Plastic Particles

Multidimensional characterisation of single micro- and nanoplastic particles

Programm / Ausschreibung	Expedition Zukunft, Expedition Zukunft 2023, Expedition Zukunft Start 2023	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	02.12.2024	**Projektende**	01.12.2025
Zeitraum	2024 - 2025	**Projektlaufzeit**	13 Monate
Keywords	single particle; SP ICP-MS; ICP-TOFMS; microplastics; Raman		

Projektbeschreibung

Die globale Verarbeitung, Nutzung und Entsorgung von Kunststoffen ist eng an eine Bildung von Nano- und Mikroplastikpartikeln (NMP) gekoppelt. Die feine Verteilung in der Umwelt hat zuletzt für große Besorgnis gesorgt und wir benötigen geeignete Techniken zur Aufspürung und Charakterisierung dieser Partikel. Darüber hinaus benötigen wir Techniken, die die Herkunft, den Verbleib und die Implikation von diesen Partikeln in der Umwelt untersuchen. Dies ist mit derzeitigen Technologien nicht möglich. Somit gleicht das Aufspüren und Beschreiben dieser Partikel in der Umwelt der Suche nach der Nadel im Heuhaufen, und an eine tiefergehende Beschreibung hinsichtlich Spezies und Auswirkungen auf die Umwelt ist nicht zu denken.
Dieses Projekt wird ein neues Paradigma für die Bottom-up-Charakterisierung von NMP durch die Kombination modernster Einzelpartikelanalysetechniken schaffen. Dies wird eine vollständige molekulare und elementare Charakterisierung ermöglichen und die Modellierung relevanter Parameter wie Größen- und Massenverteilungen, die Akkumulation von Umweltkontaminanten wie Schwermetallen, die Berechnung von Anzahlkonzentrationen sowie die Untersuchung spezifischer Polymere in NMPs erlauben.
Der Schlüssel zu diesem Ziel ist die Verknüpfung der induktiv gekoppelten Plasma-Flugzeit-Massenspektrometrie (ICP-TOFMS), die im Einzelpartikelmodus (SP) betrieben wird, mit einer neuen Generation von zweidimensionalen optischen Fallen unter Verwendung der optofluidischen Kraftinduktion (OF2i®) in Kombination mit einer neuartigen SP-Raman-Technologie. In einer Reihe von fünf einzelnen Arbeitspaketen werden wir eine spezielle Plattformtechnologie für die tiefergehende Charakterisierung von NMP planen, entwickeln und testen, um in einem ersten Schritt gut charakterisierte Polymerstandards mit Abmessungen im Nano- und Mikrobereich zu untersuchen. Anschließend werden wir Laborsimulationen durchführen, in denen wir ihr Potenzial zur Untersuchung der Alterung von Kunststoffen und das Verhalten von geformten NMPs in Umweltmatrizen untersuchen.
Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Möglichkeit, gealterte Kunststoffpartikel und ihre Fähigkeit, toxische Schwermetalle zu akkumulieren, zu erkennen. Schließlich werden wir unsere Technologie in einer realen Anwendung einsetzen, bei der wir NMP im Abwasser von Kläranlagen nachweisen werden. Das übergeordnete Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung einer neuen technologischen Plattform, die unsere Fähigkeit, Polymerpartikel in der Umwelt aufzuspüren, erheblich verbessern und unser Verständnis von NMP verbessern und vertiefen wird.

Dies geht weit über die derzeitigen technologischen Grenzen hinaus und wird uns Zugang zu einer neuen Technologie verschaffen, die erforderlich ist, um NMP als eine der bedeutendsten und allgegenwärtigsten persistenten Schadstoffgruppen unserer Zeit zu finden, zu vermeiden und zu beseitigen. Die geplante Technologie wird jedoch noch weitere Möglichkeiten eröffnen, wie die Charakterisierung anderer Nanomaterialien in der Umwelt.

Abstract

The discharge of plastic waste and the subsequent formation of nano- and microplastic particles (NMP) has caused great concern and highlighted the need for dedicated techniques to detect and characterize these particles in the environment and to identify their source, fate and impact. The tracing of these particles at environmental concentrations let alone species identification and the study of their impact resembles the study of the needle in the haystack and current technologies fail to retrieve relevant information coherently.

This project will establish a new paradigm for the bottom-up characterization of NMP by combining state of the art single particle analysis techniques. This will enable a complete molecular and elemental characterization and further enable the modelling of relevant parameters such as size- and mass distributions, the accumulation of environmental contaminants such as heavy metals, the calculation of number concentrations as well as the study of specific polymers in NMP. The key to this aim is the hyphenation of inductively coupled plasma time of flight mass spectrometry (ICP-TOFMS) operated in single particle (SP) mode with a new generation of two-dimensional optical traps using optofluidic force induction (OF2i®) combined with a novel SP Raman technology.

In a series of five individual work packages, we will plan, develop and disseminate a dedicated technological platform for the advanced characterization of NMP, which will initially be tested to investigate well characterized polymer standards with dimensions at the nano- and microscale. Subsequently, we will carry out lab-based simulations, in which we will investigate its potential to study the aging of bulk plastic and the behavior of formed NMPs in environmental matrices.
A focus will here be set on the ability to detect aged plastics particles and their ability to accumulate toxic heavy metal species. Finally, we will use our technology in a real-world application where we will detect NMP in the effluent of wastewater treatment plants.
The overall goal of this project is to develop a new platform that will significantly improve our ability to pinpoint polymer particles in the environment which will advance and deepen our understanding of NMP.
This goes well beyond the current technological frontier and will give us access to the technology required to find, avoid and eliminate NMP as one of the most significant and ubiquitous persistent group of pollutants of our time. However, the envisaged technology will provide further opportunities such as the characterization of other nanomaterials in the environment.

Projektkoordinator

- BRAVE Analytics GmbH

Projektpartner

- Universität Graz Institut für Chemie