



## Tiny particles, big challenges: Advances in micro- and nanoparticle detection

Angesichts der zunehmenden Umweltbelastung durch Mikro- und Nanoplastikpartikel (MNPs) wurden die Nachweis- und Bewertungsverfahren in der wissenschaftlichen Forschung signifikant weiterentwickelt. Aktuelle Studien liefern wertvolle Erkenntnisse über das Auftreten von MNP-Kontaminationen in Haushaltswassersystemen, industriellen Anlagen sowie kommunalen Versorgungsnetzen. Besonders durch Fortschritte in der Filtertechnologie und der spektroskopischen Analytik konnte die Nachweisgenauigkeit im Nanobereich deutlich verbessert werden.

Ein wesentlicher Fortschritt liegt in der Optimierung von Filtrations- und Probenaufbereitungsmethoden. Vergleichende Untersuchungen unter-

möglichen eine effiziente Partikel-trennung bei gleichzeitig geringem Probenverlust. Zur Sicherung der analytischen Verlässlichkeit werden konsequente Dekontaminationsmaßnahmen angewendet, darunter Zitronensäurebehandlungen sowie das Ausbrennen von Filtereinheiten, um Kreuzkontaminationen wirksam zu minimieren.

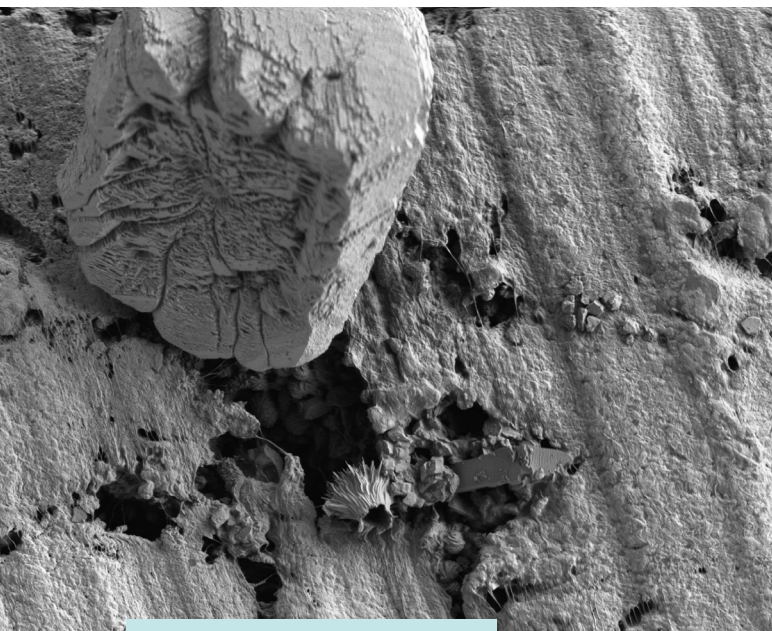
Auch die Identifikation von Mikroplastikpartikeln wurde durch den Einsatz hochentwickelter spektroskopischer und mikroskopischer Verfahren entscheidend verbessert. Methoden wie die Photoinduzierte Kraftmikroskopie (PiFM), energiedispersive Röntgenspektroskopie (EDX), Infrarot- sowie Raman-Spektroskopie ermöglichen eine präzise Bestimmung

der polymeren Zusammensetzung. Besonders PiFM zeigt großes Potenzial zur Differenzierung von Polymerarten im Nanobereich. Ergänzend liefert die Rasterelektronenmikroskopie (REM) detaillierte Informationen zur Morphologie der Filterrückstände und trägt wesentlich zur Charakterisierung des Partikelspektrums bei.

techniques have greatly enhanced the precision and reproducibility of MNP detection at the nanoscale.

One major advancement lies in the optimization of filtration and sample preparation processes. Comparative assessments of cellulose acetate, PTFE, and glass fibre filters have demonstrated their varying efficiencies in capturing MNPs. Multi-stage filtration systems, employing pore sizes ranging from 50 nm to 4 µm, have proven effective for particle separation while minimizing sample loss. To ensure data integrity, strict decontamination protocols – such as citric acid rinsing and high-temperature combustion – have been adopted to mitigate cross-contamination.

The deployment of cutting-edge spectroscopic and microscopic tools has further refined the identification of microplastics. Techniques such as Photo-induced Force Microscopy (PiFM), Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDX), Infrared Spectroscopy, and Raman Spectroscopy enable precise identification of polymer types. PiFM, in particular, has shown strong potential for distinguishing polymers at the nanoscale, while Scanning Electron Microscopy (SEM) offers detailed morphological analysis of filter residues, contributing to a deeper understanding of MNP contamination profiles. ▲



REM-Aufnahme eines Filterrückstands zur Detektion potenzieller Mikro- und Nanoplastikpartikel  
SEM image of a filter residue for the detection of potential micro- and nanoplastic particles

schiedlicher Filtermaterialien – etwa Celluloseacetat, PTFE und Glasfaser – verdeutlichen variierende Rückhalteeffizienzen für MNPs. Mehrstufige Filtrationssysteme mit Porengrößen zwischen 50 nm und 4 µm er-

Recent research has significantly advanced the detection, classification, and environmental analysis of micro- and nanoplastics (MNPs). Studies have yielded crucial insights into the prevalence of MNP contamination across household water systems, industrial pipelines, and municipal water supplies. Innovations in filtration technologies and spectroscopic

### at a glance & contact

**Funding:** Montanuniversität Leoben  
**Partners:** MUL-WPK



**Dipl.-Ing. Lukas Haiden**  
lukas.haiden@unileoben.ac.at  
+43 3842 402 - 2107