

Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät

Institut für Biowissenschaften

Fachgebiet: *Meeresbiologie*

Betreuer: Prof. Dr. Matthias Labrenz

Ihr Name: Kristina Enders

(e-mail: kristina.enders@io-warnemuende.de)

Analogies Between Microplastics and Natural Particles for Inventory Mapping in Aquatic Sediments

Englische Zusammenfassung

Microplastics (MP) in aquatic sediments, recognised as a major MP reservoir, remain poorly quantified, constraining robust assessments of their distribution, deposition and extent. This thesis addresses this gap by establishing more accurate and comparable sedimentary MP estimations under the practical limitations on large-scale measurements. Sediment analyses along two Baltic estuaries (Warnow, Schlei) demonstrate a consistent correlation between grain size and MP abundance, based on which a granulometric normalisation approach is developed and applied that accounts for the hydrodynamic regime bias, enabling meaningful temporal and spatial comparisons and source-sink interpretation. A cross-study comparison identifies prerequisites for a robust normalisation: sampling that represents the entire hydrodynamic heterogeneity and ensuring spatio-temporal connectivity. Building on these insights, a reproducible empirical predictive modelling pipeline adopting machine-learning techniques is developed for the Schlei, using grain size, a spatio-temporal discontinuity parameter and water depth to predict MP distributions throughout more than 180 locations based on 26 measured MP stations, thereby creating a high-resolution MP inventory. These advances are underpinned by methodological innovations: a modular best-practice laboratory workflow with recovery and chemical-resistivity validation for MP down to 10 μm , a spiral conveyor for gentle MP density separation from mineral-rich matrices, an evaluation of electrostatic separation, a novel particle immobilisation concept for correlative MP analysis suited to analytical ring trials and a MP database enabling reproducible, error-free data retrieval in compliance with FAIR data principles. Together, these contributions enable management-relevant MP inventories and foster more reliable monitoring in aquatic sedimentary environments.

Deutsche Zusammenfassung

Mikroplastik (MP) in aquatischen Sedimenten, die ein bedeutendes MP-Reservoir sind, sind nach wie vor nur unzureichend quantifiziert, was eine fundierte Bewertung ihrer Verteilung, Ablagerung und Ausbreitung erschwert. Diese Arbeit entwickelt Methoden für genauere und vergleichbare Ermittlung von MP-Belastungen in Sedimenten unter der Einschränkung, dass großangelegte Messungen praktisch nicht darstellbar sind. Sedimentanalysen entlang zweier Ostsee-Flussmündungen (Warnow, Schlei) zeigen eine konsistente Korrelation zwischen Korngröße und MP-Abundanz. Auf dieser Grundlage wird ein granulometrischer Normalisierungsansatz entwickelt und angewendet, der die Verzerrung durch das hydrodynamische Regime berücksichtigt und aussagekräftige zeitliche und räumliche Vergleiche sowie eine Interpretation von Quellen und Senken ermöglicht. Ein studienübergreifender Vergleich identifiziert als Voraussetzungen für eine belastbare Normalisierung, dass Probenahmen die gesamte hydrodynamische Heterogenität repräsentieren, sowie dass die räumlich-zeitliche Konnektivität des betrachteten System in der Modellierung betrachtet wird. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wird für die Schlei eine reproduzierbare empirische Modellierung unter Verwendung von Techniken des maschinellen Lernens entwickelt, die Korngröße, einen räumlich-zeitlichen Diskontinuitätsparameter und Wassertiefe nutzt, um die MP-Verteilung an mehr als 180 Standorten auf der Grundlage von 26 gemessenen MP-Stationen vorherzusagen und so ein hochauflösendes MP-Inventar zu erstellen. Diese Fortschritte werden durch methodische Innovationen untermauert: Best-Practice Empfehlungen basierend auf modularen Aufreinigungsprotokollen, Validierungsverfahren geeignet für MP bis zu einer Größe von 10 μm , einen Spiralförderer für die schonende MP-Dichtentrennung aus mineralreichen Matrizen, eine Bewertung der elektrostatischen MP-Separation, ein Partikelimmobilisierungskonzept für die korrelative MP-Analyse, das für analytische Ringversuche geeignet ist, und eine MP-Datenbank, die eine reproduzierbare, fehlerfreie Datenabfrage in Übereinstimmung mit den FAIR-Datenprinzipien ermöglicht. Zusammen leisten diese Arbeiten einen Beitrag für managementrelevante MP-Bestandsaufnahmen und ermöglichen eine zuverlässigere Überwachung in aquatischen Sedimenten.