

## 6. Mikroplasticarrier – Effiziente Verfahren zur Detektion von Mikroplastik in Wasser und Abwasser und dem toxischen Potential als Träger von Schadstoffen

### Ziel

Plastikmüll in der Umwelt ist ein großes Problem unserer Zeit. Der Eintrag über achtlos weggeworfenen Müll, sogenanntes Littering, ist eine der Hauptursachen. Durch die hohe Beständigkeit des Plastiks in der Umwelt, teilweise Jahrhunderte, akkumulieren die Mengen stetig. Die Kunststoffteile sind verschiedenen Umwelteinflüssen ausgesetzt und können zu kleineren Teilen fragmentieren. Dazu gehören chemische, physikalische, biologische oder mechanische Prozesse sowie Alterungsvorgänge. Die Zersetzungsprozesse führen zu immer kleiner werdenden Teilchen bis in den Mikrometermaßstab, teilweise bis in den Nanometerbereich. Es besteht daher ein großer und dringender Forschungsbedarf hinsichtlich der Identifizierung von Mikroplastik in der Umwelt, den Eintragsquellen und dem von Mikroplastik ausgehenden Gefährdungspotential. Mit neuen Detektionskonzepten wird im Projekt MikroPlastiCarrier eine genaue optische Charakterisierung von Mikroplastikpartikeln bzgl. ihrer Größe und Form sowie eine Identifizierung ihrer chemischen Zusammensetzung entwickelt. Mit chromatographischen Methoden und Massenspektroskopie wird darüber hinaus das Anhaftungspotenzial von Schadstoffen auf Plastikpartikeln bestimmt. Akkumulationsprozesse von Mikroplastik in Organismen und toxikologische Auswirkungen von sorbierten Schadstoffen auf Wasserorganismen und menschliche Zellen werden mit innovativen Tests analysiert.

### Ergebnisse

Analytik von Mikroplastik: Im Rahmen des Projekts wurde ein Konzept zur Probengewinnung, -vorbereitung und Detektion von Mikroplastikpartikeln aus Abwasserproben etabliert. Die allgemeine Vorgehensweise der Mikroplastikidentifizierung zeigt Abbildung 1.



Abbildung 1: Analytik von Mikroplastikpartikeln aus Abwasserproben.

Mit einem neu entwickelten optischen Messsystem soll nun die Konzentration von Mikroplastikpartikeln in Abhängigkeit von Größe und Material bestimmt werden. Daneben soll auch die Belastung durch Bakterien quantitativ analysiert werden. In ersten Messungen konnten damit in Klärwasserproben bis über 800.000 aktive Bakterien pro ml nachgewiesen werden. Klärwasserproben zu Testzwecken künstlich hinzugefügte Mikroplastikpartikel aus PS und PMMA in einem Größenbereich von 2,5 µm bis 30 µm ließen sich nachweisen und unabhängig voneinander ihre Konzentration bestimmen.

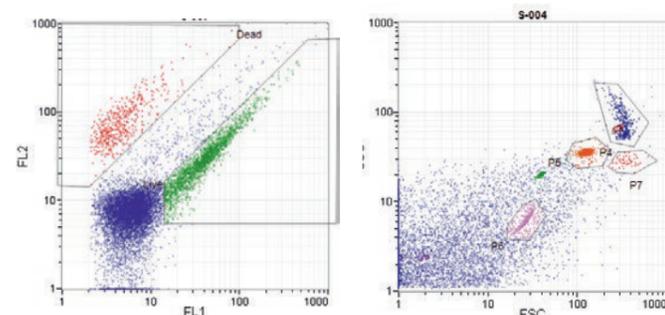


Abbildung 2: Erste Messergebnisse zur Bestimmung der Belastung durch Bakterien (links) und Unterscheidung unterschiedlicher Mikroplastikpartikel (rechts) in der Klärwasserprobe.

**Schadstoffanalytik:** Untersuchungen zum Sorptionsverhalten von organischen Schadstoffen auf Mikroplastikpartikel zeigten, dass das Aufnahmevermögen abhängig von der Kunststoffsorte war (Abbildung 3, Tabelle links). Die Analyse der Oberfläche von Mikroplastikpartikeln aus Abwässern wurden auf die chemische Zusammensetzung detailliert mittels ToF-SIMS (Time-of-Flight Secondary Ion Mass Spectrometry) untersucht (Abbildung 3, rechts).

Adsorbens	PAK	PFOS	Atrazin	Ciprofloxazin
<b>Kunststoff</b>				
<b>PE</b>	83-100%	50%	<6%	90%
<b>PP</b>	79-98%	33%	<4%	75%
<b>PS</b>	95-100%	37%	<2%	78%

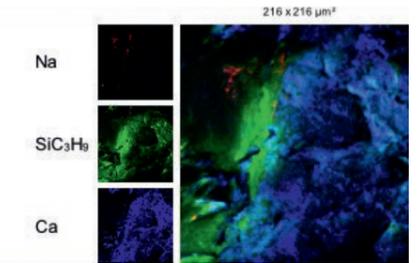


Abbildung 3: Links Aufnahmevermögen von Schadstoffen durch verschiedene Kunststoffe (PE: Polyethylen; PP: Polypropylen; PS: Polystyrol; PAK: Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe; PFOS: Perfluorooctansulfonsäure). Rechts: ToF-SIMS Mapping eines Partikels aus Abwasser; rot: Natrium (Natrium-haltiges Salz), grün: Polysiloxanfragment (z.B. aus Handcremes), blau: Ca (Ca-haltiges Salz).

**Toxikologie:** Viele Mikroplastikpartikel haben eine geringe Dichte und schwimmen daher auf der Wasseroberfläche und auch an der Oberfläche von Zellkulturmedien. Diese Partikel kommen mit Zellen, die am Boden von Zellkulturplatten wachsen, nicht in Berührung. Zur Bestimmung der Toxizität von Mikroplastikpartikeln müssen etablierte in-vitro Toxizitätstests daher grundlegend verändert werden. WWU hat einen inversen Zellkulturtest entwickelt (Abb. 2 links) und standardisiert, der die toxikologische Prüfung aller Mikroplastikpartikel ermöglicht. Weiterhin werden im Projekt neue holographisch basierte Konzepte zur optischen Detektion und Identifizierung von Mikroplastik, z. B. anhand von Größe, Brechungsindex und spektralen Eigenschaften umgesetzt (Abb. 2, rechts).

### Zusammenfassung

Die im Verbundprojekt erarbeitenden Verfahren ermöglichen eine genaue Beschreibung und Charakterisierung von Mikroplastikpartikeln und bilden die Grundlage für eine Bewertung des von Mikroplastik ausgehenden Gefährdungspotentials. Da Methoden zur Analyse von Mikroplastik derzeit noch am Anfang stehen, leistet das Verbundprojekt einen erheblichen wissenschaftlichen Beitrag zur Klärung grundlegender Fragen und Aufgabenstellungen wie z. B. die Auswirkungen von Mikroplastik auf Lebewesen oder die Identifizierung von verunreinigten Umweltproben.

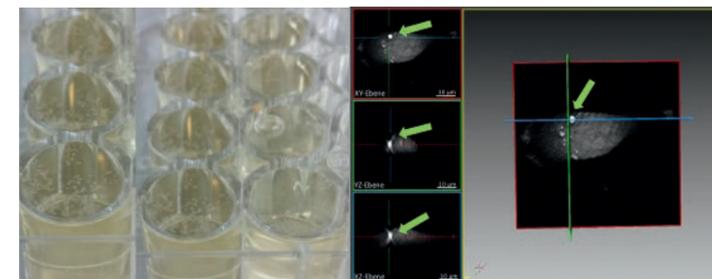


Abbildung 4: Links: Mikroplastikpartikel geringer Dichte (150-250 µm) in einer inversen 48-Well Platte zur toxikologischen Prüfung. Rechts: Beispiel der label-freien 3D Lokalisierung eines aufgenommenen Mikroplastikpartikels (grüne Pfeile) in einer lebenden Einzelzelle (NIH3T3 Fibroblast) mittels digital holographischer Tomographie.

Förderkennzeichen	EU-1-2-054
Fördergeber	Land NRW/EFRE
Konsortialführer	WESSLING GmbH
Partner	Quantum Analysis GmbH, Universität Münster, TASCAN GmbH
Laufzeit	November 2016 – November 2019
Projektvolumen	1.132.113,70 €
Fördervolumen	787.546,10 €