

Mikroplastik – Abrieb der Zivilisation

Zusammenfassung

Mikroplastikverschmutzung ist weit mehr als ein Meeresverschmutzungsproblem, nachdem Mikroplastik weltweit auch in Ackerböden, Städten, Flüssen, der Atmosphäre, im Eis der Antarktis und im menschlichen Darm gefunden wird. Mikroplastik wird entweder in industriellen Prozessen hergestellt, etwa in Form von Pellets zur Weiterverarbeitung, oder entsteht durch mechanische Zerkleinerung und Verwitterung von Plastikprodukten, z. B. Reifenabrieb. Die meisten Plastikarten sind so gut wie nicht oder nur sehr langsam biologisch abbaubar, damit akkumuliert sich bei weltweit zunehmender Plastikproduktion auch die Mikroplastikbelastung der Umwelt. Plastik enthält Weichmacher, die hormonell wirksam sind. Krankheitserreger sowie krebserregende Schadstoffe lagern sich konzentriert an Mikroplastikpartikeln ab. Sie werden von Tieren gefressen und sogar von Pflanzen aufgenommen und gelangen so in die menschliche Nahrungskette.

Überblick zum Thema

Meeresverschmutzung durch Mikroplastik ist seit Ende der 1960er-Jahre bekannt. Frühe wissenschaftlichen Studien zeigten die Verbreitung von sich immer weiter zerkleinernden Mikroplastikpartikeln in Meeren und dass sich an deren Oberfläche Schadstoffe wie PCB in hoher Konzentration ablagern, die dann von Fischen oder Meeresvögeln gefressen werden und so auch in die menschliche Nahrungskette gelangen. Primäres Mikroplastik wird in industriellen Prozessen hergestellt oder entsteht während der Nutzung von Plastikprodukten, während sekundäres Mikroplastik durch mechanische Zerkleinerung und Verwitterung von (Makro-)Plastikprodukten nach Ende ihrer Nutzungsphase entsteht. Mikroplastikgranulat wird in Form kleine Pellets bis zur Größe von wenigen Millimetern, als Rohstoff zur Fertigung von Plastikprodukten hergestellt. Dieses Rohmaterial wird oft unbeabsichtigt bei der Herstellung als auch beim Transport verschüttet und so an die Umwelt abgegeben und wird deshalb häufig in der Nähe von Kunststoffproduktionsstätten und Laderampen in erhöhter Konzentration gefunden (Karlsson et al. 2018). Mikroplastikgranulat wird auch in kosmetischen Produkten wie Duschgels, Peelings oder Zahnpasta eingesetzt. Verglichen mit anderen Quellen sind Mikroplastikemissionen aus Kosmetika eine relativ niedrige Belastung, da die Kügelchen aber besonders klein und leicht sind, können sie relativ einfach Kläranlagen passieren und damit in Flüsse und Ozeane gelangen (Ziajahromi et al. 2017). Auf EU-Ebene steht die Entscheidung über die von der ECHA vorgeschlagene Beschränkung von absichtlich zugesetztem Mikroplastik in Produkten kurz bevor.¹

*Mikroplastik in Meeren
seit der 60er-Jahren
bekannt*

*Unterscheidung zweier
Arten von Mikroplastik*

*primäres Mikroplastik
aus industrieller
Herstellung als Rohstoff
und in Kosmetika [Typ A]*

¹ echa.europa.eu/de/hot-topics/microplastics.

*primäres Mikroplastik
durch Abrieb während
der Nutzung [Typ B]: vor
allem Transportsektor*

*Mikrofasern in Wasser
und Luft*

*sekundäres
Mikroplastik:
Fragmentierung nach
Ende der
Nutzungsphase*

*Möglichkeit,
Verantwortlichkeiten zu
klären*

*Mikroplastik weltweit in
allen Ökosystemen
verbreitet*

Primäres Mikroplastik vom Typ B macht den Großteil des emittierten primären Mikroplastiks aus (ca. 90 %). Es entsteht während der Nutzung verschiedener Kunststoffprodukte. Reifenabrieb wird hier als die größte Quelle eingeschätzt, gemeinsam mit Asphalt und Straßenmarkierungsabrieb ist damit der Transportsektor für mehr als 50 % der primären Emissionen verantwortlich (Bertling et al. 2018). Andere Quellen sind Baustellen, Landwirtschaft, Sportplätze, Schuhsohlen und Plastikverpackungen. Mikrofasern aus synthetischer Kleidung, die beim Waschen freigesetzt werden, sind eine weitere wichtige Quelle. Sie machen zwar nur geschätzt 3 % der primären Mikroplastikemissionen aus (Bertling et al. 2018), sind gleichzeitig aber ein großer Teil (35 %) des Mikroplastiks, das in marinen Ökosystemen gefunden wird (Henry et al. 2019). Diese hohen Konzentrationen von Fasern sind wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass sie aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften nur sehr schlecht von Kläranlagen zurückgehalten werden. Auch die in der Luft befindlichen Fasern werden wahrscheinlich von synthetischer Kleidung und weichen Möbeln und Teppichen freigesetzt (Abbasi et al. 2019). Sekundäres Mikroplastik entsteht vor allem durch Verwitterung und Fragmentierung von makroplastischen Produkten in der Umwelt (Bertling et al. 2018). Verwitterung wird durch UV-Einstrahlung, Oxidation, mikrobielle Aktivität und mechanischen Abrieb, etwa durch Wellen-, Wind- oder Bodenbewegungen hervorgerufen (Liebmann 2015). Am effektivsten ist die Zerkleinerung aber an Stränden durch Brandung, Sandbewegungen und UV-Licht. An Land wird geworfener Plastikmüll zu einer Quelle von Mikroplastik, die Datenlage hierzu ist aber schwach. Diese Klassifizierung in primäres Mikroplastik Typ A und B sowie sekundäres Mikroplastik ist sinnvoll, um die Emissionen mit Quellen und Verantwortlichkeiten zu verbinden. Die Quellen von primärem Mikroplastik gehören noch jemandem, während die Quellen von sekundärem Mikroplastik in der Regel niemandem mehr zuzuordnen sind.

Mikroplastik ist weltweit in den meisten Bereichen der Umwelt zu finden, es ist einer der am weitesten verbreiteten Schadstoffe im Meer (Chen et al. 2019) und sogar in Krebsen in über 10.000 m Meerestiefe nachgewiesen. Nachdem sich Mikroplastik in allen Meeren und an Stränden auf der ganzen Welt nachweisen lässt, kamen in den letzten Jahren Nachweise für Vorkommen in Flüssen und Seen dazu. Auch im Trinkwasser ist Mikroplastik omnipräsent (Danopoulos et al. 2020). Mikroplastik wurde ebenso in erheblichen Mengen in der Atmosphäre gefunden, in der Antarktis (Waller et al. 2017), im Straßenstaub sowie im Darm von Tieren und Menschen. Über Transportprozesse und -wege gibt es derzeit trotzdem noch relativ wenig gesicherte Daten, abgesehen davon, dass Wind- und Wassertransport eine wichtige Rolle spielen. Es gibt einige Ansätze gewässer von Mikro- und Makroplastik zu befreien, darunter Mikrobläschen aus Luft², schwimmende Barrieren^{3,4}, Filter für den Hausgebrauch⁵, Wasch-

² sprind.org/de/projekte/roland_damann.

³ seadefencesolutions.com/.

⁴ theoceancleanup.com/updates/transition-to-system-03-begins/.

maschinenbeutel⁶, oder Filtersysteme für den Straßenablauf⁷. Diese sollte jedoch eher als Notlösungen betrachtet werden, da sie die Ursache der Plastikverschmutzung nicht bekämpfen.

Aufmerksamkeit erhielt in letzter Zeit vor allem die Verbreitung in Ackerböden. Abrieb von in der Landwirtschaft eingesetzten Plastikplanen, in Plastik eingekapselter Kunstdünger und weggeworfener Müll sind Quellen für Mikroplastik. Weiters ist aber auch die Ausbringung von Klärschlamm auf landwirtschaftlichen Flächen mitverantwortlich. Ein Teil der leichten Kunststoffpartikel schwimmt in Kläranlagen auf, wird gemeinsam mit Fett in den Faulturn gepumpt und kommt damit in den Klärschlamm. Mikroplastik kann je nach Konzentration Bodenparameter wie Feuchtigkeit, Belüftung sowie mikrobielle Aktivität und Zusammensetzung erheblich negativ beeinflussen. Die geplante vermehrte Verbrennung von Klärschlamm zum **Phosphorrecycling** könnte den Mikroplastikanteil verringern.

In der Umwelt widerstehen die meisten Plastikarten dem Abbau durch Mikroorganismen, da diese die Polymere nicht verstoffwechseln können. Auch wenn Plastik physikalisch immer weiter zerkleinert wird, verschwindet es nicht und reichert sich immer mehr in der Umwelt an, zumindest im menschlichen Zeithorizont. Zwar werden auch vermehrt biologisch abbaubare Plastikarten entwickelt, ihr Anteil an der Gesamtplastikproduktion ist aber gering. Auch ist sogenanntes Bioplastik nicht mit „biologisch abbaubar“ gleichzusetzen. Bei dieser Art von Plastik geht es vor allem darum, dass als Ausgangsstoff nicht Erdöl, sondern ein nachwachsender Rohstoff wie Mais verwendet wird, die entstehenden Polymerketten sind damit aber nicht zwangsläufig schnell biologisch abbaubar. Das wird bei Produkten wie Lebensmittelbehältern auch nicht gewünscht. Das erste je patentierte Lebewesen war ein gentechnisch verändertes Bodenbakterium, das Ölprodukte abbauen kann.⁸ In diesem Forschungsbereich kommt es immer wieder zu Innovationen. Eine neue Studie ein Bakterium, das Polyethylen (PET) zum Energie- und Kohlenstoffgewinn zu in der Natur vorkommenden Monomeren zu spalten kann. Eine andere Hoffnung besteht darin, Kunststoffabfälle in wertvolle chemische Zwischenprodukte umzuwandeln, um so eine wirtschaftliche Nutzung gemischter Abfälle zu ermöglichen (Sullivan et al. 2022). Eine großflächige Anwendung auf das bestehende gravierende Mikroplastikproblem ist aber aus einer Vielzahl von technischen Gründen und nicht abschätzbaren Risiken und Folgen nicht absehbar.

*auch Ackerböden
belastet*

*Nicht-Abbaubarkeit
vieler Plastikarten und
steigende Produktion*

*Plastikabbau durch
Bakterien nicht
absehbar*

⁵ br.de/kinder/schuelerin-entwickelt-mikroplastikfilter-100.html.

⁶ utopia.de/ratgeber/guppyfriend-wie-empfehlenswert-ist-der-waschbeutel-gegen-mikroplastik/.

⁷ umweltdialog.de/de/umwelt/plastik-muell/2022/Mikroplastikfilter-besteht-Dauertest.php.

⁸ US-Supreme Court: *Diamond v. Chakrabarty* (1980), Oyez, oyez.org/cases/1979/79-136.

<i>schädliche Auswirkungen Organismen, Populationen und Ökosysteme</i>	Mikroplastik kann mehrere schädliche Auswirkungen auf Menschen und andere Organismen, Populationen und ganze Ökosysteme haben, die mitunter sehr schwer abschätzbar sind (Bertling et al. 2018). Derzeit sind die Wissenslücken über mögliche Schäden enorm, da es in den verschiedenen Bereichen der Umwelt sehr viel verschiedene Einflussfaktoren gibt (Liebmann 2015). Gesicherte Aussagen lassen sich bezogen auf Meeresorganismen machen, weil diese am längsten und besten erforscht sind. Sobald Mikroplastik aufgenommen wird, kann es entweder aus dem Organismus ausgeschieden werden, wodurch keine dauerhafte Wirkung entsteht. Oder es verbleibt im Organismus, was zu lokalen Entzündungen führen, den toxikologischen Stress erhöhen, das Wachstum beeinträchtigen, Lebertätigkeit einschränken oder die Nahrungsaktivität verringern kann (Auta et al. 2017). Außerdem lagern sich persistente organische Schadstoffe, Schwermetalle und andere Umweltschadstoffe auf der wasserabweisenden Oberfläche des Mikroplastiks ab, einige von ihnen sind hoch krebserregend.
<i>Ausscheidung oder Gewebeentzündungen</i>	
<i>Oberfläche zieht Schadstoffe an</i>	
<i>hormonell wirksame Weichmacher</i>	Eine Vielzahl umweltbeständiger Chemikalien wie Pestizide oder PCB, die sich an Mikroplastikpartikeln ablagern, wirken im Hormonsystem wie das weibliche Sexualhormon Östrogen und können damit erhebliche gesundheitliche Auswirkungen haben. Das gilt auch für einige dem Plastik absichtlich zugesetzter Additive wie Weichmacher (Phthalate). Im Meer nehmen vor allem filtrierende Organismen wie Muscheln oder Plankton Mikroplastik auf. In Böden sind es beispielsweise Regenwürmer und sogar Pflanzen. Neben den schädlichen Folgen für diese Organismen akkumuliert sich Plastik im Nahrungsnetz, wenn sie gefressen werden. Auf diesem Weg gelangen Plastik und die Schadstoffe, die es transportiert, auch auf den menschlichen Teller. Der Mensch nimmt Mikroplastik durch Verschlucken, Einatmen und Absorption über die Haut auf, hier besteht eine große Wissenslücke hinsichtlich der Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit (Rahman et al. 2021).
<i>Akkumulation im Nahrungsnetz</i>	

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

<i>Datenlage für Österreich schlecht</i>	Die Datenlage für Mikroplastikemissionen und Belastungen in Österreich ist sehr schlecht, mit wenigen Studien. Wahrscheinlich kann von ähnlichen Größenordnungen wie in anderen europäischen Ländern ausgegangen werden. In Deutschland werden die Mikroplastikemissionen auf insgesamt 330.000 Tonnen pro Jahr oder 4 kg pro Kopf geschätzt (Bertling et al. 2018). Zwar gibt es erste Regulierungen wie das europaweite Verbot von Einweggegenständen aus Plastik (EP 2019), diese greift aber zu kurz, verbietet sie doch nur die zehn am häufigsten im Meer gefundenen Gegenstände, wie Wattestäbchen, Strohhalme oder Einweggeschirr. Da eine Reinigung der Umwelt von entstandenem Mikroplastik derzeit eigentlich nicht möglich ist, müssen andere Wege wissenschaftlich und politisch evaluiert werden. Ein Weg wäre die massive Reduktion der Plastikproduktion gepaart mit einer Überführung in eine vollständige Kreislaufwirtschaft. Aber auch hier bleiben die Emissionen großer Quellen wie der Reifenabrieb oder verlorenen Fischernetze bestehen. Hier könnten um-
--	--

weltfreundlichere Materialien gefördert werden. Voraussetzung einer besseren Risikobewertung ist auch die Einführung gemeinsamer Beprobungsstandards, zumindest in der EU (UBA 2020). Der im Mai 2022 veröffentlichte Nationale Aktionsplan Mikroplastik⁹ will in den nächsten Jahren Ziele der EU-Aktionspläne für Kreislaufwirtschaft sowie Schadstofffreiheit von Luft, Wasser und Boden und die EU-Plastikstrategie umsetzen. Bereits 2023 kann im Zuge des Zwischenberichts überprüft werden, wie ambitioniert diese Umsetzung erfolgt.

Vorschlag weiteres Vorgehen

Es wird vorgeschlagen, zu diesem auch für Österreich höchst relevanten Thema – Böden, Luft und Gewässer sind betroffen – eine umfassende Foresight & TA-Studie unter Einbeziehung aller einschlägigen Fachbereiche Stakeholder und evtl. BürgerInnen durchzuführen, um eine fundierte Basis für eine vertiefte Auseinandersetzung mit einer Vielzahl möglicher Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen zu ermöglichen.

Zitierte Literatur

- Abbasi, S., et al., 2019, Distribution and potential health impacts of microplastics and microrubbers in air and street dusts from Asaluyeh County, Iran, Environ Pollut 244, 153-164, ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30326387.
- Auta, H. S., Emenike, C. U. und Fauziah, S. H., 2017, Distribution and importance of microplastics in the marine environment: A review of the sources, fate, effects, and potential solutions, Environ Int 102, 165-176, ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28284818.
- Bertling, J., Bertling, R. und Hamann, L., 2018, Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik, Fraunhofer Umsicht.
- Chen, Q. Q., et al., 2019, Marine microplastics bound dioxin-like chemicals: Model explanation and risk assessment, Journal of Hazardous Materials 364, 82-90.
- Danopoulos E, Twiddy M, Rotchell JM (2020) Microplastic contamination of drinking water: A systematic review. PLOS ONE 15(7): e0236838. doi.org/10.1371/journal.pone.0236838.
- EP, 2019, Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment, European Parliament, eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/HIS/?uri=COM%3A2018%3A340%3AFIN.
- Henry, B., Laitala, K. und Klepp, I. G., 2019, Microfibres from apparel and home textiles: Prospects for including microplastics in environmental sustainability assessment, Science of the Total Environment 652, 483-494.
- Liebmann, B., Sexlinger K., 2020, Mikroplastik in der Umwelt. Statusbericht 2019. Wien, 2020, Reports, Band 0727, Hg. Umweltbundesamt, ISBN: 978-3-99004-547-348 S.

⁹ bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/kunststoffe/publikationen/aktionsplan-mikroplastik.html.

- Karlsson, T. M., et al., 2018, The unaccountability case of plastic pellet pollution, *Mar Pollut Bull* 129(1), 52-60, ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29680567.
- Liebmann, B., 2015, Mikroplastik in der Umwelt. Vorkommen, Nachweis und Handlungsbedarf, BMLFUW.
- Rahman, A., et al., 2021, Potential human health risks due to environmental exposure to nano- and microplastics and knowledge gaps: A scoping review, *Science of The Total Environment* 757, 143872. sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720374039.
- Sullivan, K. P., et al., 2022, Mixed plastics waste valorization through tandem chemical oxidation and biological funneling, *Science* 378(6616), 207-211. doi.org/10.1126/science.abc4626.
- Waller, C. L., et al., 2017, Microplastics in the Antarctic marine system: An emerging area of research, *Sci Total Environ* 598, 220-227, ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28441600.
- Ziajahromi, S., Neale, P. A., Rintoul, L. und Leusch, F. D., 2017, Wastewater treatment plants as a pathway for microplastics: Development of a new approach to sample wastewater-based microplastics, *Water Res* 112, 93-99, ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28160700.