

BUND-Hintergrund

Reifenabrieb als größte Eintragsquelle von Mikroplastik in die Meere

Bund für Umwelt und Naturschutz
Deutschland e.V. (BUND)

Kontakt:

BUND-Meeresschutzbüro

Nadja Ziebarth

Telefon: (0421) 79002 32

E-Mail: Nadja.Ziebarth@bund.net

www.bund.net/mikroplastik

September 2019

Mikroplastik wird in der öffentlichen Diskussion meist mit Kosmetikprodukten in Verbindung gebracht. Allerdings gibt es noch viel größere Eintragsquellen. So entsteht der größte Mikroplastikeintrag durch Reifenabrieb in der Nutzungsphase, also beim Fahren. Mit einer Emissionsmenge von 1,2 kg/Kopf/Jahr in Deutschland leistet es laut neuesten Studien den größten Beitrag¹. Das sind 28,3% der Gesamtmenge, der in Ozeanen eingetragene primären Mikroplastiks (Typ B).² Obwohl hinsichtlich der Emissionsmenge bisher nur Abschätzungen vorliegen, werden für Europa Werte zwischen 375.000 und 693.750 Tonnen/Jahr angegeben.³

Was ist Mikroplastik? – Definition

Mikroplastik wird wissenschaftlich definiert als feste, unlösliche, partikuläre und nicht biologisch abbaubare synthetische Polymere kleiner 5 mm. Mikroplastik wird unterschieden in primäres und sekundäres Mikroplastik. Als primäres Mikroplastik werden Partikel bezeichnet, die bei Eintritt in die Umwelt bereits eine Größe von unter 5 mm aufweisen. Primäres Mikroplastik Typ A wird in dieser geringen Größe hergestellt. Dazu gehören beispielsweise Partikel, die in der Kosmetik- und Körperpflegeindustrie eingesetzt werden, oder Kunststoffgranulat auf Kunstrasenplätzen. Primäres Mikroplastik Typ B entsteht während der Nutzungsphase. Hierzu gehören zum Beispiel der Abrieb von Autoreifen, oder Fasern aus synthetischen Textilien, die beim Waschen ins Abwasser gelangen. Sekundäres Mikroplastik entsteht bei dem Zerfall größerer Kunststoffteile im Verwitterungsprozess durch Wellenbewegung und Sonneneinstrahlung.

Quelle: Leslie 2014; UNEP 2015; Fraunhofer 2018

Beschaffenheit und Entstehung von Reifenabrieb

Der Hauptbestandteil heutiger Fahrzeugreifen ist eine Mischung aus natürlichem und synthetischem Kautschuk.⁴ Synthetischer Kautschuk ist ein synthetisches Polymer (Kunststoff)⁵ und macht etwa 60% der Zusammensetzung eines Reifens aus.⁶ Hinzu kommen diverse Zusätze, die unterschiedliche Funktionen erfüllen und innerhalb der EU in jedem Reifen zu festgelegten Anteilen vorhanden sind.⁷ Die als Reifenabrieb bezeichneten Partikel werden allerdings nur von den äußeren Teilen des Reifens gebildet.⁸ Die Hauptbestandteile sind hier eine Mischung unterschiedlichen Kautschuks (40% natürliches Kautschuk, 30% Styrenkautschuk, 20% Butadien-Kautschuk, 10%

¹ Fraunhofer-Institut UMSICHT (2018)

² Boucher, Friot (2017)

³ Essel et al (2015)

⁴ Boucher, Friot (2017), Kole et al (2017), Verschoor et al (2016)

⁵ Essel et al (2015)

⁶ Boucher, Friot (2017)

⁷ Verschoor et al (2016)

⁸ Boucher, Friot (2017)

anderer Kautschuk), Füllstoffe und verstärkende Materialien. Weitere Komponenten mit unterschiedlichen Funktionen sind beispielsweise Zinkoxid, Weichmacher (Stearinsäure), Schwefel und Antioxidantien.⁹ Zur Reifenabnutzung kommt es, da bei dem Kontakt zwischen Straßenoberfläche und Reifen Scherkräfte und Hitze im Reifen entstehen. Durch die Hitze heften sich außerdem Abnutzungspartikel der Straße an den abgeriebenen Kautschuk. Zudem entsteht durch das Drücken des Bremsklotzes gegen den rotierenden Teil des Reifens beim Bremsen nicht nur Abrieb des Reifens, sondern auch Bremsenabrieb¹⁰, der ebenso wie der Reifenabrieb zudem eine der Hauptursachen für Feinstaub ist. Reifenabrieb besteht dadurch nicht nur aus Profilabrieb, sondern ist eine heterogene Mischung aus Reifenbestandteilen, Straßenbelag, Bremsenabrieb, Abgasen, Fahrbahnmarkierungen und anderen Zusätzen.¹¹ Die Größe der Partikel variiert zwischen weniger als 10 µm und mehreren 100µm, wobei Partikel der Größen 5 und 25µm besonders häufig vorkommen.¹² Die Dichte des Abriebgemisches beeinflusst die Schwimmfähigkeit der Partikel in Wasser¹³ und beträgt 1,2 bis 1,3 g/cm³.¹⁴

Fahrzeugnutzung und Mikroplastikemission

Da jeder Fahrzeugreifen ein potentieller Produzent von Mikroplastik aus Reifenabrieb ist, hängt die Menge an Reifenabrieb direkt von der Anzahl an Fahrzeugen ab.¹⁵ 2017 wurden in Europa etwa 290 Millionen Kraftfahrzeuge genutzt.¹⁶ Das entspricht einem Durchschnitt von 0,4 Kraftfahrzeugen pro Person. Der Abrieb pro Fahrzeug variiert stark, da er von verschiedenen



Parametern abhängt. Neben den Reifen- und Fahrzeugeigenschaften spielen auch die Straßenbelageigenschaften und das Fahrverhalten eine große Rolle.¹⁷ Diese komplexen Zusammenhänge erschweren die Abschätzung der Gesamtmenge an Reifenabrieb. Zur Berechnung gibt es zwei verschiedene Ansätze. Zum einen kann der Gesamtabrieb durch das Produkt der Emission pro

⁹ Verschoor et al (2016)

¹⁰ Kole et al (2017)

¹¹ Boucher, Friot (2017), Kole et al (2017)

¹² Verschoor et al (2016)

¹³ Boucher, Friot (2017)

¹⁴ Verschoor et al (2016)

¹⁵ Boucher, Friot (2017)

¹⁶ https://www.focus.de/auto/news/fahrzeugbestand-in-europa-schon-mehr-als-eine-viertelmilliarde-pkw_id_7806379.html

¹⁷ Verschoor et al (2016)

Fahrzeugkilometer und der Fahrleistung bestimmt werden. Die zweite Möglichkeit ist die Berechnung über die Anzahl der Reifen und das Gewicht des Verlustes eines Reifens bei der Benutzung. Dieser zweite Ansatz ist in Europa meist gut anwendbar, da Reifen nach der Benutzung gesammelt werden müssen, sodass die Zahlen bekannt sind. Je nach verfügbarer Datenlage des jeweiligen Landes wurde eine der Formeln gewählt und die jährliche Emission für beispielhafte Länder fast aller Kontinente (zu Afrika lagen keine Daten vor) berechnet. In die Berechnungen wurden jeweils die unterschiedlichen Fahrzeugtypen Mofa, Motorrad, Pkw, Bus, Lkw und Sattelschlepper je nach verfügbarer Datenlage mit einbezogen.¹⁸

Tabelle 1: Abriebmenge von Kraftfahrzeugreifen pro Kopf und Jahr in verschiedenen Ländern				
	Einwohner*innen	Anzahl Pkw	Gesamtemission aller Kraftfahrzeuge*(Tonnen/Jahr)	Emission pro Kopf/Jahr (kg)
Niederlande	17.016.967	9.612.273	8834	0,52
Norwegen	5.265.158	3.671.885	7884	1,5
Schweden	9.880.604	5.755.952	13.238	1,3
Dänemark	5.593.785	2.911.147	6721	1,2
Deutschland	80.722.792	52.391.000	92.594	1,1
Vereinigtes Königreich	64.430.428	35.582.650	63.000	0,98
Italien	62.007.540	51.269.218	50.000	0,81
Japan	126.702.133	76.763.402	239.762	1,9
China	1.373.541.278	250.138.212	756.240	0,55
Indien	1.266.883.598	159.490.578	292.674	0,23
Australien	22.992.654	17.180.596	20.000	0,87
USA	323.995.528	265.043.362	1.524.740	4,7
Brasilien	205.823.665	81.600.729	294.011	1,4
Gesamt	3.564.856.130	1.001.411.004	3.369.698	0,95
Quelle: Bearbeitung der Originaltabelle				
*Alle Kraftfahrzeuge umfasst Sattelschlepper, Lkw, Busse, Pkw, Motorräder und Mofas				

¹⁸ Kole et al (2017)

Für die einzelnen Fahrzeugtypen ergeben sich folgende Werte:

Tabelle 2: Menge Reifenabrieb der einzelnen Kraftfahrzeugtypen in den in Tab. 1 aufgeführten europäischen Ländern	
Fahrzeugtyp	Abrieb (mg/km)
Sattelschlepper	655
Lkw	630
Bus	567
Pkw	98
Motorrad	45
Mofa	17
* Eigene Berechnung auf Grundlage der Studie Wear and Tear of Tyres ¹⁹	

Die teils starken Schwankungen der Pro-Kopf-Emissionen lassen sich daher zum einen durch die unterschiedliche Anzahl Pkw pro Kopf erklären. Zum anderen werden beispielsweise in den USA durch lange Strecken mit Lkw, die deutlich mehr Reifenabrieb als Autos erzeugen, viele Kilometer zurückgelegt, sodass die Emissionen pro Kopf deutlich über dem Durchschnitt liegen. In Deutschland ergaben sich durch Berechnungen mit unterschiedlichen Methoden Mengen zwischen 61.363 und 125.188 Tonnen/Jahr. Anhand dieser Berechnungen für einige Länder wurde eine globale Pro-Kopf-Emission hochgerechnet. Sie beträgt 0,81 kg/Jahr.²⁰ Auch wenn die Ergebnisse unterschiedlicher Studien eine gewisse Differenz aufweisen, macht die Größenordnung der Hochrechnungen das Ausmaß der Problematik deutlich.

Hinzu kommt, dass auch Flugzeugreifen für Reifenabrieb sorgen. Für eine durchschnittliche Maschine wurde ein Abrieb von 278g pro Start- und Landungszyklus abgeschätzt.²¹ Durch Reifenabrieb von Fahrrädern entsteht in Deutschland eine jährliche Pro-Kopf-Emission von 15,6g²², sodass Fahrräder nur 1,3% des Reifenabriebs ausmachen.

Eintragspfade und Ausbreitung

Da große Teile der in Meeren gefundenen Mikroplastikpartikel aus Reifenabrieb stammen, stellt sich die Frage, nach den Eintragspfaden. Abhängig von der Partikelgröße gelangt Reifenabrieb auf unterschiedlichem Wege in die Umwelt.



¹⁹ Kole et al (2017)

²⁰ Kole et al (2017)

²¹ Kole et al (2017)

²² Fraunhofer-Institut UMSICHT (2018)

Während nur die kleinen Partikel (0,1-10% des Reifenabriebs) leicht genug sind, um über die Luft transportiert²³ und zu Fein- bzw. Mikrostaub gezählt²⁴ zu werden, lagern sich die größeren Partikel auf der Straßenoberfläche ab. Einige davon verbleiben auf bzw. in der Straße, wo hingegen andere Teile bei Regen als Straßenabfluss je nach örtlicher Situation in Böden, direkt ins Oberflächenwasser oder in die Kanalisation gespült werden. Bei letzterer gibt es Trennwassersysteme, die Regenwasser direkt ins Oberflächenwasser leiten, sodass es nicht in Kläranlagen gereinigt wird. Das führt dazu, dass der Reifenabrieb vom Straßenabfluss nicht aufgefangen wird, sondern ungefiltert in die Oberflächengewässer gelangt.²⁵ Bei Mischsystemen werden Regen- und Schmutzwasser im selben Kanalsystem abgeleitet.²⁶ Dadurch gelangt das Regenwasser zusammen mit dem Abwasser in die Kläranlagen, doch auch dort wird nicht das gesamte Mikroplastik herausgefiltert. Obwohl keine speziellen Daten für Reifenabrieb vorliegen, ist aus Daten für Mikroplastik im Allgemeinen anzunehmen, dass sich im durch Kläranlagen gereinigten Wasser noch ca. 25% der ursprünglichen Mikroplastikmenge befinden.²⁷ Für Trennsysteme wurde früher angenommen, dass das Regenwasser so wenig verschmutzt sei, dass es gefahrlos ohne irgendeine Behandlung eingeleitet werden kann.²⁸ Diese Annahme ist für durch Reifenabrieb verunreinigtes Regenwasser nicht erfüllt. Dennoch nimmt der Anteil an Mischwasserkanalisationen angeschlossener Einwohner im Bundesmittel ab und beträgt laut Daten des statistischen Bundesamtes 2013 54,1%. Insbesondere im ländlichen Raum dominiert die Trennentwässerung. Sie beträgt in Niedersachsen 93,3% und in Brandenburg 96,1%. In Bremen sind 57,9% der Einwohner an Trennsysteme angeschlossen²⁹, wobei in den historisch gewachsenen Kernbereichen Bremens das Mischsystem verwendet wird.³⁰ In Hamburg bestehen gut drei Viertel des Abwassernetzes aus einem Trennsystem³¹.

Ein weiterer Teil der Problematik ist, dass in Europa und Nordamerika etwa 50% des Klärschlammes, in dem sich potentiell Partikel des Reifenabriebs befinden, als Dünger auf landwirtschaftliche Flächen aufgetragen werden, sodass etwa 16-38% davon im Boden verbleiben. Reifenabrieb gelangt also über verschiedene Eintragspfade in Oberflächengewässer und somit auch in Flüsse, die das Mikroplastik in die Meere transportieren. Abhängig von der Schwere der Partikel und der Fließgeschwindigkeit des Flusses verbleiben durchschnittlich etwa 75% der Partikel im Flussbett.

²³ Kole et al (2017)

²⁴ Stöven et al (2015)

²⁵ Kole et al (2017)

²⁶ Kleindorfer (2005)

²⁷ Kole et al (2017)

²⁸ Kleindorfer (2005)

²⁹ Brombach, Dettmar (2016)

³⁰ <https://www.hansewasser.de/wir-fuer-bremen/daseinsvorsorge-fuer-die-stadt/bremer-kanalnetz>

³¹ <https://www.hamburgwasser.de/privatkunden/unser-wasser/der-weg-des-wassers/abwasserableitung/>

Die restlichen Partikel gelangen ebenso wie die luftübertragenden Partikel (durch atmosphärischen Transport und Regen) in die Weltmeere. Insgesamt macht Reifenabrieb global etwa 5 bis 10% des Plastiks im Meer aus.³²

Gesundheitliche Folgen

Wie bei der Mikroplastikproblematik im Allgemeinen sind die gesundheitlichen Auswirkungen auf den Menschen auch beim Reifenabrieb noch nicht ausreichend erforscht. Dennoch lässt sich feststellen, dass eine potentielle Gefährdung auf zwei unterschiedlichen Wegen besteht. Zum einen durch die Einatmung luftübertragener Partikel und zum anderen durch den Konsum aquatischer Organismen, die die Partikel zuvor filtriert oder gefressen haben. Die gesundheitlichen Auswirkungen durch die Einatmung hängen von verschiedenen Faktoren wie der Partikelkonzentration und Größenverteilung in der Luft und der chemischen Zusammensetzung der Partikel ab. Es können sowohl physikalische als auch toxikologische Effekte auftreten. Bei der Nahrungsaufnahme können lokale und systemische Effekte auftreten, da viele Komponenten des Reifenabriebs eine Bedrohung auslösen.³³ So können PAK (polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe), die als Weichmacher in Winterreifen eingesetzt werden, über Mikroplastik ihr umwelttoxisches Potential entfalten.³⁴

BUND Forderungen

Aufgrund der enormen Emissionsmengen in die Meere und Oberflächengewässer, sowie der potentiellen gesundheitlichen Folgen für den Menschen und andere Organismen wird schnell deutlich, dass dringend Maßnahmen zur Reduzierung von Reifenabrieb ergriffen werden müssen.

Bei der Konstruktion von Reifen spielt die sogenannte magische Triangel aus drei miteinander zusammenhängenden Qualitätsaspekten, eine wichtige Rolle. Die Aspekte Lärmerzeugung, die für die Sicherheit wichtige Nasshaftung und der den Kraftstoffverbrauch beeinflussende Rollwiderstand machen die Performance eines Reifens aus und können durch die Reduzierung des Abriebs beeinträchtigt werden.³⁵ Es muss also ein Kompromiss zwischen Kraftstoffverbrauch, Sicherheit, Haltbarkeit und Umweltberücksichtigung gefunden werden.³⁶

³² Kole et al (2017)

³³ Kole et al (2017)

³⁴ Fath (2019)

³⁵ Verschoor et al (2016)

³⁶ Kole et al (2017)

Daraus ergeben sich für den BUND folgende Forderungen:

1. Weniger Individual- und Güterverkehr

Da die Menge an Reifenabrieb in direktem Zusammenhang mit der Anzahl betriebener Kraftfahrzeuge steht³⁷, wirkt sich eine Verringerung des Individualverkehrs und des straßengebundenen Güterverkehrs direkt mindernd auf den Reifenabrieb aus.

2. Zusammensetzung und Struktur der Reifen optimieren

Mögliche Lösungsansätze sind die Produktion abriebresistenterer Reifen³⁸ oder eine ökogerechte Gestaltung der Kautschukpolymere.³⁹

3. Weniger „schwere“ Autos

Die Menge an entstehendem Reifenabrieb steht in einem linearen Zusammenhang zu dem Gewicht des Fahrzeugs.⁴⁰ Von leichteren Autos wird somit weniger Abrieb produziert, weshalb auf besonders schwere Autos (z.B. SUVs) verzichtet werden sollte.

4. Verbesserung der Zusammensetzung, Infrastruktur und Instandhaltung von Straßenoberflächen

Im Bereich der Effekte durch Straßen können entweder Straßenbeläge, die die Abreibung minimieren, oder die Abriebpartikel besser halten oder filtern genutzt und entwickelt werden und eine frühzeitige Straßeninstandhaltung zur Minimierung der Abreibung führen.⁴¹

5. Fahrzeugnutzung und Instandhaltung optimieren

Es gibt verschiedene technische Maßnahmen bezüglich der Fahrzeugnutzung, die die Emission von Mikroplastik verringern können. Demnach sollten der richtige Reifendruck und die richtige Radeinstellung und –auswuchtung aufrecht gehalten werden. Zudem sollten der rechtzeitige Wechsel und die richtige Lagerung von Sommer- und Winterreifen eingehalten und die Fahrzeugkilometer und die Geschwindigkeit reduziert werden.⁴²

³⁷ Kole et al (2017)

³⁸ Verschoor et al (2016)

³⁹ Boucher, Friot (2017)

⁴⁰ Kole et al (2017)

⁴¹ Verschoor et al (2016)

⁴² Verschoor et al (2016)

6. Mikroplastik nicht in den Wasserkreislauf gelangen lassen

Eine erhöhte Kanalisations- und Kläranlageneffizienz kann einen besseren Umgang mit anfallendem Reifenabrieb ermöglichen.⁴³ Maßnahmen zum Rückhalt der Partikel in Trennwassersystemen und in Kläranlagen müssen ergriffen werden. Eine andere Möglichkeit wäre das Abfangen von Partikeln, bevor der Straßenabfluss in die Kanalisation gelangt.⁴⁴

Kontakt und weitere Informationen:

Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V. (BUND)
Nadja Ziebarth; BUND Meeresschutzbüro
Tel. (0421) 79002 32; E-Mail: Nadja.Ziebarth@bund.net
www.bund.net/Mikroplastik

Referenzen

Boucher, J. & Friot, D. (2017): Primary Microplastics in the Oceans: a Global Evaluation of Sources. IUCN, Gland, Switzerland

Essel, R. et al. (2015): Sources of microplastics relevant to marine protection in Germany. Umweltbundesamt. Text 64/2015

Eunomia Research & Consulting Ltd (2017): Environmental Impact Study On Artificial Football Turf. Im Auftrag der FIFA.

Fath, A. (2019): Mikroplastik. Verbreitung, Vermeidung, Verwendung. Villingen-Schwenningen, Deutschland: Springer Spektrum.

Fraunhofer-Institut UMSICHT (2018): Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik. Ursachen, Mengen, Umweltschicksale, Wirkungen, Lösungsansätze, Empfehlungen. Oberhausen.

Hann, S. et al (2018): Investigating options for reducing releases in the aquatic environment of microplastics emitted by (but not intentionally added in) products. Report for DG Environment of the European Commission.

⁴³ Boucher, Friot (2017), Kole et al (2017)

⁴⁴ Kole et al (2017)

KIMO, Fidra (2018a): Pitch In to reduce microplastic loss from artificial pitches. Guidelines for Designers and Procurement Specialists.

KIMO, Firda (2018b): Pitch In to reduce microplastic loss from artificial sports pitches. Guidelines for Owners and Maintenance Teams.

KIMO, Fidra (2018c): Pitch In to reduce microplastic loss from artificial pitches. Guidelines for Pitch Users.

Kole, P. J., Löhr, A. J., Van Belleghem, F. G. A. J., Ragas, A. M. J. (2017): Wear and Tear of Tyres: A Stealthy Source of Microplastics in the Environment. In: *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14.

Lassen, C. et al (2015): Microplastics. Occurrence, effects and sources of releases to the environment in Denmark. Published by The Danish Environmental Protection Agency. Copenhagen.

Leslie, H. A. (2014) Review of Microplastics in Cosmetics. Amsterdam: Institute for Environmental Studies, VU University Amsterdam.

Magnusson, K. et al (2016): Swedish sources and pathways for microplastics to the marine environment. A review of existing data. Swedish Environmental Protection Agency. Stockholm.

UNEP (2015) Plastics in Cosmetics. United Nations Environment Programme. Nairobi.

Verschoor et al, (2016): Emission of microplastics and potential mitigation measures - Abrasive cleaning agents, paints and tyre wear. RIVM Report 2016-0026. National Institute for Public Health and the Environment. Bilthoven. Netherland