



MIKROKUNSTSTOFFE



MIKROKUNSTSTOFFE

Bearbeitung

Julia Mechsner

Mainz, Juli 2014

IMPRESSUM

Herausgeber: Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft
und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz
Kaiser-Friedrich-Str. 7 • 55116 Mainz

Herstellung: LUWG

Auflage: 20 Exemplare

© Juli 2014

Nachdruck und Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
2	Definition	10
3	Eintragspfade	11
4	Zahlen und Fakten	13
5	Auswirkungen auf die Umwelt	15
6	Lösungsansätze zur Entfernung von Mikrokunststoffen	18
7	Vermeidungsstrategien	19
8	Ausblick	21
9	Literatur	22
10	Anhang	25

VORWORT



Mikrokunststoffe, häufig auch als Mikroplastik bezeichnet, verursachen große Schäden in der Umwelt und tragen zur Gefährdung von Menschen und Tieren bei. Vor allem durch den Zerfall von Plastikmüll in den Meeren ist die Menge der kaum sichtbaren Kunststoffpartikel in unseren Gewässern massiv angestiegen.

Informationen sind die erste Stufe eines Veränderungsprozesses, deshalb wurden auf den folgenden Seiten die komplexen Zusammenhänge einmal anschaulich dargestellt. Auf diese Weise wird der Weg der Mikrokunststoffe in unsere Gewässer beschrieben. Daneben werden Definitionen und Begriffsbestimmungen geliefert. Zahlen und Fakten veranschaulichen den großen Umfang der Problematik. Neben Informationen über den aktuellen Zustand und seine Auswirkungen werden Lösungsansätze zur wirksamen Entfernung von Mikroplastik aus Gewässern geliefert. Zudem sind einige Möglichkeiten zur Vermeidung von Mikrokunststoffen dargestellt.

Das Landesamt wird sich in den diesjährigen 12. Mainzer Arbeitstage mit dem Themenkomplex „Mikroplastik in der Umwelt“ befassen. An der Fachveranstaltung berichten am 15. September 2014 Referenten aus Industrie, Umweltschutzorganisationen und Verwaltung über ihre Erfahrungen. Zusammen mit Umweltministerin Ulrike Höfken wird außerdem eine Podiumsdiskussion über Lösungsmöglichkeiten zur Reduzierung der Stoffe geführt. Die entsprechenden Fachbeiträge der Referenten werden wir ebenso wie eine kurze Zusammenfassung über die Veranstaltung unter www.luwg.rlp.de ins Internet stellen.

Ich hoffe, dass unsere wissenschaftliche Fachbehörde einen Beitrag zur Lösung der Problematik leisten kann und wünsche Ihnen viel Freude und neue Erkenntnisse beim Lesen des Berichtes.

Mainz, im September 2014

A handwritten signature in blue ink that reads "Stefan Hill". The signature is written in a cursive, slightly slanted style.

Dr.-Ing. Stefan Hill

Präsident des Landesamtes für Umwelt,
Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz

1 EINLEITUNG

Die Aufmerksamkeit für die Gewässerverschmutzungen durch Mikrokunststoffe nimmt angesichts der Meeresmüllproblematik aktuell an Bedeutung zu. Die Wege, auf denen Mikrokunststoffe in die Umwelt eingetragen werden können, sind sehr vielfältig. Kosmetik- und Reinigungsprodukte können z. B. industriell hergestellte Mikrokunststoffgranulate enthalten. Durch den Gebrauch gelangen diese ins Abwasser, passieren die Kläranlagen und enden somit in den Binnengewässern und Meeren. Dort können sie von Organismen aufgenommen werden, reichern sich in der Nahrungskette an und stellen somit eine unsichtbare Gefahr für Mensch und Umwelt dar.

Eine der Hauptursachen für Mikrokunststoffe im Meer ist Plastikmüll, der im Wasser über die Zeit in immer kleinere Plastikteilchen zerfällt. Der in den Weltmeeren enthaltene Abfall wird mittlerweile auf über 100 Mio. Tonnen geschätzt und steigt jährlich um weitere 10 Mio. Tonnen an[31]. Davon bestehen 60 bis 80 % aus Kunststoffen[7], wobei der Großteil auf Plastikverpackungen entfällt. Die gigantischen Müllmengen sammeln sich auf der Welt in fünf großen Meeresstrudeln und werden dort immer wieder aufgewirbelt. Der größte Strudel im Pazifik besitzt die Größe Europas.[38]



Mittlerweile hat sich die Verteilung der kleinen Plastikteilchen in der Umwelt zu einem globalen und stetig wachsenden Problem entwickelt, das noch intensiver Forschungsarbeit bedarf.

Im Folgenden wird kurz erläutert, was unter Mikrokunststoffen zu verstehen ist, auf welchen Wegen diese in die Gewässer gelangen und welche Auswirkungen sie auf die Umwelt haben. Außerdem werden der aktuelle Forschungsstand dargestellt sowie Lösungsansätze zur Vermeidung von Meeresmüll und Mikrokunststoffeinsatz aufgezeigt.

2 DEFINITION

Unter Mikrokunststoffen – oder häufig auch Mikroplastik genannt – werden im Allgemeinen Kunststoffpartikel verstanden, die kleiner als 5 mm sind[30]. Hierbei werden Größenfraktionen von 1 bis 5 mm als L-MPP (large Microplastic Particle) bezeichnet, alles kleiner 1 mm wird als S-MPP (small Microplastic Particle) angegeben[25].

Zudem wird zwischen zwei Arten von Mikrokunststoffen unterschieden. Unter die Bezeichnung „primäres Mikroplastik“ fallen zum einen Basispellets, die das Ausgangsmaterial zur Kunststoffproduktion darstellen, aber auch Fasern aus Kunstfasertextilien. Zum anderen werden Kunststoffgranulate in Kosmetik- und Hygieneprodukten von diesem Begriff erfasst. „Sekundäres Mikroplastik“ entsteht durch Abrieb oder Zerfall von Makroplastikteilen, wie beispielsweise Plastiktüten.[30]



3 EINTRAGSPFADE

Zu den Haupteintragspfaden von primären und sekundären Mikrokunststoffen in die Umwelt zählen nach bisherigen Kenntnissen:

Kunststoffpellets und Kunststoffgranulat:

Mikrokunststoffpellets und -granulat (mit Korngrößen von 2 bis 5 mm Durchmesser) werden in der Kunststofftechnik zur Herstellung von Konsumprodukten eingesetzt und können durch Verluste bei der Verarbeitung und dem Transport auf direktem Weg in die Gewässer gelangen[7][9].

Kosmetik- und Reinigungsprodukte:

Mikrokunststoffe können als Füllstoffe und Bindemittel in Kosmetika verwendet und Duschpeelings, Kontaktlinsenreiniger sowie Zahnpasta beigemischt werden, um eine bessere Reinigungswirkung zu erzielen. Bei einigen Produkten beträgt der Anteil der Plastikkügelchen am Gesamtinhalt bis zu 10 %[8]. Hauptsächlich enthalten diese PE (Polyethylen), aber auch PP (Polypropylen), PET (Polyethylenterephthalat), PMMA (Polymethylmethacrylat) und PA (Polyamide, z. B. Nylon). Aufgrund ihrer geringen Größe sind sie in der Gruppe der S-MPP (< 1 mm) anzusiedeln[25]. Die Partikel werden nach dem Gebrauch abgespült und geraten über die Abwässer in die Meere, da sie derzeit von den Kläranlagen noch nicht gänzlich herausgefiltert werden können[7].

Zur Verbraucherinformation haben der BUND und Greenpeace Produktlisten herausgegeben, in denen einige Produkte mit Mikroplastik aufgeführt sind:

BUND: http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/pdfs/meere/131119_bund_meeresschutz_mikroplastik_produkliste.pdf

Greenpeace: http://www.greenpeace.org/austria/Global/austria/dokumente/ratgeber/Konsum_Mikroplastik_Ratgeber_201406.pdf

Kunststofftextilien:

Kleine Faserstücke von Synthetik-Textilien aus Acryl, Polyester und anderen Kunststoffen sind eine weitere Quelle für Mikroplastik. Diese werden beim Waschen herausgelöst und gelangen ebenfalls über das Abwasser ungehindert in das Meer[25].

Studien zufolge geraten aus einem einzigen Fleece-Kleidungsstück pro Waschgang und pro Liter Waschwasser zwischen 1.600 und 2.000 Kunstfasern ins Abwasser[3], [7], [25], [30]. Darüber hinaus stellen Fragmente von Seilen und Netzresten aus Fischerei und Schifffahrt, die im Meerwasser immer weiter zerkleinert werden, einen sekundären Eintragspfad in die Umwelt dar.

Makrokunststoffpartikel:

Mit Makroplastik sind Plastikpartikel gemeint, die größer als 5 mm sind. Dies können Plastiktüten, Flaschen, Seile und Fragmente größerer Kunststoffteile sein. Durch mechanische (Reibung und Zerkleinerung durch Wellenbewegung, Wind und Sandschliff) und chemische (Zersetzung durch UV-Einstrahlung und Salzeinwirkung) Prozesse werden diese Makrokunststoffpartikel immer weiter zerkleinert und führen zur Bildung der sogenannten sekundären Mikrokunststoffpartikel[7].

Insgesamt betrachtet überwiegen die landbürtigen Abfälle deutlich. Sie machen gegenüber den Abfällen aus Fischerei und Schifffahrt etwa 80 % aus[34]. Neben Verlusten bei Produktion und Transport spielt vor allem das Littering, das achtlose Wegwerfen von Abfall, eine entscheidende Rolle. Sind die Mikrokunststoffe einmal im Meer angelangt, sinken etwa 70 % auf den Meeresboden ab, 15 % treiben im Wasser bzw. werden durch Wasserstrudel wieder aufgewirbelt und die restlichen 15 % werden schließlich an Land gespült[7].



4 ZAHLEN UND FAKTEN

Kunststoff als Material zeichnet sich durch sein geringes Gewicht, seine hohe Beständigkeit, isolierende Eigenschaften sowie eine leichte Formgebung aus. Ferner tragen eine kostengünstige Produktion und eine anhaltende Nachfrage zu einer weiten Verbreitung von Kunststoffprodukten bei. Die für ihre Anwendung vorteilhaften Eigenschaften (vor allem hohe Haltbarkeit und geringe Abbaubarkeit) stellen für die Entsorgung ein Problem dar und führen dazu, dass sich Kunststoffabfälle lange in der Umwelt halten und dort akkumulieren. Als durchschnittliche Abbauzeit werden Zeiträume von 450 Jahre bis hin zu mehreren tausend Jahren angegeben[7].

Im marinen Bereich gibt es viele Studien, die hohe Konzentrationen an Mikroplastik sowohl im Wasser als auch in Sedimenten aufzeigen:

- In der **Nordsee** wurden im Jahr 2012 durchschnittlich 368 Mikroplastikpartikel pro Kilogramm Sediment nachgewiesen, wobei das Maximum der Untersuchung bei 2.480 Teilchen lag. In allen Proben waren sowohl Fasern als auch rundliche Partikel zu finden. Der mittlere Anteil der faserigen Plastikteilchen an der Gesamtzahl der ausgezählten Mikroplastikpartikel lag bei 40 %. Die Wissenschaftler stellten außerdem pro km² Wasseroberfläche bis zu 300 Plastikteile und pro 100 m Küstenlinie durchschnittlich 712 Müllteile fest. Auf dem Meeresboden fanden sie 1 bis 4 Plastikteile pro 10.000 m². [7]
Neuere Auswertungen des Umweltbundesamtes für die Nordsee zeigen, dass sich mittlerweile pro km² Meeresboden durchschnittlich 11 Kilogramm Plastikabfall angesammelt haben[36]. Eine Untersuchung von Eissturmvögeln an der deutschen Nordseeküste ermittelte bei 95 % der Vögel im Durchschnitt 30 Kunststoffteile im Magen[31].
- Im **Mittelmeer** wiesen die Proben eine Dichte von Mikroplastikpartikeln von durchschnittlich 6,2 Partikel pro 100 m² (Maximum: 69 Partikel) auf. Die Größenkategorie entsprach der des Planktons, welches die Nahrungsgrundlage vieler aquatischer Organismen darstellt. [6] Im nordwestlichen Mittelmeer werden mittlerweile auf zwei Planktontierchen ein Mikroplastikteil gezählt[31].

Einige Untersuchungen zeigen, dass auch Süßwasserökosysteme wie Flüsse und Seen von der Mikroplastikproblematik betroffen sind:

- In den „**Großen Seen**“ in Nordamerika wurden in einer Studie, die 2013 durchgeführt wurde, durchschnittlich 43.000 Mikroplastikpartikel pro km² gemessen. Das Maximum lag allerdings mit 466.000 Partikeln deutlich über dem Durchschnitt. [10], [28]
- Bereits 2012 wurden im **Genfer See** Mikroplastikpartikel nachgewiesen. Die Konzentrationen deuten zwar auf ähnliche Werte wie im Mittelmeer hin, müssen jedoch aufgrund der starken Schwankungen noch verifiziert werden. [27]
- Die genauen Ergebnisse der Untersuchungen des **Bodensees** im Jahre 2013 stehen zwar noch aus (Veröffentlichung voraussichtlich im Sommer 2014), es wurden aber auch hier Mikroplastikpartikel identifiziert[1].
- Eine der bekanntesten Studien fand 2013 am **Gardasee** statt. Hier zeigten die Ergebnisse einen klaren räumlichen Unterschied in der Agglomeration der Mikroplastikverunreinigungen. Am nördlichen Ufer waren ca. 1.108 Mikroplastikpartikel pro m² am Strand zu finden, am südlichen

Ufer dagegen lediglich ca. 108 Mikroplastikpartikel pro m². Dass der Nordstrand dichter verunreinigt ist als die südlichen Uferbereiche lässt sich mit der Windströmung aus südwestlicher Richtung erklären, der die Mikroplastikteilchen gen Norden treibt.[18]

- In einer aktuellen Untersuchung (veröffentlicht 2014) der Donau zeigte sich, dass insgesamt 4,2 Tonnen Mikroplastik jeden Tag aus dem Fluss in das Schwarze Meer gelangen. Der Anteil an Plastikpartikel im Wasser war sogar mit 4,8 Gramm pro 1.000 m³ höher als der von Fischlarven mit 3,2 Gramm pro 1.000 m³. [20]



Neben Medien wie Wasser und Sediment gibt es mittlerweile auch Hinweise auf Mikroplastik in Lebensmitteln:

- In Honig wurden bereits Plastikfasern und Fragmente nachgewiesen. Die Verschmutzungen reichten von knapp 50 bis über 200 Plastikteilchen pro Kilogramm Honig.[26]
- Eine neue Studie wies nun auch kleine Kunststofffasern in Mineralwässern von Aldi, Lidl und Penny (5 bis 7 Plastikfasern pro Liter) und in verschiedenen Biersorten (Veltins, Krombacher, Warsteiner, Paulaner Weißbier, Jever) nach (42 bis 79 Plastikfasern pro Liter).[9], [15], [22]

Wie die Plastikfasern in die Lebensmittel kommen, ist noch nicht abschließend geklärt. Vermutet wird eine Verbreitung über die Luft durch Verwehung oder durch das Aufbringen von Klärschlamm auf die Felder. Diese Medienberichte werden allerdings derzeit nicht als wissenschaftlich belastbar eingestuft. Diskutiert wird ebenfalls der Nachweis von Mikroplastik im Trinkwasser. Allerdings ist hier laut Aussagen des Umweltbundesamtes und der Bundesanstalt für Gewässerkunde Mikroplastik so gut wie auszuschließen[15].

Insgesamt betrachtet, bieten die Ergebnisse zwar wesentliche Verdachtsmomente, sind jedoch aufgrund unterschiedlicher Probenahme- und Analyseverfahren überwiegend untereinander nicht vergleichbar.

5 AUSWIRKUNGEN AUF DIE UMWELT

Die Auswirkungen von Mikrokunststoffen auf Organismen und deren Lebensräume können bis zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht vollständig abgeschätzt werden. Die Ergebnisse aus den bisherigen Studien deuten jedoch auf die folgenden Probleme hin:

Ästhetik:

Die Verschmutzung der Meere und Binnengewässer ist aus rein optischer Sicht ein Problem und das Entfernen von Plastikmüll ist sehr zeit- und kostenintensiv[32], [33].

Verletzungsgefahr durch Makropartikel:

Makrokunststoffpartikel stellen eine unmittelbare Gefahr für größere Organismen dar, die sich an oder in Gewässern aufhalten. Scharfe Kanten können zu Schnittwunden und verschluckte Teile zu inneren Verletzungen führen. Seil- und Netzreste von sogenannten „Geisternetzen“, die bei der Fischerei verloren gehen, können die Tiere strangulieren bzw. bewegungsunfähig machen. [7], [17] Laut Berechnungen der UN-Biodiversitätskonvention kamen 2012 schon 663 Meerestierarten regelmäßig in Kontakt mit Abfällen (1997 waren es nur 247 Arten)[36].

Aufnahme durch Organismen:

Für Organismen wie Vögel, Fische, Schildkröten und Filtrierer (Muscheln) sind Mikroplastikpartikel durch die Verwechslung mit der natürlichen Nahrung lebensbedrohlich[17]. Je kleiner die Plastikpartikel, desto größer das Risiko der Aufnahme und umso größer die Zahl der Tierarten, die die Partikel als vermeintliche Nahrungspartikel aufnehmen[5], [17]. Da eine Ausscheidung meist nicht möglich ist, kann dies folglich zum Verhungern bei vollem Magen führen[17]. Im Organismus selbst kann es zu Verletzungen bzw. krankhaften Veränderungen der Zellen kommen und zu negativen Auswirkungen auf die körperliche Verfassung der Tiere bis zum Tod führen[17].



Eine Studie befasste sich mit den Folgen der Ansammlung von Mikroplastik in Miesmuscheln und stellte dabei pathologische Veränderungen der Zellen in den Verdauungsdrüsen fest[2]. Bei Muscheln wurde außerdem nachgewiesen, dass die Plastikpartikel von der Magenwand ins Blut gelangten[2], [29].

Problem durch freigesetzte Schadstoffe:

Ein weiteres Problem stellt die Freisetzung von Additiven bei Zersetzung der Kunststoffpartikel dar. Zusätze wie Weichmacher, Flammschutzmittel und Farbstoffe werden Kunststoffen beigemischt, um dem Material bestimmte Eigenschaften zu geben[17], [25]. Manche dieser Substanzen sind giftig oder stehen im Verdacht krebserregend zu sein oder Hormonstörungen hervorzurufen[17], [25]. Bereits bekannt ist die Beeinträchtigung des Hormonsystems durch Weichmacher, die herausgelöst und in das Wasser abgegeben werden. Sie werden häufig für die Elastizität der Kunststoffe eingesetzt, besitzen eine Ähnlichkeit zu natürlichen Hormonen und können zu Unfruchtbarkeit sowie Bildung von Tumoren führen.[4], [17], [21]



Problem durch angelagerte Schadstoffe:

Mikrokunststoffe besitzen darüber hinaus die Eigenschaft, Schadstoffe an ihrer Oberfläche anzulagern. Dazu gehören längst verbotene Stoffe wie z. B. DDT (Dichlordiphenyltrichlorethan, Insektizid) oder PCB (Polychlorierte Biphenyle), die in teilweise hohen Konzentrationen gefunden werden [5], [7], [23], [25]. Diese werden bei der Aufnahme im Magen-Darm-Trakt wieder freigesetzt und können zu einer sekundären Kontamination im Organismus führen. Dabei gilt: je kleiner die Partikel, desto größer die relative Oberfläche, weshalb Mikrokunststoffpartikel große Mengen an Schadstoffen adsorbieren können[17]. Dies kann laut einigen Studien bei Wirbeltieren zu Störungen des Hormonhaushaltes und der Fortpflanzungsfähigkeit führen, zur Entstehung von Tumoren beitragen und folglich negative Auswirkungen auf den Nachwuchs haben[17].

Persistenz:

Im Meerwasser ist der Abbau vor allem durch die niedrigen Wassertemperaturen verzögert. Viele Kunststoffe enthalten Alterungsschutzmittel, die ebenfalls einen Abbau verzögern. Daher ist eine Entfernung aus der Umwelt nur schwer möglich.[17]

Anreicherung in der Nahrungskette:

Die Akkumulation von Mikrokunststoffen und adsorbierten Schadstoffen in der Nahrungskette könnte eine Gefahr für den Menschen darstellen. Über die Auswirkungen auf den Menschen ist bisher allerdings nur wenig bekannt.[5]

Transport invasiver Arten:

Mikrokunststoffe fungieren im Wasser als Träger und können somit den Transport invasiver Arten in neue Lebensräume und möglicherweise die Übertragung von Krankheiten begünstigen[18],[38].

Zerstörung von Habitaten:

An Stränden angeschwemmte Mikroplastikpartikel verändern die physikalischen Eigenschaften des Habitats, wie das Wärmerückhaltevermögen, die Lichtreflexion und die Korngrößenverteilung, was wiederum zu einer Beeinflussung der dort lebenden Organismen führt[7]. Absinkendes Plastik kann dazu den Meeresboden verhärten, da eine Durchmischung und Sauerstoffversorgung des Meeresbodens erschwert wird[35], [38].



6 LÖSUNGSANSÄTZE ZUR ENTFERNUNG VON MIKROKUNSTSTOFFEN

Derzeit ist eine Filterung in Klärwerken noch nicht möglich. Es fehlen jedoch belastbare Daten darüber, wie viele der Mikrokunststoffpartikel ungehindert die Kläranlagen passieren und wie hoch der zurückgehaltene Anteil im Klärschlamm ist. Daneben sind noch keine effektiven Methoden zur Entfernung von Mikrokunststoffen aus der Umwelt bekannt.



Es gibt allerdings einige Ansätze in der Forschung:

Große Aufmerksamkeit erhielt jüngst das Projekt „The Ocean Clean Up“. Die Konzeptidee eines 19-jährigen Niederländers besteht darin mithilfe von installierten, künstlichen Barrieren und der natürlichen Meeresströmung den Müll wieder aus dem Meer filtern. Auf der folgenden Seite sind Erklärungen zur Methodik sowie eine Machbarkeitsstudie eingestellt: <http://www.theoceancleanup.com/the-concept.html>.

Weiterhin ist an der Universität Kalifornien (Santa Barbara) in Zusammenarbeit mit den amerikanischen Umweltbehörden ein Projekt geplant, in dem Filter für Waschmaschinen entwickelt werden, die Einträge von Kunstfasern in das Abwasser verhindern sollen[19].

7 VERMEIDUNGSSTRATEGIEN

Laut Bundesumweltministerium soll zunächst grundlegend erforscht werden, wieviel Mikrokunststoffe sich genau in der Umwelt befinden und welche Auswirkungen diese auf die Umwelt und den Menschen haben. Die Behörde hat bereits Untersuchungen in Auftrag gegeben und erklärte, dass es einen freiwilligen zeitnahen Ausstieg aus der Verwendung von Mikroplastik geben müsse. Auch die Kosmetikindustrie kündigte Konsequenzen an.

Auf EU-Ebene wird zudem das sogenannte „Grünbuch zu einer europäischen Strategie für Kunststoffabfälle in der Umwelt“ diskutiert. Dabei wollen die Europäische Kommission und Deutschland die Abfalleinträge in die Meere bis 2020 drastisch reduzieren. Dazu findet regelmäßig eine internationale Konferenz zum Thema Meeresmüll statt. Diese soll geeignete Strategien zur Abfallvermeidung in den europäischen Meeresregionen definieren sowie deren Umsetzung vorbereiten.[31]

Bisher wurden die folgenden Vorschläge zur Vermeidung von Mikrokunststoffen in Gewässern erarbeitet:

Verbesserung des Abfallmanagements auf See:

Das nachträgliche Sammeln von Müll am Strand und im Meer ist aufwändig, kostspielig und erreicht nur einen kleinen Teil des Abfalls. Bei einer mechanischen Entfernung aus dem Meer sollen keine gravierenden ökologischen Schäden, z. B. durch das unvermeidliche Mitsammeln von Meeresorganismen, verursacht werden.[32] Ein weiterer Ansatzpunkt ist eine Verbesserung des Abfallmanagements auf Schiffen und in Häfen. Hierbei soll durch gebührenlose Abfallsammlungen an den Häfen der Eintrag von Abfällen vermieden werden[31]. Die Initiative „Fishing for Litter“ ist dahingehend sehr erfolgreich. Hier werden durch eine kostenlose Bereitstellung großer Industriesäcke die Abfälle aus dem Meer direkt an Bord gesammelt und dann im Hafen einer ordnungsgemäßen Sortierung und Verwertung zugeführt.[29]

Verhinderung des weiteren Eintrags von primärem Mikroplastik:

Um den Eintrag von primären Kunststoffpartikeln in die Umwelt zu verhindern, wird direkt bei der Kosmetikindustrie angesetzt. Viele Unternehmen wollen bereits freiwillig auf die Verwendung von Mikrokunststoffen in Kosmetikprodukten verzichten bzw. diese nach und nach durch natürliche Partikel wie z. B. zermahlene Muschelschalen oder Cellulose-basierte Peelingkörper ersetzen.[8]

Auch von Seiten der chemischen Industrie gibt es Bestrebungen diesen Eintragungspfad zu minimieren. In dem Projekt „Null Pelletverlust“ der Kunststoffherzeuger können Unternehmen ihr verantwortliches Handeln zeigen und Pelletverluste direkt bei der Produktion verhindern: https://www.vci.de/Downloads/Publikation/chemie-report-Einzelartikel/cr_2013_09_9.pdf.

Generelle Bezahlpflicht für alle Plastiktüten:

Des Weiteren wird auf EU-Ebene über ein Verbot bzw. die Bezahlpflicht von dünnwandigen Plastiktüten (Wandstärke < 50 µm) diskutiert. In einem Kommissionsvorschlag zur Änderung der Richtlinie über Verpackungen und Verpackungsabfälle ist ein Verminderungsziel des Kunststofftütenverbrauches um 80 % – bezogen auf den Durchschnittsverbrauch in der EU im Jahr 2010 von durchschnittlich 198

Plastiktüten pro Einwohner – innerhalb von zwei Jahren nach Inkrafttreten der Richtlinie angegeben[11]. Dadurch soll zukünftig ein nicht umweltgerechter Entsorgungsweg verhindert werden. Weitere Informationen sind unter Punkt 10. Anhang Stichwort „Plastiktüten“ zu finden.



Produktdesign:

Sinnvolle Maßnahmen zur Müllvermeidung setzen schon bei der Herstellung von Produkten an[32]. Bei diesem sogenannten Ökodesign soll einerseits ein effizienter Materialeinsatz und andererseits eine gute Rezyklierbarkeit bedacht werden.

Weitere Bestrebungen betreffen die Herstellung biologisch abbaubarer Kunststoffe auf Basis von nachwachsenden Rohstoffen sowie eine Vermeidung von Additiven und Füllstoffen. Das große Feld der Biokunststoffforschung birgt einige Alternativen zur herkömmlichen Anwendung von Mikrokunststoffen. Aus dem Milchbestandteil Kasein können beispielsweise sowohl Kunststoffgranulate als auch Pulver und Fasern hergestellt werden.

Darüber hinaus ist eine Verwendung von Biowachsen möglich, die je nach Wachstyp für verschiedene Zwecke eingesetzt werden können. Im Gegensatz zu den Vorteilen sollten jedoch auch immer die Bedingungen beachtet werden unter denen solche Biokunststoffe überhaupt eingesetzt und ob sie auch in allen Medien wieder abgebaut werden können (Komposter vs. Tiefsee).

Eine andere Möglichkeit ist die Verwendung von Chitin aus Krabbenabfällen für Verpackungen, was allerdings mit hohem Aufbereitungsaufwand verbunden ist und daher nur für spezielle, gut bezahlte Anwendungen – beispielsweise in der Medizin - zum Einsatz kommen würde[17].

8 AUSBLICK

In den bisherigen Studien konnten bereits hohe Konzentrationen von Mikrokunststoffen in Gewässern nachgewiesen und außerdem ein Gefahrenpotenzial für marine Organismen ermittelt werden. Insgesamt ist die Informationsdichte allerdings noch sehr gering. In vielen Bundesländern Deutschlands (aber auch im Ausland) laufen aktuell Studien über den eigentlichen Ist-Zustand der Gewässer oder sind für die Zukunft geplant:

- In **Baden-Württemberg** wurden bei den regelmäßigen Gewässeruntersuchungen keine Auffälligkeiten festgestellt, allerdings wurde die Untersuchung nicht speziell auf Plastikreste ausgerichtet. Es sollen in diesem Jahr noch orientierende Untersuchungen über die Belastung von Rhein und Neckar mit Mikroplastik durchgeführt werden.[12]
- In **Bayern** soll zum einen das bestehende Nachweisverfahren für Mikroplastik weiterentwickelt werden und zum anderen quantitative und qualitative Analysen von Mikroplastik in verschiedenen Medien (Kläranlagen, Klärschlamm, Seen, Fließgewässer, Sedimente) erfolgen. Außerdem sollen neue Kenntnisse über den Verbleib und die damit einhergehenden ökologischen Auswirkungen der Mikroplastikteilchen in den Gewässern gewonnen werden. Auch die Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit sind Bestandteil der Untersuchungen.[13]
- Das **Umweltbundesamt** hat Studien in Auftrag gegeben, die sich mit der Untersuchung verschiedener Abfallquellen befassen sollen. Ziel ist ein umfassendes Monitoring deutscher Meeres- und Küstengewässer im Hinblick auf Eintrags- und Verbreitungspfade der Meeresabfälle sowie deren biologischen Auswirkungen. Zudem sollen die Einsatzmengen und die ökologischen Auswirkungen industriell hergestellter Mikroplastikpartikel und der Gehalt von Mikroplastik in Trinkwasser, Regenwasser und behandeltem Abwasser erfasst werden.[36]
- An der **Ostsee** hat sich ein Netzwerk aus mehreren Forschungsinstituten für eine Studie zusammengeschlossen, die sich mit der Frage befassen wird, ob Mikroplastik als Verbreitungsmedium für pathogene Keime fungieren kann und somit ein gesundheitliches Risiko für den Menschen besteht. Im Zuge dessen soll die Verteilung von Mikroplastik in der Ostsee, die Emissionsquellen und die Akkumulation bestimmt, sowie mikrobielle Besiedlungsgruppen der Biofilme auf Mikroplastikpartikeln untersucht werden.[24]

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass insgesamt noch erheblicher Forschungsbedarf besteht. Erst wenn Ergebnisse aus den laufenden Studien zur Verfügung stehen, können genauere Aussagen getroffen werden. Insbesondere zu den bislang noch nicht geklärten Auswirkungen auf den Menschen sind entsprechende Forschungsprogramme notwendig.

Für eine künftige Vergleichbarkeit der Studienergebnisse ist aber zuerst eine Normierung des Probe- und Analyseverfahrens erforderlich.

9 LITERATUR

- [1] Augsburgener Allgemeine (2013): Umweltverschmutzung: Plastikmüll im Bodensee?. <http://www.augsburger-allgemeine.de/wissenschaft/Umweltverschmutzung-Plastikmuell-im-Bodensee-id28108612.html> (Stand: 14.12.2013).
- [2] Browne, M. A., Dissanayake, A., Galloway, T. S., Lowe, D. M. & Thompson, R. C. (2008): Ingested Microscopic Plastic Translocates to the Circulatory System of the Mussel, *Mytilus edulis* (L.). *Environmental Science & Technology*.
- [3] Browne, Mark A., Crump, P., Niven, S. J., Teuten, E. L., Tonkin, A., Galloway T. S. & Thompson, R. C. (2011): Accumulations of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environmental Science & Technology*.
- [4] Browne, Mark A., Niven, S. J., Galloway, T. S., Rowland, S. J. & Thompson, R. C. (2013): Microplastic Moves Pollutants and Additives to Worms, Reducing Functions Linked to Health and Biodiversity. *Current Biology*.
- [5] Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND) (2014): Mikroplastik – unsichtbare Gefahr. http://www.bund.net/themen_und_projekte/meeresschutz/muellkampagne/mikroplastik/ (Letzter Zugriff: 11.03.2014).
- [6] Collignon, A., Hecq, J.-H., Galgani, F., Collard, F. & Goffart, A. (2014): Annual variation in neustonic micro- and meso-plastic particles and zooplankton in the Bay of Calvi. *Marine Pollution Bulletin*.
- [7] Derksen, D. M., Kindermann, O., Schweikart, A. & Steinecke, K. (2012): Belastung mariner Lebensräume durch Mikroplastik: Stand der Wissenschaft sowie erste Ergebnisse einer Vorstudie zur Erfassung und Bewertung des Vorkommens von Mikroplastikgranulat im Sediment von Küsten der deutschen Nordsee. Institut für Geographie, Universität Bremen.
- [8] Dittmers, H. (2014): DasErste.de - plusminus. Plastik Kügelchen in Lebensmitteln und Kosmetika. <http://www.daserste.de/information/wirtschaft-boerse/plusminus/sendung/ndr/2014/mikroplastik-100.html> (Stand: 09.01.2014).
- [9] Deutsche Telekom AG (2014): Forscher entdecken Plastikfasern in Bier und Mineralwasser. http://www.feelgreen.de/-ndr-markt-findet-plastikfasern-in-bier-und-mineralwasser/id_69683406/index (Stand: 03.06.2014).
- [10] Eriksen, M., Mason, S., Wilson, S., Box, C., Zellers, A., Edwards, W., Farley, H. & Amato, S. (2013): Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes. *Marine Pollution Bulletin*.
- [11] Europäische Kommission (2013): Kommission will Verwendung von Plastiktüten eindämmen. http://ec.europa.eu/deutschland/press/pr_releases/11786_de.htm (Stand: 04.11.2013).
- [12] EUWID (2014): Baden-Württemberg: Ausmaß der Verbreitung von Mikroplastik in Gewässern nicht bekannt. No. 8.2014.
- [13] EUWID (2014): Bayern will Ausmaß und Auswirkungen von Mikroplastik in Gewässern untersuchen. No. 12.2014.

- [14] EUWID (2014): mehrere Artikel. No. 17.2014.
- [15] FOCUS (2014): So hoch ist die Gefahr durch Mikroplastik im Bier. http://www.focus.de/gesundheit/ernaehrung/faserrueckstaende-in-bier-und-mineralwasser-wissenschaftler-befuerchten-gesundheitsgefahr-durch-mikroplastik_id_3893858.html (Stand: 03.06.2014).
- [16] Hessischer Rundfunk [Hrsg.] (2013): Hessischer Rundfunk. Mikroplastik gefährdet Meerestiere. http://www.hr-online.de/website/fernsehen/sendungen/index.jsp?rubrik=84139&key=standard_document_49812689 (Stand: 09.10.2013).
- [17] Holm, P., Schulz, G. & Athanasopulu, K. (2013): Meeresverschmutzung der neuen Art: Mikroplastik – ein unsichtbarer Störenfried. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
- [18] Imhof, H., Ivleva, N., Schmid, J., Niessner, R. & Laforsch, C. (2013): Contamination of beach sediments of a subalpine lake with microplastic particles. *Current Biology*, Volume 23, No. 19.
- [19] LAUNCH (2014): Mark Browne - Benign by Design. <http://www.launch.org/innovators/mark-browne> (Letzter Zugriff: 11.03.2014).
- [20] Lechner, A., Keckeis, H., Lumesberger-Loisl, F., Zens, B., Krusch, R., Tritthart, M., Glas, M. & Schludermann, E. (2014): The Danube so colourful: A potpourri of plastic litter outnumbers fish larvae in Europe's second largest river. *Environmental Pollution Bulletin*.
- [21] Leslie, H. A., van der Meulen, M. D., Kleissen, F. M. & Vethaak, A. D. (2011): Microplastic Litter in the Dutch Marine Environment. Providing facts and analysis for Dutch policymakers concerned with marine microplastic litter. *Deltares*.
- [22] Norddeutscher Rundfunk [Hrsg.] (2014): Mikroplastik in Mineralwasser und Bier. <http://www.ndr.de/ratgeber/verbraucher/Mikroplastik-in-Mineralwasser-und-Bier,mikroplastik134.html> (Stand: 02.06.2014).
- [23] Pham, C., Ramirez-Llodra, E., Alt, C., Amaro, T., Bergmann, M., Canals, M., Company, J., Davies, J., Duineveld, G., Galgani, F., Howell, K., Huvenne, V., Isidro, E., Jones, D., Lastras, G., Morato, T., Gomes-Pereira, J., Purser, A., Stewart, H., Tojeira, I., Tubau, X., van Rooij, D. & Tyler, P. (2014): Marine Litter Distribution and Density in European Seas, from Shelves to Deep Basins. *PLOS One*, Volume 9, Issue 4.
- [24] Plasticontrol e.V. (2014): Wissenschaftliche Studie zum Thema Mikroplastik im Meer und Keime. <http://plasticontrol.de/wissenschaftliche-studie-zum-thema-mikroplastik-im-meer-und-keime/> (Stand: 03.04.2014).
- [25] Regmann, S. & Heckhausen, A. (2013): Micro-Beads. Auswirkungen von Kunststoff-Mikropartikeln auf die marine Umwelt. *Project BlueSea* (Stand: 14.10.2013).
- [26] Schweizer Radio und Fernsehen (2014): Plastik im Honig: Test zeigt Verschmutzung im Naturprodukt. <http://www.srf.ch/konsum/themen/umwelt-und-verkehr/plastik-im-honig-test-zeigt-verschmutzung-im-naturprodukt> (Stand: 25.03.2014).
- [27] Süddeutsche Zeitung (2013): Plastik im Genfer See. <http://sz.de/1.1683514> (Stand: 29.05.2013).
- [28] The Great Lakes and St. Lawrence Cities Initiative (GLSL) (2013): Microplastics in the Great Lakes. A Cities Initiative Fact Sheet. <http://www.glslicities.org/initiatives/microplastics/4%20-%20Fact%20Sheet%20GLSLCI%20Microplastics.pdf> (Stand: 29.10.2013).

- [29] Umweltbundesamt (2010): Abfälle im Meer - Ein gravierendes ökologisches, ökonomisches und ästhetisches Problem. <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3900.pdf> (Stand: 04.2010).
- [30] Umweltbundesamt (2013a): Was ist Mikroplastik. <http://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/was-ist-mikroplastik> (Stand: 16.08.2013).
- [31] Umweltbundesamt (2013b): Tonnenweise Abfall an falscher Stelle. <http://www.umweltbundesamt.de/presse/presseinformationen/tonnenweise-abfall-an-falscher-stelle> (Stand: 10.04.2013).
- [32] Umweltbundesamt (2013c): Info-Blatt 3. Maßnahmen zur Vermeidung von Meeresmüll. http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/419/dokumente/massnahmen_zur_vermeidung_von_meeresmuell.pdf (Stand: 08.04.2013).
- [33] Umweltbundesamt (2013d): Info-Blatt 1. Auswirkungen von Meeresmüll. http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/419/dokumente/auswirkungen_von_meeresmuell.pdf (Stand: 08.04.2013).
- [34] Umweltbundesamt (2013e): Info-Blatt 2. Herkunft mariner Abfälle. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/419/dokumente/herkunft_mariner_abfaelle.pdf (Stand: 08.04.2013).
- [35] Umweltbundesamt (2013f): Plastiktüten. <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/4453.pdf> (Stand: 01.04.2013).
- [36] Umweltbundesamt (2014): Pressemitteilung zum Europäischen Tag der Meere. Vermüllung der Meere noch lange ein Problem. <http://www.umweltbundesamt.de/presse/presseinformationen/vermuellung-der-meere-noch-lange-ein-problem> (Stand: 20.05.2014).
- [37] Verband der Chemischen Industrie e. V. (2013): VCI-Stellungnahme zum Grünbuch einer europäischen Strategie für Kunststoffabfälle in der Umwelt (Stand: 13.05.2013).
- [38] Zeschmar-Lahl, B. & Lahl, U. (2014): Im Mahlstrom der Moderne. Das globale Problem „Marine Litter“ stellt die Abfallwirtschaft vor eine große Herausforderung. ReSource No. 1\2014.

10 ANHANG

Stichwort „Plastiktüten“

Aktuelle rechtliche Lage:

Der durchschnittliche Verbrauch an Plastiktüten in der EU pro Einwohner und Jahr wird für 2010 auf 198 Stück geschätzt[14]. Gerade Plastiktüten sollen zur Littering-Problematik enorm beitragen. Sie machen einen Großteil der marinen Abfälle aus[22]. Aufgrund dessen wurde ein Vorschlag zur „Änderung der Richtlinie 94/62/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle im Hinblick auf eine Verringerung der Verwendung von Kunststofftüten“ erarbeitet. Darin wird eine konkrete Zielvorgabe genannt, wonach alle Mitgliedstaaten den Verbrauch an Kunststofftaschen mit einer Wandstärke unter 50 µm bis 2017 um 50 % und bis 2019 um 80 % gegenüber dem Durchschnittsverbrauch der EU senken sollen[14]. Das Europäische Parlament hat diesem Vorschlag bereits zugestimmt, nun muss der Rat der neuen Richtlinie ebenfalls zustimmen.

Um den Verbrauch zu senken, ist den Mitgliedstaaten freigestellt, ob sie wirtschaftliche Instrumente in Form von Steuern, Abgaben oder Verbote einführen. Damit würde der jetzige Vorschlag eine Ausnahmeregelung zu Artikel 18 der EU-Verpackungsrichtlinie darstellen, nach dem Mitgliedstaaten das Inverkehrbringen von Verpackungen nicht untersagen können, wenn diese die Anforderungen der Richtlinie erfüllen.[14]

Weitere Änderungen, die vorgesehen sind, betreffen u. a. sehr leichte Tüten (Wandstärke von 10 µm oder weniger), die als Verpackung für lose, trockene Lebensmittel wie Früchte, Gemüse und Zuckerwaren dienen. Diese sollen schrittweise durch Tüten aus Recyclingpapier oder biologisch abbaubare oder kompostierbare Tüten ersetzt werden[14]. Solche leichten Kunststofftüten, die aus Gründen der Lebensmittelhygiene erforderlich sind (z. B. zur Verpackung von Fleisch oder Fisch), sollen vom Geltungsbereich der Richtlinie ausgenommen werden[14]. Außerdem wurde befürwortet, oxo-abbaubare Kunststoffe, d. h. durch Additive wird der Abbau zu kleineren Kunststofffragmenten beschleunigt, nicht mehr für Verpackungen einzusetzen und den Einsatz von krebserregenden, erbgutverändernden oder fortpflanzungsgefährdenden Substanzen und Stoffen mit endokriner Wirkung in Verpackungsmaterialien schrittweise einzustellen[14]. Taschen, die der CEN Norm EN 13432 über den Nachweis der Kompostierbarkeit von Kunststoffprodukten entsprechen, sollen außerdem von der Regelung der Richtlinie ausgenommen werden.

Vorbilder:

Vorbilder sind Irland und Dänemark. Diese Länder haben gezeigt, dass mit einer kleinen Abgabe der Taschenverbrauch innerhalb weniger Monate um 90 % reduziert werden kann. In Irland wurde die Abgabe bereits 2002 mit 15 Cent pro Tüte eingeführt und mittlerweile auf 22 Cent erhöht.[14]

Kritik:

Die Verbände der Kunststoff- und der Verpackungsindustrie befürchten eine Zersplitterung des Binnenmarktes. Ein solcher Flickenteppich von Vorschriften verstieße gegen den Geist der bestehenden Gesetzgebung und sei nachteilig für den freien Warenverkehr in Europa[14]. Außerdem führe nicht die Verwendung von Kunststofftüten an sich zu einem Abfallproblem in der Umwelt, sondern vielmehr das unkontrollierte und illegale Entledigen[37].

Bildquellen

Titelbild: Stephan Glinka/BUND

Seite 9, 14, 16: Tatjana Schollmayer

Seite 10, 18: LUWG

Seite 12: Oliver Lüde / CC: Museum für Gestaltung Zürich, ZHdK

Seite 15: Quelle: <http://www.greenaction.de/kampagnen/mitmachen/mitmachphotos/15947>

Seite 17: John de Boer

Seite 20: Quelle DUH