

GEFÖRDERT VOM



Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung



Mikroplastikkontamination im Modellsystem Weser – Nationalpark Wattenmeer

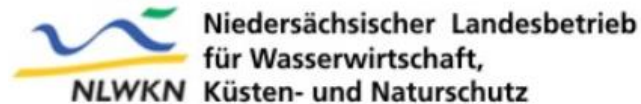
Ein ökosystemübergreifender Ansatz

Berlin, 09. April 2019

Prof. Dr. Christian Laforsch

Universität Bayreuth

Projektpartner



Assoziierte Partner



Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Plastik
in der Umwelt

Quellen • Senken • Lösungsansätze

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Flussgebietsgemeinschaft Weser

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Hydro-bios GmbH

HanseWasser Bremen GmbH

Kasselwasser

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW

Landwirtschaftskammer NRW

Leibniz Institut für Polymerforschung Dresden

Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

One Earth - One Ocean e. V.

PlasticsEurope

Senator für Umwelt, Bau und Verkehr Bremen

Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie

Umweltbundesamt, Abteilung Binnengewässer

Umweltbundesamt, Abteilung Meeresforschung

Ziel



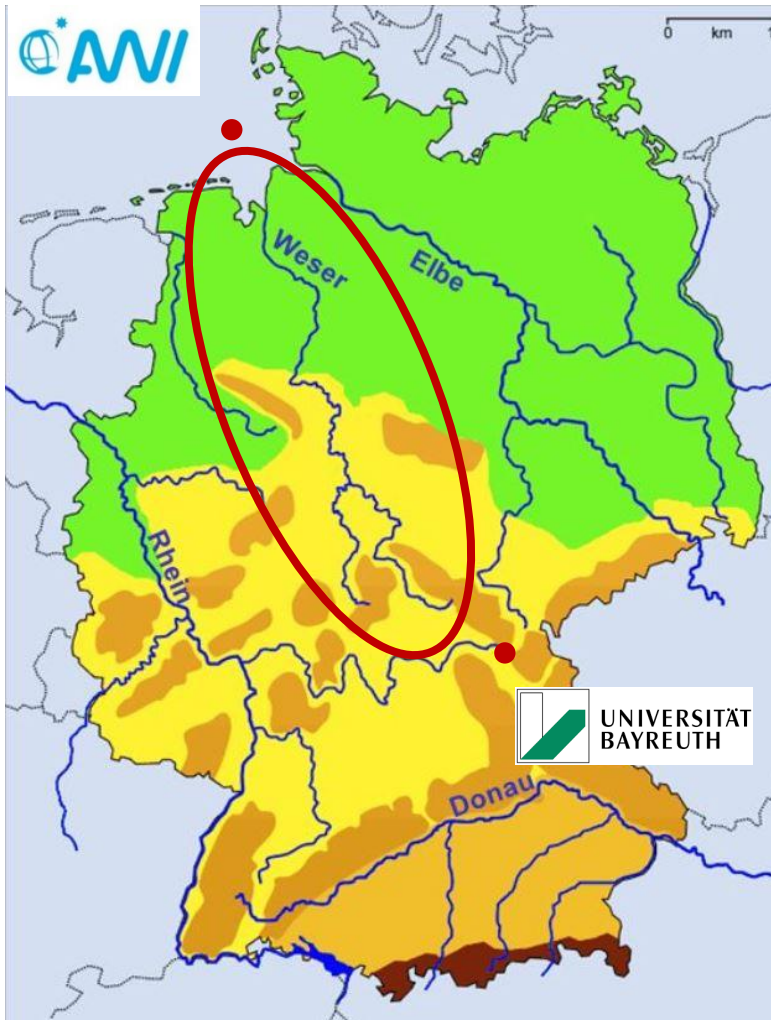
Bis dato **kein nationales** oder **internationales** Projekt, das **limnische** und **marine** Systeme bezüglich Mikroplastik **ganzheitlich** und unter Berücksichtigung des **Einzugsgebietes** und der **Eintragspfade** betrachtet.



Ziel:

holistische Betrachtungsweise der Mikroplastikkontamination aquatischer Ökosysteme am Modellsystem Weser/Wattenmeer

Querschnittsthema (2.1.3 Eintragspfade, Transport, Zersetzung und Verbleib in limnischen Systemen und 2.1.4 Meere und Ozeane als Senke und Akkumulationsraum)



System Weser/Wattenmeer:

- Einzugsgebiet **vollständig in Deutschland** (keine Einträge aus Nachbarländern)
- Integration **kommunaler** Einrichtungen
- **landwirtschaftlich** genutzte sowie stark **urbanisierte** Gebiete >> eine Abschätzung primärer Eintragsquellen und -pfade.
- Mündungsgebiet **Nationalpark** Niedersächsisches Wattenmeer (UNESCO Weltnaturerbe)
>> Multiplikatoren zur **Sensibilisierung** für die Thematik in limnischen und marinen Ökosystemen

Das Projekt in Stichpunkten



- » erfasst exemplarisch am Modellsystem Weser das Ausmaß der Mikroplastik-Kontamination (AP1)
- » charakterisiert punktuelle und diffuse Eintragspfade von Mikroplastik in Gewässer (AP2)
- » modelliert den Mikroplastik-Transport in der Umwelt unter Berücksichtigung von Eintragsquellen/Akkumulationsräumen vom Land über die Flüsse bis hin zur Nordsee (AP3)
- » analysiert ökosystemische Auswirkungen von Mikroplastik auf das Modellsystem Weser-Wattenmeer (AP4)
- » konzipiert und erarbeitet spezifische Informations- und Lehrmaterialien zur Vermeidung von Plastikmüll und zur Sensibilisierung für den Schutz der Meere und der aquatischen Umwelt (AP5)

... Eintragspfade, Quellen und Senken? Empirischer und Modell-Ansatz

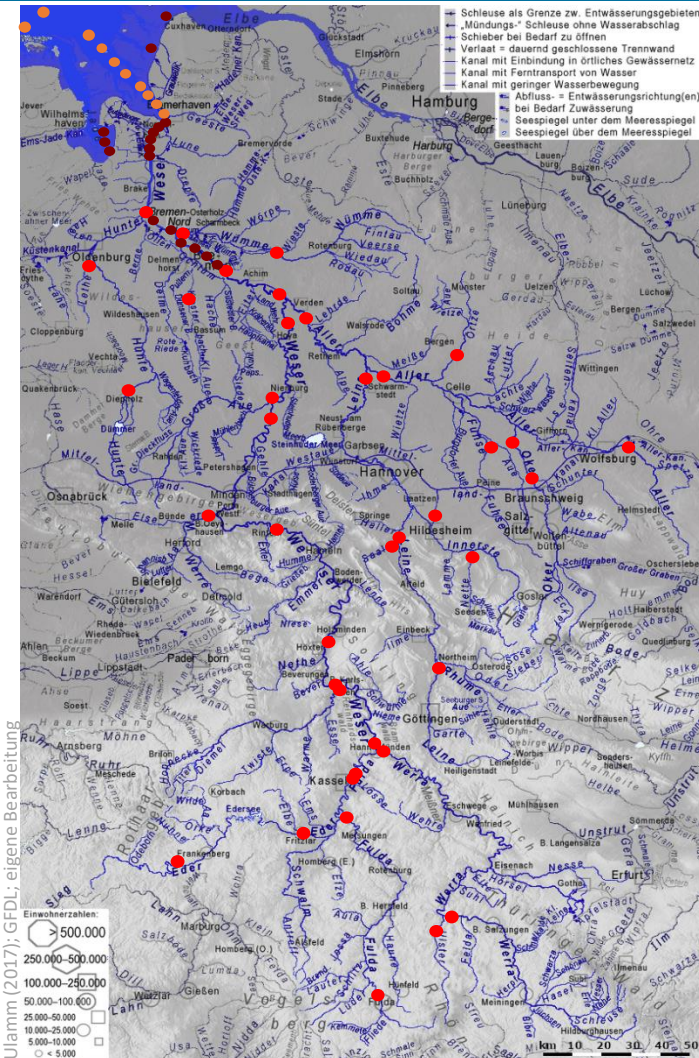


AP 1: MP im Modellsystem Weser - Wattenmeer

1. Probennahme entlang der Weser im April/Mai 2018

Beprobung von Sediment & Oberflächenwasser:

- **AWI: Weserästuar (9 Stationen)**
- **ICBM: Weserästuar & Unterweser (14 Stationen)**
- **UBT: Ober-/Mittelweser & Zuflüsse (41 Stationen)**



Ullmann (2017); GFDL; eigene Bearbeitung

AP 1: MP im Modellsystem Weser - Wattenmeer



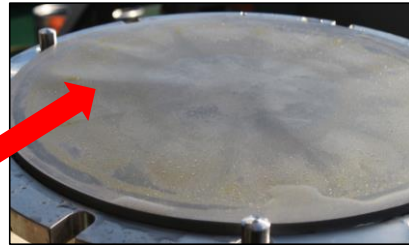
Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Plastik
in der Umwelt

Quellen • Senken • Lösungsansätze

Beprobung von Oberflächenwasser

Filtration über 10 µm Filterronden



Manta-Netz, 300 µm



Beprobung von Sediment

Van-Veen Greifer



AP 1: MP im Modellsystem Weser - Wattenmeer

Probenaufbereitung & Analyse

Sedimentproben

Mantaproben

Filterproben

Größenfraktionierung 500 μm

> 500 μm

< 500 μm

Visuelles
Aussortieren

Enzymatische Aufreinigung
nach **Löder et al. 2018**

Dichtentrennung

Chemische Analyse (FTIR, py-GC-MS)



Herausforderung:
sehr materialreiche Proben
→ Aufbereitung & Analyse
sehr zeitintensiv



Status aller 64 Proben:

- Mantaproben:
 - > 500 μm : größenfraktioniert, 50% analysiert
 - < 500 μm : in Bearbeitung & Analyse
- Filterproben: in Bearbeitung & Analyse
- Sedimentproben: in Bearbeitung & Analyse

AP 1: MP im Modellsystem Weser - Wattenmeer



Ausblick

Weitere Prozessstudien zur Untersuchung der MP-Belastung des Modellsystems

» **AWI und ICBM:**

- » Beprobungen über einen gesamten Tidenzyklus an 2 Stationen im Weserästuar (April 2019) und 2 Stationen in der Unterweser
- » Sedimententnahme an allen im Vorjahr beprobten Stationen

» **UBT:**

- » Beprobung von 15 Stationen der Ober-/Mittelweser im Frühling & Herbst 2019 zur Untersuchung der Saisonalität der MP-Belastung
- » Monatliche Beprobung der „Super Site“ bei Intschede am nördlichsten, nicht Tide-beeinflussten Bereich der Weser

AP 2: Eintragsquellen – Punktquellen und diffuser Eintrag

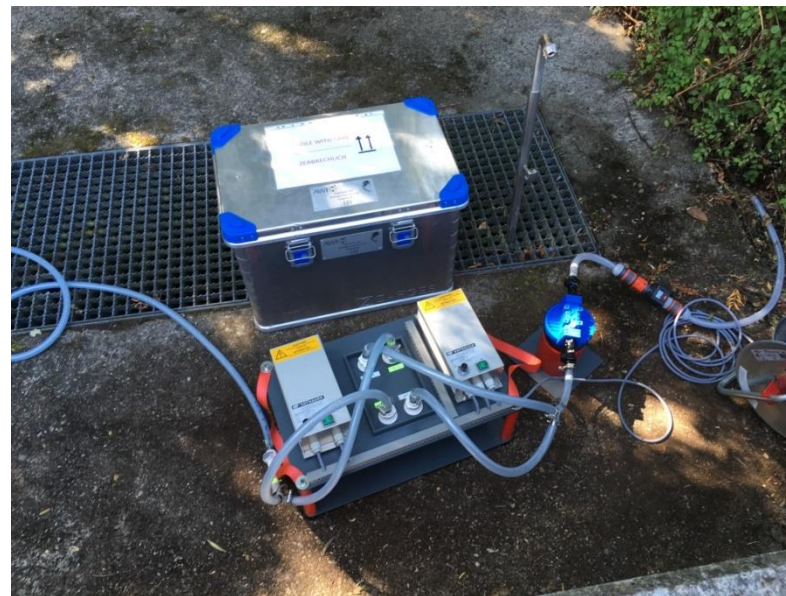


AP 2.1 Probennahme Klärwerke (AWI)

Monatliche Beprobung des Abflusses der Klärwerke in Kassel und Bremen-Seehausen (hier auch Trennkanalsystem), durchgeführt von Personal vor Ort (1000 L Probenvolumen, seit Juli 2018)



[Lisa Roscher]



[Lisa Roscher]

AP 2: Eintragsquellen – Punktquellen und diffuser Eintrag



AP 2.2 Probennahme Klärschlamm (TI)

Versuchsfeld „Rinkenbergerhof“ der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) Speyer



[LUFA Speyer]

- » Klärschlammausbringung unter kontrollierten Bedingungen:
NK-Düngung plus 1.66 – 10 t/ha
Trockenmasse Klärschlamm
- » Entnahme von Bodenproben auf Dauerversuchsflächen der LUFA Speyer in Kooperation mit **MicroCatch_Balt**
- » Analyse UBT

AP 2: Eintragsquellen – Punktquellen und diffuser Eintrag



AP 3.2 Probennahme Atmosphäre (UBT)



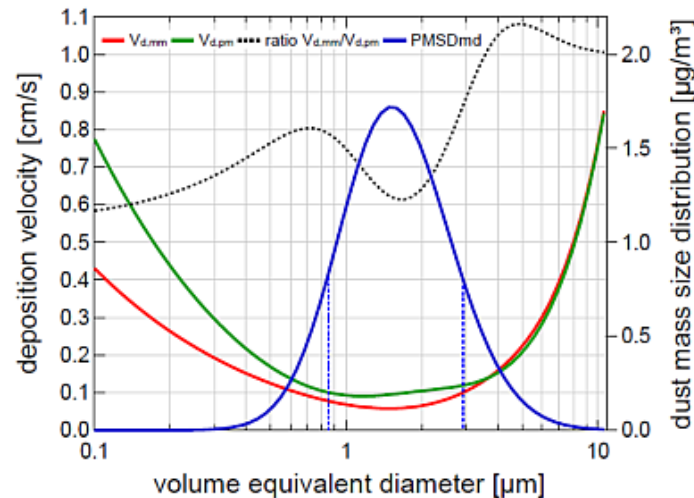
[Sarmite Kernchen]

- » März – September 2018: **Monatliche Probenahme der Gesamtdeposition** an sechs Standorten im Wesereinzugsgebiet
- » April und Oktober 2018: **Luftprobenahme** mit Filtersammler und Kaskadenimpaktor
- » Probenaufbereitung z. g. T. abgeschlossen
- » Proben zur Raman-Analytik am IPFD
- » **Ab Mitte 2019:** Getrennte Sammlung von nasser/trockener Deposition an einem Standort

AP 3: Modellgestützte Bilanzierung der diffusen und punktförmigen MP-Einträge

AP 1: „Mikroplastik im Modellsystem Weser“

AP 2: „Eintragspfade – Punktquellen und diffuser Eintrag“



Daten stützen einen **Modellierungsansatz** zur **Bilanzierung** von
MP im System Weser/Wattenmeer

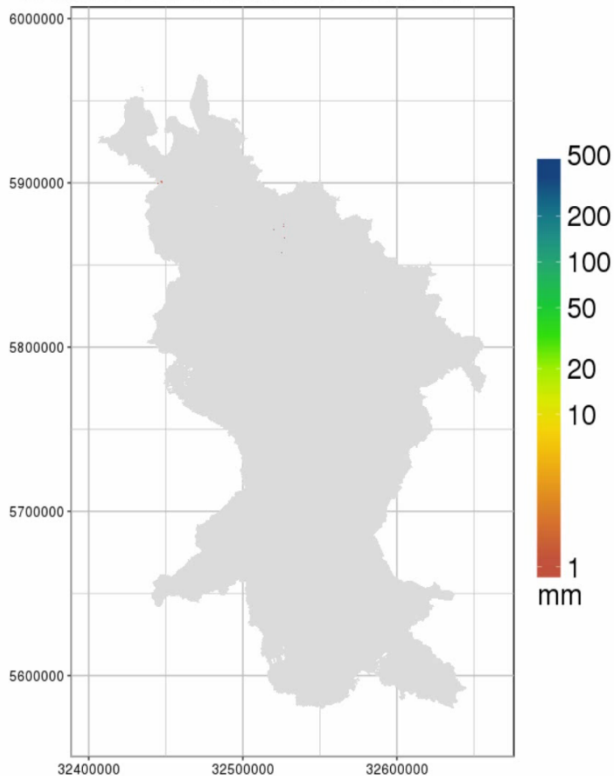


AP 3: Modellgestützte Bilanzierung der diffusen und punktförmigen MP-Einträge



AP 3.1 Wesereinzugsgebiet – Abflussmodel (FZJ)

Urbaner Direktabfluss 2010-11-01



Stand der Arbeiten:

- » Simulation der hydrologischen Abflusskomponenten im Wesereinzugsgebiet abgeschlossen:
 - » *Grundlage zur eintragungspfadbezogenen Ermittlung der diffusen und punktförmigen MP-Einträge in die Weser ist gelegt*
- » Erweiterte Datengrundlage durch Synergien von PLAWES und **MicroCatch_Balt** für verschiedene Landschaftsräume:
 - » *MP-Quellen, Eintragungspfade, Messgrößen (MP-Typen, MP – Dichten, MP- Fraktionen, MP-Partikelzahlen, beprobtes Volumen)*

AP 3: Modellgestützte Bilanzierung der diffusen und punktförmigen MP-Einträge



AP 3.2 Wesereinzugsgebiet - Abschätzung der regionalen MP-austragspotenziale von landwirtschaftlich genutzten Flächen (TI)

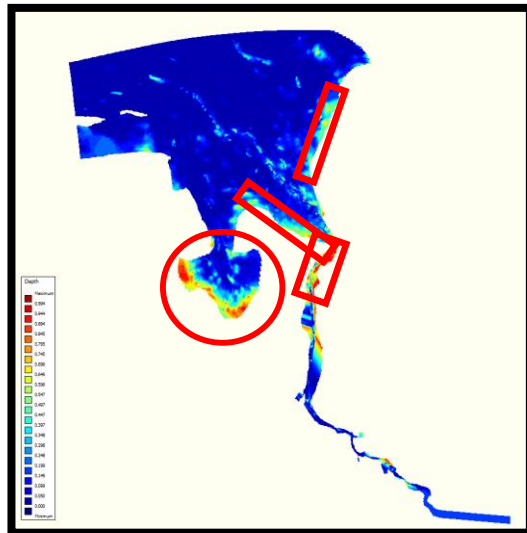
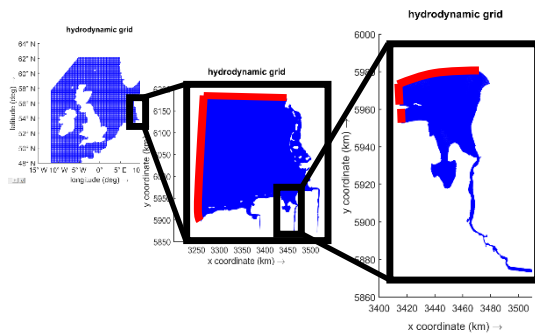


Stand der Arbeiten:

- » Datenbasis von RAUMIS wurde auf das Jahr 2016 aktualisiert
- » Auswertung von Informationen über die Einträge von Mikroplastik in landwirtschaftliche Böden (Expertenbefragungen, Literaturrecherchen)
- » Datenbasis zur regionalen Modellierung der Eintragsquellen (Klärschlamm, Kompost, Folien)
- » Regionale Darstellung von Mikroplastikeinträgen aus Klärschlamm
- » Schätzung des Umfangs regionaler Flächen mit Plastikfolieneinsatz
- » Erste Top Down - Analyse der regionalen Hot-Spots für Mikroplastikeinträge auf landwirtschaftlichen Flächen

AP 3: Modellgestützte Bilanzierung der diffusen und punktförmigen MP-Einträge

AP 3.1 Ästuar und Nordsee – Gezeitenmodell (NLWKN)



Stand der Arbeiten:

- » Erfassung der Randbedingungen im Weser Ästuar und Wattenmeer (z.B. Wassertiefen, Abflussbedingungen)
- » Modell-Setup: 3D-Hydrodynamisches Modell “Delft3D-FLOW”: Berücksichtigung von Tide und Wind (0.25°x0.25°) mit 10 Layers wird an Weser angepasst
- » Einbindung eines Water-Quality-Modells

Ausblick

- » Einbindung von MP- Sediment Interaktionen in Water-Quality-Modells
- » Anbindung/Datenübergabe Weser-Abflussmodell
- » Weitere Kalibrierung des hydrodynamischen Modells

AP 4. : Interaktion von Mikroplastik mit Pathogenen und Biota



Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Plastik
in der Umwelt

Quellen • Senken • Lösungsansätze

MIKROPLASTIK - Risiken?



AP 4.1: Interaktionen von MP mit Pathogenen und Antibiotikaresistenzen



Eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

Plastik
in der Umwelt

Quellen • Senken • Lösungsansätze

Sequentielle Inkubation von Mikroplastik und Holz in der Weser von Bremen bis nach Helgoland (Juli - September 2018) (AWI)



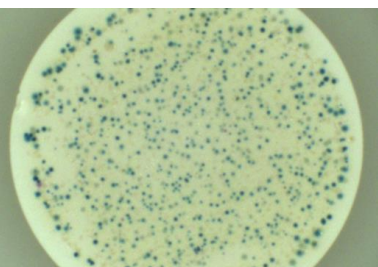
Anreicherung, Kultivierung, Identifizierung von potenziell Pathogenen und multi-resistenten Bakterien im Labor:

- » Insgesamt 54 Bakterien-Spezies isoliert, davon 42 potentiell Pathogene
- » Mehr Spezies/Pathogene im Wasser als auf Partikeln
- » Mehr Spezies isoliert von Holz als von Plastik



Ausblick

- » Antibiotikaresistenzprofile ausgewählter Isolate (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter* sp.) mittels EVitek[®] Screening
- » Pathogene-Strain Identifikation von *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae*, and *Vibrio vulnificus* mittels IR-Biotyper



AP 4.2: Interaktion von MP mit aquatischen Invertebraten



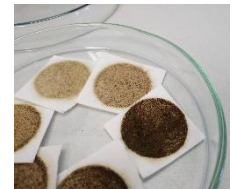
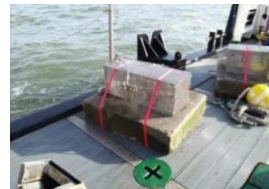
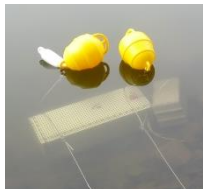
In situ Exposition von Muscheln (Sept. – Nov. 2018) (GU)



- » **Weser-Einzugsgebiet:** Kläranlage (Einleiter & RÜB), Stadtgebiet, Sportboothafen, Verregnungsfläche, „Ende“ der Tide-unbeeinflussten Weser
- » **Wattenmeer:** Standorte in zunehmender Entfernung zur Wesermündung

Ausblick

- » Aufbereitung & Analyse der Muschelproben in Kooperation mit UBT & ICBM
 - » Enzymatische Aufreinigung (**Löder et al. 2018**)
 - » Identifizierung/Quantifizierung von Mikroplastik mittels μ FT-IR & Pyrolyse-GCMS



AP 4.2: Interaktion von MP mit aquatischen Invertebraten

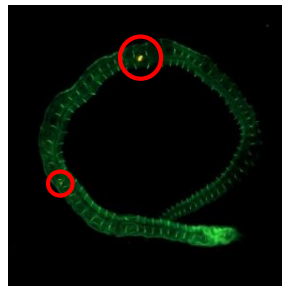


Aufnahmestudien (GU & UBT)

- » Herstellung von MP in definierten Größen
- » Nachweis der Aufnahme von MP bei Flussmuscheln und Glanzwürmern
 - » durch Verwendung von fluoreszierendem MP

Ausblick

- » Ökotoxikologische Studien mit pristinem und in der Weser inkubiertem MP
 - » Muscheln: Life-history und physiologische Parameter, Transkriptomanalyse
 - » Glanzwürmer: Life-history und physiologische Parameter



AP 4.2: Interaktion von MP mit aquatischen Invertebraten



Zeitreihenanalyse von Miesmuscheln: 1985 – 2017 (ICBM)

» Aufarbeitung:



enzymatisch

oxidativ



Py-GCMS

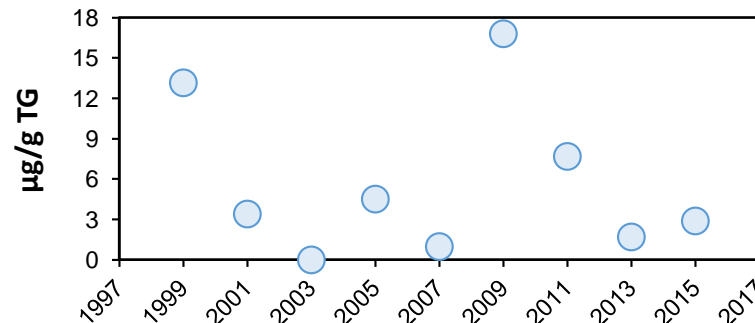
- » Massen-Quantifizierung von PE, PP, PET, PS, PMMA, PVC, PC, PA6, PUR
- » Vergleich Nordsee & Ostsee (Synergie **MicroCatch_Balt**)

Erste Ergebnisse

Polymer (µg/g TG)

	PE	PP	PET	PS	PMMA	PVC	PC	PA6	PUR
2015	–	+	5.0	0.9	+	2.9	+	–	–
2013	–	+	0.7	0.1	+	1.7	+	–	–
2011	–	+	6.8	0.2	+	7.7	+	–	–
2009	–	+	3.3	0.1	+	16.8	+	–	–
2007	–	+	–	4.3	+	+	+	–	–
2005	–	+	1.8	1.1	+	4.5	+	–	–
2003	–	+	–	1.2	+	–	+	–	–
2001	–	+	0.7	0.2	+	3.4	+	–	–
1999	–	+	6.5	1.6	+	13.2	+	–	–

PVC



AP 5: Bildungsmaßnahmen zur Schärfung des Bewusstseins in Bezug auf Plastikmüll



Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Plastik
in der **Umwelt**

Quellen • Senken • Lösungsansätze

MIKROPLASTIK - Outreach



AP 5: Bildungsmaßnahmen zur Schärfung des Bewusstseins in Bezug auf Plastikmüll

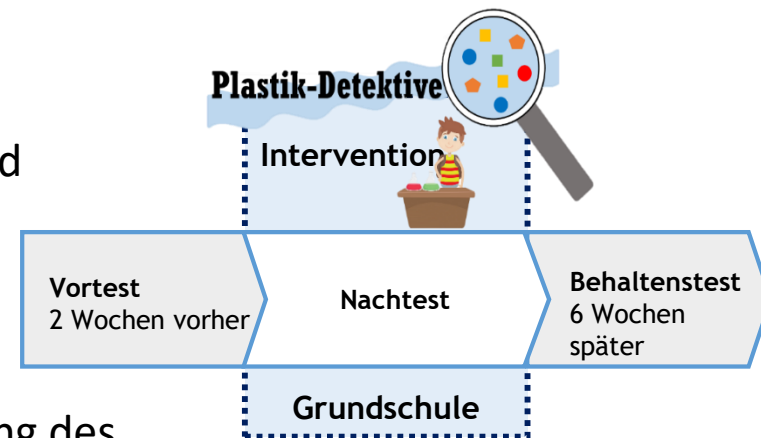


Stand der Arbeiten



UNIVERSITÄT
BAYREUTH

- » Qualitative Analyse der Vorstellungen von Erstsemesterstudenten zum Thema Mikroplastik (ca. 260 Studierende)
- » Quantitative Analyse der Intervention „Plastik-Detektive“ an Grundschulen (ca. 300 Schülerinnen und Schüler)
- » Entwicklung und Anpassung von Lerneinheiten
- » Ausbau eines Lehr-Lern-Portals mit Informationen und Unterrichtsmaterialien zum Thema Mikroplastik
- » Teilnahme am Vernetzungstreffen „Soziale und politische Dimension von Plastik in der Umwelt“
- » Workshop für Studierende zur didaktischen Umsetzung des Themas Mikroplastik im Rahmen der Ferienakademie zum Elite-Programm „MINT-Lehramt PLUS“



AP 5: Bildungsmaßnahmen zur Schärfung des Bewusstseins in Bezug auf Plastikmüll



Eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

Plastik
in der Umwelt

Quellen • Senken • Lösungsansätze

Stand der Arbeiten



- » Lernmodule zum Thema Plastik im Modellsystem Weser-Wattenmeer an den außerschulischen Lernorten AWI OPENSEA und Lernlabor Wattenmeer der Universität Oldenburg
- » Erprobung der Lerneinheiten im Schülerlabor mit Schulklassen (ca. 300 Schülerinnen und Schüler an 3-5 Tagen)
- » Anpassung der Lernmodule für den Einsatz an anderen außerschulischen Lernorten und/oder an Schulen
- » Erarbeitung eines Fragebogens zur Bewertung der erreichten Lernziele und der ethischen Bewertungskompetenz (ca. 130 Antworten)
- » Entwicklung eines Planspiels zum Thema Plastikmüll
- » Veranstaltungen: LeLa-Workshop „MINT-Nachhaltigkeitsbildung“, FONA Harmonisierungstreffen PLAWES – **MicroCatch_Balt**, MICRO 2018, Workshops mit Schulklassen und Studenten





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Prof. Dr. Christian Laforsch



Tierökologie I

Universität Bayreuth
Universitätsstraße 30
95447 Bayreuth

E-Mail: christian.laforsch@uni-bayreuth.de