

# PLAWES

## AP 2: Punktquellen und diffuse Einträge

### 2.1 Teilbereich Atmosphärische Deposition von Mikroplastik

#### Kurzbericht

Sarmite Kernchen<sup>1,\*</sup>, Martin G. J. Löder<sup>2</sup>, Dieter Fischer<sup>3</sup>, Andreas Held<sup>4</sup>, Christian Laforsch<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Atmospheric Chemistry, University of Bayreuth, Bayreuth, 95440, Germany

<sup>2</sup> Department of Animal Ecology I, University of Bayreuth, Bayreuth, 95440, Germany

<sup>3</sup> Leibniz Institute of Polymer Research Dresden, Dresden, 01069, Germany

<sup>4</sup> Chair of Environmental Chemistry and Air Research, Technische Universität Berlin, Berlin, 10623, Germany

#### Atmosphärische Probenahme

Im Rahmen von PLAWES wurde an 6 Standorten des Wesereinzugsgebietes die atmosphärische Deposition von Mikroplastik untersucht, d.h. was aus der Atmosphäre an Mikroplastik auf die Erdoberfläche gelangt. Dafür wurden Standorte gesucht, die für die atmosphärische Probenahme entsprechend geeignet sind und welche die verschiedenen landschaftlichen Einheiten des Einzugsgebietes abdecken. Die Standorte sind auf der Karte in Abb. 1 dargestellt. Zwei Standorte befanden sich im Areal der Kläranlagen Kassel (KasselWasser) und Bremen/Seehausen (hanseWasser Bremen) direkt neben dem Fluss Weser. Die anderen vier Standorte wurden neben Luftmessstationen gewählt, so dass meteorologische Daten für die Sammlungszeit und den Ort verfügbar sind. Zwei Standorte befanden sich im ländlichen Hinterland und lagen auf der Wasserkuppe (neben der Luftmessstation Wasserkuppe, Hessen, ca. 300 m zum Nebenfluss Haart) und in Solling (neben der Luftmessstation Solling-Süd, Niedersachsen, ca. 300 m zum Nebenfluss Ahle). Eine weitere Messstation im vorstädtischen Rinteln (neben der Luftmessstation Weserbergland, Niedersachsen, ca. 30 m zum Hauptgraben) und eine im städtischen Bremerhaven (neben Luftmessstation Wesermündung, Bremerhaven, ca. 200 m zum Kaiserhafen 2).



Abb. 1: PLAWES-Probenahmeorte zur Atmosphärischen Deposition (die Karte wurde von Oliver Archner, EDV und Datenbanken, UBT erstellt).

Die atmosphärische Deposition von Mikroplastik wurde mit verschiedenen Arten von Proben untersucht. In Zusammenarbeit mit dem Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, den Kläranlagen Kasselwasser und hanseWasser, der Stadt Bremen sowie dem Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim wurden 32 monatliche Gesamtdepositionsproben im Zeitraum von 22.03.2018 bis 06.10.2018 genommen. Außerdem wurden an allen gewählten Standorten während der beiden Kampagnen einmal im April und einmal im Oktober (2018) die Proben von luftgetragenen Feinstaub zur Mikroplastik-Analyse genommen. Schließlich wurde die atmosphärische Deposition in getrennten Trocken- und Nassdepositionsproben untersucht. Für letztere Proben wurde die Kläranlage Kasselwasser als Supersite gewählt und wurde ein ganzes Jahr (von April 2019 bis April 2020) monatlich beprobt.

Zur Probenahme der Gesamt-, Trocken- und Nassdeposition wurden geeignete Sammler konstruiert und an den Standorten aufgebaut. Die Sammler zur Gesamtdeposition waren ständig geöffnet und sammelten die Deposition durch einen Edelstahl-Trichter in einer Glasflasche. Zur getrennten Trocken- und Nassdepositionsprobenahme wurde ein Gerät mit Feuchtesensorsteuerung aufgebaut, so dass die Probenahmeeinrichtung für die Nassdeposition nur an Regentagen öffnete. Zur Trockendepositionsprobenahme wurden die Partikel bei Trockenwetter auf Edelstahlplatten gesammelt. Die Aerosolproben wurden mit der Pumpe auf einem Filter in menschlicher Kopfhöhe gesammelt. Parallel wurden an drei Standorten die Partikel auch mit einem Impaktor, der Partikel nach Partikelgrößen auf getrennten Impaktorstufen abscheidet, gesammelt.

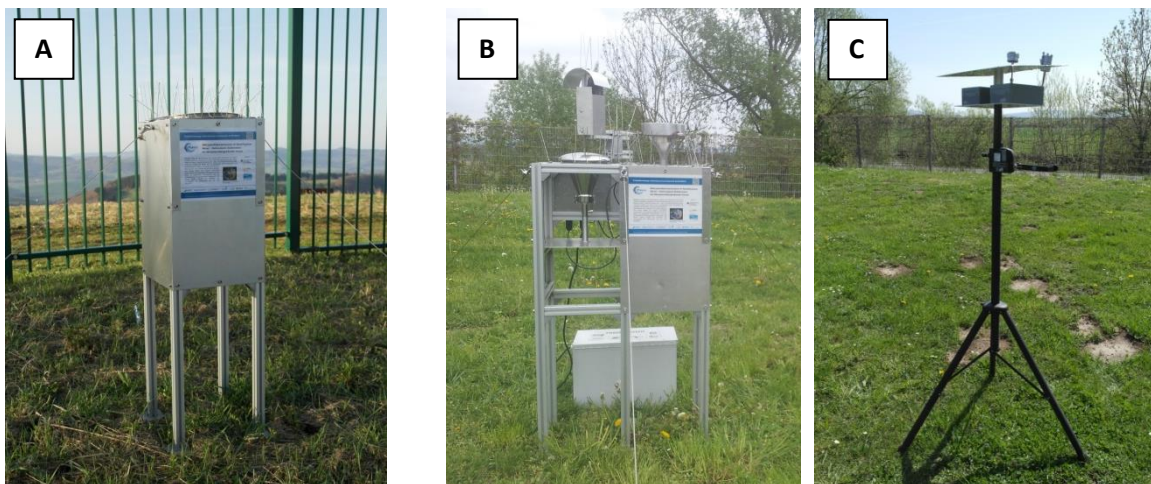


Abb. 2: PLAWES-Probenahme zur atmosphärischen Deposition; (A) Gesamtdepositionsprobenahme; (B) getrennte Trocken- und Nassdepositionsprobenahme; (C) Aerosolprobenahme.

### Probenaufbereitung und Analyse

Je nach dem Zustand der Proben wurden die Aufbereitung- und Reinigungsmethoden unterschiedlich ausgewählt. Um organische und anorganische Rückstände zu entfernen, waren eine oxidativ-enzymatische Aufreinigung und Dichtentrennung für einen Großteil der Gesamtdepositionsproben nötig und wurden entsprechend durchgeführt. Für getrennte Trocken- und Nassdepositionsproben sowie für die Aerosolproben waren die obenstehenden Reinigungsschritte nicht notwendig. Die Teilproben der Gesamt-, Trocken- und Nassdeposition wurden mit Infrarotspektroskopie (FT-IR; UBT) bis zu Partikelgröße 11  $\mu\text{m}$  analysiert. 12 ausgewählte Gesamtdepositionsproben wurden zusätzlich bis zu 5  $\mu\text{m}$  Partikelgröße mit Ramanspektroskopie (IPF, Dresden) und mit Pyrolyse-Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC/MS; ICBM, Oldenburg) analysiert, um einen Methodenvergleich zu ermöglichen. Aerosolproben wurden zur Analyse der Mikroplastik-Fraktion  $\geq 5\mu\text{m}$  mittels Raman-Spektroskopie am Leibniz- Institut für

Polymerforschung Dresden analysiert. Methodische Blindproben wurden für jede Art der Proben erstellt, um Kontaminationen im Labor von den Proben abziehen zu können.

### Gesamtdeposition von Mikroplastik

Alle Gesamtdepositionsproben enthielten messbare Mengen von Kunststoffpartikeln (98,5%) und Fasern (1,5%) in verschiedenen Formen und Farben. Die Depositionsraten (DR) liegen im Bereich von 10 bis 367 Partikeln pro m<sup>2</sup> pro Tag.

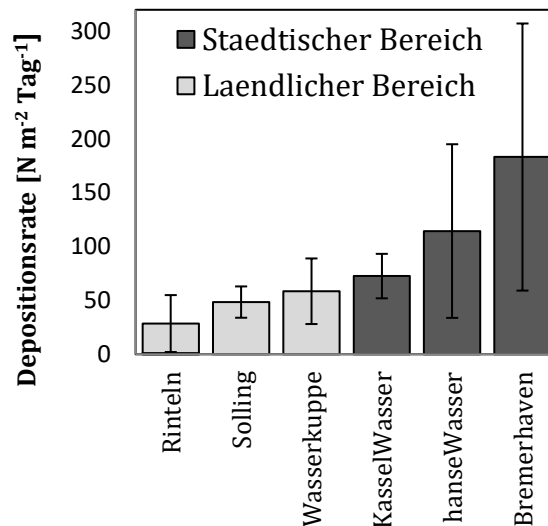


Abb. 3: Profil von Mikroplastik Partikeln/Fasern in der atmosphärischen Gesamtdeposition an allen Standorten und im untersuchten Zeitraum.

Städtische Gebiete haben durchschnittlich mengenmäßig höhere Mikroplastikdepositionsraten (Anzahldepositionsraten) als ländliche Gebiete (Abb. 3), daraus folgend sind Städte stärker durch Mikroplastik aus der Luft belastet als ländliche Regionen. Die höchste Depositionsrate von Mikroplastik wurde in der Stadt Bremerhaven gefunden, obwohl die Bevölkerung in der Stadt Bremerhaven ungefähr sechs Mal kleiner als in Bremen ist, in dessen Nähe sich der Standort hanseWasser befand. Die Industrie ist scheinbar eine zusätzliche signifikante Mikroplastik Quelle in der Hansestadt Bremerhaven. Der Standort Wasserkuppe liegt im ländlichen Gebiet 931 m über NN mit einer Einwohnerzahl unterhalb von 1000 in der Umgebung. Im Vergleich zu den anderen ländlichen Standorten Rinteln und Solling wurde auf der Wasserkuppe eine etwas höhere Mikroplastik-Depositionsrate gefunden ( $45 \pm 32$  Partikeln m<sup>-2</sup> Tag<sup>-1</sup>). Windtransport von Mikroplastik zum Standort und lokale Quellen wie z. B. die Paragliding Schule auf der Wasserkuppe könnten hier eine Rolle in der Mikroplastikverbreitung spielen.

### In der Luft suspendiertes Mikroplastik

Mikroplastik bis zur Partikelgröße 5 µm wurde auch in allen Filter- und Impaktorproben beim IPF Dresden gefunden. Die Impaktorprobenanalyse wurde nur qualitativ interpretiert und die beinhalteten Kunststofftypen analysiert.

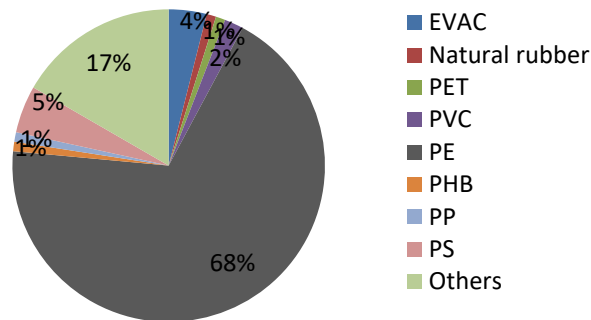


Abb. 4: Verteilung der Kunststofftypen in den Impaktorproben.

PE-Partikel im Größenbereich von 5 bis 50  $\mu\text{m}$  wurden als dominierende Kunststoffpartikel in den Impaktorproben gefunden.

### Zusammenfassung in Stichpunkten

- Mikroplastik-Partikel/Fasern befanden sich in messbaren Mengen in der Atmosphäre
- Die Mikroplastik-Konzentration in der Luft von Mittel- und NW-Deutschland beträgt 91 Partikel pro  $\text{m}^3$  (2018) und wurde mit einer Depositionsrate von  $99 \pm 85$  Partikel  $\text{m}^{-2} \text{Tag}^{-1}$  (2018) (Gesamtdeposition) aus der Atmosphäre auf der Erdoberfläche abgelagert
- In den Städten sind die Mikroplastik-Anzahl- und Massendepositionsraten höher als in ländlichen Regionen
- Die Anzahldepositionsraten von Mikroplastik zeigen keine Korrelation mit der Einwohnerzahl der jeweilig untersuchten Region
- Mikroplastik kann mit der Nassdeposition ausgewaschen und mit dem Wind verbreitet werden
- Die Nassdeposition mit Regen zeigt einen sehr wichtigen Mikroplastik-„Washout“ Effekt
- Eine Saisonalität der Mikroplastik-Depositionsraten ist nicht zu beobachten
- Kläranlagen scheinen keine Quelle von atmosphärischem Mikroplastik zu sein
- Eine systematisierte Mikroplastik-Analyse ist dringend nötig
- Aerosolproben sind wichtig, um die Mikroplastik-Konzentration in der Luft besser abschätzen zu können



## Sammleraufbau und Probenahme in Bildern



Die Niederschlagswassersammler wurden mit einer Kurzbeschreibung des Projektes PLAWES versehen.

Standort: Kläranlage Kassel (Kasselwasser)  
Im Hintergrund die Fulda  
(22.03.2018)



Aufbau des Sammlers in Kassel.

Standort: Kläranlage KasselWasser  
(22.03.2018)



Aufbau des Sammlers bei der Kläranlage Bremen/Seehausen (hanseWasser Bremen).

Von links: Dr. Sarmite Kernchen, die lokale Ansprechpartnerin Claudia Jendrek, Prof. Andreas Held.

Standort: Kläranlage hanseWasser Bremen  
(22.03.2018)



Aufbau des Sammlers in Solling (23.03.2018).



Blick zum Observatorium auf der Wasserkuppe.  
Standort: Wasserkuppe  
(18.04.2018)



Aerosolprobenahme.  
Standort: Kläranlage hanseWasser Bremen  
(19.04.2018)



Probenahme in Bremerhaven.  
(19.04.2018)



Aussicht vom Dach der Luftmessstation in  
Bremerhaven.  
(23.03.2018)



Der Standort auf der Wasserkuppe liegt neben einer  
Gleitschirm-Flugschule.  
(18.04.2018)



Die Niederschlagssammler, die Aerosolprobenahme  
und die Luftmessstation auf einem Bild.

Standort: Wasserkuppe  
(18.04.2018)





Probenahme im Weserbergland.

Standort: Rinteln  
(20.04.2018)



Blick in die Umgebung bei dem Standort Rinteln. In der Umgebung liegen viele landwirtschaftliche Flächen.  
(20.04.2018)



Umgebung am Standort Rinteln.  
(20.04.2018)



Der Standort Solling befindet sich im Erlebniswald Solling.  
(20.04.2018)