

Straßenabflüsse behandeln: Sedimentation, Flotation und Filtration

Aus unserer unmittelbaren Umgebung gelangen winzige Plastikpartikel ins Meer – und über die Nahrungskette zu uns zurück. Weltweit verteilt belastet Mikroplastik Luft, Boden und Wasser. Bei der Suche nach dessen Herkunft gerät Reifenabrieb in den Fokus. Und der Regenabfluss von Straßen bietet die Möglichkeit, einiges davon zurückzuhalten.

Ohne es zu merken, nimmt jeder von uns pro Woche bis zu 5 g Mikroplastik mit der Nahrung zu sich. Das entspricht dem Gewicht einer Kreditkarte. Diese Aussage der weltweit tätigen Umweltstiftung World Wide Fund For Nature (WWF) schockiert, auch wenn die ermittelten Werte von Person zu Person variieren, abhängig von Regionen und konsumierten Produkten. Im Auftrag des WWF hatte die University of Newcastle (Australien) nach Auswertung von mehr als 50 Studien unterschiedlicher Herkunft entsprechende Berechnungen durchgeführt und im Juni 2019 veröffentlicht [1].

Die Plastikkrise ist ein globales Problem, das neben Umwelt und Natur uns Menschen direkt betrifft. Inwieweit die Aufnahme von Mikroplastik schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit hat, ist derzeit noch nicht erforscht. Ob und welche Wirkung Kleinstpartikel aus Plastik (sog. Nanoplastik) entfalten, wenn wir diese aufnehmen, ist bislang nicht bekannt. Klar ist jedoch, dass Mikroplastikpartikel Chemikalien enthalten.

Herkunft auch von Autoreifen

Eine Untersuchung des Fraunhofer-Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik in Oberhausen (UMSICHT) vom Juni 2018 hat den Abrieb von Autoreifen als den größten Verursacher von freigesetztem primären Mikroplastik identifiziert. Allein der Abrieb von Lkw-, Pkw-, Motorrad- und Fahrradreifen macht demnach mehr als 42 % der gesamten Mikroplastikemissionen in Deutschland aus [2]. Den Abrieb von Schuhsohlen, Fahrbahnmarkierungen und Asphalt hinzuge-rechnet, ergeben sich ca. 57 %, die überwiegend auf Verkehrsflächen entstehen.

Die Autoren der Studie gehen davon aus, dass sie mit den von ihnen ausgewerteten 51 Emissionsquellen nur drei Viertel der freigesetzten Menge erfasst haben. Hochgerechnet bedeutet das, dass bisher in Deutschland pro Einwohner jedes Jahr 4 kg (0,004 t/a) Mikroplastik dazukommen. Das entspricht insgesamt 330.000 t/a, Tendenz steigend – Anlass für das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), das Verbundprojekt TyreWearMapping zu fördern, bei dem sogenannte „Hotspot-Karten“ als Grundlage für künftige Maßnahmen entwickelt werden. Dr.-Ing. Ilka Gehrke, Abteilungsleiterin Photonik und Umwelt beim Fraunhofer UMSICHT in Oberhausen, möchte mit ihren Forschungspartnern ein digitales Planungs- und Entscheidungsinstrument entwickeln, das Aussagen zu Verteilung, Ausbreitung und Quantifizierung von Reifenabrieb ermöglicht. Dadurch könnten auf einer sachlichen Grundlage regulatorische (bspw. Tempolimit)

Quellen von Mikroplastik		
	g / (cap a)	Anteil in Prozent
Fahrbahnmarkierungen	91,0*	3,16 %
Schuhsohlen	109,0*	3,78 %
Asphalt	228,0*	7,91 %
Reifenabrieb	1228,5*	42,63 %
Textilien	76,8	2,66 %
Verpackungen	99,1	3,44 %
Baustellen	117,1	4,06 %
Sportplätze	131,8	4,57 %
Kunststoffgranulat	182,0	6,31 %
Abfallentsorgung	302,8	10,51 %
Sonstige	316,0	10,96 %
Gesamt	2882,10	100,00 %
* davon verkehrsbedingt (eigene Recherche)	1656,5*	57,48 %

Tabelle: Liste der 10 größten Verursacher [2]. Über die Hälfte der Mikroplastik (Zeilen 1–4 mit zusammen ca. 57,5 %) sind verkehrsbedingter Abrieb (Quelle: Mall-Umwelt-Info Ausgabe 5 [5])



Bild 1: Reifen verlieren mit der Zeit an Substanz und setzen neben Feinstaub auch Kleinstpartikel frei. Die gelangen von der Straße in Luft, Boden und Gewässer (Foto: Fraunhofer UMSICHT)

oder bauliche Maßnahmen (bspw. Filteranlagen an Straßenabläufen) gezielt und schnell ergriffen werden.

Wenig Rückhalt durch Sedimentation?

Thorsten Schmitz und Kollegen haben im Rahmen des vom Land

Nordrhein-Westfalen geförderten Forschungsprojekts ReWaFil am Institut für Infrastruktur, Wasser, Ressourcen, Umwelt (IWARU) der FH Münster die Sedimentierbarkeit von Straßenkehrschicht untersucht [3]. Das ist von besonderem Interesse, da in Siedlungsgebieten das Mikroplastik aus dem Straßenverkehr überwiegend mit Regenab-

■ Verfasser

Dipl.-Ing. Klaus W. König

mail@klauswkoenig.com

Freier Fachjournalist und Buchautor; Mitarbeiter des DIN-Ausschusses für Wasserrecycling, Regen- und Grauwassernutzung; Lehrbeauftragter an der ESB Business School der Hochschule Reutlingen www.klauswkoenig.com

Mikroplastik-Emissionen

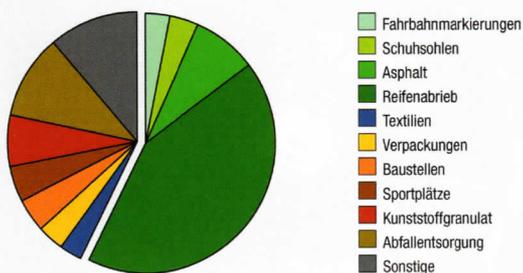


Bild 2: Mikroplastikemissionen nach [2] (Grafik: Mall)

flüssen abgespült wird. Bei kombiniertem Reifen- und Straßenabrieb (engl.: tyre and road wear particle – TRWP) gilt eine Dichte von 2 g/cm^3 als wahrscheinlich. Um diese zu eliminieren, ist die Sedimentation gut geeignet.

In ihren weiteren Überlegungen gehen die Verfasser der IWARU-Studie allerdings von reinem Reifenabrieb (engl.: tyre wear particle TWP) aus. Während bei Mischkanalisation 95 % oder mehr Rückhalt der Partikel in der Kläranlage wissenschaftlich belegt sind, halten sie bei Trennkanalisation die vorgeschriebene Behandlung durch Sedimentation in Regenklärbecken für unzureichend. Das liege vor allem an der geringen Dichte, die Standardreifengummi mit $1,1 \text{ g/cm}^3$ besitze, falls er ohne Verbindung zu mineralischen Partikeln vorkommt. Entgegen den Empfehlungen in den aktuellen Regeln der Technik müsse die Oberflächenbeschickung auf 2 m/h reduziert werden, was immens große unterirdische Anlagen erfordern würde. Damit könnte aber gerade einmal die Fraktion der Partikel $> 80 \mu\text{m}$ ($0,08 \text{ mm}$) eliminiert werden, was nur ca. 10 % des mitgeführten Reifenabriebs entspricht. Der Aufwand stünde in keinem vertretbaren Verhältnis zum Nutzen. Für den Anteil $< 80 \mu\text{m}$, also 90 % der Menge an reinem Reifenabrieb, sei ein Rückhalt durch Sedimentation in Regenklärbecken nicht zu erwarten. Und für eine wirkungsvolle Flotation, das Aufschwimmen innerhalb der unterirdischen Becken, müssten die TWP-Abriebteilchen statt $1,1 \text{ g/cm}^3$ weniger als 1 g/cm^3 aufweisen, also eine geringere Dichte als

Wasser haben. Hinzu kommt, dass die TWP im Durchschnitt nur eine Größe von ca. $20 \mu\text{m}$ ($0,02 \text{ mm}$) haben. Und die kleinsten unter ihnen nähern sich der Molekularbewegung. Bei ihrer Entstehung spielt u. a. die Fahrzeuggeschwindigkeit eine Rolle [4]. Schon 1974 wurde in den USA festgestellt: je höher das gefahrene Tempo, desto kleiner die Partikel. Für die Fraktion $0-20 \mu\text{m}$ haben die Forscher am IWARU allerdings durch Filter Erfolge erzielt: So gelang es, mit einer durchströmten Granulatschüttung von 15 cm immerhin 42 % des sehr feinen Mikroplastikmaterials zurückzuhalten. Ihre Empfehlung für Filter verbinden die Autoren mit einer Warnung: Je höher der Rückhalt von Reifenabrieb in einem Filter, desto mehr Betriebsaufwand für Wartung sei erforderlich. Und sie empfehlen nebenbei noch eine intensivere Straßenreinigung, um vorsorglich den Eintrag in die Straßenabflüsse zu minimieren.

Mehr in Kombination behandeln

Ungeachtet der erhofften Weiterentwicklung von Kunststoffen hin zu naturverträglichem Material werden in den kommenden Jahrzehnten große Anstrengungen notwendig sein, um die Hauptemissionspfade von Mikroplastik besser wahrzunehmen und die Schadstoffe möglichst nahe an ihrer Entstehung zu fassen. Das Ziel muss sein, die weitere Verbreitung in Richtung Luft, Boden und aquatische Ökosysteme zu reduzieren. Vorsorgliche Straßenreinigung in verkehrsarmen Zeiten an den Hotspot-Stellen würde

einen Teil der Partikel entfernen, bevor sie verwirbelt und abgeschwemmt werden. Aus Gründen der Verkehrssicherheit geschieht das auf den Start- und Landebahnen der großen Flughäfen jede Nacht. Regulatorisch vorsorgend wären u. a. Geschwindigkeitsbeschränkungen für Fahrzeuge, um weniger der ganz kleinen, schwer zu fassenden Partikel entstehen zu lassen.

Zur Reinigung von Straßenabflüssen wird zu prüfen sein, ob bestehende und neu zu bauende Sedimentationsanlagen um geeignete Filter [5] ergänzt werden sollten, bevor deren Abläufe in Oberflächengewässer münden. Das gilt entsprechend für Versickerungsanlagen, zum Schutz des Bodens und des Grundwassers. Und selbst wenn Kläranlagen, wie zuvor beschrieben, 95 % des Reifenabriebs im Klärschlamm zurückhalten, ist ihr gesamter Wirkungsgrad zum Schutz nachfolgender Gewässer nicht optimal. Wird der Klärschlamm zudem auf Böden, insbesondere der Landwirtschaft, ausgebracht, gelangt das Mikro-

plastik auf ganz kurzem Weg in unsere Nahrungskette. Dann ist vielleicht die eingangs erwähnte WWF-Studie in Deutschland schon überholt und wir konsumieren wöchentlich bald die Plastikmenge von zwei Kreditkarten? Bleibt zu überlegen, ob zusätzlich zur Straßenentwässerung im Trennsystem die Abflüsse Richtung Mischkanal (im Zulauf solcher Kläranlagen, die noch Klärschlamm an Landwirte abgeben dürfen) mit geeigneten Filtern ausgestattet werden müssen.

Filtertyp je nach Gewässer auswählen

„Schwimmende Partikel mit geringerem Durchmesser als $100 \mu\text{m}$ ($0,1 \text{ mm}$) oder mit einer Dichte nahe an 1 g/cm^3 kann man nicht mehr mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand durch mechanische Verfahren aus dem Regenwasser entfernen“, sagt Stephan Klemens, Entwicklungsleiter beim Hersteller Mall GmbH. „Hier ist die Filtration das wirtschaftlichere und sicherere Mittel.“ Er emp-



Bild 3: Lamellenklärer ViaTub aus Betonfertigteilen und speziellen Einbauten, die Sedimentation und Flotation ermöglichen. Mit Sammelraum für schwimmende Partikel (Fotos 3–6: Mall)



Bild 4: Gewässerschutzfilter ViaGard. Versetzen des Filterschachtes aus Betonfertigteilen mit Funktionselementen, die das zu reinigende Wasser von oben nach unten durchfließt



Bild 5: Substratfilter ViaPlus 3000. Einbau des Filterschachtes aus Betonfertigteilen mit Funktionselementen, die das zu reinigende Wasser horizontal durchfließt



Bild 6: Substratfilter ViaPlus nach „erfolgreichem Einsatz“, allerdings ohne Wartung

fehlt die Verfahren ViaPlus für die Behandlung vor Versickerung und ViaGard für die Behandlung vor Ableitung in Oberflächengewässer.

- ViaPlus-Anlagen werden horizontal durchflossen und haben einen eigenen Sedimentationsraum vor dem Filter- und Adsorptionselement. Sie sind speziell auf den Rückhalt von Schwermetallen, abfiltrierbaren Stoffen und Mineralölkohlenwasserstoffen ausgelegt, sind vom Deutschen Institut für Bautechnik auf Leistung und Umweltverträglichkeit geprüft und haben eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für die direkte Versickerung von Regenwasserablauf aus stark verschmutzten Verkehrsflächen.
- ViaGard-Anlagen werden von oben nach unten durchflossen. Oberhalb des Filters befindet sich ein Wasserpolster. Dieses Polster kann sehr gut schwimmende Partikel speichern, ohne den Filter direkt zu belasten. Der Filter ist in drei Schichten aufgebaut. In Fließrichtung sind ein Textilvlies, danach eine mineralische Schüttung aus ViaSorp und zum Abschluss nochmals ein Textilvlies angeordnet. Die Reinigungsleistung wurde durch das österreichische Normeninstitut geprüft und bestätigt. Unterhalb des Filters wird das Wasser aufgefangen und nach dem Prinzip kommunizierender Gefäße zum Ablauf hochgeleitet. Durch den Filterwiderstand entsteht zwischen Zu- und Ablauf eine Höhendifferenz von nur ca. 30 cm – ein Vorteil beim Abfluss in Richtung Oberflächengewässer.

Wartungsintervall je nach Flächenbelastung

Vorgaben durch Gesetze oder Verwaltungsvorschriften der Bundesländer für Reinigungsleistung und Wartungsintervall in Bezug auf Reifenabrieb gibt es noch nicht. Je nach spezifischer Flächenbelastung muss das richtige Intervall im Einzelfall gefunden werden. Mall bietet neben den Behandlungsanlagen auch Inspektion und

Wartung als Dienstleistung an. Die Bereiche, in denen besonders viel Reifenabrieb entsteht, sind leicht zu identifizieren:

- Kreisverkehre, Ampelbereiche und Beschleunigungsstreifen: Wo gebremst, angefahren und beschleunigt wird oder wo enge Radien gefahren werden, ist der Abrieb von Reifen besonders intensiv. Bei der hier zu erwartenden hohen Mikroplastikbelastung im Abwasser emp-

fehlt sich eine Kombination aus den Verfahren Sedimentation, Flotation und Filtration mit den Mall-Komponenten ViaTub und ViaPlus oder ViaGard.

- Parkplätze von Einkaufszentren, Speditionen, Industrieareale: Wo nicht schnell gefahren, aber rangiert wird, entstehen weniger ganz feine Partikel. Doch fallen auf diesen Flächen in verstärktem Maß Kupfer und Zink durch abtropfendes Wasser

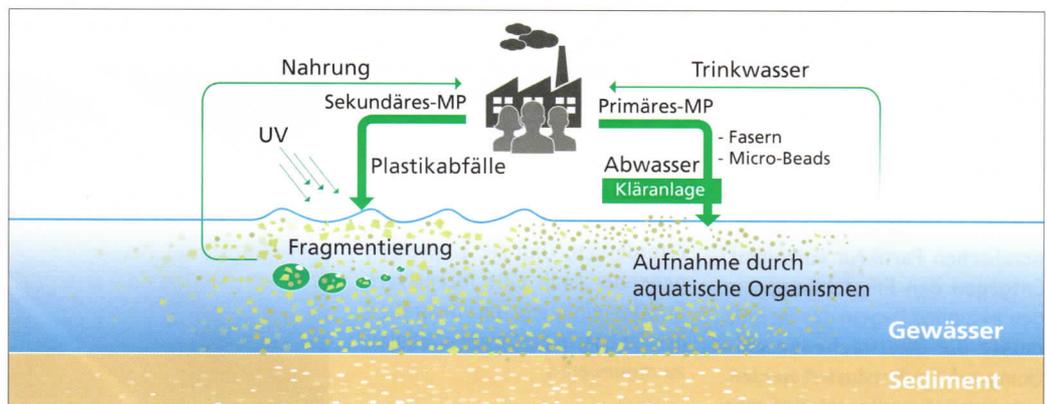


Bild 7: Die mit steigender Kunststoffproduktion und unregelmäßiger Entsorgung einhergehende Zunahme von Mikroplastik in der aquatischen Umwelt kann sich zu einem gravierenden Problem für Mensch und Natur entwickeln (Grafik: Fraunhofer UMSICHT)

Begriffsdefinitionen (Quelle: Korrespondenz Abwasser, Gehrke et al. [6])

Mikroplastik und Makroplastik bezeichnen unter Standardbedingungen feste Objekte aus thermoplastischen, elastomeren oder duroplastischen Kunststoffen, die direkt oder indirekt durch menschliches Handeln in die Umwelt gelangen. In manchen Studien wird Mikroplastik der Größe nach als „kleiner 5 mm“ definiert.

Primäres Mikroplastik Typ A: Partikel und Fasern, die gezielt hergestellt werden, z. B. Reibkörper für Kosmetikprodukte

Primäres Mikroplastik Typ B: Partikel und Fasern, die erst während der Nutzungsphase eines Produktes freigesetzt werden, z. B. der Abrieb von Reifen, beim Waschen freigesetzte synthetische Fasern oder die Verwitterung von Farben

Sekundäres Mikroplastik: Partikel, die aus größeren Kunststoffteilen durch langsame Verwitterung und Fragmentierung in der Umwelt entstehen, z. B. aus Plastiktüten im Müll

Makroplastik: Größere feste Objekte in der Umwelt, bestehend aus thermoplastischen, elastomeren oder duroplastischen Kunststoffen

von Karosserien an. Die aktuellen technischen Regeln empfehlen in solchen Situationen eine Filtrationsstufe mit speziell dafür geeignetem Adsorptionsmaterial, z. B. die Mall-Anlage ViaPlus.

Zusammenfassung

Mikroplastik auf Verkehrsflächen entsteht in der Hauptsache durch Abrieb von Fahrbahnen sowie Reifen und gelangt fein verteilt in Luft, Boden und Oberflächen-gewässer. Das Behandeln von Straßenabflüssen verringert den Eintrag in die Natur, bevor das Wasser diese Schadstoffe diffus verteilt. Die nötigen Verfahren sind bekannt, gesetzliche Vorgaben speziell zur wirksamen Elimination von Mikroplastik fehlen noch. Sedimentationsanlagen sind für die

kanalisierte Straßenentwässerung Standard, je nach Bundesland in unterschiedlicher Ausführung. Sie können jedoch wenig des reinen Reifenabriebs TWP, falls dieser unabhängig vom Straßenabrieb in der Umwelt vorkommt, aus dem Wasser entfernen und sind deshalb als alleinige Maßnahme aus heutiger Sicht nicht zielführend.

Für Partikel < 100 µm (darunter fällt fast der gesamte Reifenabrieb TWP) sind technische Filter erforderlich. Solche Filter mit adsorbierendem Material sind besonders wirkungsvoll, sofern zuvor eine Sedimentation mineralischer und gemischter Partikel (TRWP) stattgefunden hat. Hilfreich bei extrem kleinen Stoffen geringer Dichte ist zusätzlich, wenn Filter von oben nach unten durchströmt werden, sodass ein

Raum für aufschwimmendes Material vorhanden ist, und wenn die Wartungsintervalle so rechtzeitig erfolgen, dass die Filter funktionsstüchtig bleiben. Welcher Typ von Sedimentationsanlage mit welchem Typ von Filter kombiniert wird, hängt sowohl von der spezifischen Flächenbelastung am Entstehungsort der Schadstoffe als auch von der Zumutbarkeit für Boden bzw. Gewässer ab, in die nach Behandlung eingeleitet wird.

Literaturverzeichnis

- [1] WWF (2019): Plastik umgibt uns. Auch in unserer Nahrung, Wasser und Luft. Berlin, Juni 2019
- [2] Bertling, J.; Bertling, R.; Hamann, L. (2018): Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik. Kurzfassung der Konsortialstudie. Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Ener-

gietechnik UMSICHT (Hrsg.), Oberhausen, Juni 2018

- [3] Schmitz, T.; Olbertz, N.; Grüning, H. (2020): Mikroplastik in Oberflächenabflüssen – Grenzen der Sedimentierbarkeit. In: gwf Wasser-Abwasser 2/2020, Vulkan-Verlag, Essen, 2020
- [4] Dannis, M. L. (1974): Rubber Dust from the Normal Wear of Tires. Rubber Chemistry and Technology 47(4), 1011–1037. DOI:10.5254/1.3540458
- [5] Mall-Umwelt-Info Ausgabe 5 (2019): Aktuelle Informationen zum Umgang mit Reifenabrieb und Mikroplastik. Mall GmbH, Donau-eschingen, Juli 2019
- [6] Gehrke, I.; Bertling, R. (2020): Kunststoffemissionen im Wasserkreislauf. In: Korrespondenz Abwasser, Abfall (67) Nr. 2. GfA, Hennef, Februar 2020

SICKERTUNNEL

Neue Schachtabdeckung für dauerhafte Verkehrssicherheit und schnellen Einbau ohne Spezialwerkzeug

Schachtabdeckungen sind der sichtbare, obere Abschluss der Wartungsschächte von unterirdischen Ver- und Entsorgungskanälen. Autofahrern und Anwohnern sind sie ein Dorn im Auge. Für Planer, Bauausführende und die für die Unterhaltung von Straßen Verantwortlichen sind sie eine Herausforderung. Eine nicht flächenbündige Schachtabdeckung führt zum sogenannten „Schlagloch-Effekt“ und damit auch zu Lärmemissionen. Darüber hinaus verursachen schadhafte Schachtabdeckungen hohe Sanierungskosten.

Die Lebensdauer von Schachtabdeckungen und deren direktem Umfeld ist von vielen Faktoren abhängig wie Verkehrsbelastung, Materialqualität, Montage und Einbausituation. So können mangelnde Materialgüte und unzulänglicher Einbau bei extremen Belastungen und hohen Verkehrsfrequenzen frühzeitig zu Schäden an der Schachtabdeckung selbst, dem darunterliegenden Schacht



Bild 1: Ziehen der schadhaften Schachtabdeckung

und dem die Schachtabdeckung umgebenden Straßenbelag führen. Schwachstellen bei Schachtabdeckungen in herkömmlicher Bauweise sind im Wesentlichen die stark belastete Mörtelfuge zwischen Schachthals und Abdeckung sowie eine fehlende Entkopplung des Schachtkopfes und der Schachtabdeckung gegenüber dem Straßenbelag.

Vorbildliche Sanierung einer Schachtabdeckung

Im Rahmen einer Sanierungsmaßnahme konnte der Einbau der neuen Schachtabdeckung Multitop Beguplan dokumentiert werden. Die Stadtentwässerung Uelzen ist seit 2015 dazu übergegangen, überwiegend Schachtabdeckungen von ACO einzusetzen. Bei dem Projekt kam nun auch die

Neuentwicklung mit all ihren Produktvorteilen zum Einsatz. Bereits vor Jahren wurden eigene Einbauempfehlungen für Schachtabdeckungen bei Schachtkopfsanierungen ausgearbeitet, nach denen die ausführenden Baufacharbeiter der Stadt vor Ort arbeiten. Das eigene Team kann auf lange Erfahrungen zurückgreifen und arbeitet deshalb mit gleichbleibend hoher Qualität.