kaum einheitliche Aussagen getroffen werden. Speziell die Folgen von Mikroplastik auf den Menschen sind sehr umstritten und haben obersten Forschungsbedarf. Es ist unumgänglich, dass sich die Bevölkerung der Bedrohung von Plastik bewusster wird und die Wissenschaft intensiv an Handlungsalternativen arbeitet. Ebenfalls muss die Bereitschaft für einen Verzicht in gewissen Maßen und ein Umdenken erfolgen. An der Arbeit wird ersichtlich, dass die Mikroplastikproblematik jeden betrifft und jeder seinen Beitrag leisten kann und muss, um die weitere Ausbreitung von Mikroplastik in der Umwelt zu unterbinden.

Abschließend lässt sich sagen, dass einige Fragen zur Mikroplastikthematik offen bleiben, speziell im Bereich Auswirkungen auf Lebewesen und Lösungsansätze. Es ist definitiv von äußerster Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit, mehr in die Mikroplastikforschung zu investieren. Das Problem wächst parallel mit den rapide ansteigenden Erzeugnissen von Plastikartikeln. Die nahe Zukunft wird definitiv viele neue, vielleicht auch schockierende Aspekte aufbringen.

8 Literaturverzeichnis

Bayerisches Landesamt für Umwelt: Mikroplastik in Gewässern. UmweltWissen-Wasser. Augsburg: 2016.

https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw_127_mikroplastik.pdf [Zugriff: 13.10.20].

Bertling, Jürgen/ Bertling, Ralf/ Hamann, Leandra: Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik. Ursachen, Mengen, Umweltschicksale, Wirkungen, Lösungsansätze, Empfehlungen. Oberhausen: 2018.

<https://www.umsicht.fraunhofer.de/content/dam/umsicht/de/dokumente/publikationen/2018/kunststoffe-id-umwelt-konsortialstudie-mikroplastik.pdf> [Zugriff: 17.8.2020].

Dalberg/ University of Newcastle, Australia: Aufnahme von Mikroplastik aus der Umwelt beim Menschen. Eine Analyse für WWF von Dalberg und University of Newcastle, Australia. o.O.: 2019. https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF-Report-Aufnahme_von_Mikroplastik_aus_der_Umwelt_beim_Menschen.pdf [Zugriff: 15.9.2020].

Fath, Andreas: Mikroplastik. Verbreitung, Vermeidung, Verwendung. 1. Auflage. Wiesbaden: Springer Spektrum, 2019a.

Fath, Andreas: Mikroplastik kompakt. Wissenswertes für alle. 1. Auflage. Wiesbaden: Springer Spektrum, 2019b.

Hohenblum, Philipp u.a.: Plastik in der Donau. Untersuchung zum Vorkommen von Kunststoffen in der Donau in Österreich. Wien: 2015.

<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0547.pdf> [Zugriff: 28.8.2020].

Holm, Patricia/ Schulz, Gerhard/ Athanasopulu, Kiriaki: Meeresverschmutzung der neuen Art: Mikroplastik-ein unsichtbarer Störenfried. In: Biologie in unserer Zeit. Meeresverschmutzung durch Mikroplastik. 2013, 43. Jahrgang, H.1, S. 27-33.

Horton, Alice/ Dixon, Simon J.: Microplastics: an introduction to environmental transport processes. o.O.: 2017.

https://www.researchgate.net/publication/322107763_Microplastics_An_introduction_to_environmental_transport_processes [Zugriff: 7.9.2020]

Liebmann, Bettina: Mikroplastik in der Umwelt. Vorkommen, Nachweis und Handlungsbedarf. Wien: 2015.

<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0550.pdf> [Zugriff: 17.8.2020].

Miklos, David/ Obermaier, Nathan/ Jekel, Martin: Mikroplastik: Entwicklung eines Umweltbewertungskonzepts. Erste Überlegungen zur Relevanz von synthetischen Polymeren in der Umwelt. Dessau-Roßlau: 2016.

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_32_2016_mikroplastik_entwicklung_eines_umweltbewertungskonzeptes.pdf [Zugriff: 12.8.2020].

Otte, Lars u.a.: Lösungsansätze für die Mikroplastik-Problematik. Kompetenzen in den Bereichen Bewertung und Kommunikation. In: Naturwissenschaften im Unterricht Chemie. Mikroplastik. 2020, 31. Jahrgang, H.179, S. 28-33.

Science Factory: Mikroplastik in der Umwelt. Herkunft, Verbleib und Auswirkungen. 1. Auflage. München: GRIN Publishing GmbH, 2020.

Waldschläger, Kryss: Mikroplastik in der aquatischen Umwelt. Quellen, Senken und Transportpfade. 1. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2019.

World Health Organization: Microplastics in drinking-water. Genf: 2019.

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/326499/9789241516198-eng.pdf?ua=1> [Zugriff: 15.9.2020].

WWF: Mikroplastik in der Umwelt. Frankfurt: 2019.

<https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF-Faktenblatt-Mikroplastik.pdf> [Zugriff: 15.9.2020].

Ziebarth, Nadja: MIKROPLASTIK und andere Kunststoffe in Kosmetika. Der BUND Einkaufsratgeber. Berlin: 2020.

https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/meere/meere_mikroplastik_einkaufsfuehrer.pdf [Zugriff: 8.10.2020].

9 Darstellungsverzeichnis

- Abbildung 1: Überblick der Eigenschaften von Mikroplastik 5
Quelle: Waldschläger, Kryss: Mikroplastik in der aquatischen Umwelt. Quellen, Senken und Transportpfade. Wiesbaden/ Springer Vieweg: 2019, S. 9.
- Abbildung 2: Oft verwendete Kunststoffarten und deren Charakteristiken 7
Quelle: Waldschläger, Kryss: Mikroplastik in der aquatischen Umwelt. Quellen, Senken und Transportpfade. Wiesbaden/ Springer Vieweg: 2019, S. 7.
- Abbildung 3: Mikroplastik aus einem Kosmetikprodukt abgesiebt..... 11
Quelle: Foto: Verf.
- Abbildung 4: Eine Schutzmaske auf dem Weg zu sekundärem Mikroplastik..... 12
Quelle: Foto: Verf.
- Abbildung 5: Ausschnitt des Mikroplastikzyklus 13
Quelle: <https://rs1.chemie.de/images//21791-76.jpg> [Zugriff: 7.1.2021].
- Abbildung 6: Durchschnittliche Anteile der gefundenen Kunststoffarten im Rhein..... 16
Quelle: Fath, Andreas: Mikroplastik. Verbreitung, Vermeidung, Verwendung. Wiesbaden/ Springer Spektrum: 2019, S. 203.
- Abbildung 7: Vorkommnisse von Mikroplastik in Gewässern 17
Quelle: https://media.springernature.com/original/springer-static/image/chp%3A10.1007%2F978-3-658-27766-6_4/MediaObjects/481315_1_De_4_Fig1_HTML.png [Zugriff: 7.1.2021].
- Abbildung 8: Pantoffeltierchen mit Polystyrol-Kügelchen 24
Quelle: Holm, Patricia/ Schulz, Gerhard/ Athanasopulu, Kiriaki: Meeresverschmutzung der neuen Art: Mikroplastik-ein unsichtbarer Störenfried
- Abbildung 9: Benotung von Kunststoffprodukten nach dem UBI 27
Quelle: Fath, Andreas: Mikroplastik kompakt. Wissenswertes für alle. Wiesbaden/ Springer Spektrum: 2019, S. 39.
- Abbildung 10: Eingenähtes Etikett bei Stoffen 31

Quelle: https://bilder.t-online.de/b/81/67/71/72/id_81677172/c_Master-4-3-Large/tid_da/wie-sie-die-qualitaet-von-kleidung-erkennen.jpg [Zugriff: 7.1.2021].