

1 Plastikmüll wird zum Problem -  
via Nahrungskette auch für uns  
Menschen (Symbolbild).

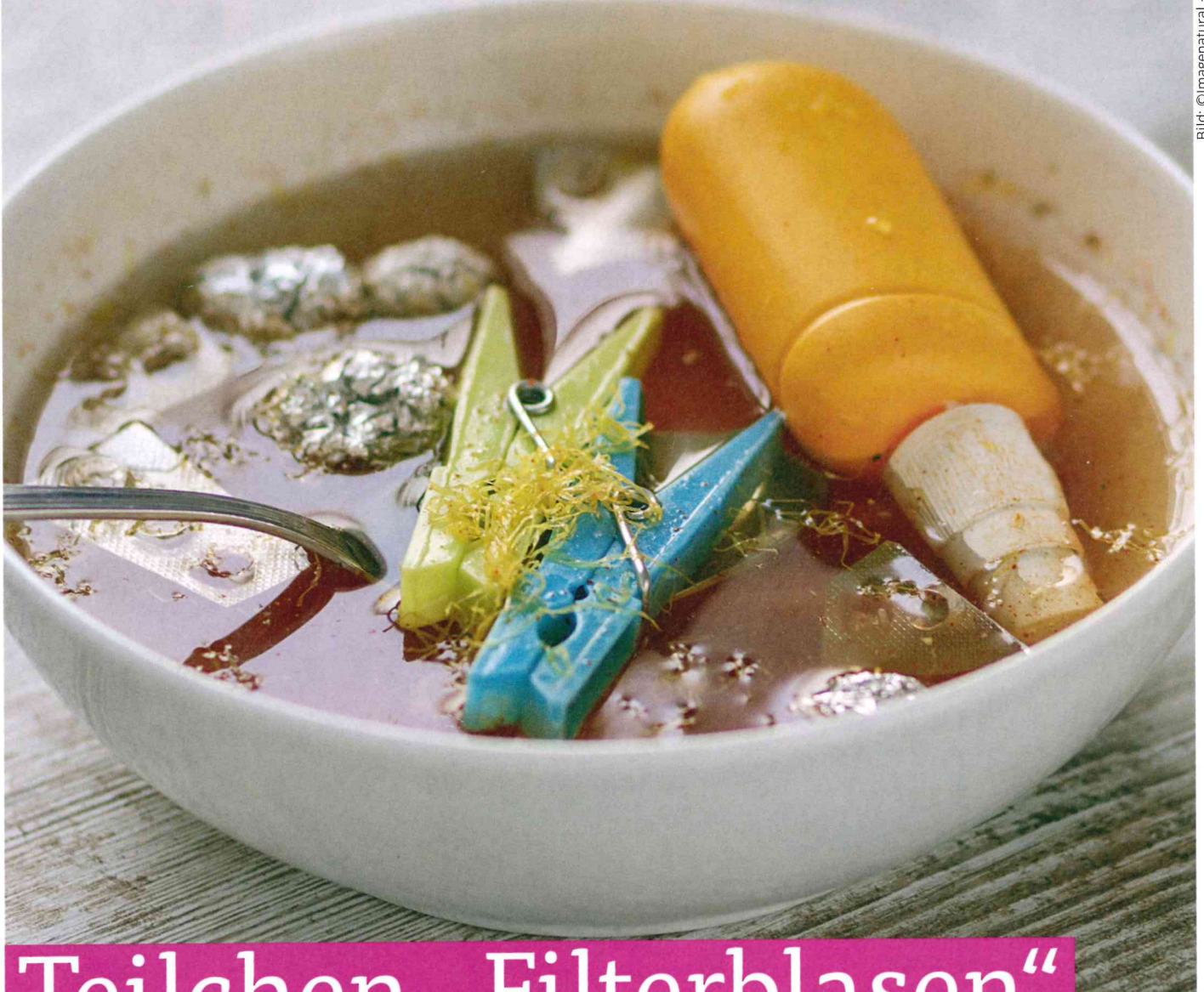


Bild: ©Imagenatural - stock.adobe.com

## Teilchen-„Filterblasen“

**Neues Erkennungs- und Abscheideverfahren für Mikroplastik** // Einmal im Abwasser lässt sich Mikroplastik mit gängigen Klärtechnologien bislang kaum wieder daraus entfernen. Nun wollen Forscher eine neue Technologie entwickeln, die genau dies leistet und dabei gewissermaßen zwei Fliegen mit einer Klappe schlägt: Das Entfernen und den gleichzeitigen Nachweis der Kleinstpartikel.

RÜDIGER SCHWARZE\* UND ANDREAS BRÄUER\*\*

**M**ikroplastik ist nicht nur in der öffentlichen Diskussion derzeit in aller Munde. Denkt man an seine nahezu ubiquitäre Verteilung in der aquatischen Umwelt, ist das sogar wörtlich zu nehmen: Über die Nahrungskette landet unser Plastikmüll letztlich

wieder auf unseren Tellern. Neben Strategien, Plastikabfall und andere Mikroplastik-Quellen zu reduzieren, braucht es dringend wirksame Technologien, um Mikroplastik aus Abwässern zu entfernen.

Wissenschaftler der TU Bergakademie Freiberg wollen gemeinsam

mit den Industriepartnern TIA aus Breitenfelde und MLE aus Dresden, in den nächsten zwei Jahren eine neue Klärtechnologie zur selektiven Entfernung von Mikroplastik aus Industrieabwasser entwickeln. Die Partner arbeiten hierfür in einem gemeinsamen ZIM-Kooperationsprojekt (ZIM = Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand) an einer

neuartigen Flotationsanlage und einem in-situ-Nachweisverfahren für Mikroplastik.

### Grenzen bisheriger Anlagen

Eine Flotationsanlage besteht aus einem Reaktionsgefäß mit Zu- und Ablauf, einer Belüftungseinheit, einer Dosiereinheit für Chemikalien, einem Abstreifer, einer Schwimmschicht und einem Aufnahmebecken für das abgetrennte Material. Herkömmliche Flotationsverfahren eignen sich allerdings nur bedingt zur Entfernung von Mikroplastik aus dem Abwasser, da die an den Belüftungsdüsen erzeugten Blasen um ein Vielfaches größer sind als die zu entfernenden Teilchen. Die Anlagerungswahrscheinlichkeit eines Teilchens an die Blase wird dadurch sehr gering, sodass das Verfahren ineffizient ist. Bei der rein physikalischen Druckentspannungsflotation werden Blasen direkt an den Mikroplastikteilchen erzeugt, allerdings müssen dabei teilweise sehr große Kapillarspannungen überwunden werden. Die hierfür notwendigen sehr hohen Drücke, machen auch dieses Verfahren energetisch ungünstig.

\* Prof. Dr.-Ing. R. Schwarze: Institut für Mechanik und Fluidynamik TU Bergakademie Freiberg, 09596 Freiberg, Tel. +49-3731-392486

\*\*Prof. Dr.-Ing. A. Bräuer: Institut für Thermische Verfahrenstechnik, Naturstoff- und Umweltverfahrenstechnik, TU Bergakademie Freiberg, 09596 Freiberg

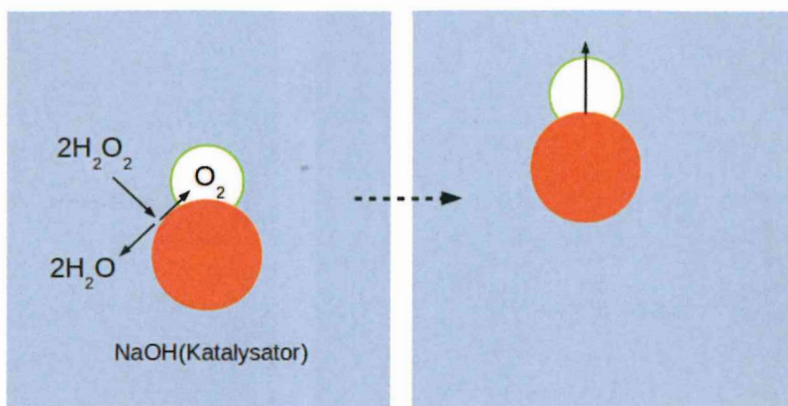


Bild: TU Freiberg

**2 Funktionsweise des Verfahrens: Dem Abwasser wird Wasserstoffperoxid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) zugesetzt. Dieses zerfällt am Mikroplastikteilchen zu Wasser und Sauerstoff, der sich als Blase am Teilchen ansammelt. Aufgrund der erhöhten Auftriebskraft steigt der Teilchen-Blase-Cluster auf.**

### Chemisch induzierte Blasen

Der neue Projektansatz beim Flotationsverfahren beruht auf der chemisch induzierten Blasenbildung direkt auf der Oberfläche der Mikroplastikteilchen (s. Abb. 2). Dem Abwasser wird Wasserstoffperoxid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) zugesetzt, das direkt an der Oberfläche zu Wasser und Sauerstoff zerfällt. Für diese Zerfallsreaktion wird noch ein Katalysator benötigt, bspw. Natriumhydroxid (NaOH). Der in der Zerfallsreaktion freigesetzte Sauerstoff aktiviert und vergrößert Nanobläschen, die an der Oberfläche der rauen Mikroplastikteilchen haften. Die anhaftenden Blasen führen dann zu einer wesentlichen Erhöhung der Auftriebskräfte der Teilchen-Blase-Cluster. Die Cluster steigen zur Wasseroberfläche

auf, wo sie aufgefangen und aus der Flüssigkeit entfernt werden können.

Voruntersuchungen im Labormaßstab haben gezeigt, dass mit der beschriebenen Zerfallsreaktion die Blasenbildung auf Mikroplastikteilchen induziert werden kann, die wenige Mikrometer bis zu einige Millimeter groß sind (s. Abb. 3). Daher erwarten die Projektpartner, dass mit dem Verfahren auch die als besonders problematisch betrachteten sehr kleinen Mikroplastikteilchen mit Größen von wenigen Mikrometern aus dem Abwasser entfernt werden können.

### Umfangreiche Simulationen

Ein wesentliches Ziel des Projektes ist es, die entscheidenden Stellgrö-

### LP Tipp+

mehr zum Thema:

- Mehr zu diesem Thema finden Sie unter dem Suchbegriff „Mikroplastik“ auf [www.laborpraxis.de](http://www.laborpraxis.de).
- Vom 23. bis 27. November 2020 findet in Arrecife, Lanzarote/ Spanien die internationale Konferenz **Micro 2020** zum Thema „Verbleib und Auswirkungen von Mikroplastik: Wissen, Maßnahmen und Lösungen“ statt (weitere Informationen unter <https://micro2020.sciencesconf.org/>).

[www.laborpraxis.de](http://www.laborpraxis.de)

Mehr Informationen zu Produkten und News finden Sie online unter

[www.laborpraxis.de](http://www.laborpraxis.de)

12390

LABOR PRAXIS

ist eine Marke der



VOGEL COMMUNICATIONS GROUP

**Dr. K. Hollborn & Söhne GmbH & Co KG**



Seit 1880

Brahestraße 13 \* 04347 Leipzig \* Tel.: (03 41) 2 33 44 05 \* Fax: 2 33 44 06  
Internet: <http://www.hollborn.de> e-mail: [Medizinchemie@hollborn.de](mailto:Medizinchemie@hollborn.de)

**Reagenz- und Pufferlösungen für naturwissenschaftliche Bereiche (Medizin, Pharmazie, Biologie u.a.)**

**Farbstofflösungen für Mikroskopie und Zelldiagnostik (Gram, Giemsa, May-Grünwald, Papanicolaou, PAS u.a.)**

**Auch Sonderanfertigungen Reagenzien für Apotheken**

**3 Nachweis des Verfahrens im Laborversuch. Im linken Bild ist ein Mikroplastikteilchen der Größe 1 mm zu erkennen, das zu Beginn am Boden eines wassergefüllten Gefäßes liegt. Das rechte Bild zeigt zu einem späteren Zeitpunkt den aufsteigenden Teilchen-Blase-Cluster.**

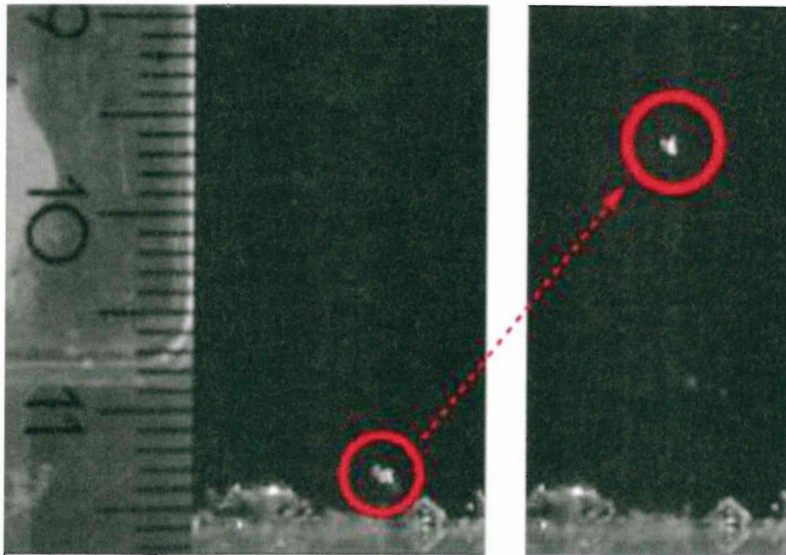


Bild: TUBAF

### Quantitativer Nachweis

Eine weitere wesentliche Innovation im Projekt ist die Entwicklung eines quantitativen Nachweisverfahrens, das die Mikroplastikbeladung in Wasser und Abwasser in-situ, also ohne Probenaufbereitung, erkennen und auswerten soll. Das Nachweisverfahren basiert auf der stimulierten Raman-Streuung. In Kombination mit dem neuartigen Flotationsverfahren ermöglicht es einen nachfragegestützten (on-demand) Einsatz der Abscheidetechnologie und dadurch einen kostensensitiven Einsatz der Anlagentechnologie. Über einen nachgeschalteten Detektionssensor kann anschließend auch die Funktionalität der gesamten Flotationsanlage beurteilt werden.

ßen und kritische Parameter des Prozesses im Detail zu untersuchen. Dazu gehören bspw. die pro Stunde durchgesetzten Volumina oder die Stabilität der Teilchen-Blase-Cluster. Die Konzeption der geplanten Versuchsanlage erfolgt computergestützt. Auf Basis umfangreicher strömungsmechanischer Simulationen wird eine möglichst optimale Strömungskonfiguration inklusive Chemikalienzugabe und -vermischung innerhalb der Anlage ermittelt. Dies erfolgt mithilfe von Computational Fluid Dynamics (CFD). Gleichzeitig wird eine Labor-Versuchsanlage mit einem Abwasserdurchsatz von 50l/h eingerichtet, die weitere experimentelle Untersu-

chungen am neuen Flotationsverfahren ermöglicht. An der Laboranlage sollen die relevanten Parameter wie Trennungsgrenze, Volumen, Einwirkzeit und Absetzzeiträume nach der Flotation überprüft werden, um die getroffenen Einstellungen zu validieren und die Qualität der reaktiven Reinigungsstufe und des neuen Flotationsverfahrens zu bewerten.

Um die Blasenbildung an den Mikroplastikteilchen zu verstärken, können physikalische Methoden wie etwa das Druckentspannungsverfahren zur Beschleunigung der Blasenbildung und somit zur Beschleunigung des Flotationsprozesses eingesetzt werden.

### Automatisierung & Scale-Up

Während des Projekts erfolgt eine Maßstabsvergrößerung von einer Labor- zu einer vorwettbewerblichen Anlage. Die Anlage und die Probenahme soll automatisiert erfolgen. Damit soll die Prozessführung und auch die Grenzwertüberwachung gegenüber bestehenden Techniken deutlich verbessert werden sowie die Reaktionsfähigkeit des Anlagenbetreibers erhöht werden. Feldversuche in einer geeigneten Abwasseraufbereitungsanlage, in welche die neuen Komponenten integriert werden, sollen schließlich deren Leistungsfähigkeit demonstrieren.

Das finale Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines marktreifen Prototyps einer Kläranlage, mit der sich mindestens 95% der im Wasser dispergierten feinen Mikropartikel in einem Größenbereich bis minimal fünf Mikrometer selektiv aus dem Abwasser entfernen lassen. Das Verfahren soll kontinuierlich eingesetzt werden und zunächst zur Aufreinigung von Wassermengen von 50 bis 1000l/h verwendet werden. Nach der erfolgreichen Entwicklung des vorwettbewerblichen Prototypen soll das neue Flotationsverfahren am Ende durch ein weiteres Scale-Up großtechnisch einsetzbar gemacht werden.

Das Projekt wird im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) gefördert. ■



**LP** Info

Dr. Ilka Ottleben, Redakteurin

### MIKROPLASTIK: PRIMÄR ODER SEKUNDÄR?

Es gibt zwei Sorten von Mikroplastik. Zum so genannten **primären Mikroplastik** gehören **Basispellets**, die das Grundmaterial für die Plastikproduktion darstellen. Auch **Granulate in Kosmetik und Hygieneprodukten** z.B. in Peelings, Zahnpasta oder Handwaschmittel zählen hierzu. Außerdem werden mikroskopische Partikel in **Reinigungsstrahlern** z.B. auf Werften eingesetzt oder in der Medizin als **Vektor für Wirkstoffe** sowie in Fasern. Bis zu 2000 **Kunstfasern aus Fleece-Kleidungsstücken** gelangen pro Waschgang über Fließgewässer in die Meeresumwelt, da sie von den Klärwerken nicht zurückgehalten werden können. Geht ein Transportcontainer mit Industriepellets aus Kunststoff zur späteren Weiterverarbeitung auf See verloren, gelangen 50 Milliarden Pellets ins Meer und sind an den Stränden von Sandkörnern kaum unterscheidbar. **Sekundäres Mikroplastik** entsteht durch physikalische, biologische und chemische Degradation von Makroplastikteilen.

Quelle: Umweltbundesamt