

A close-up photograph of numerous small, spherical plastic beads of various colors (white, orange, yellow, and blue) floating in water. The beads are of different sizes and are scattered across the frame, creating a dense field of microplastic particles. The background is dark, making the beads stand out.

MIKROPLASTIK IM RHEIN 2024

Eine Greenpeace Untersuchung

Mikroplastik im Rhein 2024

Eine Greenpeace Untersuchung

Kein Geld von Industrie und Staat

Greenpeace arbeitet international und kämpft mit gewaltfreien Aktionen für den Schutz der Lebensgrundlagen. Unser Ziel ist es, Umweltzerstörung zu verhindern, Verhaltensweisen zu ändern und Lösungen durchzusetzen. Greenpeace ist überparteilich und völlig unabhängig von Politik und Wirtschaft. Rund 620.000 Fördermitglieder in Deutschland spenden an Greenpeace und gewährleisten damit unsere tägliche Arbeit zum Schutz der Umwelt, der Völkerverständigung und des Friedens.

Impressum

Greenpeace e.V. Hongkongstraße 10, 20457 Hamburg, T 040 30618-0 **Pressestelle** T 040 30618-340, F 040 30618-340, presse@greenpeace.de, greenpeace.de **Politische Vertretung Berlin** Marienstraße 19–20, 10117 Berlin, T 030 308899-0
V.i.S.d.P. Julios Kontchou **Fotos** © Markus J. Feger / Greenpeace: S.4,5,6; © Julios Kontchou / Greenpeace: Titel, S.8
Stand 09 / 2024

Einleitung

Mikroplastikpartikel finden sich inzwischen fast überall auf unserem Planeten. Die Ozeane nehmen dabei über die Flüsse besonders viel Plastik auf. Mikroplastikpartikel haben Eigenschaften, die sie letztendlich auch für Menschen gefährlich machen. Die Partikel halten lange, an ihrer Oberfläche können schädliche Chemikalien anhaften und sie werden aufgrund ihrer Größe Teil der Nahrungskette. Somit kommt der Plastikmüll zurück in die Haushalte und landet wieder auf dem Teller. Die Folge: Mikroplastik lässt sich mittlerweile auch in menschlichen Organen nachweisen (Wang et al., 2024, Hu et al., 2024)

Beim Eintrag von Plastik in die Ozeane spielen Flusssysteme wie der Rhein eine wichtige Rolle (Schmidt et al., 2017, Jenna et al., 2015; Meijer et al., 2021, Mani et al., 2015, Buschman et al., 2020). Zwischen September und Oktober 2020 hat Greenpeace den

Rhein umfassend auf Mikroplastik untersucht. Dafür wurden an verschiedenen Orten zwischen Koblenz und Duisburg Proben genommen und auf primäres Mikroplastik analysiert. Mikroplastik wurde damals in allen Proben gefunden. Die höchste Konzentration von 3,3 Partikeln pro Kubikmeter (P/m³) wurde in einem Flussabschnitt in der Nähe des Chemparks Dormagen entdeckt (Greenpeace e.V. 2021 A). Auch eine weitere Untersuchung im August 2021 bestätigte das Problem: Der Rhein wird stetig mit Mikroplastik verschmutzt.

Genau drei Jahre nach der letzten Untersuchung von primärem Mikroplastik im Rhein kehrte Greenpeace jetzt zurück, um die bisherige Arbeit zu ergänzen. Diesmal lag der Fokus auf dem Rheinabschnitt Dormagen/Monheim am Rhein, wo in früheren Untersuchungen eine der höchsten primären Mikroplastikkonzentrationen gemessen wurde.

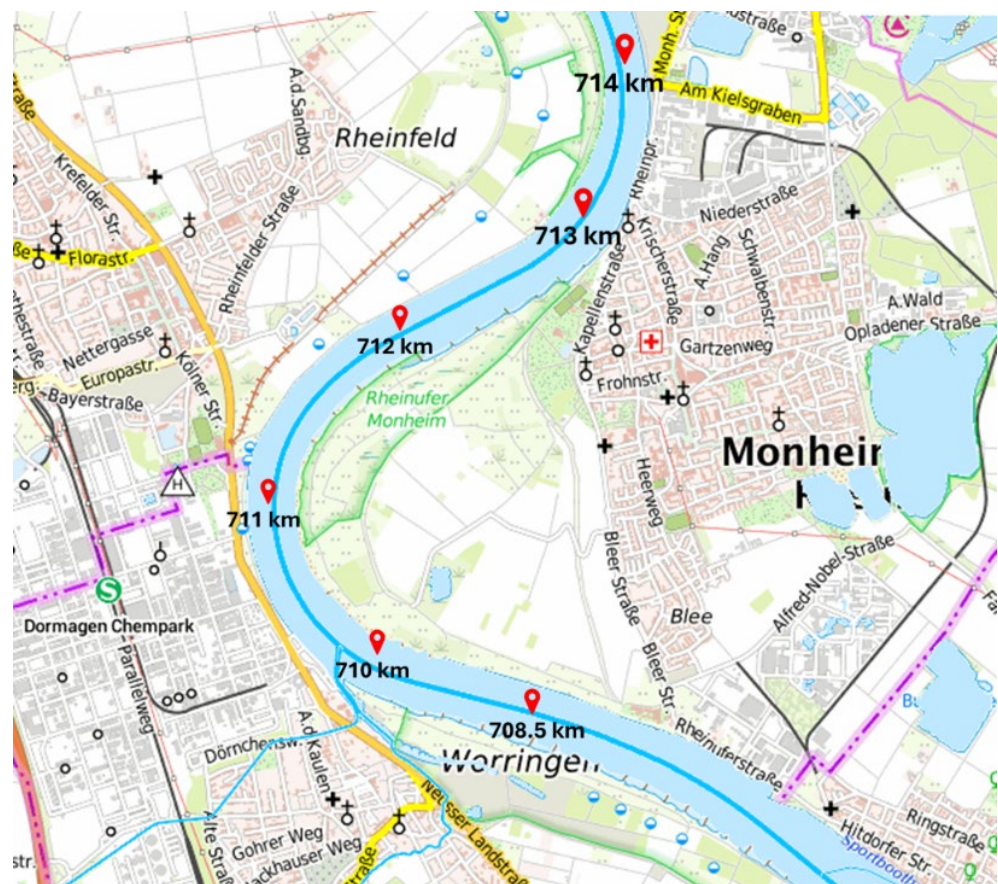


Abbildung 1: Probenahmestellen entlang des Rheins im Chempark Dormagen, (ELWAS, 2024)

Methode

Die Proben wurden an sechs Stellen entlang eines sechs Kilometer langen Flussabschnitts von Rheinkilometer 708 flussaufwärts des Chemparks Dormagen bis Rheinkilometer 714 flussabwärts ausgewählt (Abbildung 1). Die Proben wurden an zwei Tagen genommen, wobei jede Stelle zweimal beprobt wurde - einmal am ersten Tag und einmal am zweiten Tag. Die Probenahme wurde nach demselben Ablauf wie bei den vorherigen Untersuchungen durchgeführt (Greenpeace e.V. 2021 A).

Zwei Manta Trawls mit trichterförmigen Netzen von 335 μm Maschengröße wurden an zwei Auslegern auf einem Schlauchboot montiert, einer an jeder Seite des Bootes (Backbord- und Steuerbordseite). Für die Probenahme wurde das Boot im Stillstand gegen die Strömung positioniert und die Ausleger wurden abgesenkt, bis die Mantas in der Lage waren, das Oberflächenwasser für die Probenahme zu filtern. Die Probenahme wurde dann für 20 Minuten durchgeführt. Alle Partikel, die größer als die Maschengröße (300 μm) des Netzes waren, wurden am hinteren Ende des Manta-Netzes gefangen. Nach der Probenahme wurde das Ende des Netzes, in dem alle gefilterten Partikel gefangen waren, abgetrennt und der gefangene Inhalt mit destilliertem Wasser in ein Sieb (300 μm Maschengröße) gespült. Die gefilterten Partikel im Sieb wurden zur späteren Analyse auf Mikroplastik in ein Probenröhrchen gefüllt. Die gefilterten Partikel im Sieb wurden in ein Probenröhrchen überführt, um sie später auf Mikroplastik zu untersuchen.



Nach einer zwanzig Minuten langen Messfahrt werden die Manta-Trawls von der Besatzung eingeholt

Für die Analyse der Proben auf Mikroplastik wurde ein Stereomikroskop (Zeiss Stemi 508) verwendet. Wie bei den Untersuchungen in den Jahren 2020 und 2021 wurden die Proben nur auf primäres Mikroplastik, d. h. verschiedene Arten von Microbeads und Pellets, untersucht. Das Mikroplastik wurde unter dem Mikroskop fotografiert und die Größe mit der ZEISS Axiocam ERC 5s Kamera und der Zeiss Labscope Microscope Software gemessen. Zur Bestimmung der polymeren Bestandteile des Mikroplastiks wurden fünf Proben nach dem Zufallsprinzip ausgewählt und 10 Prozent des Mikroplastiks in jeder der fünf Proben wurden mit einem Fourier-Transformations-Infrarotspektrometer (FTIR-Spektroskopie, Perkin Elmer Spectrum Two) analysiert.

Befund

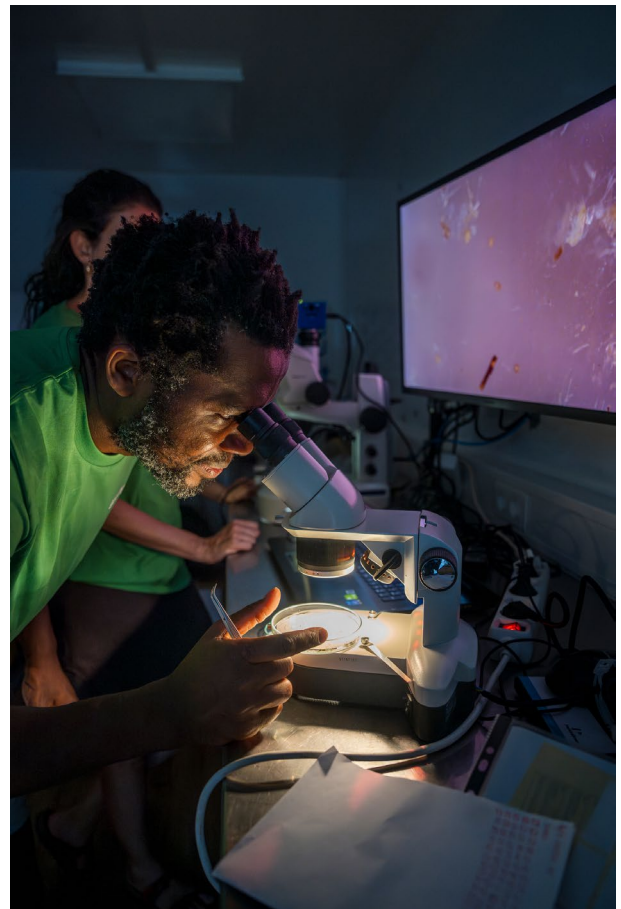
Mikroplastik (MP) wurde in allen sechs Proben gefunden. In der aktuellen Untersuchung wurden unterschiedlich Kategorien von primärem Mikroplastik identifiziert, darunter ein in den Voruntersuchungen von GP nicht untersuchter Partikeltyp. Die Mikroplastikpartikel wurden in einer ähnlichen Gruppe wie bei der vorherigen Untersuchung im Jahr 2020 klassifiziert: kugelförmige Microbeads (opak und durchscheinend), transparente kugelförmige Microbeads mit Gaseinschlüssen und Pellets (sowohl kugelförmig als auch länglich). Darüber hinaus wurde eine neue Kategorie linsenförmiger Partikel (Abb. 2) beobachtet, die in den Proben 2020 und 2021 nicht gefunden worden waren. Eine genaue Analyse hat gezeigt, dass diese Partikel vermutlich in der Form, in der sie gefunden wurden, in die Umwelt gelangen. Daher wurden sie als primäre MP angesehen. Diese Partikel, die zu 96 Prozent aus Polyethylen bestehen, hatten einen Durchmesser von 0,12 bis 0,24 mm und wurden an allen Probenahmestellen gefunden. Diese Partikel haben einen Anteil von acht Prozent an den insgesamt gefundenen Mikroplastikpartikeln in den Proben.

Microbeads waren mit 86 Prozent aller gezählten Partikel die am häufigsten vorkommende Partikel. Unter ihnen waren die opaken und durchscheinenden Microbeads mit 67 Prozent der Gesamtmenge am häufigsten, danach folgten die transparenten Microbeads mit Gaseinschluss mit 19 Prozent. Pellets, sowohl kugelförmig als auch länglich kamen in allen Proben vor und machten sechs Prozent der Gesamtpartikel aus.

Die Ergebnisse der beiden Tage führte zu einer durchschnittlichen Konzentration von MP von 1,30 P/m³. Dieser Wert liegt über der durchschnittlichen Konzentration im Jahr 2021 (zwei Proben - 714 und 708,5 Rheinkilometer) und unterscheidet sich nur um 0,02 P/m³ von der durchschnittlichen Konzentration im Jahr 2020 (sechs Proben zwischen Rheinkilometer 708,8 und 714). Wie in den Jahren 2020 und 2021 wurde die höchste Konzentration (1,72 P/m³) in der Probe flussabwärts des Chemparks Dormagen gemessen. In den Jahren 2020 und 2021 lagen die Werte bei 3,3 P/m³ bzw. 1,1 P/m³. Die Konzentrationen in den anderen stromabwärts gelegenen Proben

(Rheinkilometer 711, 712 und 714) sind höher als die Werte, die 2020 an den jeweiligen Standorten festgestellt wurden. In den Proben von Rheinkilometer 708,5 flussaufwärts war die Konzentration doppelt so hoch wie bei der vorherigen Untersuchung (0,6 P/m³, 2021 und 2020).

Die verschiedenen primären Mikroplastikpartikel zeigten im untersuchten Abschnitt des Rheins einen unterschiedlichen Trend zwischen den flussaufwärts und flussabwärts gelegenen Proben im Vergleich zu den früheren Ergebnissen. Ein Konzentrationsbereich von 0,55 - 1,23 P/m³ wurde für die opaken Partikel mit durchschnittlichen Konzentrationen von 0,87 P/m³ gefunden. Die niedrigsten Konzentrationen (0,55 und 0,62 P/m³) wurden stromaufwärts des Chempark-Gebietes gefunden. Die niedrigste Konzentration der Partikel in der aktuellen Untersuchung war höher als die höchste Konzentration,



Im mobilen Labor können die Proben direkt vor Ort ausgewertet werden

die im Jahr 2021 gefunden wurde. Dies weist auf eine Zunahme der gesamten Partikelmengen hin.

Für die transparenten Microbeads mit Gaseinschlusspartikeln (hauptsächlich PMMA-Polymer) wurden in den Proben Konzentrationen zwischen 0,17 und 0,3 P/m³ gefunden, wobei die höchste Konzentration sowohl in den stromaufwärts (Rheinkilometer 708) als auch stromabwärts (Rheinkilometer 714) gelegenen Proben auftrat. Die durchschnittliche Konzentration (0,24 P/m³) pro Probe ist mindestens doppelt so hoch wie der Durchschnittswert von 2020. Die stromaufwärts gelegenen Konzentrationen der Pellets waren höher als die stromabwärts gelegene Belastung, mit Ausnahme der stromabwärts gelegenen Probe von Rheinkilometer 711, wo die höchsten Pelletkonzentrationen festgestellt wurden.

Die Konzentration der linsenförmigen Polyethylenpartikel, die in allen Proben gefunden wurden, beträgt zwischen 0,03 und 0,2 P/m³ pro Stichprobe, mit der höchsten Konzentration in der stromaufwärts gelegenen Probe bei Rheinkilometer 708,5. Diese Art von Partikeln wurde bei den Probenahmen der Jahre 2020 und 2021 nicht gefunden. Dies kann als Hinweis auf eine mögliche neue Eintragsquelle von MP in den Rhein gewertet werden, die sich weiter flussaufwärts des untersuchten Flussabschnitts befinden könnte. Da diese Partikel von Greenpeace zum ersten Mal gefunden wurden, sind weitere Untersuchungen notwendig, um die mögliche Quelle zu klären.



Erst unter dem Mikroskop zeigen sich die verschiedenen Mikroplastikpartikel und können analysiert werden

Schlussfolgerung

Die vorgestellten Ergebnisse zeigen, dass Mikroplastik im Rhein immer noch ein Problem ist. Und es gibt zudem Hinweise, dass sich die Situation in den vergangenen Jahren verschlimmert hat. Der Fund von linsenförmigen Partikeln ist neu und war Greenpeace bisher nicht bekannt. Diese Art von Partikeln stammt wahrscheinlich aus Kunststoffherstellungs- oder -verarbeitungsanlagen. Neben den linsenförmigen Partikeln wurden in allen Proben weitere Polyethylen-Granulatpartikel unter 0,1 mm (siehe Abb. 2F) in signifikanten Konzentrationen gefunden. Diese Partikel wurden bei der Berechnung der Mikroplastikbelastung in diesem Bericht nicht berücksichtigt. Zu diesen Partikeln und linsenförmigen Partikeln sind weitere Untersuchungen in Arbeit.

Bei einer durchschnittlichen Abflussrate von 2.300 m³/s (Uehlinger et al., 2009) und auf der Grundlage der aktuellen Erkenntnisse werden schätzungsweise über 258 Millionen primäre Mikroplastikpartikel täglich durch den Rhein zwischen Flusskilometer 708 bis 714 Kilometer transportiert. Die meisten

dieser Partikel werden die Nordsee erreichen, wo sie von Meeresorganismen wie Fischen und Krabben aufgenommen werden und möglicherweise Schaden anrichten. Mikroplastik kann nachweislich die Verdauung, das Reproduktionsverhalten und das Wachstum von Wasserorganismen beeinträchtigen. Einige dieser Partikel können durch den Konsum von Meeresprodukten auch in den menschlichen Körper gelangen, und neuere Studien deuten darauf hin, dass sich Mikroplastik in unserem Blut akkumulieren kann, was mit der Zeit zu schädlichen Konzentrationen führen kann (Leonard et al., 2024).

Darüber hinaus absorbiert Mikroplastik in der Umwelt gefährliche organische Chemikalien wie Pestizide, PFAS, PAKs, usw. und erhöht so die Schadstoffbelastung dort, wo es sich ablagert. Dies stellt nicht nur eine Gefahr für die marinen Ökosysteme dar, sondern könnte auch giftige Schadstoffe in die Nahrungskette einbringen, wodurch sich die Gesundheitsrisiken für Tiere und Menschen erhöhen.

Tabelle 1: Ergebnisse der zweitägigen Mikroplastikuntersuchungen von Rheinkilometer 708,5 bis 714

Probe ID	Rheinkilometer (km)	Volume (filtriertes Wasser m ³)	Kugelförmige Microbeads (opak und durchscheinend)	Transparente kugelförmige Microbeads mit Gaseinschlüssen (Partikel/Probe)	Pellets (Partikel/Probe)	Linsenförmige Partikel	Konzentration (Partikel/m ³)
GPD140824-2	708,5	88,7	66	41	13	30	1,69
GPD140824-3	710,0	72,6	72	16	11	15	1,56
GPD140824-4	711,0	80,5	83	26	19	12	1,73
GPD140824-5	712,0	111,0	134	26	4	7	1,53
GPD140824-6	713,0	92,4	102	20	11	12	1,56
GPD140824-7	714,0	95,7	99	35	12	27	1,80
GPD150824-2	708,5	89,3	33	13	4	5	0,60
GPD150824-3	710,0	79,6	29	15	2	3	0,60
GPD150824-4	711,0	92,8	134	21	2	1	1,70
GPD150824-5	712,0	77,5	72	15	3	0	1,16
GPD150824-6	713,0	133,3	69	17	2	2	0,67
GPD150824-7	714,0	85,2	60	21	3	6	1,06

Tabelle 2:
Ergebnisse der Mikroplastik Konzentration (P/m³) von 2020, 2021 und 2024
für Probenahmestellen von 708,5 bis 714 Rheinkilometer

Rheinkilometer	2020	2021	2024
708,5	0,6	0,57	1,1
710	1,8	/	1,1
711	0,8	/	1,7
712	0,5	/	1,3
713 (712; 2020)	3,3	/	1,1
714	0,9	1,1	1,4

Abbildung 2:
Fotos der verschiedenen primären Mikroplastikarten, die in den Proben gefunden wurden, (A) Kugelförmige opake Microbeads, (B) Durchscheinende Microbeads, (C) Transparent Microbeads mit Gaseinschluss (D) Pellets, (E) Dünner, linsenförmiger Partikel, (F) Granuläre Partikel <0,1mm (nicht gezählt).

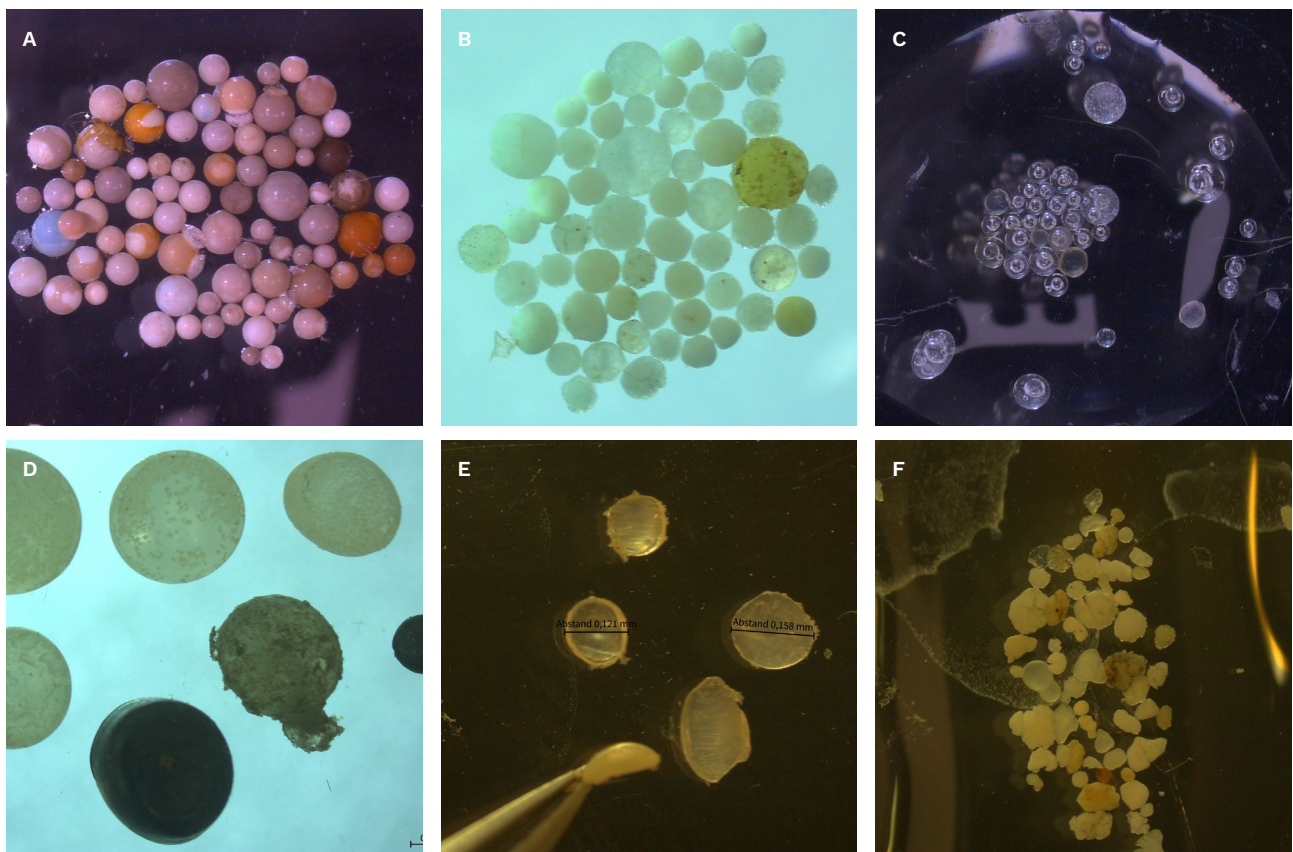


Abbildung 3:
 Anteile der verschiedenen primären Mikroplastikarten, die in Proben von Probenahmestellen von 708,5 bis 714 Rheinkilometer im Rhein gefunden wurden

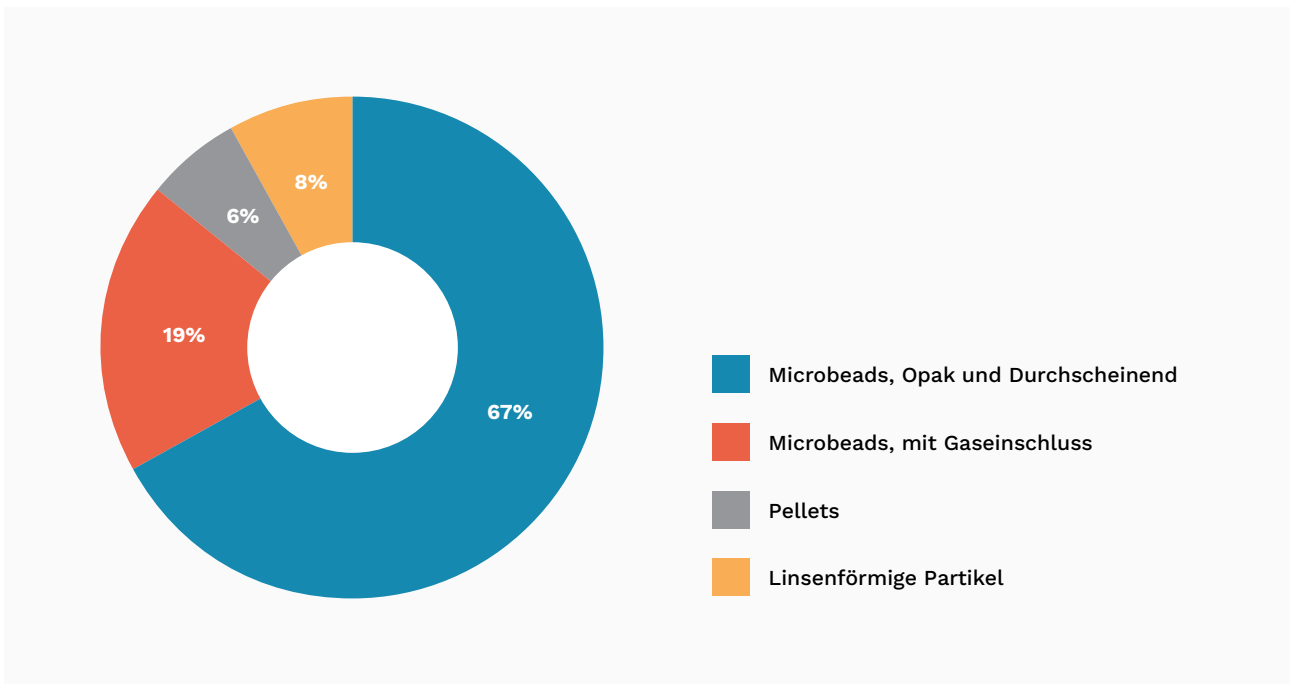
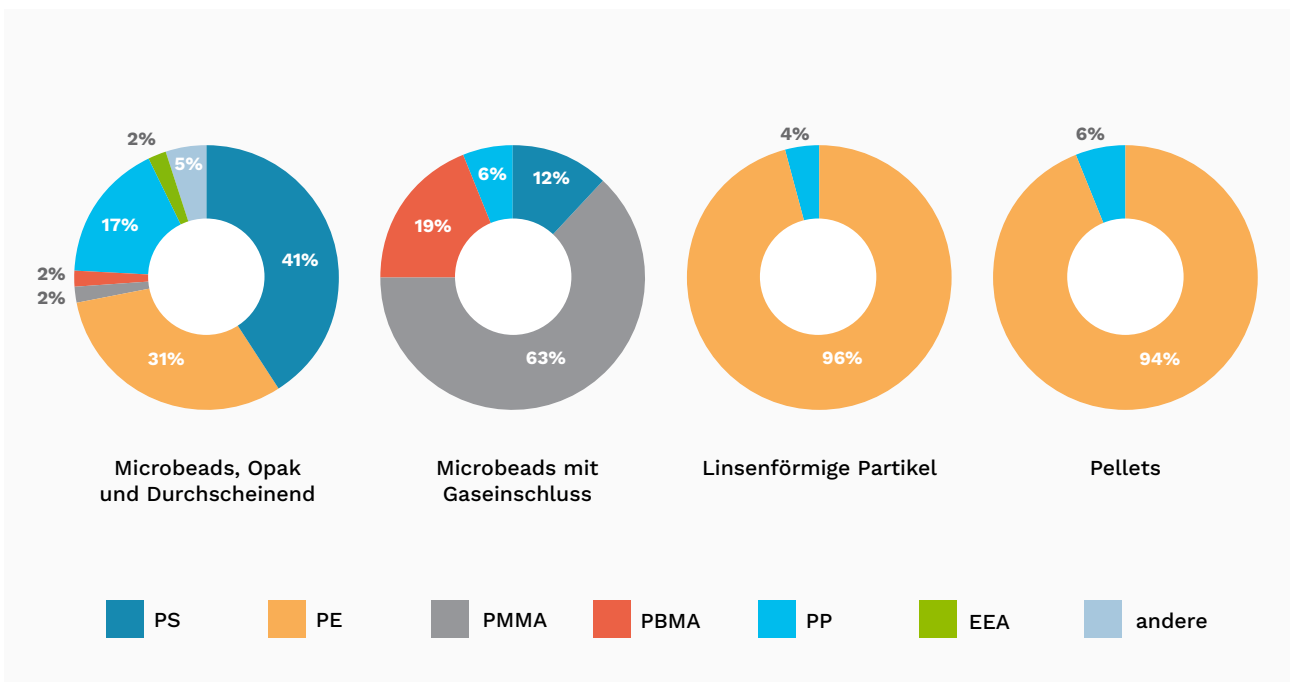


Abbildung 4:
 Anteile der Polymerarten in den gefundenen Mikroplastikpartikeln, bestimmt aus 10% verschiedener Mikroplastikarten in 5 Stichproben



Quellen

Schmidt, C., Krauth, T., & Wagner, S. (2017). Export von Plastikmüll über Flüsse ins Meer. *Umweltwissenschaft und -technologie*, 51(21), 12246-12253.

Jenna R. Jambeck et al., Einträge von Plastikmüll vom Land in den Ozean. *Wissenschaft* 347,768-771 (2015). DOI:10.1126/science.1260352

Meijer LJJ, van Emmerik T, van der Ent R, Schmidt C, Lebreton L. Mehr als 1000 Flüsse sind für 80 % der weltweiten Plastikemissionen in die Ozeane verantwortlich. *Sci Adv*. 2021 30. April; 7(18):eaaaz5803. DOI: 10.1126/sciadv.AAZ5803. PMID: 33931460; PMCID: PMC8087412.

Mani, T., Hauk, A., Walter, U. et al. Mikroplastik-Profil entlang des Rheins. *Sci Rep* 5, 17988 (2016).
<https://doi.org/10.1038/srep17988>

Buschman, F., van der Linden, A., und Markus, A.: Flusstransport von Mikroplastik von der niederländischen Grenze bis zur Nordsee, EGU-Generalversammlung 2020, Online, 4.–8. Mai 2020, EGU2020-11223,
<https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-11223>, 2020

Greenpeace e.V. (2021 A): Nicht sauber, sondern Rhein: Mikroplastik-untersuchungen auf dem Rhein.
www.greenpeace.de/files/publications/20210318-greenpeace-report-mikroplastik-rhein.pdf

Greenpeace e.V. (2021 B): Nicht sauber, sondern Rhein Teil2: Mikroplastikverschmutzung im Rheinabschnitt zwischen Bonn und Düsseldorf. [https://www.greenpeace.de/sites/nicht sauber, sondern Rhein / Teil 2 \(greenpeace.de\)](https://www.greenpeace.de/sites/nicht_sauber_sondern_Rhein_Teil_2)

Sophie V. L. Leonard, Catriona R. Liddle, Charlotte A. Atherall, Emma Chapman, Matthew Watkins, Simon D. J. Calaminus, Jeanette M. Rotchell, Microplastics in human blood: Polymer types, concentrations and characterisation using μ FTIR, *Environment International*, Volume 188, 2024, 108751, ISSN 0160-4120, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.108751>.
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412024003374>)

Hu CJ, Garcia MA, Nihart A, Liu R, Yin L, Adolphi N, Gallego DF, Kang H, Campen MJ, Yu X. Microplastic presence in dog and human testis and its potential association with sperm count and weights of testis and epididymis. *Toxicol Sci*. 2024 Aug 1;200(2):235-240. doi: 10.1093/toxsci/kfae060. PMID: 38745431; PMCID: PMC11285152.

Wang T, Yi Z, Liu X, Cai Y, Huang X, Fang J, Shen R, Lu W, Xiao Y, Zhuang W, Guo S. Multimodal detection and analysis of microplastics in human thrombi from multiple anatomically distinct sites. *EBioMedicine*. 2024 May;103:105118. doi: 10.1016/j.ebiom.2024.105118. Epub 2024 Apr 13. PMID: 38614011; PMCID: PMC11021838.