

Umwelt- und Gesundheitsgefährdung durch Plastikmüll

von Hans-Jürgen Schubert

Zusammenfassung

Plastikmüll ist längst zu einer weltweiten Umweltgefahr geworden. Seine Menge nimmt trotz einiger Einschränkungen in der EU weiter zu. Gesundheitsgefahren für den Menschen drohen wahrscheinlich vor allem durch die ständige Aufnahme von Mikroplastikpartikeln über die Atmung und durch Nahrungsmittel.

Eine Plastikwende mit vollständigem Recycling und Kreislaufwirtschaft ist leider nicht in Sicht.

Schlüsselwörter: Plastikmüll, Mikroplastik, Umweltgefährdung, Gesundheitsgefährdung, Recycling

Abstract

Risks to environment and human health due to plastic waste

Hans-Jürgen Schubert

For a long time plastic waste has become a worldwide danger for environment. Its amount is growing despite some restrictions in EU. Risks to human health likely are threatening first of all due to a permanent uptake by breathing and foodstuff.

Unfortunately there is no change of plastic management with complete recycling and circulation in sight.

Keywords: plastic waste, microplastic, environmental risks, risks to health, recycling

UMWELT & GESUNDHEIT 4 (2022) 121-4

Einleitung

Kunststoffe sind in vielen Bereichen unverzichtbar geworden. Von ihnen gibt es inzwischen zahlreiche Arten. Zelluloid war 1856 die erste von ihnen, nachdem sein Ausgangsstoff Nitrozellulose (Schießbaumwolle) schon 1846 erfunden wurde. Der erste vollsynthetische Kunststoff war Bakelit (1907). 1909 folgte der synthetische Butadien-Kautschuk. All die anderen bekannten Kunststoffe (Duroplaste, Elaste, Plaste und

andere) wurden zwar meist schon Mitte des 19. Jahrhunderts entdeckt oder erfunden, jedoch erst seit den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts großtechnisch produziert, 2019 weltweit zirka 368 Millionen Tonnen, davon 18 Millionen in Deutschland. 13 Millionen Tonnen gingen 2020 von Deutschland in den Export und 9 Millionen Tonnen wurden importiert. (Statista Mai 2022) Den größten Teil machen Einwegprodukte und Verpackungen aus. Der kleinere Teil umfasst langlebige Gebrauchsgüter wie Fensterrahmen, Gartenmöbel, Dachrinnen, Gerätegehäuse, Boote, Windradflügel, Fahrzeugreifen und andere. Der daraus entstehende Abfall (zirka 75 % der Jahresproduktion) wird seit Jahren zu einem immer größeren Problem. Der Gelbe Sack (1991), die ihn ablösende Gelbe Tonne und der Grüne Punkt (1990) in Deutschland und Österreich sowie die Medien lassen uns glauben, dass das Recycling die funktionierende Lösung sei – eine verhängnisvolle Fake News.

Nur neun Prozent des Plastikabfalls werden aufbereitet, das heißt, recycelt und wiederverwendet. 12 % werden in

Müllverbrennungsanlagen, Zement- und Stahlwerken verbrannt und 79 % auf Müllhalden deponiert oder in der Umwelt "entsorgt", das heißt an Straßenrändern, Waldwegen, auf Feldern, in Flüssen und letztendlich in den Meeren. Die Welt versinkt in Plastik. Der NDR strahlte am 07. Mai 2022 hierzu einen interessanten Dokumentarfilm aus: „Plastik – Die Recycling-Lüge.“

Müllexport der EU und anderer Länder

Die EU exportierte 2021 1,1 Millionen Tonnen Plastikmüll in Nicht-EU-Länder, zwei Drittel davon in die Türkei, nach Malaysia, Vietnam, Indien und Indonesien. Auch Afrika gehört zu den Müllendstationen. (NABU 2021, Abbildung 1) Auch am Schmuggel von Plastikmüll wird gut verdient. Bis Ende 2017 hat China 45 – 56 % der Plastikabfälle abgenommen. Seit 2018 besteht dort ein Müllimportverbot. Echt recycelt werden vor allem Plastikverpackungen aus PET (Polyethylenterephthalat) – zu 95 %. Daraus werden überwiegend wieder Getränkeflaschen hergestellt.

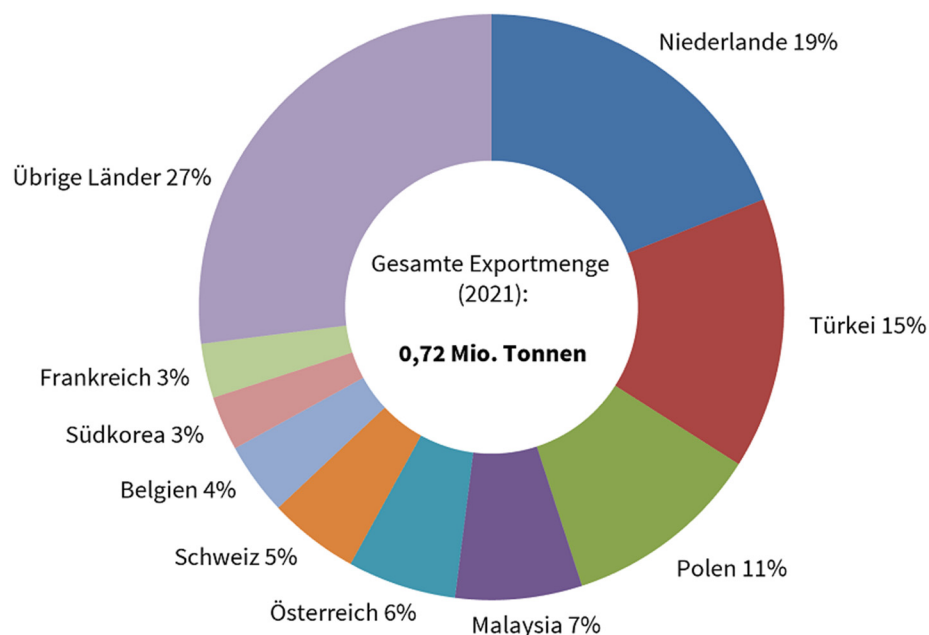


Abbildung 1: Verteilung der Zielländer deutscher Plastikmüllexporte im Jahr 2021. (Datenquelle: EUWID Recycling und Entsorgung 2022. In: NABU 2021)



genanntes Mikroplastik. Das sind kleine Partikelstücke von weniger als fünf mm Größe. Sie entstehen auch aus achtlos weggeworfenem Plastik durch Wind und Wetter, durch Reifenabrieb auf der Fahrbahn und beim Waschen von Kleidung aus synthetischen Fasern. Beim Waschen eines Fleece-Pullovers sollen etwa 1.900 Fasern freigesetzt werden. (Napper und Thompson 2016)

Der Müll im Meer

Mikroplastik im Nano- und Mikrometerbereich (im Feinstaub) ist leicht genug, um von den Luftströmen rund um den Globus verteilt zu werden, wird von Tieren und uns Menschen inhaliert oder über die Nahrung aufgenommen. Eine Aufnahme über die unversehrte Haut ist jedoch nicht möglich. Heute sind 85 % der Abfälle in den Ozeanen Plastikabfälle (zirka acht Millionen Tonnen jährlich). Die Meere sind unsere größten Müllkippen geworden. Sind Plastikpartikel in größere Tiefen gelangt, geschützt vor Licht und Wärme, konserviert das Meer diesen Plastikmüll. Fast alle Seevögel fressen Plastik, da sie Plastik mit Fischen und Insekten verwechseln, ebenso fast alle Fische und Muscheln. Die Makrele ist der Plastikvielfraß, der Hering dagegen wenig oder gar nicht von Plastik belastet. (Rummel et al. 2016) Wale, Delfine, Haie, Schildkröten und viele, viele Fische sterben in den zahlreichen entsorgten und verlorenen Fischernetzen aus Plastik, die in den Meeren treiben.

Abbildung 2: Plastikmüll wird sortiert – ein erschreckend buntes Bild (© Pixabay.com)

Bei unseren Reisen haben wir die Vermüllung selbst erlebt. Mindestens bis 1980 war die Newa der Hauptverschmutzer der Ostsee. Da es bis 1979 in Leningrad/St. Petersburg keine Wasserkläranlagen gab, flog alles in den Fluss! Dementsprechend sah der Strand der Newa-Bucht aus, als wir Mitte der 1970er Jahre dort Urlaub machten. In Marokko sahen wir 2001 Massen von Plastiktüten und Fetzen von Abdeckfolien von Gemüsekulturen und Gewächshäusern auf den Feldern, in der Wüste und in den Straßen der Königsstädte. Daran hat sich wohl bis heute trotz eines Verbots von Plastiktüten und Tragetaschen im Jahre 2016 nichts wesentlich geändert (26 Milliarden Plastiktüten pro Jahr, 5- 15 pro Einkauf, zweiter Platz hinter den USA, Baumstieger 2016).

2003 hatten wir ähnliche Erlebnisse in Andalusien. 2006 machten wir eine Kreuzfahrt auf der Müllhalde Nil, auf dem Teppiche aus Plastik zum Mittelmeer und über die Bewässerungskanäle auf die Felder trieben. 2007 das gleiche Bild in Thailand auf dem Mekong und 2011 auf dem Jangtse in China. Damals trugen Jangtse und Indus zirka 333.000 Tonnen Plastikabfälle pro Jahr in den Pazifik, der Ganges 115.000 Tonnen. (Abbildung 3, Lebreton et al. 2017)

Annähernd zwei Milliarden Menschen leben in weniger als 50 km Entfernung vom Meer. Auch sie hinterlassen gewaltige Mengen von Müll. Ein steigender Anteil ist Plastikmüll, der biologisch nicht abbaubar ist. Allenfalls zerfällt er allmählich in winzige Partikel, so

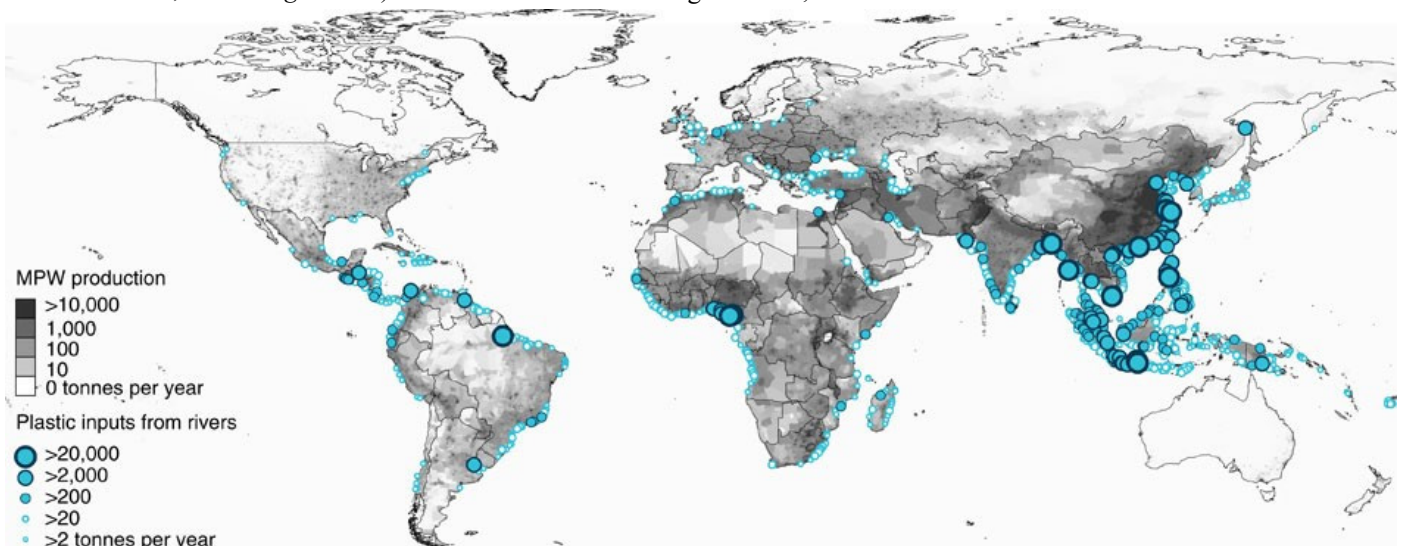


Abbildung 3: Plastik-Emissionen aus Flüssen in Ozeane: Hotspot Ostasien (Lebreton et al. 2017)

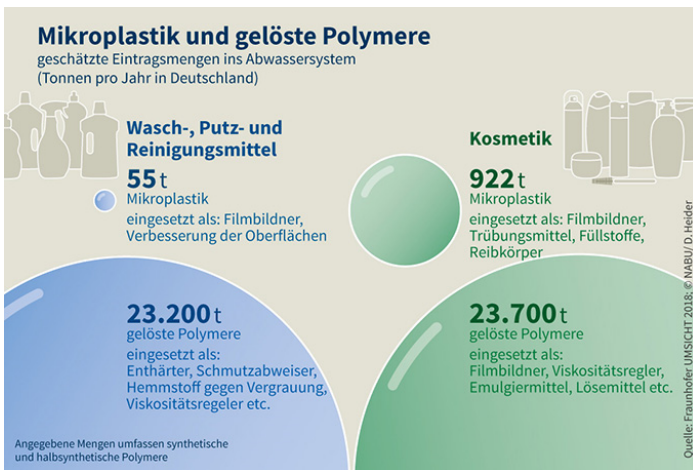


Abbildung 4: Aus Kosmetika und Reinigungsmitteln gelangen 977 Tonnen Mikroplastik und 46.900 Tonnen gelöste Polymere jährlich in Deutschland ins Abwasser. (Bertling et al. 2018)

Plastikreste im menschlichen Organismus

Laut einer unter Beteiligung des WWF durchgeführten Studie nimmt der Mensch pro Woche ungefähr fünf Gramm Mikroplastik über die Atemwege und die Nahrung auf. (Senthirajah et al. 2021) Das entspricht etwa einer Kreditkarte. Unser Leitungswasser dagegen in Deutschland ist so gut wie frei von Mikroplastik, da es sehr gut gefiltert wird. Die Ausscheidung dieser Mikroplastikpartikel erfolgt über den Darm, die Leber und überwiegend durch die Nieren mit dem Urin. Auch deshalb sollten wir reichlich trinken. Ob und welche Prozesse in unserem Körper durch solche Mikroplastikpartikel beeinflusst werden, wird noch erforscht.

Diskutiert wird, ob oxidativer Stress ausgelöst oder Entzündungen gefördert werden können oder ob auch gut- oder bösartige Neubildungen (Tumore, Leukämien und andere) hierdurch entstehen, je nachdem, wo sich solche Partikel im Körper ablagern.

Niederländische Wissenschaftler fanden in 17 von 22 Blutspenden durchschnittlich 1,6 µg Plastik pro Milliliter Blut, am häufigsten **Polyethylenterephthalat** (PET, zum Beispiel aus Flaschen), **Polystyrol** (zum Beispiel aus Joghurtbechern oder Styropor) und **Polyethylen** (PE aus Plastiktüten und Dosen). (Leslie et al. 2022) Diese Plastikpartikel schädigen Erythrozyten, indem sie deren Membran stark dehnen und so ihre Lebensdauer verkürzen und Entzündungen auslösen. Entzündungen durch Immunzellen an den Gefäßwänden werden auch durch

Polystyrol induziert, wie Forscher aus Marburg 2021 veröffentlichten. (Vlácil et al. 2021)

In der Plazenta fanden 2022 italienische Wissenschaftler bei zehn untersuchten Frauen ebenfalls Mikroplastik, (Ragusa et al. 2021) britische Forscher 2022 im Lungengewebe bei elf von dreizehn Probanden, vor allem **Polypropylen**

(aus Verpackungen) und PET. (Jenner et al. 2022)

Chinesische Wissenschaftler entdeckten 2021 auch im Stuhl Mikroplastik – bei Patienten mit Morbus Crohn und Colitis ulcerosa häufiger als bei Gesunden. Je höher die Konzentration der Partikel war, umso schwerer verlief die Erkrankung. (Yan et al. 2022)

Auch die Leber enthält Mikroplastikpartikel von 4 bis 80 µm, wie deutsche Ärzte im August 2022 bei Patienten mit und ohne Leberzirrhose herausfanden. (Horvatis et al. 2022) Ob die Leberzirrhose Folge dieser Ablagerungen ist, bleibt vorerst unklar. Bekannt ist jedoch, dass bei Ratten Polystyrol zu Herzfibrose führt (Prata et al. 2020, Mrusek 2022). So gesundheitlich unbedenklich scheinen solche nicht abbaubare Nanopartikel demnach doch nicht zu sein.

Aber auch einige Bestandteile von Plastikartikeln selbst sind gesundheitlich problematisch, da sie aus diesen freigesetzt und unabhängig von Partikeln aufgenommen werden können. Das sind vor allem der Härter **Bisphenol A** (BPA) in Beschichtungen von Konservendosen, Plastikgeschirr und Babyschnullern und Phthalate als Weichmacher in Lebensmittelfolien und Kosmetika. Sie sind endokrinologisch wirksam und erhöhen das Risiko für Diabetes mellitus, Adipositas, Unfruchtbarkeit, Brust- und Prostatakrebs, kindliche Entwicklungsstörungen und Hirnschäden. BPA ist deshalb seit 2011 EU-weit in Säuglingsflaschen und seit 2020 auch in Thermopapier verboten. BPA-haltige Produkte müssen mit dem Recycling-Code 7 gekennzeichnet oder ungekennzeichnet sein.

Diskussionen gibt es auch immer wiederum die in vielen Haushalten benutzten Pfannen, Waffeleisen, Sandwichmaker und anderem mit **Teflon-Beschichtung**. Laut Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) gehen von Kratzern auf dem Pfannenboden und Teflon-Bröseln keine Gefahren aus, da dieser Kunststoff sehr reaktionsträge und unverdaulich ist. (BfR 2018)

Teflon (Gore-Tex) setzt nur bei Überhitzung ab 360°C das giftige **Polytetrafluorethylen (PTFE)** frei, das zu dem grippeähnlichen Polymer- oder Teflonfieber führt. In der Küche besteht diese Gefahr nicht, da Lebensmittel bei so hohen Temperaturen verbrennen würden. Die Produktion von Teflon selbst ist jedoch enorm umwelt- und gesundheitsschädlich, da dabei **Perfluorooctansäure (PFOA)** freigesetzt wird, die in der Umwelt nicht abbaubar ist (*forever chemical*). Man nimmt an, dass sich inzwischen PFOA im Blut fast aller Lebewesen der Welt befindet, auch bei 99 % aller Menschen, wie auch im Spielfilm „Vergiftete Wahrheit“ gezeigt wurde (Haynes 2020)

PFOA wurde 2011 in der Schweiz verboten, da es den Cholesterinspiegel erhöht, das Immunsystem schwächt und reproduktionstoxisch ist. In der EU wurden 2020 alle per- und polyfluorierten Alkylverbindungen verboten, so auch bestimmte Fluorwachse im Sport. Dem ist der internationale Ski-Verband (FIS) auch für den Wintersport gefolgt. Teflon-beschichtete Pfannen und Gore-Tex-Bekleidung gibt es jedoch weiter.

Ist das Plastikmüll-Problem lösbar – Recyceln?

Wie ist die Plastikkrise lösbar? Plastik selbst ist nicht das Problem, sondern wie wir damit umgehen. Wie kann/soll es mit dem Plastikmüll weitergehen?

Eine Müllverminderung ist nur durch Kunststoffverzicht möglich – wo das geht. Deshalb besteht seit dem 03. Juli 2021 ein EU-weites Verbot für den Verkauf von Wegwerfprodukten aus Einwegplastik und Biokunststoffen, das heißt von Besteck und Rührstäbchen, Tellern, Bechern und Suppenschalen, Menüverpackungen, Wattestäbchen und Luftballonstäben. In Deutschland sind seit dem 01. Januar 2022 auch Einwegtüten mit einer Wandstärke von 0,015 - 0,05 mm verboten. Tüten mit dickerer

Schwerpunkt

oder dünnerer Wandstärke, Becher aus Papier oder Pappe mit Kunststoffbeschichtung sind weiter erlaubt, ebenso kompostierbares Einweggeschirr, der Einmal-Eisbecher, der Plastikbierbecher und To-Go- Salatschalen, Frischhaltefolien für Fleisch, Gemüse und andere. Auch langlebige Gebrauchsgüter aus Kunststoffen sowie medizinische Einwegartikel (Spritzen, Infusionsmaterial und andere) sind vom Verbot nicht betroffen.

Downcycling, das heißt die Produktion von Eisenbahnschwellen, Balken, Brettern und anderen aus Mehrschichtverpackungen und Mischplastik, wie in der DDR angewandt, ist wegen ihres geringen Umfangs bisher auch keine Lösung des Müllproblems.

Das Problem des echten Recyclings ist deshalb weiter hoch aktuell und damit auch der legale und illegale Müllexport sowie die Verbrennung und Deponie wertvoller Kunststoffe/Rohstoffe.



Abbildung 5: Plastik-Trinkflaschen aus PET: recycelbar (Foto: ©Willfried Wende/Pixabay)

Mechanisches Recycling erfordert ein Sortieren des Mülls nach Plastikarten. Und längst nicht alle Plastikprodukte sind mechanisch zerkleinerbar. In Bernburg bei Halle werden seit 1993 **Polyethylen (PE)** und **Polypropylen (PP)** und seit 2001 auch **Polyethylenterephthalat (PET)**, inzwischen 70.000 Tonnen pro Jahr, in zwei Recyclingbetrieben der Veolia Environment zur Wiederverwendung aufbereitet. Dabei wird auch eine erhebliche CO₂-Einsparung erreicht.

In Böhlen bei Leipzig soll ab 2023 von DowChemical (USA) und Mura Technology (GB) die größte chemische Recycling-Anlage Europas für 20.000 Tonnen Plastikabfall pro Jahr gebaut und 2025 in Betrieb gehen. Weitere solche Anlagen sind bis 2030 in Europa und USA geplant. Der Energieverbrauch soll jedoch enorm sein, das ist ebenfalls problematisch. (MDR 2022)

Auch die 2019 gegründete und in London ansässige *Alliance to End Plastic Waste* (<https://endplasticwaste.org>) hat sich den Kampf gegen den Plastikmüll auf ihre Fahnen geschrieben. Ihr gehören zahlreiche internationale Großkonzerne an, die selbst riesige Mengen von Plastik erzeugen, verbrauchen und verkaufen (BASF, Chevron Phillips Chemical, Coca Cola, DowChemical, Exxon Mobil, Henkel, Pepsi, Procter & Gamble, Shell und viele andere). Sie wollten auch den Ganges und andere am stärksten verschmutzte Flüsse von Plastikmüll befreien. Bisher versprochen sie jedoch mehr als sie taten.

Ein weiterer Weg ist der gezielte enzymatische Abbau von Kunststoffen. Im Labor gelingt dies seit 2012 für PET durch bakterielle Enzyme (Komposthaufen-Enzyme), so genannte Cutinasen und PETasen, wie LCC, modifiziertes LCC und PHL7 des Leipziger Forscherteams um *Wolfgang Zimmermann*. (*Sonnendecker et al. 2022*) PET-Müll wird durch das Enzym in Terephthalsäure und Ethylenglykol zerlegt, aus denen in einem geschlossenen Kreislauf neues PET erzeugt werden kann. (*Chow et al. 2022*)

Einem Forscherteam der Virginia Tech University (USA) ist es gelungen, durch so genanntes Upcycling statt Recycling aus Styropor Diphenylmethan zu gewinnen, das als Chemikalie vielseitig in der Pharma-, Duftstoff-, Farbstoff- und Lebensmittelindustrie einsetzbar ist. Dieses Verfahren ist jedoch teuer und wegen des dabei entstehenden Abfalls auch nicht unproblematisch. (*Xu et al. 2022*)

Wegen all der ungelösten Probleme bei der Produktion und der Entsorgung von Kunststoffen fordern Umweltschützer und Wissenschaftler eine Plastikwende analog zur Energiewende.

Stopp der Produktionsmengen auf dem gegenwärtigen Stand, Reduzierung bestimmter Kunststoffarten, vollständiges Recycling, das heißt eine Kreislaufwirtschaft, würde das Plastikmüllproblem allmählich lösen können. Das ist aber wohl vorerst Illusion, Wunschdenken. Wieviel Plastik brauchen wir wirklich?

Prof. Dr. *Hans-Jürgen Schubert*

Orionstr. 28
99092 Erfurt

Literatur und Quellen:

Baumstieger J: Marokko - Kommt nicht in die Tüte, SZ vom 02. August 2016

BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung): Geschirr mit Antihafbeschichtung aus PTFE für das Braten, Kochen und Backen. FAQ vom 18. Dezember 2018

Chow J, Preuß L, Gruschke MF, Streit W: Bakterien als Plastikmüllabfuhr. Können Mikroorganismen unser globales Plastikproblem lösen? *Biol Unserer Zeit* **52** (2022) 133-41

Lebreton L, van der Zwet J, Damsteeg JW et al.: River plastic emissions to the world's oceans. *Nat Commun* **8** (2017) 15611

Leslie HA, van Velzen MJM, Brandsma SH, Vethaak AD, Garcia-Vallejo JJ, Lamoree MH: Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. *Environ Int* **163** (2022) 107199

MDR Sachsen: Umweltschützer kritisieren Kunststoff-Recyclinganlage in Böhlen, Sendung vom 21. September 2022

Mrusek M: Wie viel Plastik in uns steckt. *Ärztezeitung* **62** 22 vom 06. Oktober 2022, S. 34

NABU: Export von Plastikabfällen. <https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/abfall-und-recycling/26205.html>

Napper IE, Thompson RC: Release of synthetic microplastic plastic fibres from domestic washing machines: Effects of fabric type and washing conditions. *Mar Poll Bull* **112** 1-2 (2016) 39-45

NDR: Die Recycling-Lüge. <https://www.daserste.de/information/reportage-dokumentation/dokus/videos/die-recyclingluenge-video-102.html>, Video verfügbar bis 14. September 2023

Prata JC, da Costa JP, Lopes I, Duarte AC, Rocha-Santos T: Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects. *Sci Total Environ* **702** (2020) 134455

Ragusa A, Matta M, Cristiano L, Matassa R et al.: Deeply in plasticenta: Presence of microplastics in the intracellular compartment of human placentas. *Int J Environ Res Public Health* **19** 18 (2022) 11593

Rummel CD, Löder MG, Fricke NF, Lang T, Griebel EM, Janke M, Gerdtz G: Plastic ingestion by pelagic and demersal fish from the North Sea and Baltic Sea. *Mar Pollut Bull* **102** 1 (2016) 134-41

Senathirajah K, Attwood S, Bhagwat G, Carbery M, Wilson S, Palanisami T: Estimation of the mass of microplastics ingested - A pivotal first step towards human health risk assessment. *J Hazard Mater* **404** Pt B (2021) 124004

Sonnendecker C, Oeser J, Richter PK, Hille P et al.: Low carbon footprint recycling of post-consumer PET plastic with a metagenomic polyester hydrolase. *Chem Sus Chem* **15** 9 (2022) e202101062

Statista Research Department: Plastikmüll, 30. Mai 2022, <https://de.statista.com/themen/4645/plastikmuell/#dossierKeyfigures>

Vlácil AK, Bänfer S, Jacob R, Trippel N, Kuzu I, Schieffer B, Grote K: Polystyrene microplastic particles induce endothelial activation. *PLoS One* **16** 11 (2021) e0260181

Xu Z, Pan F, Sun M, Xu J, Munyaneza NE, Croft ZL, Cai GG, Liu G: Cascade degradation and upcycling of polystyrene waste to high-value chemicals. *Proc Natl Acad Sci U S A* **119** 34 (2022) e220334611

Yan Z, Liu Y, Zhang T, Zhang F, Ren H, Zhang Y: Analysis of microplastics in human feces reveals a correlation between fecal microplastics and inflammatory bowel disease status. *Environ Sci Technol* **56** 1 (2022) 414-21