

## Pilotstudie zur Bestimmung von Mikroplastik in Moos

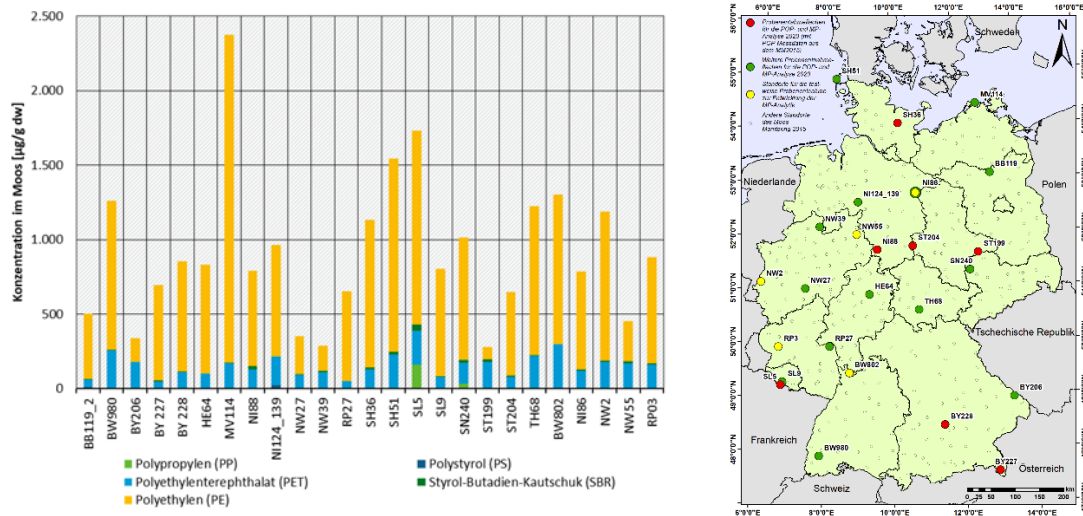
Moos ist als Biomonitor zur Bestimmung von anthropogenen, atmosphärischen Umweltverschmutzungen wie Schwermetallen, Stickstoff oder persistenten organischen Schadstoffen (POP) etabliert. Regelmäßig durchgeführte Monitoringuntersuchungen von Moosen zeigen lokale und zeitabhängige Trends von Umweltbelastungen. Bisher ist allerdings noch unklar, ob Moose ebenfalls als Monitoringsystem für atmosphärisch deponiertes Mikroplastik genutzt werden können. Im Rahmen des Moosmonitoring 2020 (*Monitoring of atmospheric deposition of heavy metals, nitrogen and POPs in Europe using Bryophytes* des International Cooperative Programme on Effects of Air Pollution on Natural Vegetation and Crops (ICP Vegetation 2020)) sollte die Eignung von Moos als Biomonitor auch für die Detektion von atmosphärischem Mikroplastik von Planwerk, Büro für ökologische Fachplanungen, ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co und IUTA evaluiert werden.

Insgesamt 25 Moosproben, die aus ganz Deutschland gesammelt wurden, sind im Rahmen des Vorhabens auf Mikroplastik untersucht worden. Die Analyse erfolgte durch die Thermoextraktions-Desorptions-Gaschromatographie-Massenspektrometrie (TED-GC-MS) und ein mikroskopisch-spektroskopisches Verfahren, die Ramanspektroskopie ( $\mu$ Raman). Die Analyse mittels TED-GC-MS lieferte Informationen zur Identität und Masse der Mikroplastikpartikel. Ergänzend hierzu konnten durch die Ramanspektroskopie neben der Identität der Partikel Informationen über die Partikelmorphologie (Größe und Form) erhalten werden.

Die größte Herausforderung bei der Analytik bestand in der Reduktion der bei Moos dominierenden und damit störenden, organischen Matrix. Daher war die Entwicklung geeigneter Probenvorbereitungsmethoden ein wesentlicher Bestandteil des Projektes. Im Hinblick auf die Analyse mittels TED-GC-MS wurde ein oxidativer Aufschluss mittels Fenton-Reagenz verwendet. Dieser eignet sich besonders gut für die Reduzierung organischer Matrix und wurde bereits in den vorangegangenen Projekten „iMulch“ und „SubµTrack“ für die Bestimmung von Mikroplastik in Böden und Oberflächengewässern am IUTA etabliert. Für die Matrix Moos war jedoch eine Weiterentwicklung, Anpassung und Optimierung des Aufschlusses notwendig. Für die Analyse mittels Ramanspektroskopie war diese Art der Probenvorbereitung jedoch ungeeignet. Die Partikelfracht war nach dem Aufschluss viel zu hoch, um eine automatisierte Erkennung der Mikroplastikpartikel am Ramanmikroskop durchführen zu können. Daher wurde für die ramanspektroskopischen Untersuchungen eine alternative Probenvorbereitungsmethode entwickelt. Grundlage dieser Methode ist die Exfoliation und Flotation. Mittels eines Reibekörpers (Glasperlen,  $d = 0,5 \text{ mm}$ ) wurde das Mikroplastik von der Oberfläche des Moooses abgerieben und die Probe anschließend über ein  $1 \text{ mm}$  Sieb zur Abtrennung des Moooses separiert. Die Glasperlen und das extrahierte (abgeriebene) Mikroplastik wurden im Folgenden in eine Flotationsapparatur ( $\mu$ SEP) gegeben. Durch feine Luftblasen konnte das Mikroplastik in einer wässrigen Phase von den Glasperlen abgetrennt und danach analysiert werden. Bei dieser Art der Probenvorbereitung kommen keine Chemikalien zum Einsatz, was einen wichtigen Aspekt in Bezug auf eine grüne analytische Chemie darstellt.

Nach der Entwicklung der Probenvorbereitung wurden die 25 Moosproben analysiert. In allen Proben konnte mittels TED-GC-MS Mikroplastik detektiert werden. Die höchste Konzentration wurde für das Polymer Polyethylen (PE) festgestellt, gefolgt von dem Polymer Polyethylenterephthalat (PET). Beide konnten in allen Proben gefunden werden. In einigen

Proben konnten zudem Polypropylen (PP), Styrol-Butadien Kautschuk (SBR) und Polystyrol (PS) nachgewiesen werden. Abbildung 1 zeigt eine Zusammenstellung der ermittelten Polymerkonzentrationen.



**Abb. 1:** Polymerkonzentrationen im Moos verschiedener Standorte in Deutschland (links) und Verteilung der Probenahmeorte in Deutschland (rechts).

Exemplarisch wurden zusätzlich drei Proben in Dreifachbestimmung mittels der Ramanspektroskopie analysiert. Dabei wurden die Ergebnisse der TED-GC-MS bestätigt. Auch die Ramanmikroskopie zeigte die höchsten Belastungen für PE. Die dabei detektierte Partikelanzahl von ca. 30 bis 300 je g Moos für eine Partikelgröße  $> 10 \mu\text{m}$  lag im Bereich von Literaturdaten von Jafarova et al. 2022 (<https://doi.org/10.3390/biology11121815>) aus Italien. Die Ergebnisse werden zurzeit vom Projektteam zu einem ausführlichen Bericht zusammengefasst, der als UBA-Text veröffentlicht wird. Diese Aussagen über die Masse des atmosphärisch deponierten Mikroplastik schließen eine wesentliche Informationslücke.

*Förderhinweis:*

Das Forschungsvorhaben mit der FKZ 3720632010 wurde vom Umweltbundesamt gefördert.

