

# NICHT SAUBER, SONDERN RHEIN

## TEIL 2

Mikroplastikverschmutzung  
im Rheinabschnitt zwischen  
Bonn und Düsseldorf



GREENPEACE

# ÜBERBLICK

Nach einer umfangreichen Untersuchung des Rheins auf Mikroplastik im Herbst 2020 hat Greenpeace den Fluss im August 2021 ein weiteres Mal stichprobenartig untersucht. Das Ergebnis: Der Rhein ist nach wie vor mit Mikroplastik verschmutzt. Offensichtlich sind bisherige Maßnahmen zum Schutz des Rheins vor (Mikro-)Plastikeintrag völlig unzureichend.

Die sieben Proben wurden dieses Mal auf einem kürzeren Flussabschnitt zwischen Bonn und Düsseldorf genommen und anschließend auf Mikroplastik untersucht. Sie belegen eine Konzentration von durchschnittlich 0,63 primären Mikroplastikpartikeln pro Kubikmeter Flusswasser. Die Konzentrationen an Mikroplastikpartikeln im Wasser des Rheins bestätigen die Ergebnisse der Untersuchungen von Greenpeace aus dem Vorjahr und belegen die erhöhte Mikroplastikkonzentration beim Industriegebiet Chempark Dormagen. Die Ergebnisse aus dem Jahr 2020 wurden im Report „Nicht sauber, sondern Rhein“ im Frühjahr 2021 veröffentlicht (Greenpeace e. V., 2021).

# METHODIK

Für die Probenahme wurde ein Manta-Trawl-Netz mit einer Maschenweite von 335 Mikrometern verwendet. Die Methoden der Probenahmen und anschließenden Analysen entsprechen denjenigen, die bereits 2020 angewendet wurden und im Ergebnisbericht „Nicht sauber, sondern Rhein“ ausführlich beschrieben wurden (Greenpeace e. V., 2021). Zum Vergleich mit den neuen Ergebnissen sind die Werte von 2020 für den Rheinabschnitt von Neuss bis Bonn in Tabelle 1 im Anhang aufgeführt.

## \* MIKROPLASTIK

**Mikroplastikpartikel** sind definiert durch das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) als „feste Kunststoffpartikel in der Größe von 1 Nanometer bis kleiner als 5 Millimeter“ (UNEP, 2016; GESAMP, 2015).

**Primäres Mikroplastik** sind fabrikneue Kunststoffpartikel wie zum Beispiel Basispellets oder Granulate für die Plastikproduktion und auch sogenannte Microbeads für Hygieneartikel.

**Sekundäres Mikroplastik** ist definiert als Plastikpartikel, die aus der von Witterungseinflüssen oder mechanischer Beanspruchung resultierenden Zerkleinerung von Makroplastikteilen entstehen, zum Beispiel Fragmente (Umweltbundesamt, 2020; Laskar und Kumar, 2019).

Mikroplastikpartikel sind prinzipiell Feststoffe.



# ERGEBNISSE

Die beschriebenen Ergebnisse beziehen sich auf primäres Mikroplastik\*, in diesem Report wie folgt klassifiziert:

## A Microbeads mit glatter Oberfläche

kugelförmig, zumeist opak (nicht durchsichtig)

## B Microbeads mit Gaseinschluss

meist kugelförmig, transparent

## C Kunststoffgranulat

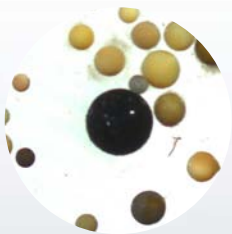
linsenförmig, kugelförmig oder abgeflacht

## D Kunststoffgranulat

länglich, zylinder- oder quaderförmig

Die 2021 gefundenen primären Mikroplastikpartikel unterscheiden sich wie in den Proben von 2020 nach Größe, Form und Kunststoffart (Polymere). In allen sieben Wasserproben, die Greenpeace zwischen Bonn und Düsseldorf mit einem Manta-Trawl-Netz aus dem Rhein entnommen hat, wurden überwiegend lichtundurchlässige (opake) oder transparente Mikroplastikpartikel, sogenannte Microbeads, mit einem Durchmesser von unterhalb 1 mm gefunden. Daneben wurden kugelförmige und längliche Kunststoffgranulate mit einem Partikeldurchmesser zwischen ca. 1,3 und 5 mm gefunden.

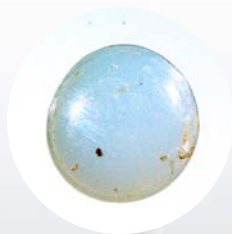
Die Ergebnisse finden sich im Anhang in Tabelle 2.



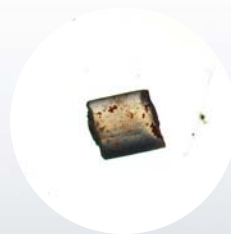
A Microbeads  
(Probe P6)



B Microbeads mit Gas-  
einschluss (Probe P5)



C kugelförmiges Kunst-  
stoffgranulat (Probe P5)



D längliches Kunststoff-  
granulat (Probe P1)

0,5 mm



Das Greenpeace-Schiff Beluga II ist auch für Flussfahrten ausgerüstet. Mit seinen klappbaren Masten kann es unter Brücken durchfahren.

- Die mittlere Konzentration zwischen Rheinkilometer 654 bei Bonn und Rheinkilometer 737 bei Düsseldorf beträgt 0,63 primäre Mikroplastikpartikel pro Kubikmeter Flusswasser (MP/m<sup>3</sup>) – berechnet aus sieben Stichproben. Der Abstand zwischen den Probenahmeorten betrug zwischen 6 und 23 km. Zum Vergleich: Für die Untersuchung in 2020 entnahm Greenpeace auf diesem Flussabschnitt 20 Proben, die mittlere Konzentration lag bei 0,75 MP/m<sup>3</sup>. Der Abstand zwischen den Probenahmeorten betrug zwischen 0,1 und 17 km.
- Wie 2020 wurde die höchste Konzentration stromabwärts des Chemparks Dormagen (Probe P 6) gefunden. Sie beträgt 1,1 MP/m<sup>3</sup> (2020: 3,3 MP/m<sup>3</sup>).
- Ca. 43 Prozent der gefundenen Mikroplastikpartikel sind transparente Microbeads mit Gaseinschlüssen, ihr Hauptbestandteil ist PMMA (Polymethylmethacrylat). Ca. 23 Prozent sind opake Microbeads, die überwiegend aus Polystyrol bestehen. Weitere ca. 23 Prozent sind Mikroplastikpartikel aus Polyethylen oder Polypropylen, meist kugelförmig.
- Im untersuchten Streckenabschnitt liegt die Konzentration der PMMA-Microbeads mit Gaseinschluss zwischen 0,16 MP/m<sup>3</sup> und 0,44 MP/m<sup>3</sup>. Im Bereich des Chemparks Dormagen werden höhere Konzentrationen gemessen als in den Proben flussaufwärts. Der Durchmesser der Microbeads mit Gaseinschluss liegt zwischen 0,2 und 1,6 mm.
- Die Konzentration der Polystyrol-Microbeads steigt in den

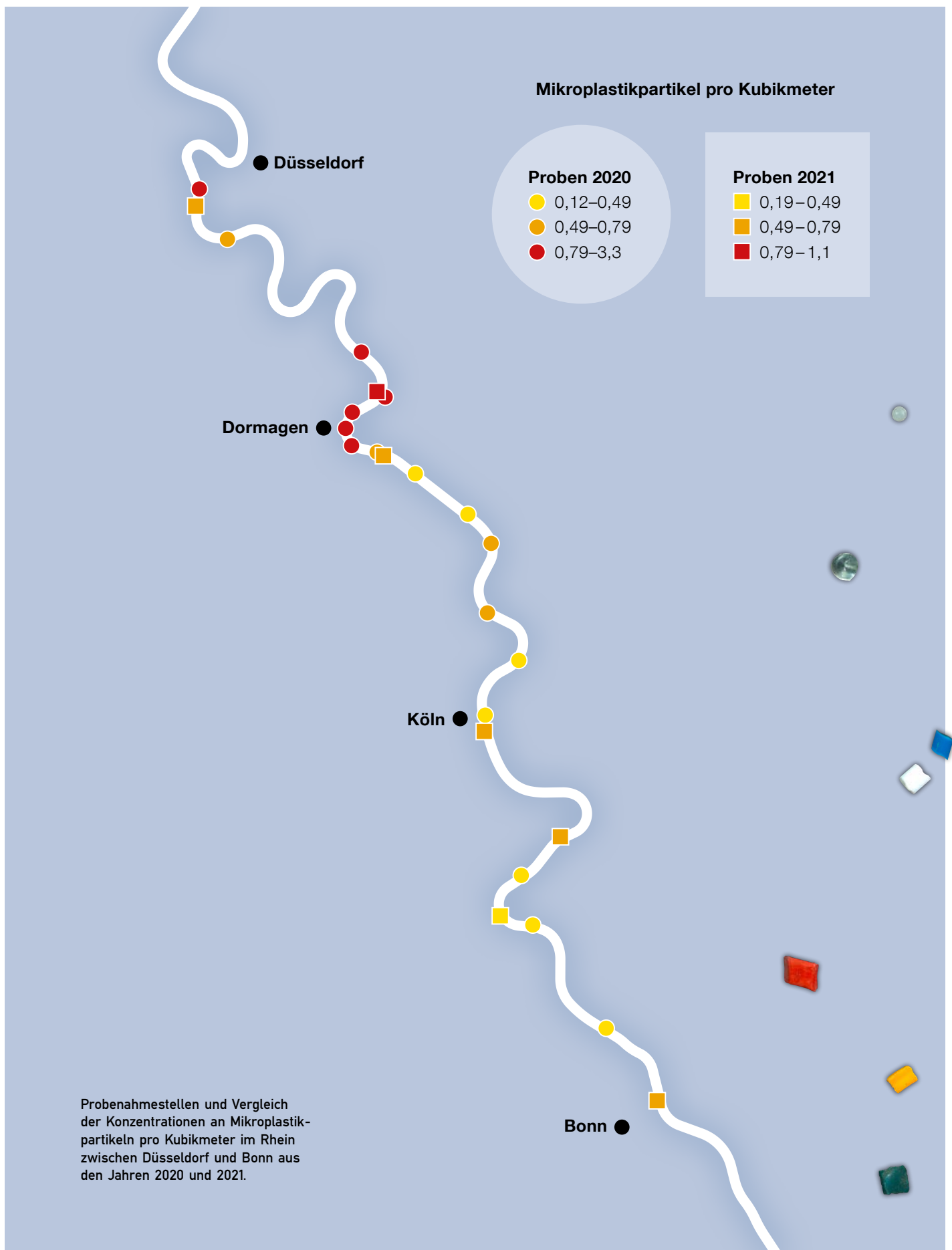
beiden bei Dormagen entnommenen Proben von 2021 deutlich an, sie ist mindestens zehnmal höher als in den stromaufwärts entnommenen Proben und liegt im Bereich Dormagen zwischen 0,4 und 0,46 MP/m<sup>3</sup> (Proben P 6 und P 7).

- Als mögliche Eintragsquelle von Mikroplastik in den Rhein kommen Klärwerke, industrielle Einleitungen, Verluste bei der Produktion und Lagerung in Ufernähe sowie fahrlässiger Umgang in Betracht. Partikel wie die gefundenen Microbeads können beispielsweise in Ionenaustauschern von Wasseraufbereitungsanlagen verwendet werden oder aus der Polymer-Produktion für Acrylglas (PMMA, darunter auch Filamente) stammen.
- Bei der aktuellen Untersuchung wurden mehr PMMA-Partikel mit Gaseinschluss gefunden als 2020. Da es sich um Stichproben handelt, ist eine Aussage, ob es sich um eine zunehmende Verschmutzung mit diesen Partikeln handelt, nicht möglich. Das Ergebnis muss durch weitere Probenahmen überprüft werden.
- Das im Rhein gefundene primäre Mikroplastik kann von Wasserlebewesen wie Flusskrebse und Fische, aber auch von Vögeln statt der Nahrung aufgenommen werden und zu schweren Schädigungen führen (UNEP, 2016).

Die Probenahme von 2021 bestätigt im Wesentlichen die Ergebnisse von 2020. Die Verunreinigung des Rheins mit Microbeads ist vergleichbar hoch.



Mit einem Manta-Trawl-Netz wird das Oberflächenwasser des Rheins beprobt. Organisches und anorganisches Material, das größer als 335 Mikrometer ist, bleibt im hinteren Teil des Netzes hängen.



# MIKROPLASTIK IN SEDIMENTEN

## HÄUFIGKEIT VON MIKROPLASTIKPARTIKELN IN SEDIMENTPROBEN, STICHPROBENARTIGE UNTERSUCHUNG AM RHEINUFER BEI DORMAGEN

In Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Microplastic Research at CEN (MRC) der Universität Hamburg wurden an drei Strandabschnitten am 7. und 8. 10. 2020 insgesamt 12 Sedimentproben (9 Sedimentproben aus der

Uferstrandzone und 3 Proben aus dem Grundsediment des Flusses) entnommen und auf Mikroplastik untersucht. Die Probenahmeorte sind nachfolgend dargestellt (A, B, C: Uferstrandsedimentproben, D: Grundsedimentproben).



Probenahmeorte der Sedimentproben, sortiert nach den Uferabschnitten A, B und C sowie dem Probenahmeort D der Grundsedimentproben (Quelle: Google, Satellitenbild Dormagen, November 2021).

Strandabschnitte A, B und C bei Dormagen am Rhein



## METHODIK

Im Labor der Arbeitsgruppe Microplastic Research at CEN (MRC) der Universität Hamburg erfolgte die Aufbereitung und Analyse der gewonnenen Proben. Alle Proben wurden dabei zunächst einer Digestion zur Zerstörung der biogenen organischen Substanz unterzogen. Dies erfolgte durch die Zugabe von Wasserstoffperoxid (10–30 Prozent; Verhältnis 1 : 1,2; sieben Tage; Raumtemperatur) und Natriumhypochlorid (6–14 Prozent; Verhältnis 3 : 1; 24 Stunden, Raumtemperatur) (Hengstmann et al., 2021).

Um die mineralischen Bestandteile von potenziellen synthetischen Partikeln zu trennen, wurde im Anschluss eine Dichteseperation mit Natriumiodid (1,5 g/cm<sup>3</sup>) durch-

geführt (Motyl et al., 2020). Der resultierende Überstand wurde anschließend auf Filterpapier übertragen, mit 1 ml Nilrotlösung (1 mg/ml gelöst in Chloroform) angefärbt und anschließend mittels Fluoreszenzmikroskopie (AxioLab A.1, Zeiss, TRITC HC Filterset [AHF], 2,5 ×) auf potenzielle Mikroplastikpartikel untersucht (Tamminga et al., 2017).

Diese wurden gezählt, vermessen und den Formen Fragment (inklusive Film), Faser und Sphere (komplett gerundetes Partikel) zugeordnet. Die Identifikation der Polymerzusammensetzung erfolgte mittels  $\mu$ -Raman-Spektroskopie (DXR™2xi Raman Imaging Microscope, Thermo Fisher Scientific).

## ERGEBNISSE

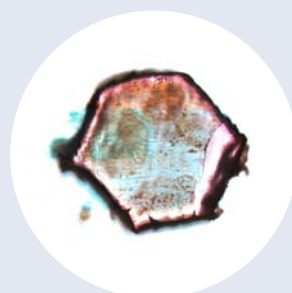
Die Ergebnisse der Untersuchungen von Mikroplastik in Uferrandsedimenten zeigen die höchsten Mikroplastik-Konzentrationen an Strandabschnitt B mit im Mittel  $662 \pm 402$  Mikroplastikpartikel pro Kilogramm Trockengewicht (MP/kg TG), gefolgt von Abschnitt C (im Mittel  $232 \pm 83$  MP/kg TG) und Abschnitt A (im Mittel  $76 \pm 13$  MP/kg TG).

Die Anzahl an Mikroplastikpartikeln in den drei untersuchten Grundsedimentproben liegt deutlich höher und beträgt 22.038 MP/kg TG in Probe S 2, 10.803 MP/kg TG in Probe S 3 und 3.568 MP/kg TG in Probe S 1.

Die dominierende Partikelform in allen Proben sind Fragmente, gefolgt von Fasern und einigen wenigen Mikroplastikkügelchen, hier Spheres genannt (siehe Tabelle 3 im Anhang). Die Verteilung der Partikelgrößen in den

Sedimentproben verdeutlicht eine dominierende Größe kleiner 300  $\mu$ m. Nur drei Fragmente sind in der längsten Dimension größer 1000  $\mu$ m. Die Fasergrößen reichen von 63 bis 4.862  $\mu$ m, während die insgesamt 18 identifizierten Spheres alle kleiner als 110  $\mu$ m dimensioniert sind.

In den Grundsedimenten sind die synthetischen Polymere deutlich heterogener als in den anderen Sedimentproben. Neben Polyethylen (PE) und Polyethylenterephthalat (PET, Bild unten) sind Polyamid (PA), Polypropylen (PP), Polyurethan (PU) und Polyvinylchlorid (PVC) nachweisbar. In den Uferrandsedimenten wurde die geringste Anzahl an Polymerarten gefunden, hier dominieren PE, PET und PP. Partikel, die den in Wasserproben gefundenen Microbeads aus Polystyrol oder PMMA ähneln, wurden in Sedimenten nicht gefunden.



Mikroplastikfragment aus Polyethylenterephthalat (PET)

100  $\mu$ m

# WAS GREENPEACE FORDERT

## Handeln statt warten!

- Seit Jahren belegen Untersuchungen von Wissenschaftler:innen, dass der Rhein und weitere Flüsse mit Mikroplastik verschmutzt werden. Gewässer müssen sofort vor dieser Verschmutzung geschützt werden.
- Unternehmen dürfen keine unnötigen Einwegverpackungen herstellen und müssen ihre Produkte von Beginn der Herstellung bis zur Entsorgung verfolgen. Sie müssen Transparenz gewährleisten und die fahrlässige Einleitung von Kunststoffprodukten jeglicher Art, Größe und Form in die Umwelt vermeiden.
- Die Plastikflut muss jetzt gestoppt werden, indem die Plastikproduktion drastisch heruntergefahren wird und stattdessen Mehrweglösungen genutzt werden.
- Wenn Unternehmen keine ausreichenden Maßnahmen vornehmen, müssen die Regularien verschärft werden, um die Verschmutzung mit Mikroplastik zu unterbinden.



Greenpeace-Kampagnerin Daniela Herrmann untersucht im Labor der Beluga II die frisch genommenen Wasserproben auf Mikroplastik.



# ANHANG

**Tabelle 1: Ergebnisse der Mikroplastikuntersuchungen von 2020 auf dem Rhein**

Die Ergebnisse zeigen die Probenahmestellen auf dem Rhein von Neuss bis Bonn aus dem Jahr 2020, sortiert nach Rheinkilometern (absteigend). Die Probenahmen fanden zwischen dem 16.9.2020 und 21.9.2020 statt. Diese Ergebnisse stellen einen Auszug aller Ergebnisse der Probenahmen auf dem Rhein von 2020 dar. Die Tabelle mit allen Ergebnissen findet sich im Report „Nicht sauber, sondern Rhein“ (Greenpeace e. V., 2021).

Probe	Datum	Ort	Rheinkilometer	Volumen (filtriertes Wasser in m <sup>3</sup> )	Microbeads, zumeist opak (Partikel/Probe)	Microbeads, transparent mit Gaseinschluss (Partikel/Probe)	Kugelförmige Pellets (Partikel/Probe)	Längliche Pellets (Partikel/Probe)	Konzentration (Partikel/m <sup>3</sup> )
M 13	17.9.2020	Neuss	738	73,8	59	8	0	0	0,91
M 12	16.9.2020	Düsseldorf-Volmerswerth	734	61,7	30	3	1	3	0,60
M 14	17.9.2020	Monheim am Rhein	717	74,7	134	3	0	0	1,80
M 15	17.9.2020	Monheim am Rhein	714	74,7	61	4	0	0	0,87
M 16	17.9.2020	Dormagen	712	71,4	212	5	6	14	3,3
M 17	17.9.2020	Dormagen	712	69,2	30	6	1	0	0,54
M 18	17.9.2020	Dormagen	711	70,8	48	10	0	0	0,82
M 19	17.9.2020	Dormagen	710	56,2	98	3	0	2	1,8
M 20	17.9.2020	Köln-Worringen	708	81,8	25	17	0	3	0,55
M 21	17.9.2020	Hitdorf (Köln)	706	70,8	23	8	0	0	0,44
M 23	18.9.2020	Leverkusen-Wiesdorf	702	73,5	6	20	0	0	0,35
M 24	18.9.2020	Leverkusen	700	67,9	7	29	1	0	0,55
M 22	18.9.2020	Köln-Bayenthal	695,7	62,3	5	29	0	0	0,55
M 25	18.9.2020	Köln-Mülheim	692	69,2	4	18	0	0	0,32
M 26	18.9.2020	Köln	688	62,1	0	14	0	0	0,23
M 27	21.9.2020	Köln-Rodenkirchen	683	81,2	2	8	0	0	0,12
M 29	21.9.2020	Langel (Köln)	673	74,3	3	20	0	0	0,31
M 30	21.9.2020	Lülsdorf (Niederkassel)	668	68,3	1	23	0	0	0,35
M 31	21.9.2020	Mondorf (Niederkassel)	660	61,1	1	11	0	0	0,2
M 32	21.9.2020	Bonn	656	79,1	2	26	0	0	0,35



**Tabelle 2: Ergebnisse der Mikroplastikuntersuchungen von 2021 auf dem Rhein**

Die Ergebnisse zeigen die Probenahmestellen auf dem Rhein von Bonn bis Düsseldorf aus dem Jahr 2021, sortiert nach Rheinkilometern (aufsteigend). Die Probenahmen fanden am 11.8.2021 und 12.8.2021 statt.

Probe	Datum	Ort	Rheinkilometer	Volumen (filtriertes Wasser in m <sup>3</sup> )	Microbeads < 1 mm, zumeist opak (Partikel/Probe)	Microbeads < 1 mm, transparent mit Gaseinschluss (Partikel/Probe)	Kugelförmige Pellets (Partikel/Probe)	Längliche Pellets (Partikel/Probe)	PE- bzw. PP-Partikel (Partikel/Probe)	Konzentration (Partikel/m <sup>3</sup> )
P 1	11.8.2021	Bonn	654	80,3	3	17	15	7	11	0,66
P 2*	12.8.2021	Wesseling	670	64,2	0	10	2	0	0	0,19
P 3	12.8.2021	Weiß (Köln)	676	80,4	1	24	2	3	18	0,60
P 4	12.8.2021	Köln	687	66,1	2	14	2	2	13	0,50
P 5	12.8.2021	Dormagen	708	93,5	1	36	1	0	15	0,57
P 6	12.8.2021	Dormagen	714	93,5	44	41	2	3	16	1,12
P 7	12.8.2021	Düsseldorf	737	92,1	37	17	0	2	13	0,75

\* Probenahme-Zeit lag abweichend bei 15 Minuten. Für alle anderen Ergebnisse wurde das Rheinwasser 20 Minuten lang beprobt.

**Tabelle 3: Ergebnisse der Sedimentproben (Uferrand- und Grundsedimente), die am 7. und 8. 10. 2020 entlang des Rheins bei Dormagen genommen wurden.**

Probe	Sedimenttyp	Fragmente (Partikel/Probe)	Fasern (Partikel/Probe)	Spheres (Partikel/Probe)	Gesamtzahl an Mikroplastik- partikeln (Partikel/Probe)	Konzentration Mikroplastikpartikel (pro kg Trockengewicht)
A 1	Uferrandsediment	2	3	0	5	65
A 2	Uferrandsediment	5	2	0	7	91
A 3	Uferrandsediment	1	5	0	6	73
B 1	Uferrandsediment	9	2	0	11	202
B 2	Uferrandsediment	33	14	0	47	840
B 3	Uferrandsediment	43	10	2	55	944
C 1	Uferrandsediment	8	4	0	12	216
C 2	Uferrandsediment	9	0	1	10	159
C 3	Uferrandsediment	17	4	0	21	321
S 1	Grundsediment	134	28	2	164	3.568
S 2	Grundsediment	445	137	11	593	22.038
S 3	Grundsediment	229	117	5	351	10.803

# QUELLEN

Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection (GESAMP) (2015). Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment. Rep. Stud. GESAMP No. 90: 98p. <http://www.gesamp.org/publications/reports-and-studies-no-90>

Greenpeace e.V. (2020): Nicht sauber, sondern Rhein: Mikroplastik-untersuchungen auf dem Rhein. <https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/20210318-greenpeace-report-mikroplastik-rhein.pdf>

Hengstmann, E., Weil, E., Wallbott, P., Tamminga, M., Fischer, E. K. (2021): Microplastics in lakeshore and lakebed sediments – External influences and temporal and spatial variabilities of concentration. In: Environmental Research. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111141>

Laskar, N., Kumar, U. (2019). Plastics and microplastics: A threat to environment. Environmental Technology & Innovation, Vol. 14, <https://doi.org/10.1016/j.eti.2019.100352>

Motyl, L.; Hengstmann, E.; Ruff, I.; Fischer, E.K. (2020): Poster MICRO 2020: Microplastics in the upper tidal Elbe – A comparison between sediments from the Hamburg port area and an adjacent nature reserve. [https://www.researchgate.net/publication/347228278\\_Poster\\_MICRO\\_2020\\_Microplastics\\_in\\_the\\_upper\\_tidal\\_Elbe\\_-\\_A\\_comparison\\_between\\_sediments\\_from\\_the\\_Hamburg\\_port\\_area\\_and\\_an\\_adjacent\\_nature\\_reserve](https://www.researchgate.net/publication/347228278_Poster_MICRO_2020_Microplastics_in_the_upper_tidal_Elbe_-_A_comparison_between_sediments_from_the_Hamburg_port_area_and_an_adjacent_nature_reserve).

Tamminga, M., Hengstmann, E., Fischer, E.K. (2017): Nile red staining as a subsidiary method for microplastic quantification: a comparison of three solvents and factors influencing application reliability. In: SDRP Journal of Earth Sciences & Environmental <https://doi.org/10.15436/JESSES.2.2.1>

Umweltbundesamt (2020). Was ist Mikroplastik? <https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/was-ist-mikroplastik>

United Nations Environmental Programme (UNEP) (2016). Marine Plastic Debris and Microplastics: Global Lessons and Research to Inspire Action and Guide Policy Change. <http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7720>

Greenpeace ist eine internationale Umweltorganisation, die mit gewaltfreien Aktionen für den Schutz der Lebensgrundlagen kämpft. Unser Ziel ist es, Umweltzerstörung zu verhindern, Verhaltensweisen zu ändern und Lösungen durchzusetzen. Greenpeace ist überparteilich und völlig unabhängig von Politik und Wirtschaft. Mehr als 630.000 Fördermitglieder in Deutschland spenden an Greenpeace und gewährleisten damit unsere tägliche Arbeit zum Schutz der Umwelt, der Völkerverständigung und des Friedens.

