

Dr.-Ing. Tim Fuhrmann

# Rückhalt von Mikroplastik in Kläranlagen

Kläranlagen sind in der Lage, große Teile des Mikroplastiks im Abwasser zurückzuhalten. Derzeit werden in diesem Zusammenhang zahlreiche Untersuchungen durchgeführt. Eine Übersicht zeigt die Herausforderungen, vorliegende Erkenntnisse und offene Fragen.



Projektinfo

Nachdem das Auftreten von Kunststoffpartikeln in den Ozeanen schon seit Jahren Gegenstand von internationalen Forschungsprojekten ist /12/, haben sich in jüngerer Vergangenheit die Untersuchungen auch auf die Mikroplastikbelastung der Binnengewässer ausgedehnt. Für Deutschland wird dies beispielsweise im Länderbericht von 2018 dokumentiert /4/. Mikroplastikpartikel werden unter anderem über Schmutz-, Misch- und Regenwasser direkt in die aquatische Umwelt eingetragen. Als einer der Eintragspfade sind daher auch Kläranlagenabläufe ins Visier geraten.

## Bestimmung von Mikroplastik im Abwasser – Herausforderungen

Als Mikroplastik werden Kunststoffpartikel < 5 mm bis in den Mikrometerbereich bezeichnet /2/. Die Untergrenze ist mit 1 µm definiert. Im siedlungswasserwirtschaftlichen Bereich liegt die mit üblichen Sieben derzeit technisch realisierbare Untergrenze in der Regel bei 5 – 10 µm. Bei vielen bisher publizierten Untersuchungen zu Mikroplastikvorkommen wurden jedoch deutlich größere Maschen- oder Lochweiten verwendet, wodurch die Reproduzier- und Vergleichbarkeit von Messwerten ohne entsprechende Kontextinformationen erschwert ist. Auch die Probenaufbereitung und die Mikroplastikanalytik erfolgten bisher meist (noch) nicht einheitlich. Dies führt zu einer uneinheitlichen Datenbasis für die Beurteilung von Mikroplastikfrach-

ten. Die Bestimmung von Mikroplastik im Abwasser ist zudem sehr zeit- und kostenaufwändig, Messkampagnen werden durch Kosten von mehreren hundert Euro pro Probe eingeschränkt. Für die Bestimmung von Mikroplastikkonzentrationen in Kläranlagenabläufen ist die Filtration großer Probenvolumina von jeweils mehreren Kubikmetern notwendig, für die zunächst feldtaugliche Probenahmeapparaturen entwickelt werden mussten. Ein Beispiel für einen pragmatischen Ansatz ist in Bild 2 dargestellt.

Insbesondere bei Gewässeruntersuchungen erfolgen Messwertangaben häufig in Partikelzahlen. In der Siedlungswasserwirtschaft ist dagegen die Angabe von Massenkonzentrationen beispielsweise im Hinblick auf Bilanzierungen sinnvoll und üblich. Dieser Ansatz hat sich jüngst auch für Mikroplastikbelastungen durchgesetzt.

Eine eindeutige Definition von Mikroplastik und die klare Standardisierungen zu dessen Bestimmung stehen aber weiterhin aus. Um dem großen Klärungsbedarf in diesen Bereichen zu adressieren, ist vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) der weltweit größte Forschungsschwerpunkt zu „Plastik in der Umwelt“ aufgesetzt worden /6/, dessen Ergebnisse ab 2020 vorliegen sollen. Einen ersten Überblick zu Probenahme- und Analysemethoden gibt ein Diskussionspapier des BMBF-Förderschwerpunktes /2/.

## Mikroplastik-Rückhalt in Kläranlagen

Mikroplastik-Frachten im Abwasser lassen sich auf primäres und sekundäres Mikroplastik zurückführen. Ersteres wird direkt in

mikroskopischer Größe hergestellt und beispielsweise in Kosmetika, Hygiene- und Reinigungsprodukten eingesetzt. Sekundäres Mikroplastik entsteht durch Verschleiß und Zersetzung von Makroplastikteilen wie Verpackungsmaterial oder Textilien. Zur zweiten Fraktion gehört auch Reifenabrieb, der insbesondere durch eine Studie des Fraunhofer UMSICHT /1/ stärker in den Fokus von Öffentlichkeit und Fachkreisen geraten ist. Die Diskussion, ob Reifenabrieb materialtechnologisch überhaupt dem Mikroplastik zuzurechnen ist, wird hier außer Acht gelassen. Soweit die Entwässerung von Verkehrsflächen über die Mischwasserkanalisation erfolgt, sind Partikel aus Reifenabrieb auch im Kläranlagenzulauf zu finden.



Bild 2 Beispiel für Probenahmeapparatur: Rotierender Siebfilter („RoSi“) der TU Berlin mit 10 µm Tressengewebe  
Quelle: EMLWT, Fuhrmann

Bild 1 Vergleichende Untersuchungen zum Mikroplastik-Rückhalt in unterschiedlichen Filtrationsanlagen finden aktuell auf der Kläranlage Braunschweig statt /7/.  
Quelle: EWLWT, Fuhrmann

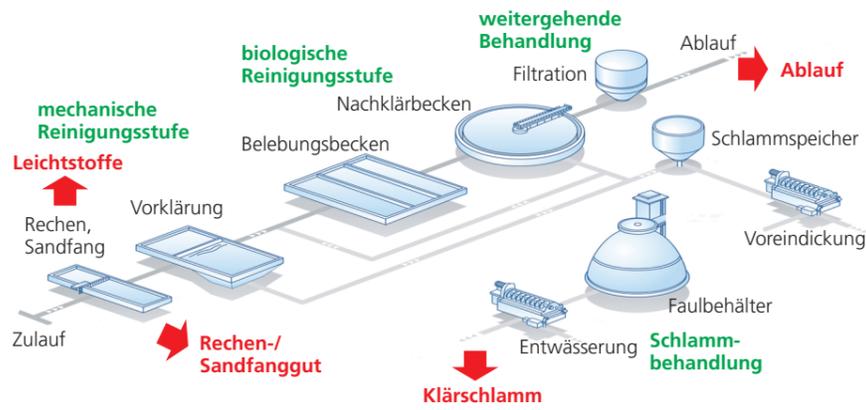


Bild 3 Austragspfade von Mikroplastik bei Kläranlagen  
Quelle: REPLAWA/EWLW

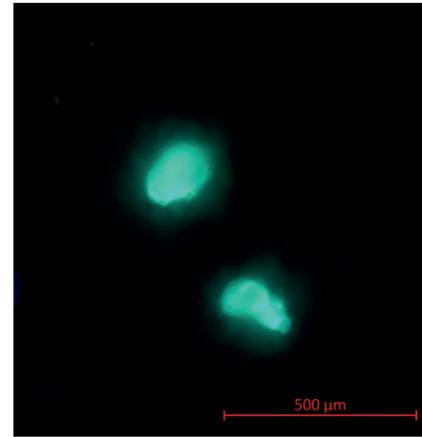


Bild 4 Mikroplastikpartikel in Klärschlammatrix, sichtbar gemacht mittels Fluoreszenzmikroskopie an der TU Braunschweig  
Quelle: TU Braunschweig/S. Meyer

Kläranlagen agieren im Abwasserstrom als Senke für Mikroplastikfrachten zwischen dem Entstehungs- oder Freisetzungsort und dem als Vorflut dienenden Gewässer (Bild 3). Auch wenn die in den letzten Jahren aufgenommenen Messungen zum Rückhalt von Mikroplastik in Kläranlagen wegen unterschiedlicher Probenahme- und Analysemethoden nur begrenzt vergleichbar sind, zeigen die Untersuchungen doch übereinstimmend, dass Mikroplastik im konventionellen mechanisch-biologischen Klärprozess (Belebtschlammverfahren) zu rund 90–96 % (teilweise darüber hinaus) zurückgehalten und über das Rechen- und Sandfanggut sowie Klärschlamm aus dem System ausgetragen wird (Bild 3). Zulaufkonzentrationen in einer Größenordnung um 10 mg/l werden somit auf Werte weit unter 1 mg/l gesenkt /9/.

Dabei gelangen Kunststoffpartikel mit einer geringen Dichte eher in den Ablauf als schwerere Partikel, die im Reinigungsprozess besser durch Sedimentationsprozesse erfasst werden. Größere Partikel lassen sich in der mechanischen Stufe von Kläranlagen generell besser abscheiden. Schätzungsweise 90 % der Mikroplastikeinträge, vor allem größere Fraktionen, werden bereits vor der biologischen Stufe zurückgehalten. Kunststofffraktionen mit Partikelgrößen oberhalb des Mikroplastiks (> 5 mm) werden zu rund 100 % zurückgehalten. Austräge größerer Mengen an Kunststoffpartikeln, wie sie 2018 an der Schlei (Niedersachsen) zu beobachten waren, sind Ausnahmefälle. Sie sind auf unsachgemäße Betriebszustände oder im genannten Fall auf die unregelmäßige Zuführung von Kunststoffpartikeln über Co-Substrat für

die Schlammfäulung zurückzuführen. Erste Abschätzungen gehen davon aus, dass größenordnungsmäßig maximal 1 bis 2 % der Feststoffe im Kläranlagenablauf aus Kunststoff bestehen. Vermutlich sind die Anteile eher geringer. Belastbare Ergebnisse stehen jedoch noch aus. Plausibilitätsabgleiche mit Messwerten zu Mikroplastikbelastungen in Gewässern (z. B. /4/) sind bisher kaum durchführbar, da dort in der Regel Partikelzahlen statt Massen bestimmt werden und abweichende Messbereiche der Partikelgröße zur Anwendung kommen.

### Weitergehender technischer Rückhalt von (Mikro)plastik in Kläranlagen

Um in Kläranlagen einen weitergehenden Rückhalt von Mikroplastikpartikeln zu er-

zielen, können Filtrationsverfahren wie Tuchfiltration, Mikrosiebung, Sandfilter und Membrananlagen eingesetzt werden. Derzeit gibt es nur wenige Studien mit Realdaten speziell zur Entfernung von Mikroplastik durch Filtrationsanlagen. Nachdem vor einigen Jahren Untersuchungen mit einer Tuchfiltration /5/ als nachgeschaltete Verfahrensstufe einen Mikroplastikrückhalt von 97 % zeigten, werden mittlerweile für optimierte Anlagen bei Feststoff-Ablaufwerten von rund 1 mg TS/l deutlich größere Rückhaltewerte von über 99 % angenommen /7/. Konkrete, vergleichende Untersuchungen zum Rückhalt verschiedener Filtrationsverfahren und zur Bilanzierung von Mikroplastikstoffströmen innerhalb der Kläranlage werden zurzeit unter anderem im BMBF-geförderten Verbundprojekt REPLAWA erarbeitet /7/ (Bild 5).

Um die Effizienz der Mikroplastikabscheidung bei Filtrationsverfahren zu verbessern, wird auch an speziell angepassten Koagulierungs- und Flockungsmitteln gearbeitet, mit denen Mikroplastikpartikel insbesondere in belasteten Industrieabwässern zu leichter entfernbaren Agglomeraten flocculieren /8, 3 /.

### Weitere Eintragspfade von Mikroplastik aus der Siedlungswasserwirtschaft

Wie in Bild 6 dargestellt, stellt der Eintrag von Mikroplastik über den Pfad der Schmutz- oder Mischwasserkanalisation und die Kläranlage nur einen von mehreren siedlungs-

wasserwirtschaftlichen Eintragspfaden in die aquatische Umwelt dar. Gemäß obigen Ausführungen lassen die derzeit laufenden Untersuchungen erwarten, dass der Rückhalt von Mikroplastik in Kläranlagen mit technischen Mitteln weitgehend beherrschbar sein wird. Deutlich größere Herausforderungen stellt der Eintrag über Mischwasser- und Niederschlagswasserabflüsse oder direkten Abfluss von Verkehrsflächen dar. Dass über 50 % der vermuteten Mikroplastikemissionen dem Verkehrssektor (Abrieb von Reifen, Fahrbahnen und Markierungen) zuzurechnen sind /1/, aber der Niederschlagswasserabfluss von diesen Flächen nur teilweise in Kläranlagen gereinigt wird, zeigt die Relevanz der Niederschlagswasser-

behandlung bei der Verringerung von Mikroplastikeinträgen. Allein die Anzahl von über 45.000 registrierten Regenüberlaufbecken, Stauraumkanälen und Regenüberläufen im Mischsystem sowie mehr als 4.000 Regenklärbecken in der getrennten Regenwasserkanalisation /10/ macht aber auch den Umfang des Problems deutlich. Zudem ist gerade für diesen Bereich die Datenlage zu Mikroplastikstoffströmen noch besonders lückenhaft. Für die Siedlungswasserwirtschaft müssen die Untersuchungen zu Mikroplastik im nächsten Schritt daher auch auf Mischwasserentlastungen und Niederschlagswasserabflüsse ausgeweitet werden. In der Schweiz wird den Emissionen durch Reifen- und Straßenabrieb bereits seit ei-

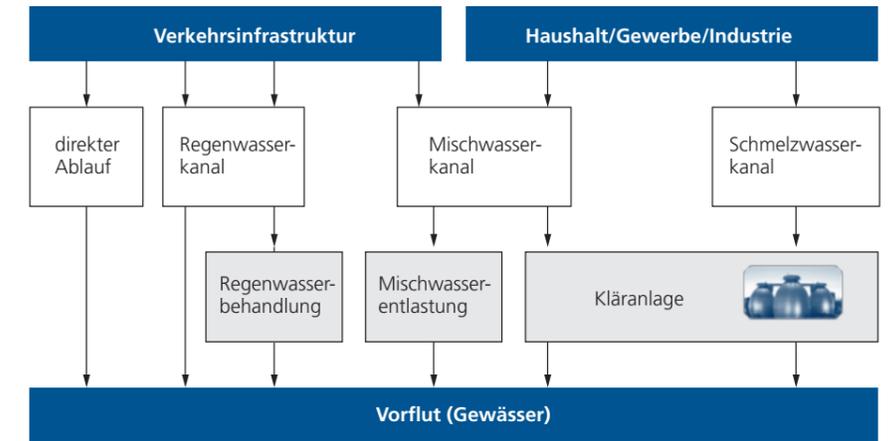


Bild 6 Eintragspfade von Mikroplastik im Bereich der Siedlungswasserwirtschaft  
Quelle: REPLAWA/EWLW



Bild 5 Im Rahmen des BMBF-Verbundvorhabens REPLAWA wird der Mikroplastik-Rückhalt auf der Kläranlage Braunschweig erforscht.  
Quelle: EWLW/I. Urban

# DER ANTRIEB

Sicher. Flexibel. International.

sps  
smart production solutions  
Halle 3A  
Stand 465



**DAS GETRIEBE**  
■ Starke Lagerung  
■ Geräuscharmer Lauf

**DER MOTOR**  
■ Hohe Effizienz IE5+  
■ Weltweite Standards

**DER UMRICHTER**  
■ Universelle Schnittstellen  
■ Kompakte Bauform



nigen Jahren durch den Bau von Straßenabwasser-Behandlungsanlagen (SABA) begünstigt. Dabei kommen neben naturnahen Verfahren wie Retentionsbodenfiltern auch Polstofftuchfilter zum Einsatz /8/.

### Begrenzung der Mikroplastik-Emissionen aus Kläranlagen

Auch wenn weitere Untersuchungen noch ausstehen, so können Abscheidegrade von über 99 % für Mikroplastik in Kläranlagen mit weitergehenden technischen Maßnahmen erwartet werden. Die Aussagen zum Rückhalt von Mikroplastik beziehen sich jedoch nur auf Partikelgrößen > 1 µm. Für den darunter liegenden Größenbereich (Sub-Mikroplastik, Nanoplastik), der mutmaßlich die größeren ökotoxikologischen Auswirkungen hat, liegen mangels geeigneter Messtechniken kaum Realdaten vor. Da der Rückhalt

in den technischen Filtrationssystemen gerade für die kleinsten Fraktionen begrenzt ist, stehen hier für die Zukunft noch weitere Herausforderungen an. Bei der Betrachtung der Mikroplastikpartikel bleiben zudem flüssige, gelöste und gelartige Polymere bisher außen vor, deren ökotoxikologische Wirkungen jedoch mutmaßlich nicht geringer einzuschätzen sind, als beim partikelförmigen Kunststoff.

Bei technischen und wirtschaftlichen Überlegungen zur Rückhaltung von Mikroplastikpartikeln aus dem Abwasser sind Synergien mit anderen Ansätzen der weitergehenden Abwasserbehandlung in Betracht zu ziehen, für die in den kommenden Jahren eine zunehmende Relevanz erwartet wird. Dies betrifft insbesondere Emissionsminderungen für Spurenstoffe, pathogene Bakterien, antibiotikaresistente Organismen und Phosphorverbindungen, bei denen jeweils auch

Behandlungsstufen mit Rückhalt partikulärer Abwasserinhaltsstoffe zum Einsatz kommen. Konkrete Regulierungen von Mikroplastikemissionen erfordern jedoch eine stringente Standardisierung und Überwachung bei Abwassereinleitungen. Hier besteht weiterhin hoher Forschungsbedarf, der derzeit u. a. durch die laufenden Förderprojekte des BMBF angegangen wird /6/.

Dessen ungeachtet besteht der wirksamste Weg zur Reduzierung von Mikroplastikeinträgen in die aquatische Umwelt jedoch unzweifelhaft in der Minimierung direkt an der Quelle, also der Reduzierung von vermeid- oder ersetzbaren Mikroplastikpartikeln, die ins Abwasser gelangen können.

■ **Dr.-Ing. Tim Fuhrmann**  
**Emscher Wassertechnik GmbH**  
fuhrmann@ewlw.de  
www.ewlw.de

### Literatur:

- /1/ Bertling, J.; Berting, R.; Haman, L. (2018): Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik. Kurzfassung der Konsortialstudie, Hrsg.: Fraunhofer Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, Oberhausen, Juni 2018
- /2/ Braun, U.; Jekel, M.; Gerds, G.; Ivleva, N. P.; Reiber, J. (2018): Mikroplastik-Analytik, Probenahme, Probenaufbereitung und Detektionsverfahren. Diskussionspapier im Rahmen des Forschungsschwerpunktes „Plastik in der Umwelt - Quellen • Senken • Lösungsansätze“, Stand: Oktober 2018, <https://bmbf-plastik.de/publikationen>
- /3/ Gilbert, E. M.; Eckes, H.-L. (2019): Flockungsmittel zur Entfernung von Mikroplastik aus industriellen Abwässern. In: Chemie Ingenieur Technik, 2019 (91), Nr. 10, S. 1–5
- /4/ Länderbericht (2018): Mikroplastik in Binnengewässern Süd- und Westdeutschlands. Bundesländerübergreifende Untersuchungen in Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz. Teil 1: Kunststoffpartikel in der oberflächennahen Wasserphase. Karlsruhe, Augsburg, Wiesbaden, Recklinghausen, Mainz, 2018, [https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/6\\_sonderreihen/L%C3%A4nderbericht\\_Mikroplastik\\_in\\_Binnengew%C3%A4ssern.pdf](https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/6_sonderreihen/L%C3%A4nderbericht_Mikroplastik_in_Binnengew%C3%A4ssern.pdf)
- /5/ Mintenig, S.; Int-Veen, I.; Löder, M.; Gerds, G. (2014): Mikroplastik in ausgewählten Kläranlagen des Oldenburgisch-Ostfriesischen Wasserverbandes (OÖWV) in Niedersachsen. Probenanalyse mittels Mikro-FTIR Spektroskopie. Abschlussbericht, 2014
- /6/ PlastikNet (2019): Forschungsschwerpunkt „Plastik in der Umwelt – Quellen • Senken • Lösungsansätze“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Website des übergreifenden Vernetzungsprojektes PlastikNet: [www.bmbf-plastik.de](http://www.bmbf-plastik.de)
- /7/ REPLAWA (2019): Reduktion des Eintrags von Plastik über das Abwasser in die aquatische Umwelt. Website des BMBF-geförderten Verbundprojektes, Förderkennzeichen 02WPL1445A ff., [www.replawa.de](http://www.replawa.de)
- /8/ Schätti, A.; Grabbe, U. (2019): Behandlung von Straßenablaufwasser. Beitrag zum 37. Bochumer Workshop „Mikroplastik – Herausforderungen und Lösungen für die Siedlungswasserwirtschaft“ am 05.09.2019, veröffentlicht als Band 78 der Schriftreihe Siedlungswasserwirtschaft Bochum
- /9/ Spelthahn, V.; Dolny, R.; Giese, C.; Giebel, K.; Leuchthaler, S.; Pinnekamp, J.; Linnemann, V. (2019): Mikroplastik aus Mischsystemen. Beitrag zur 52. Essener Tagung am 20.-22.03.2019. In: GWA - Gewässerschutz, Wasser & Abwasser, Bd. 250, Ges. zur Förderung der Siedlungswasserwirtschaft a. d. RWTH Aachen
- /10/ Statistisches Bundesamt: Umwelt, Öffentliche Wasserversorgung und öffentliche Abwasserentsorgung – Öffentliche Abwasserbehandlung und -entsorgung, Fachserie 19 Reihe 2.1.2 – 2016, 18.12.2018, [www.destatis.de](http://www.destatis.de)
- /11/ Sturm, M.; Rudloff, M.; Bimmler, P.; Herbort, A.; Ney, B.; Poppelreiter, N.; Schuhen, K. (2018): Neue Ansätze zur Reduktion anthropogener Stressoren aus dem aquatischen Umfeld. In: wwt Modernisierungsreport 2018/19, Deutscher Fachverlag, S. 45–48
- /12/ UBA (2017): Wasserwirtschaft in Deutschland, Grundlagen, Belastungen, Maßnahmen. Hrsg.: Umweltbundesamt und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 2017, ISSN 2363-832X, [www.umweltbundesamt.de/publikationen](http://www.umweltbundesamt.de/publikationen), Kap. 3.8 Einträge von Kunststoffe in die Umwelt