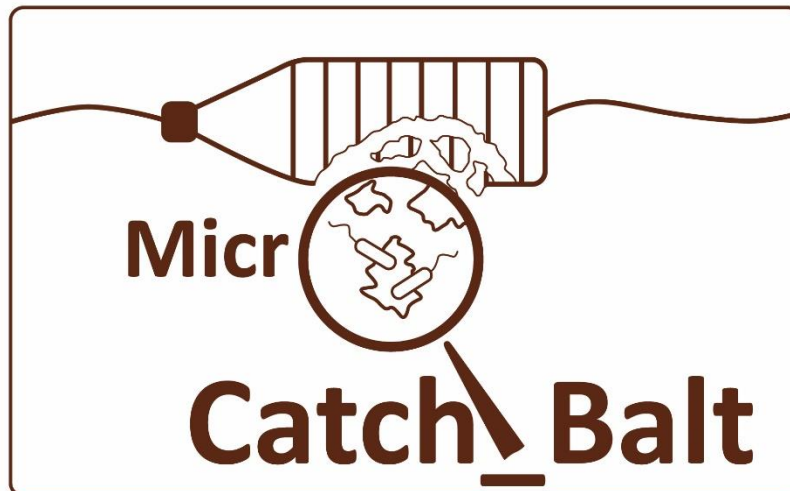


BMBF Verbundprojekt



Untersuchung der Mikroplastik-Senken und -Quellen von einem typischen Einzugsgebiet bis in die offene Ostsee

Verbundübergreifender Abschlussbericht

Laufzeit: 01. August 2017 - 30. April 2021

Projektpartner

- Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW) (Koordination)
- Leibniz- Institut für Polymerforschung Dresden (IPF)
- Forschungszentrum Jülich Institut für Bio- und Geowissenschaften (FZJ)
- Johann Heinrich von Thünen- Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei (TI)
- Fraunhofer- Institut für Graphische Datenverarbeitung Rostock (Fh-IGD)

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mittel des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 03F0788A gefördert.

Kurzzusammenfassung

Generelles Ziel von MicroCatch_Balt war es, das Ausmaß und Eigenschaften der Mikroplastik (MP) Kontamination von limnischen bis marinen Systemen in Norddeutschland zu untersuchen und damit Interessensvertretern das Fachwissen für zukünftiges Monitoring und Minderungsstrategien bereitzustellen. Das Projekt wurde gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb des Forschungsschwerpunkts „Plastik in der Umwelt“.

In diesem Rahmen untersuchte MicroCatch_Balt daher exemplarisch für das Warnow- Einzugsgebiet Quellen und Senken von Mikroplastik, sowie relevante Verbreitungsprozesse auf dessen Weg zur offenen Ostsee. Als Datengrundlage dienten Probenahmen im Fluss und auf landwirtschaftlichen Flächen, welche aufgearbeitet und partikelbasiert spektrometrisch analysiert und charakterisiert wurden. Die Daten bildeten die Basis zur Validierung von landwirtschaftlichen-, hydrologischen- und Transport-Modellen, welche das gesamte Einzugsgebiet inklusive Mündung und Küstengewässer abdeckten. Entsprechend wurde das regionalisierte Agrar- und Umweltinformationssystem RAUMIS als Anfangsglied der Modellkette weiterentwickelt, in dem die Mikroplastikbelastungen vom Land über das Flusssystem bis ins Ästuar und die Ostsee abgebildet wurden. Als die vermuteten drei Haupteintragsquellen in Zusammenhang mit der Landwirtschaft wurden die Gesamteinträge von Mikroplastik aus Klärschlamm, Kompost und Folienkulturen in die Agrarböden des Warnow-Einzugsgebietes abgeschätzt. Diese Einträge dienen der nachgeschalteten hydrologischen Modellierung von Mikroplastik im Süßwassersystem als Eingangsdaten. Vergleiche mit bundesweiten Ergebnissen sowie Ergebnissen aus dem Weser-Einzugsgebiet (Projekt PLAWES) ergaben einen vergleichsweise hohen Beitrag von Mikroplastikeinträgen aus Klärschlamm und einen unterdurchschnittlichen Beitrag aus Folienkulturen und Kompost. Für das Flusseinzugsgebiet der Warnow wurde die Modellkette mGROWA-TeMba entwickelt. Hiermit konnten der Wasserhaushalt und die potentiellen Eintragspfade von Mikroplastik aus diffusen und punktuellen Quellen abgebildet werden. Ein unerwartetes Ergebnis war hier die geringe Wiederfindbarkeit der punktuellen MP Einträge der untersuchten Klärwerksabläufe in den darunterliegenden Wassermassen der Warnow. Es ist zu vermuten, dass wesentliche Anteile der MP-Einträge aus Klärwerken unmittelbar sedimentieren. Für das Warnow Ästuar wurden Emissionsszenarien entworfen, welche die höchsten Mikroplastik Emissionen abbilden. Darauf basierend wurden Mikroplastik Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen entwickelt, mit dem Ergebnis, dass sich zur effizienten Reduzierung der MP-Belastung entsprechende Maßnahmen auf Mischwasserüberläufe und Regenwassereinleitungen als Hauptpfade konzentrieren sollten, welche etwa die Hälfte der Plastikeinträge in das Ästuar ausmachen.

Die Untersuchung von - insbesondere kleinem - MP aus Umweltproben war eine methodische Herausforderung. Um wirklich validierte Daten zur MP Last in der Umwelt zu erhalten, waren daher speziell zu Beginn der Projektlaufzeit Methodenevaluationen und Optimierungen von grundlegender Bedeutung. Dieses betraf die gesamte MP-Pipeline, beginnend bei der Probenahme, über Aufarbeitung, Analyse und Datenverarbeitung. So wurden Gerätschaften, Software-Produkte, ausführliche Protokolle und eine öffentlich nutzbare Datenbank-Struktur als eine solide und harmonisierte Basis zur Bestimmung der Mikroplastik Last zwischen den Projektpartnern entwickelt und aufeinander abgestimmt. Diese Pipeline wurde frühzeitig veröffentlicht und trägt zu einer international vergleichbaren MP Forschung bei. Entsprechend war das wissenschaftliche wie auch das öffentliche Interesse an den Ergebnissen von MicroCatch_Balt erheblich. In einer Vielzahl an Veröffentlichungen und Informationsveranstaltungen auf lokaler, regionaler, nationaler und

internationaler Ebene, inklusive zahlreicher Medienbeiträge, wurde diesem begegnet und über das Thema ‚Mikroplastik in der Umwelt‘ aufgeklärt. Dem Transfer der Erkenntnisse aus dem MicroCatch_Balt Projekt hinein in die Gesellschaft diene in diesem Zusammenhang die Entwicklung interaktiver Applikationen, wie einen steuerbaren Multitouch-Tisch bzw. eine entsprechende online App. Diese bieten den Nutzern umfangreiche Einblicke in das Untersuchungsgebiet, die verwendeten Methoden zur Beprobung und Analytik sowie konkrete Projektergebnisse. Modellsimulationen, welche den Mikroplastik Transport bei verschiedenen Windbedingungen zeigen, flossen in die interaktiven Module ein. Die Auswahl und Darstellung der gewünschten Inhalte kann vom Nutzer individuell gesteuert werden. In Form einer Wanderausstellung wird der Multitouch-Tisch deutschlandweit bis mindestens 2022 der Öffentlichkeit weiterhin präsentiert werden.

Darstellung der wichtigsten wissenschaftlichen Ergebnisse

Das Verhalten und die Anreicherung von Mikroplastik in der Meeresumwelt wurde bereits vor Projektbeginn erforscht, war aber nur unzureichend verstanden. Vor diesem Hintergrund untersuchte das interdisziplinäre MicroCatch_Balt-Konsortium, bestehend aus Umweltwissenschaftlern, Mikrobiologen, Modellierern, Informatikern und Meeresmanagern, die Bedeutung von landgestützten Einträgen als Quelle von MP in das Meer. Die verschiedenen funktionalen Projektpartner von MicroCatch_Balt waren zwar für bestimmte Teilaufgaben innerhalb der Datenerfassungspipeline, wie Probenahme (IOW), Probenaufbereitung (IOW), spektroskopische Analyse (IPF), Modellierung (TI, FZJ, IOW), Wissenstransfer (IGD, IOW) verantwortlich. Aber nur in enger synergistischer Zusammenarbeit und gegenseitigen Evaluierung der jeweiligen Arbeiten der Partner ließ sich diese Pipeline erfolgreich entwickeln.

MicroCatch_Balt konzentrierte sich auf das Einzugsgebiet der Warnow, des zweitgrößten deutschen Süßwasserzuflusses in die Ostsee. Es umfasst eine Vielzahl von Landnutzungen und integriert eine hohe Bevölkerungsdichte mit industriellen und landwirtschaftlichen Flächen. Somit kann dieses Flusseinzugsgebiet als repräsentativ für viele Gebiete der Ostsee angesehen werden.

Methodische Grundlagen von MicroCatch_Balt (nach Labrenz, 2021)

Die meisten Partner von MicroCatch_Balt hatten bereits zuvor Erfahrungen mit dem Warnow-Einzugsgebiet gesammelt. Nicht nur auf dem Gebiet des MP, sondern auch in der Modellierung des Warnow-Einzugsgebietes, seines Ästuars und der Ostsee selbst. Dennoch wurde im Laufe des Projektes schnell deutlich, dass grundlegende Optimierungen und Neuentwicklungen im Bereich der MP-Probenahme, Aufbereitung und Analyse notwendig waren, um aussagekräftige Ergebnisse für die MP-Modellierung zu erhalten. Grundsätzlich war die Identifizierung von MP aus der Umwelt viel zu arbeits- und zeitintensiv, um die von den Modellen benötigten Datenmengen zu erhalten. Dies war sicherlich nicht MicroCatch_Balt-spezifisch, sondern ein limitierender Faktor weltweit. So hat sich beispielsweise herausgestellt, dass netzbasierte Methoden zur Probenahme von MP im Wasser unzureichend sind. Diese Netze haben in der Regel Maschenweiten von etwa 100-300 µm. Vergleichbar mit den meisten aquatischen Systemen sind die MP Partikel in der Warnow und der Ostsee jedoch überwiegend kleiner, werden von den Netzen also nicht erfasst und gehen der Analyse verloren.

Aus diesem Grund hat MicroCatch_Balt, in enger Absprache mit PLAWES, das mobile Probenahmegerät "Rocket" entwickelt. Auf der Grundlage von Filterkartuschen fängt dieses Gerät –

praktisch frei von über das Gerät eingeführte MP-Kontaminationen - alle Partikel $>10 \mu\text{m}$ ein (Lenz und Labrenz, 2018); ein erster und wesentlicher Fortschritt für die Bewertung von MP in der aquatischen Umwelt. Die Rocket ermöglicht die Probenahme von mehr als 1 m^3 Wasser, je nach Wasserqualität. Ein zweiter entscheidender Schritt bestand darin, über die Erhöhung des zu untersuchenden Volumens des Warnow-Wassers auf $>1000 \text{ m}^3$ statistisch besser abgesicherte Daten zu erhalten. Dies wurde durch die Identifizierung von MP aus dem Trinkwasseraufbereitungsschlamm des Rostocker Wasserwerkes erreicht. Die Rostocker Trinkwasseraufbereitungsanlage entnimmt Oberflächenwasser aus der Warnow und reinigt es durch Koagulations-/Flockungs- und Filtrationsverfahren. Aus den im anfallenden Klärschlamm enthaltenen MP können integrativ MP-Zahlen in der Warnow selbst abgeleitet werden, da die Probenahme einen Zeitraum von mindestens 3 Stunden Durchfluss in der Warnow abdeckt. Beide Methoden schätzten unabhängig voneinander die MP-Konzentrationen im unteren Teil der Oberwarnow auf $\sim 200 \text{ Partikel/m}^3$ Wasser (Siegel et al., 2021).

Zeit ist der kritische Faktor bei der MP-Verarbeitung. MicroCatch_Balt hat daher auch neue Verfahren für Sedimente/Böden getestet, um die Arbeitsabläufe zu beschleunigen. Sedimente/Böden weisen einen hohen Gehalt an natürlichen organischen und anorganischen Stoffen auf und müssen daher aufwändig gereinigt werden. Durch die Entwicklung und Anwendung der elektrostatischen Separation, speziell für MP $>0,5 \text{ mm}$, ist es MicroCatch_Balt gelungen, MP aus grobkörnigen Sedimenten deutlich aufzukonzentrieren. Diese Methode ermöglicht die Entfernung signifikanter Mengen natürlicher Verunreinigungen vor der weiteren Verarbeitung der MP-Partikel, so dass die MP-Reinigungsschritte vereinfacht werden konnten (Enders et al., 2020).

Auch die anschließende Aufbereitung von MP aus der Umwelt wurde grundlegend verbessert. Um die Identifizierung von MP mittels Raman/FT-IR-Spektroskopie zu ermöglichen, müssen die organischen Partikel stark reduziert werden, ohne die Kunststoffe selbst zu schädigen. Dies ist sowohl durch enzymatischen als auch durch oxidativen Aufschluss möglich. Der enzymatische Ansatz ist schonend, aber technisch anspruchsvoll, zeitaufwändig, und unterliegt biologisch bedingten Veränderungen. Es war jedoch unklar, ob MP, insbesondere $<100 \mu\text{m}$, durch die schnellere oxidative Behandlung verändert oder beeinträchtigt werden könnten. MicroCatch_Balt wies jedoch nach, dass dies nicht der Fall ist und dass die chemische Behandlung Zeit spart und die Komplexität reduziert (Lenz et al., 2021).

Die endgültige Identifizierung von MP aus der Umwelt war von Anfang an eine erwartete Herausforderung. MP-Partikel können weder mit dem Auge noch mit rein mikroskopischen Methoden zuverlässig identifiziert werden. Hierfür eignet sich, wie bereits erwähnt, die Raman/FT-IR-Spektroskopie. Auch hier waren die Verfahren sehr zeitaufwendig und die Identifizierung von MP-Partikeln war ein erheblicher Engpass in der MP-Pipeline. MicroCatch_Balt war jedoch in der Lage, der wissenschaftlichen Gemeinschaft relativ schnell ein selbst entwickeltes, quelloffenes Softwarepaket zur Verfügung zu stellen, das die Partikelanalyse sowohl mit Raman- als auch mit FT-IR-Mikrospektroskopie ermöglicht. Die GEPARD-Software (Gepard Enabled PARTicle Detection) ermöglicht die Aufnahme eines optischen Bildes, erkennt dann Partikel und nutzt diese Informationen zur Steuerung der spektroskopischen Messung. Die Partikelerkennung und Größenbestimmung wird dabei automatisiert mit optischer Mikroskopie durchgeführt. Bei sehr hoher Partikelanzahl pro Filter (> 1000) bzw. Agglomeration der Partikel werden zudem Algorithmen (Watershed-Algorithmus) für die Partikelfragmentierung verwendet. Die Identifizierung der Polymere/Copolymere, der Farbstoffe und der Additive erfolgt nachfolgend durch eine semi-automatisierte Messung mit FTIR- und/oder Raman- Mikroskopie mit der Software GEPARD, die auch die Auswertung der Daten inklusive deren Überführung in nationale und internationale Datenbanken verwendet (Brandt et al., 2020).

Eine weitere Möglichkeit, die Messzeit zu verkürzen, bestand darin, die Gesamtprobenzahl durch die Verwendung repräsentativer Teilproben zu erhöhen. Diese müssen jedoch weiterhin zuverlässige Ergebnisse liefern. Im Rahmen von MicroCatch_Balt wurden verschiedene vorgeschlagene Teilprobenahme-Verfahren anhand einer Auswahl realer Proben aus verschiedenen Umweltkompartimenten umfassend bewertet. Es zeigte sich, dass die Fehler bei der Teilprobenahme weitgehend auf statistische Zählfehler zurückzuführen sind. Vor allem durch die Erhöhung des Anteils der MP-Partikel in den Proben kann der Fehler bei der Teilprobenahme jedoch geringgehalten werden (Brandt et al., 2021).

Zusammengefasst, haben die Partner von MicroCatch_Balt eine optimierte und in hohem Maße reproduzierbare Pipeline für die Identifizierung und Quantifizierung von MP in der Umwelt entwickelt. Diese wurde in einen universellen Rahmen von modularen Protokollen integriert, die sowohl die vordefinierten Benutzeranforderungen erfüllen ("QuEChERS": **quick, easy, cheap, effective, rugged and safe**) als auch bewährte Verfahren für angemessene Arbeitsbedingungen in einem Standardlabor bereitstellen, die seit 2020 der Öffentlichkeit zur Verfügung stehen (Enders et al., 2020).

Darauf aufbauend wurden alle gemessenen MP Konzentrationen in die speziell auf die Anforderungen der partikelbasierten, chemischen Mikroplastik Analyse ausgerichtete Marine Plastik Datenbank (MPDB) integriert, welche mit dem Projekt BONUS MICROPOLL zusammen entwickelt und konzipiert wurde (Čerkasova et al. 2021). Für jeden gemessenen MP-Partikel sind Informationen wie der Polymertyp, Form, Größe und Farbe hinterlegt. Für jede Probe sind zudem umfassende Metadaten über die Art und Umfang der Probenahme, die Vorbereitung und die Analyse vorhanden. Die Datenbank wurde projektübergreifend eingesetzt und kann auf Anfrage von öffentlichen Einrichtungen abgerufen werden.

Mit MicroCatch_Balt, und in Harmonisierung mit dem Projekt PLAWES, welches analog die Bedingungen im Weser-Einzugsgebiet untersucht, wurde zum ersten Mal ein Modellierungssystem bereitgestellt, das den gesamten Weg des MP-Transports von der Quelle bis zum offenen Meer im Prinzip abbilden und die Wirksamkeit von Minderungsmaßnahmen mit "Was-wäre-wenn"-Szenarien überwachen kann. Gleichzeitig bildete dieses leistungsfähige Instrument die Grundlage für die Anwendung eines Multitouch-Tisches, der interaktive Lernmaterialien bereitstellt. Er dient nun als Kernelement einer Ausstellung, die entlang der deutschen Ostseeküste von Stralsund bis Flensburg wandert, aber bereits bundesweit angefragt wurde.

Mikroplastik Belastung vom Feld in den Fluss übers Ästuar in die Ostsee

Eine Modellierung des Mikroplastik-Eintrags in Oberflächengewässer war vor Projektbeginn kaum möglich. Punktuelle Einträge aus Kläranlagen in Oberflächengewässer waren zwar bereits detaillierter untersucht, aber eine zuverlässige Datenbasis zu Mikroplastik-Einträgen aus anderen Punktquellen, wie z.B. getrennten Abwassersystemen oder Industrieabwässern, fehlte. Gleiches galt für diffuse Mikroplastik-Einträge in Oberflächengewässer, die von landwirtschaftlich genutzten Flächen stammen.

In MicroCatch_Balt sollten die Mikroplastik-Einträge in die Oberflächengewässer und die Küstengebiete aus diffusen und punktuellen Quellen speziell für Pfade mit hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung bewertet werden. Eine umfangreiche Literatur-Recherche in Kombination mit Expert*innenbefragungen von Stakeholdern im Bereich Wissenschaft, Landesverwaltung,

Wirtschaftsverbänden und Erzeuger*innen ergab, dass die Haupteintragsquellen von Mikroplastik in Verbindung mit landwirtschaftlichen Aktivitäten vermutlich aus Klärschlamm, Kompost und Folienkulturen stammen, aber auch (in diesem Projekt nicht berücksichtigte) nicht-landwirtschaftliche Quellen, wie Reifenabrieb oder atmosphärische Deposition, einen wichtigen Anteil am Eintrag von Mikroplastik in die Umwelt ausmachen. Die Modellstruktur des am Thünen-Institut entwickelten regionalisierten Agrar- und Umweltinformationssystems RAUMIS wurde genutzt und mit Datensätzen erweitert, die für die räumlich-zeitliche Abschätzung von Mikroplastikeinträgen durch die drei genannten Quellen relevant sind. Da die regionalen Datensätze für die Quellen Kompost und Folienkulturen auf Bundesebene vorlagen, wurden die zugehörigen Mikroplastikmengen auf Bundesebene berechnet und dann mit den Klärschlammerngebnissen der Einzugsgebiete von MicroCatch_Balt und des Partnerprojektes PLAWES verschnitten. Zur Evaluierung der angenommenen Datensätze führten das TI und IOW aber auch Bodenbeprobungen auf Versuchsflächen mit historisch nachvollziehbarer Landnutzung durch. Die Ergebnisse zeigten, dass auf den Kontrollfeldern rund 30 % des Mikroplastik Anteils der mit Klärschlamm gedüngten Felder gefunden wurde. Auffallend war die sehr ähnliche Polymerzusammensetzung von Kontroll- und Versuchsfeld. Dies deutet darauf hin, dass Mikroplastik aus den Versuchsfeldern in andere Bereiche transportiert wird. In Bezug auf MP kontaminiert Klärschlamm die Umwelt damit offensichtlich weiträumiger, selbst wenn der Klärschlamm nur an definierten Stellen ausgebracht wird (Tagg et al. 2021, in revision).

Unter der Annahme einer durchschnittlichen Konzentration von 791 und 369 mg kg⁻¹ in Klärschlamm bzw. Kompost erhielt das Warnow-Einzugsgebiet von 1983 bis 2016 213,12 Tonnen Mikroplastik aus Klärschlamm und von 1990 bis 2016 52,80 Tonnen Mikroplastik aus Kompost. Die aus Folienkulturen eingetragenen Mikroplastikmengen beliefen sich von 1960 bis 2016 auf 7,34 Tonnen. Im Vergleich zu den in das Weser-Einzugsgebiet unter gleichen Annahmen eingetragenen Mikroplastikmengen (Ergebnisse aus dem Partnerprojekt PLAWES) ist der Eintrag durch Klärschlamm in Bezug auf die Gebietsfläche höher, die Einträge aus Kompost und Folienkulturen dagegen niedriger. Lokale Belastungsschwerpunkte sind insbesondere durch die Verteilung der Klärschlammaufbringung innerhalb des Warnow-Einzugsgebietes, die in den Basisdatenjahren 2014-2017 große räumliche Variabilität zeigt, zu verzeichnen.

Aufgrund der zugrundeliegenden Eingangsdaten und um einen Ergebnisvergleich zu anderen, Sektor-basierten Modellansätzen zu ermöglichen, wurden die Ergebnisse als Massen modelliert. Die räumlich differenzierten Ergebnisse gehen unter der Annahme von Partikelverteilungen aus Literatur und Messergebnissen der Projekte MicroCatch_Balt und PLAWES in die nachgelagerten Modelle TeMBa und mGROWA (FZJ) ein. Über die Modellkette mGROWA-TeMBa wurden der Wasserhaushalt und die potentiellen Eintragspfade von Mikroplastik aus diffusen und punktuellen Quellen abgebildet. Dadurch war es möglich, die Einträge über Kläranlagen, Abschwemmung von versiegelten Flächen sowie über die Pfade atmosphärische Deposition, Klärschlammaufbringung auf landwirtschaftliche Nutzflächen und nachfolgende Erosion abzuschätzen. Zur Unterstützung dieses Modellansatzes identifizierten das FZJ, TI und IOW zu Beginn der Projektlaufzeit geeignete Probennahmestellen an der Warnow. Darauf basierend wurden drei Messkampagnen während der Projektlaufzeit durchgeführt. Die vom IPF generierten Ergebnisse zeigten eine weite Spannbreite von ~10- >1000 MP Partikeln pro m³ Wasser für die Warnow. Stichprobenartige wie auch integrative Messungen ergaben übereinstimmend, dass rund 200 Mikroplastik Partikel pro m³ vom Warnow-Einzugsgebiet in dessen Ästuar eingetragen werden. Mikroplastik-Konzentrationen, die an den Ausläufen von Kläranlagen gemessen wurden, waren teilweise um mehr als eine Größenordnung höher als in der Nähe liegende Flusswasser-

Stationen. Allerdings schwankten diese sehr stark, sowohl zwischen den Anlagen, als auch zwischen den Kampagnen. Ein Einfluss der Ausläufe war aber Flussabwärts nicht mehr erkennbar, möglicherweise auf Grund von Verdünnung oder Sedimentation. Auf Basis der Ergebnisse der MP-Beprobung im Flussgebiet der Warnow wurde eine mittlere jährliche polymerspezifische Fracht an MP-Partikeln in kg/a auf das Abflussgeschehen extrapoliert. Die Arbeiten erfolgten in enger Abstimmung und aufbauend auf den Ergebnissen aus dem Arbeitspaket 1 und in Abstimmung mit den Modellierenden Partnern TI und IOW im Arbeitspaket 2. Eine Publikation des grundlegenden Modellansatzes und der Modellergebnisse für das Einzugsgebiet der Warnow ist nach der finalen Einarbeitung der letzten Beprobungsergebnisse in die Modellketten vorgesehen.

Abschließende Frage war, welche MP Mengen über die Warnow in die Ostsee eingetragen werden, und welche MP Belastung für die Ostsee insgesamt angenommen werden kann. Basierend auf in-situ Messungen, Literaturdaten und verschiedenen Parametern (demographisch, hydrologisch, geographisch) wurden dazu verschiedene MP Emissionsszenarien ausgewertet. Zudem standen für marine Mülltransportsimulationen 3D-Strömungs- und Transportmodelle zur Verfügung (GETM). Sie waren geeignet, ein breites Spektrum von Partikeleigenschaften zu berücksichtigen. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass über das gesamte Jahr gemittelt die Mikroplastik Einträge in das Warnow Ästuar durch das Einzugsgebiet (49,4 %) und die Regenwassereinleitungen (43,1 %) des Trennsystems am höchsten sind. Mikroplastik Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen in städtischen Gebieten sollten sich daher auf Regenwassereinleitungen durch die Trennkanalisation und Mischwasserüberläufe fokussieren. Basierend auf Annahmen für Rückhaltung von Mikroplastik im Warnow Ästuar wird eine potenzielle jährliche Emission von 152-291 Milliarden Mikroplastik (überwiegend in der Größenklasse 10-100 µm) in die Ostsee geschätzt (Piehl et al. 2021). Für die Ostsee insgesamt, auf Grundlage von Emissionsszenarien welche Mikroplastik aus urbanen Quellen berücksichtigen, wird ein jährlicher Eintrag von rund 67 Billionen Mikroplastikpartikel geschätzt (Schernewski et al. 2021b). Strände sind die Hauptakkumulationsgebiete mit bis zu 10^9 MP/m²/a. Über das dreidimensionale Strömungsmodell wurde allerdings eine eher geringe durchschnittliche Verweildauer der MP-Partikel von 14 Tagen in der Ostsee ermittelt (Schernewski et al. 2020).

Müllstrudel, die mit den subäquatorialen Wirbeln des Atlantiks vergleichbar sind, gibt es in der Ostsee daher nicht. Es könnte sogar eine Möglichkeit sein, MP durch Strandsäuberung quantitativ zu reduzieren. Dies allein stellt jedoch keine Lösung dar. Es wurde auch deutlich, dass erhebliche Mengen an MP bereits in der Warnow und ihrem Ästuar zurückgehalten werden (Enders et al. 2019, Schernewski et al. 2021a). Da MicroCatch_Balt-Untersuchungen auch aufzeigten, dass MP nicht durch Mikroorganismen in der Warnow oder der Ostsee abgebaut, sondern einfach weiter fragmentiert werden (Oberbeckmann und Labrenz, 2020), ist folglich von einer weiteren Anreicherung von Mikroplastik in verschiedenen Ökosystemen auszugehen. Die Lösung des Umweltproblems sollte also darin bestehen, ein Einbringen von Plastik bzw. MP in die Umwelt überhaupt zu vermeiden (Labrenz, 2021).

Mikroplastik Datenhinterlegung

Sämtliche Mikroplastik-Daten wurden in der speziell auf die Anforderungen der partikelbasierten, chemischen Mikroplastik Analyse ausgerichteten Datenbank „MPDB“ hinterlegt. MPDB ermöglicht den allgemeinen Import/Export und den Datenaustausch mit anderen internationalen und nationalen Meeresmüll-Datenbanken (z. B. der deutschen Ostsee-Meeresmülldatenbank) und bietet Werkzeuge zur Sicherung und Bewertung der Datenqualität, zur räumlichen Visualisierung und zur statistischen

Analyse. Die Datenbank wurde unter Verwendung von SQL entwickelt, einer weit verbreiteten und gut dokumentierten Sprache, die die notwendige Flexibilität bei der Datenspeicherung bietet. Mehr Informationen finden sich auf: https://www.io-warnemuende.de/tl_files/project/micropoll/Deliverables/call2015-122_D1.2_0.2.pdf.

Die MPDB, die im Rahmen des BONUS-MICROPOLL-Projekts entwickelt, aber mit MicroCatch_Balt gemeinsam weiterentwickelt, überarbeitet und genutzt wurde, erfüllt eine Vielzahl von Anforderungen in Bezug auf Datenkommunikation, Struktur, Art und Qualität (Čerkasova et al. 2021), z. B. in Bezug auf Häufigkeit, Zusammensetzung, Größe, Verteilungsmechanismen, Quellen und Senken von MP.

Zugang zur Datenbank: Die Nutzer können den MPDB-Zugang per E-Mail beantragen bei: Natalja.cerkasova@gmail.com. Jeder Benutzer erhält eindeutige Zugangsdaten für die Nutzung der DB. Die DB wird derzeit auf dem IOW-Server unter 192.124.245.26 (micropoll.io-warnemuende.de) gehostet.

Wissensvermittlung

Eine Wanderausstellung, bestehend aus 6 Postern und einem Multi-Touch Tisch, wurde im Rahmen von MicroCatch_Balt erarbeitet. Die Ausstellung ist auch zum Zeitpunkt des Verbundberichtes immer noch abwechselnd in verschiedenen Städten zu sehen. Die Projektergebnisse sind auf dem Multi-Touch Tisch in ansprechender Weise und mit interaktiven Elementen dargestellt. Die Modellsimulationen, die den Transport von potenziell sinkendem und treibendem Mikroplastik bei verschiedenen Windrichtungen im Warnow Ästuar zeigen, wurden auf dem Multi-Touch-Tisch integriert. Die Wanderausstellung erzielte trotz der Pandemie bedingten, erschwerten Umstände bereits positives Feedback bei Ausstellern und Besuchern. Eine breite Öffentlichkeit wurde und wird durch alternative Online Formate erreicht. Zusätzlich wurde eine Online Applikation erstellt, welche auf der Homepage von MicroCatch_Balt dauerhaft zur Verfügung steht: <https://microcatch.ostseeforschung.info/en/start.html>

Der QR Code der MicroCatch_Balt App ist:



Im Weiteren nahmen alle MicroCatch_Balt Teilnehmer an einer Vielzahl an öffentlichen Veranstaltungen, Vorträgen, Workshops, Konferenzen, teil (siehe Statistik). Eine Teilnahme an der Woche der Umwelt war in reduzierten Maße im Juni 2021 umsetzbar. Auch nach der Projektlaufzeit werden die Projektergebnisse weiterverbreitet.

Management

In insgesamt fünf Projekttreffen wurden die Zwischenstände und Ergebnisse Projektintern diskutiert. Falls nötig, wurden Anpassungen vorgenommen, um das Projekt erfolgreich fortzuführen. Alle Partner wurden regelmäßig im Detail durch Infoletter über die Fortgänge im Projekt informiert. Besonders an den Schnittstellen der Arbeitspakete wurden diverse Telefon- und Videokonferenzen organisiert.

In MicroCatch_Balt bestand zudem durchweg ein reger Austausch mit anderen Forschungseinrichtungen, Stakeholdern und Interessensvertretern. In einer Vielzahl an Informationsveranstaltungen, Präsentationen und Stellungnahmen für politische Entscheidungsträger, Wissenschaft, Wirtschaft und Zivilgesellschaft wurden die Projektergebnisse verbreitet und werden auch nach der Projektlaufzeit der Öffentlichkeit weiterhin zugänglich sein.

Verwertungsaktivitäten und Verwertungsergebnisse

MicroCatch_Balt stand durchgängig im Austausch mit diversen Projekten, Instituten und Behörden. Vor allem mit PlastikNet, dem Begleitvorhaben der ‚Plastik in der Umwelt (PidU)‘ - Projekte, bestand regelmäßiger Informationsaustausch. Durch die Suche nach geeigneten Probenahmeflächen als Datengrundlage der Modellierung bzw. zur Einordnung der Modellergebnisse konnte ein Netzwerk zu Interessenverbänden, Betrieben und Verbänden aufgebaut werden, das in Folgeprojekten für umfassendere Beprobungen genutzt und ausgebaut werden kann.

Diverse Print- und Online Produkte wurden erstellt, welche nachhaltig online weiterhin verbreitet werden.

MicroCatch_Balt war in verschiedene Querschnittsthemen (QST) eingebunden. Erarbeitete Ergebnisse des QST 1 (Analytik und Aufarbeitung) wurden in das Statuspapier zur Mikroplastik Analyse aufgenommen (Braun et al. 2020). Die Modellstruktur, Datengrundlagen und Abbildungsbereich von RAUMIS-MP gingen im QST 5b „Modellierung“ in ein Synthesepapier ein, das die Abbildungsbereiche aller Modelle der drei Projekte Microcatch_Balt, PLAWES und MicBin zusammenfasst und blinde Flecken im Systemverständnis aufzeigt, die durch Datenlücken oder Abbildungslücken im Prozessverständnis bedingt sind. Dieses Papier zeigt auf, wie in zukünftigen Forschungsvorhaben die Modellierung eine gezielte Probenahmestrategie und dadurch die effiziente Nutzung der limitierten Analysekapazitäten ermöglichen kann, und wie stufenweise mit verbesserten Eingangsdaten die Modelle erweitert werden können. QST 5 wurde durch die MicroCatch_Balt Projekt Mitarbeiterin Elke Brandes geleitet, das FZJ war wichtiger Teilnehmer. Die Projektergebnisse und die Einbettung in die Modellverbünde beider Einzugsgebiete (Warnow und Weser) wurden in einem vertiefenden Webinar im September 2021 vorgestellt.

Weiterhin nahmen MicroCatch_Balt Mitarbeiter bei Lenkungskreistreffen, der PidU Start- und Statuskonferenz sowie der finalen Schlusskonferenz im April 2021 teil.

Zwischen einzelnen Projekten im PidU Verbund bestand immer wieder ein Austausch besonders zum Thema der Mikroplastik Aufarbeitung. Bei der Analytik von Mikroplastik bestand mit mehreren analytischen Laboren in Deutschland und in Europa, die alle ebenfalls Mikroplastik-Projekte bearbeiteten, ein enger Austausch und Kontakt. Konkret waren dies: MiWa (TU München, TU Berlin), SubµTrack (TU München), PLASTRAT (Univ. der Bundeswehr München), PLAWES (Univ. Bayreuth, Biologisches Institut Helgoland des AWI), MicBin (TZW Karlsruhe), microplastX (Univ. La Coruna, GMIT Dublin), Univ. Göteborg, Univ. Stockholm. Ziel war die Erstellung gemeinsamer SOPs, die auf den Ergebnissen aller genannten Projekte beruhen. Alle Ergebnisse aus diesen Zusammenarbeiten wurden laufend in MicroCatch_Balt berücksichtigt. Zusätzlich wurde 2020 erfolgreich an einem europäischen Ringversuch des JRC (Joint Research Council der EU-Kommission) - Inter-laboratory comparison on Microplastics in Water – mit 151 europäischen Teilnehmern zur Mikroplastik-Analytik teilgenommen. Zu den Projekten BONUS MICROPOLL und PLASTRAT bestanden enge Verbindungen und der Austausch führte zu mehreren gemeinsamen Publikationen und allgemeinen Veröffentlichungen (siehe

Publikationsliste). Mit dem Partnerprojekt PLAWES fanden immer wieder Absprachen hinsichtlich Probenahme und Aufarbeitung der Wasser und Bodenproben statt, um eine Vergleichbarkeit der Datensätze von Warnow und Weser zu erreichen. In einer gemeinsamen online Schlusskonferenz mit ausgewählten Stakeholdern wurden Synergien beider Projekte identifiziert und die Möglichkeit einer vergleichenden Publikation diskutiert.

Auf der Mikroplastik Konferenz MICRO 2018 (Lanzarote) und 2020 (online), der Microplastics_2018 (Ascona), dem 12. Baltic Sea Science Congress (BSSC) in Stockholm, Schweden, als auch auf den SETAC Conferenzen 2018 (Rom) und 2020 (online), der ICEE 2019 (Thessaloniki) und der ESOPS 2020 (Linz) wurde das Projekt durch Beiträge repräsentiert. In 24 peer-review und 18 non peer-review Fachpublikationen wurden die Ergebnisse mit der Fachöffentlichkeit geteilt.

Auf der Projekt Homepage sind alle erfolgten Publikationen gelistet, sie wird auch weiterhin der Öffentlichkeit zur Verfügung stehen. Die Verbreitung der modellbasierten Projektergebnisse ist vorgesehen, sobald die Ergebnisse der letzten Beprobungen in die Modellketten eingearbeitet wurden. Als zusätzliches Verbreitungsmedium, welcher der Dissemination von MicroCatch_Balt auf EU-Ebene dient, wurde der Syntheseartikel „The long road to determine microplastic trends in a Baltic Sea catchment“ (Labrenz 2021) im The Project Repository Journal veröffentlicht.

Statistik

Peer-review Publikationen basierend auf MicroCatch_Balt

1. Brandt, J., Bittrich, L., Fischer, F., Kanaki, E., Tagg, A., Lenz, R., Labrenz, Brandes, E., Fischer, D., Eichhorn, K.-J. (2020). High-throughput analyses of microplastic samples using FTIR and Raman spectrometry. *Appl Spectrosc* 74 (9): 1185–97. <https://doi.org/10.1177/0003702820932926>.
2. Brandt, J., Fischer, F., Kanaki, E., Enders, K., Labrenz, M., Fischer, D. (2021). Assessment of subsampling strategies in microspectroscopy of environmental microplastic samples. *Front Environ Sci* 8:579676. doi: 10.3389/fenvs.2020.579676
3. Enders, K., Käßler, A., Biniash, O., Stollberg, N., Fischer, D., Eichhorn, K.-J., Pollehne, F., Oberbeckmann, S., Labrenz, M. (2019). Microplastic - sediment analogies and their relevance for retention of the anthropogenic pollutant in estuarine environments/ in sedimentary environments. *Sci Rep* 9: 15207, doi: 10.1038/s41598-019-50508-2
4. Enders, K., Lenz, R., Ivar do Sul, J.A., Tagg, A.S. & Labrenz, M. (2020). When every particle matters: A QuEChERS approach to extract microplastics from environmental samples, *MethodsX*, 7, 100784
5. Enders, K., Tagg, A.S., Labrenz, M (2020). Evaluation of electrostatic separation of microplastics from mineral-rich environmental samples. *Front Environ Sci* 8:112, doi: 10.3389/fenvs.2020.0011
6. Escobar-Sánchez, G., Haseler, M., Oppelt, N. & Schernewski, G. (2021). Efficiency of aerial drones for macrolitter monitoring on Baltic Sea beaches. *Front Environ Sci*. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fenvs.2020.560237>.
7. Käßler, A., Fischer, M., Scholz-Böttcher, B., Oberbeckmann, S., Labrenz, M., Fischer, D., Eichhorn, K.-J. & Voit, B. (2018). Comparison of μ -ATR-FTIR spectroscopy and py-GCMS as

- identification tools for microplastic particles and fibers isolated from river sediments. *Anal Bioanal Chem* 410: 5313-5327
8. Klaeger, F., Tagg, A. S., Otto, S., Bienmüller, M., Sartorius, I. & Labrenz, M. (2019). Residual monomer content affects the interpretation of plastic degradation. *Sci Rep*, 9: 2120. doi: 10.1038/s41598-019-38685-6.
 9. Lange, X., Klingbeil, K. & Burchard, H. (2020). Inversions of estuarine circulation are frequent in a weakly tidal estuary with variable wind forcing and seaward salinity fluctuations. *J Geophys Res Oceans* 125 (9). <https://doi.org/10.1029/2019JC015789>.
 10. Lenz, Robin & Labrenz, M. (2018). Small microplastic sampling in water: Development of an encapsulated filtration device. *Water* 10 (8): 1055. <https://doi.org/10.3390/w10081055>.
 11. Lenz, R., Enders, K., Fischer, F., Brandt, J. Fischer, D. & Labrenz, M. (2021). Measuring impacts of microplastic treatments via image recognition on immobilised particles below 100 µm. *Microplastics Nanoplastics* 1:12. <https://doi.org/10.1186/s43591-021-00012-0>
 12. Mack, L., et al. (2020). A synthesis of marine monitoring methods with the potential to enhance the status assessment of the Baltic Sea. *Front Mar Sci*. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fmars.2020.552047>.
 13. Oberbeckmann, S., Labrenz, M. (2020). Marine microbial assemblages on microplastics: diversity, adaptation, and role in degradation. *Annu Rev Mar Sci*, 12:209-232; <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010419-010633>
 14. Piehl, S., Hauk, R., Robbe, E., Richter, B., Kachholz, F., Schilling, J., Lenz, R., Fischer, D., Fischer, F., Labrenz, M. & Schernewski, G. (2021). Combined approaches to predict microplastic emissions within an urbanized Estuary (Warnow, southwestern Baltic Sea). *Front Environ Sci* 9:616765. doi: 10.3389/fenvs.2021.616765
 15. Rönspieß, L., Dellwig, O., Lange, X., Nausch, G. & Schulz-Bull, D. (2020). Spatial and seasonal phosphorus dynamics in a eutrophic estuary of the southern Baltic Sea. *Estuar Coast Shelf Sci* 233: 106532. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106532>.
 16. Schernewski, G., Radtke, H., Hauk, R., Baresel, C., Olshammar, M, Osinski, R. & Oberbeckmann, S. (2020). Transport and behavior of microplastics emissions from urban sources in the Baltic Sea." *Front Environ Sci* 8. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.579361>.
 17. Schernewski, G., Radtke, H., Robbe, E., Haseler, M., Hauk, H., Meyer, L., Piehl, S., Riedel, J. & Labrenz, M. (2021a). Emission, transport and deposition of visible plastics in an estuary and the Baltic Sea – a monitoring and modelling approach. *Environ Manage*. <https://doi.org/10.1007/s00267-021-01534-2>
 18. Schernewski, G., Radtke, H., Hauk, R., Baresel, C., Olshammar, M. & Oberbeckmann, S. (2021b). Urban microplastics emissions: effectiveness of retention measures and consequences for the Baltic Sea. *Front Mar Sci*. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fmars.2021.594415>.
 19. Siegel, H., Fischer, F., Lenz, R., Fischer, D., Jekel, M. & Labrenz, M. (2021). Identification and quantification of microplastic particles in drinking water treatment sludge as an integrative approach to determine microplastic abundance in a freshwater river. *Environ Poll* 286, 117524; <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117524>
 20. Tagg, A. S. & Ivar do Sul, J. A. (2019). Is this your glitter? An overlooked but potentially environmentally-valuable microplastic. *Mar Poll Bull* 146: 50–53. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.05.068>.
 21. Tagg, A. S. & Labrenz, M. (2018). Closing microplastic pathways before they open: A model approach. *Environ Sci Technol*, 52, 3340–3341; DOI: 10.1021/acs.est.8b00961

22. Tagg, A. S., Oberbeckmann, S., Fischer, D., Kreikemeyer, B. & Labrenz, M. (2019). Paint particles are a distinct and variable substrate for marine bacteria. *Mar Poll Bull*, 146:117-124
23. Wendt-Potthoff, K., Imhof, H. K., Wagner, M., Primpke, S., Fischer, D., Scholz-Böttcher, B. & Laforsch, C. (2017). Mikroplastik in Binnengewässern. Wiley-VCH (2017) Kapitel V-6

Eingereichte Publikationen (Stand September 2021)

Tagg, A., Brandes, E., Fischer, F., Fischer, D., Brandt, J., Labrenz, M. (2021). Agricultural application of microplastic-rich sewage sludge leads to further uncontrolled contamination. STOTEN, accepted.

In Arbeit befindliche Publikationen (Stand September 2021)

Čerkasova, N., Enders, K., Lenz, R., Oberbeckmann, S., Fischer, F., Fischer, D., Labrenz, M., Schernewski, G. & Brandt, J. (2021). MPDB: A database allowing the structuration and comparison of environmental microplastic data worldwide, in prep.

Zudem ist eine Publikation des grundlegenden Modellansatzes und der Modellergebnisse für das Einzugsgebiet der Warnow vorgesehen, kann aber erst fertiggestellt werden, wenn die Ergebnisse der letzten Beprobungen in der Modellkette eingearbeitet wurden.

Non-peer review Veröffentlichungen (Stand September 2021)

1. Brandes, E. (2020). Die Rolle der Landwirtschaft bei der (Mikro-)Plastik-Belastung in Böden und Oberflächengewässern. Mitt Fachgruppe Umweltchemie Ökotoxikol Gesellsch Dt Chemiker 26(4):111-114
2. Brandes, E., Braun, M., Rillig, M. C., Leifheit, E. F., Steinmetz, Z., Fiener, P. & Thomas, D. (2020). (Mikro-)Plastik im Boden: Eintragspfade, Risiken und Handlungsoptionen. Bodenschutz 25(3):121-125, DOI:10.37307/j.1868-7741.2020.03.10Brandes, E. (2020). „Mikroplastik im Boden – Viele Forschungsfragen sind noch offen“, 2020. Naturmagazin Berlin Brandenburg, 4/2020.
3. Brandes, E., Cieplik, S., Fiener, P., Henseler, M., Herrmann, F., Klasmeier, J., Kreins, P., Piel, S., Shiravani, G., Wendland, F. & Wurpts, A. (2020). Modellbasierte Forschung zu Mikroplastik in der Umwelt: Synthesepapier; Im Rahmen des Forschungsschwerpunktes Plastik in der Umwelt, Quellen - Senken - Lösungsansätze. 26 p
4. Brandes, E., Henseler, M. & Kreins, P. (2019). Identifying regional hot-spots for microplastic immissions into agricultural soils - a top-down approach for Germany. In: DBG 2019: Annual Meeting of the Soil Science Society of Switzerland and the German Soil Science Society; University of Bern, 24.-29. August 2019; book of abstracts. p 166
5. Brandes, E., Henseler, M., Kreins, P., Herrmann, F., Wendland, F., Tagg, A. & Labrenz, M. (2019). Estimating the spatial distribution of microplastics in agricultural soils - a topdown approach. In: GfÖ 2019 : Science meets practice ; 49th Annual Meeting of the Ecological Society of

- Germany, Austria and Switzerland ; University of Münster, 9 - 13 September 2019 ; book of abstracts. Berlin: Gesellschaft für Ökologie, p 249
6. Braun et al. (2020). Statuspapier des BMBF Forschungsschwerpunkts 'Plastik in der Umwelt' https://bmbf-plastik.de/sites/default/files/2020-11/Statuspapier_Mikroplastik%20Analytik_Plastik%20in%20der%20Umwelt_2020.pdf.
 7. Fischer, D., Bittrich, L., Fischer, F., Brandt, J., Löder, M. (2020). „Mikroplastikanalyse in verschiedenen Medien – ein aktueller Überblick. - In: Schriftenreihe IWAR 257, Mikroplastik - Herausforderungen und Perspektiven in der Abwasser- und Abfallbehandlung.“ IWAR der TU Darmstadt (Eigenverlag), ISBN 978-3-940897-58-9
 8. Fischer, D., Fischer, F., Brandt, J., Bittrich, L., Eichhorn, K.-J., Fischer, H., Hollricher, K. & Böhmeler, M. (2019). Find, classify and identify microparticles with raman imaging. *Imaging & Microscopy* 21 (2). - S. 16-17
 9. Fischer, D., Käßler, A., Fischer, F., Brandt, J., Bittrich, L. & Eichhorn, K.-J. (2019). Identifizierung von Mikroplastik in Umweltproben : Kombination von Partikelanalyse mit FTIR- und Raman-Mikroskopie. -*GIT Labor-Fachzeitschrift* 63 (2019) 9. - S. 38-40
 10. Fischer, D., Käßler, A., Fischer, F., Brandt, J., Bittrich, L. & Eichhorn, K.-J. (2019). Identification of microplastics in environmental samples - Combination of particle analysis with FTIR and raman microscopy. - *GIT Laboratory Journal Europe* 23 (2019) 4. - S. 43-45
 11. Fischer, D., Käßler, A., Fischer, F., Brandt, J., Bittrich, L., Mücke, J., Rödiger, A., Eichhorn, K.-J., Lenz, R., Tagg, A.S., Enders, K. & Labrenz, M. (2019). An analytical approach for the identification and quantification of microplastic in environmental samples by an automated combination of optical particle analysis with FTIR and Raman microscopy. - ICCE 2019 - 17th International Conference on Chemistry & the Environment. - Thessaloniki, GR, Conference Proceedings S. 743-745
 12. Henseler, M., Brandes, E. & Kreins, P. (2019) Mikroplastik-Emissionen aus der Landwirtschaftlichen Produktion in Deutschland. In: Lampe I (ed) Nachhaltigkeit in gartenbaulichen und landwirtschaftlichen Prozessen: Recycling, Verpackung, Mikroplastik : Tagungsband zur 48. GKLJahrestagung 24.-25. September 2019 in Dernbach (Westerwald). Neustadt an der Weinstraße: Gesellschaft für Kunststoffe im Landbau eV
 13. Henseler, M., Brandes, E. & Kreins, P. (2019). Microplastics in agricultural soils: a new challenge not only for agro-environmental policy? : Conference proceedings, 172nd EAAE Seminar "Agricultural Policy for the Environment or Environmental Policy for Agriculture?" ; May 28-29, 2019, Brussels. (veröffentlicht auf Research Gate mit über 1,400 reads, seit Juni 2019, in review bei *Journal of Applied Business and Economics*)
 14. Klaeger, F., Oberbeckmann, S. & Labrenz, M. (2021). Broschüre des LUNG ‚Müll im Meer‘ mit dem Beitrag: Mikroplastik in der Ostsee. In Bearbeitung
 15. Labrenz, M. (2020). Mikroplastik in aquatischen Systemen: gegenwärtige und (potentielle) zukünftige Belastungen. *Schriftenreihe Umweltingenieurwesen* Band 95, 19. *Dialog Abfallwirtschaft MV* S. 471-474
 16. Labrenz, M. (2021). The long road to determine microplastic trends in a Baltic Sea catchment. *Proj Repos J* 10, 135-137
 17. Piehl, S., Hauk, R., Robbe, E., Klaeger, F., Haseler, M., Labrenz, M. & Schernewski, M. (2019). Mikroplastik in der Umwelt - Eintrag, Verbleib und Konsequenzen. In: Emissionsminderung von Punktquellen im ländlichen Raum : 12. Rostocker Abwassertagung am 10. September 2019 an der Universität Rostock : Tagungsband Rostock: Universität Rostock (Schriftenreihe Umweltingenieurwesen): 104-115, <http://purl.uni-rostock.de/rosdok/id00002583>

18. Wick, N., Krause, S., Schaum, C., Fischer, F., Fischer, D., Klaeger, F. & Labrenz, M. (2020). Herausforderungen bei Probenahme, -aufbereitung und Analyse von Mikroplastik in der kommunalen Abwasserbehandlung. Korrespondenz Abwasser, Abfall. Vol. 67. 2020. Nr. 2, S. 118-124

Akademische Qualifikationsabschlüsse

Escobar Sánchez, Gabriela: Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) as monitoring tools for marine litter pollution in beaches of the Southern Baltic Sea. Master, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 2020. Schernewski, Gerald, Oppelt, Natasha

Hauk, Rahel: Meso- and Microplastic Emissions along the German Baltic Sea Coast. Master, Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, 2018. Gerald Schernewski, Jens Tränckner

Markfort, Greta: Application of an underwater drone for the detection and quantification of marine litter resulting from angling. Master, Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, 2020. Schernewski, Gerald, Grenzdörffer, Görres

Meyer, Lisa: Development and Test of a Monitoring for Micro- and Meso-Plastic in the Warnow River. Bachelor, Universität Hildesheim, 2018. Gerald Schernewski, Uwe Kierdorf

Riedel, Joana Antonia: Identification of relevant macroplastic litter items and sources within the Warnow estuary with an outlook on potential prevention measures. Bachelor, Universität Rostock, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät / Institut für Biowissenschaften, 2020. Dr. Stefan Forster, Prof. Dr. Gerald Schernewski

Siegel, Henrik: Abschätzung der Mikroplastik-Belastung der oberen Warnow mittels Analyse von Flockungsschlamm des Wasserwerks Rostock. Master, Technische Hochschule Lübeck, 2020. Labrenz, Matthias

Stepanova, Kseniia: Accumulation of cigarette butts on southern Baltic coasts and test of mitigation measures. Master, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 2018. Gerald Schernewski, Athanasios Vafeidis

Präsentationen/Outreach

Präsentationen/Outreach 2018

- Felsing, S. (2018). HanseSail Rostock: Sammlung von Müll in der Unterwarnow mit Freiwilligen und der Firma Stadtpaddeln, 13.08.2018
- Felsing, S. & Haseler, M. (2018). Kinder Uni Rostock, 'On the beach, in the sea and everywhere?' - Problem microplastics, 21.03.2018
- Fischer, D. (2018). Makro- und Mikroplastik in der Umwelt. Kolloquium, DAS Environmental GmbH Dresden", 14. März 2018

- Fischer, D., Kaeppler, A., Fischer, F., Brandt, J., Muche, J., Eichhorn, K.-J., Bittrich, L., Oberbeckmann, S. & Labrenz, M. (2018). Analytical approach for the identification and quantification of microplastic particles in environment samples by a combination of particle analysis with FTIR and Raman microscopy. Microplastics2018, Monte Verita, Ascona, Schweiz, 31.10.2018
- Fischer, D., Kaeppler, A., Fischer, F., Brandt, J., Muche, J., Eichhorn, K.-J., Bittrich, L., Oberbeckmann, S. & Labrenz, M. (2018). Analytical approach for the identification and quantification of microplastic particles in environment samples by a combination of particle analysis with FTIR and Raman microscopy. Lanzarote, Spanien. 23. 11. 2018
- Fischer, D., Kaeppler, A., Fischer, F., Brandt, J., Muche, J., Eichhorn, K.-J., Bittrich, L., Oberbeckmann, S. & Labrenz, M. (2018). Analytical approach for the identification and quantification of microplastic particles in environment samples by a combination of particle analysis with FTIR and Raman microscopy. Preis bestes Poster: 15th Confocal Raman Imaging Symposium, Ulm – 24 – 26. 9. 2018.
- Labrenz, M. (2018). Bayerisches Landesamt für Umwelt - Mikroplastik in der Umwelt, Augsburg, Transportvehikel für POP, Mikroorganismen und Pathogene? 05.07.2018
- Labrenz, M. (2018). Europäische Nachhaltigkeitswoche, Berlin, State of the Baltic sea from a German perspective with a focus on microplastics, 28.05.2018-01.06.2018
- Labrenz, M. (2018). European Parliament Intergroup - Save the Baltic Sea for real; Brüssel, Pathogenic biofilms on Baltic Sea microplastics, 05.09.2018
- Labrenz, M. (2018). Gefährdungspotential von Mikroplastik in der Ostsee. Naturerlebniszentrum Maasholm. Maasholm, Germany, 15.05.2018
- Labrenz, M. (2018). Gesundheitsamt Rostock, Mikroplastik im Wasser der Ostsee und Warnow, 17.10.2018
- Labrenz, M. (2018). Landtag Schleswig-Holstein (FDP-Fraktion Podiumsdiskussion), Kiel, Mikroplastik im Ozean, 18.09.2018
- Lenz, R. (2018). MicroCatch_Balt: Biota-Mikroplastik-Analysen. PlasM Workshop on Plastic in Fish, Thünen Institute (PlasM). Bremerhaven, Germany, 09.10.2018 – 10.10.2018
- Lenz, R. & Enders K. (2018). Besuch der "Grünen" Abgeordneten Claudia Müller (MdB) am IOW, Einführung in Mikroplastik-Thematik und –analytik, 21.08.2018
- Lenz, R. & Enders K. (2018). Plastik in der Umwelt - Aktuelle Forschung und Lösungsansätze. Hans-Böckler-Stiftung, Stipendiatenseminar. Greifswald, Germany, 01.06.2018

Präsentationen/Outreach 2019

- Brandes, E. (2019). 1. Workshop "Modellierung" des Forschungsschwerpunkts "Plastik in der Umwelt", Organisation des Workshops, Braunschweig, 28.03.2019
- Brandes, E. (2019). 2. Workshop "Modellierung" des Forschungsschwerpunkts "Plastik in der Umwelt", Organisation und Leitung des Online-Workshops, 08.06.2020
- Brandes, E., Henseler, M. & Kreins, P. (2019) Identifying regional hot-spots for microplastic immissions into agricultural soils - a top-down approach for Germany. Jahrestagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, Bern, 24.-29. August 2019.
- Brandes, E., Henseler, M. & Kreins, P. (2019). Mikroplastik in Böden. Rostocker Bodenschutzseminar. 22. Oktober 2019, Rostock.

- Brandes, E., Henseler, M., Kreins, P., Herrmann, F., Wendland, F., Tagg, A. & Labrenz, M. (2019). Estimating the spatial distribution of microplastics in agricultural soils - a topdown approach. Jahrestagung der Gesellschaft für Ökologie 2019: Science meets Practice. Münster, 9 - 13 September 2019.
- Escobar-Sánchez G. (2019). Drones as monitoring tools for marine litter pollution - an application of remote sensing and geographic information systems. 4. Konferenz für studentische Forschung (4. StuFo). Kiel, 26.09.2019 - 27.09.2019
- Fischer, D., Käßler, A., Fischer, F., Brandt, J., Bittrich, L., Muche, J., Rödiger, A., Eichhorn, K.-J., Lenz, R., Tagg, A.S., Enders, K. & Labrenz, M. (2019). An analytical approach for the identification and quantification of microplastic in environmental samples by an automated combination of optical particle analysis with FTIR and Raman microscopy. - ICCE 2019 - 17th International Conference on Chemistry & the Environment. - Thessaloniki, GR, 16.06.2019 - 16.06.2019
- Fischer, D., Käßler, A., Fischer, F., Brandt, J., Bittrich, L., Muche, J., Rödiger, A., Eichhorn, K.-J., Lenz, R., Tagg, A.S., Enders, K. & Labrenz, M. (2019). Identification and quantification of microplastics in environmental samples by a combination of optical particle analysis with FTIR and Raman microscopy. – Inside Raman Workshop, Pliezhausen, 17. - 18 10. 2019 (Eingeladener Vortrag)
- Fischer, D., Käßler, A., Fischer, F., Brandt, J., Bittrich, L., Muche, J., Rödiger, A., Eichhorn, K.-J., IPF Dresden & Laforsch, C. (2019). (Mikro)Plastik in unserer Umwelt – Was wissen wir? Eintragsquellen, Transportwege, Verbleib - mögliche Gefährdungen für Mensch und Umwelt. Lange Nacht der Wissenschaft, IPF Dresden, 14. 06. 2019
- Fischer, D., Käßler, A., Fischer, F., Brandt, J., Bittrich, L., Muche, J., Rödiger, A., Eichhorn, K.-J., IPF Dresden & Laforsch, C. (2019). (Mikro)Plastik in unserer Umwelt – Was wissen wir? Eintragsquellen, Transportwege, Verbleib - mögliche Gefährdungen für Mensch und Umwelt. IPF-Kolloquium, IPF Dresden, 11. 10. 2019
- Fischer, F., Fischer, D., Brandt, J., Bittrich, L., Käßler, A. & Eichhorn, K.-J. (2019). Analytical approach for the identification and quantification of microplastic particles by a combination of particle analysis with Raman and FTIR microscopy. – ACS Fall Meeting, San Diego, 25. – 29. 8. 2019
- Klaeger, F. (2019). Herausforderungen in der Mikroplastik Forschung. Verbindung von Wissenschaft und Kunst ‚Sushi Roulette‘ Workshop, Kunsthalle Rostock, 05.04.2019
- Klaeger, F. (2019). Herausforderungen in der Mikroplastikforschung. Rostocker Naturschutztag 2019 (NABU). Rostock, 26.01.2019
- Klaeger, F. (2019). Mikroplastik in der Ostsee. Runder Tisch Meeresmüll (RTM), Berliner Workshopreihe zu Mikroplastik in der marinen Umwelt, Fraunhofer Umsicht; Berlin, 29.01.2019
- Klaeger, F. (2019). Mikroplastik Probenahme und Aufarbeitung. Kolloquium Wasserwesen, TU Berlin. Berlin, 24.01.2019
- Klaeger, F., Tagg, A., Otto, S., Bienmüller, M., Sartorius, I. & Labrenz M. (2019). What about us? The role of residual monomers in plastic degradation interpretation. Poster Presentation auf dem 12. Baltic Sea Science Congress (BSSC 2019). Stockholm, Schweden, 19.08.2019 - 23.08.2019
- Labrenz, M. (2019). Die Rolle von Mikroplastik in der südlichen Ostsee. Vergabe des Umweltpreises des Landtags Mecklenburg-Vorpommern. Schwerin, 25.09.2019

- Labrenz, M. (2019). Einladung zum Expertengespräch über Mikroplastik im Landtag Mecklenburg-Vorpommern Aufforderung zur Stellungnahme, 29.08.2019
- Labrenz, M. (2019). Fortbildung für EU-Dolmetscher, IOW, 01.08.2019
- Labrenz, M. (2019). Interview in den Kieler Nachrichten und NDR Info über marinen mikrobiellen Mikroplastik Abbau, August 2019
- Labrenz, M. (2019). Marine Biofilme auf MP: Bedeutung, Abbau und Evolution. Fortbildungstagung für Wasserfachleute (WaBoLu) Umweltbundesamt (UBA) Berlin, 05.-07.11.2019
- Lenz, R. (2019). Poster Vorstellung der ersten MicroCatch_Balt Ergebnisse vor einer niederländischen Wissenschaftsdelegation gemeinsam mit dem niederländischen Königspaar, 20.05.2019
- Piehl, S. Hauk, R., Haseler, M., Robbe, E., Klaeger, F., Labrenz, M. & Schernewski, G. (2019). Mikroplastik in der Umwelt - Eintrag, Verbleib und Konsequenzen, Präsentation und Beitrag im Tagungsband, 12. Rostocker Abwassertagung 2019, 10.09.2019

Präsentationen/Outreach 2020

- Beitrag zum Innovationsatlas Wasser: ‚Mikroplastik Probenahme Gerät ‚Rocket‘‘
- Brandes E, Henseler M, Kreins P (2020) „Mikroplastik-Emissionen aus der Landwirtschaftlichen Produktion in Deutschland“ Workshop "Modellierung" des Forschungsschwerpunkt "Plastik in der Umwelt", online conference 8.6.2020
- Brandes, E. (2020). "Microplastics in soils – A reason to worry or much ado about nothing?" Soil science guest lecture, University of Fraser Valley, Vancouver, Canada, online 30.11.2020
- Brandes, E. (2020). "Modeling microplastic sources and pathways across a river basin" Micro 2020, online conference, 23-27.11.2020
- Brandes, E. (2020). MICRO2020, 23-27/11/2020. Leitung der Session "BMBF Plastics in the environment - Sources and pathways of micro-plastic in inland, coastal and marine waters"
- Brandes, E. (2020). Vertiefender Workshop Modellierung, „Austragskoeffizienten“, Organisation und Leitung des online-Workshops, 16.09.2020
- Brandes, E. (2020). Vertiefender Workshop Modellierung, „Foliengebrauch in der Landwirtschaft“, Organisation und Leitung des online-Workshops, 18.08.2020
- Brandes, E. (2020). Vertiefender Workshop Modellierung, „Kompost und Klärschlamm“, Organisation und Leitung des online-Workshops, 01.09.2020
- Brandes, E., Henseler, M. & Kreins, P. (2020)- „Identifying regional hot-spots for microplastic immissions into agricultural soils“ European Geosciences Union General Assembly, online conference 4.-8.5.2020
- Brandes, E., Henseler, M. & Kreins, P. (2020). "RAUMIS Example of Application – Challenges in a young research field" Thünen-Institut Promotionskolleg Agrarökonomie, Modul 'Model-based policy impact assessment' Online Seminar 26.-30.10.2020
- Brandes, E., Henseler, M. & Kreins, P. (2020). „Estimating regional distributions of agricultural microplastic immissions into soils“ Workshop "Microplastics in soils, compost and plants" an der Hochschule Zittau/Görlitz, online Veranstaltung 09./10.9.2020
- FactSheet PlasticNet: ‚Mikroplastik in Flüssen‘

- Fischer, D., Bittrich, L., Fischer, F., Brandt, J. & Löder, M. G. J. (2020). Mikroplastikanalyse in verschiedenen Medien - ein aktueller Überblick. - 91. Darmstädter IWAR-Seminar. - Darmstadt, 23.01.2020
- Fischer, D., Bittrich, L., Fischer, F., Brandt, J., Kanaki, E., Käßler, A., Lenz, R., Labrenz, M. & Eichhorn, K.-J. (2020). Automated particle analysis from 1 to 500 nm with a combination of optical and FTIR and Raman microscopy to determine microplastics in environmental samples. - ESOPS - 21st European Symposium On Polymer Spectroscopy. - Linz, AT, 13.01.2020 - 15.01.2020
- Fischer, D., Fischer, F., Brandt, J., Bittrich, L., Kanaki, E., Käßler, A., Lenz, R., Enders, K. & Labrenz, M. (2020). Automated Analysis of Microplastics in Environmental Samples with a Combination of Optical Microscopy with FTIR and Raman Spectroscopy. –SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) Europe’s 30th Annual Meeting, Dublin, 03.05 – 07.05.2020
- FONA Redaktion: Fragen Beantwortung zur Nachhaltigkeit und Plastikkonsum
- Klaeger, F., Oberbeckmann, S. & Labrenz, M. (2020). Broschüre des LUNG ‚Müll im Meer‘ mit dem Beitrag: Mikroplastik in der Ostsee. Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern 2020, Heft 2, S. 15
- Labrenz, M. (2020). 91. Darmstädter Symposium: Mikroplastik in Umweltmedien – Methoden zur Probenvorbereitung. Darmstadt, 23.01.2020
- Labrenz, M. (2020). World Health Organization, report on human health risks resulting from the exposure to microplastic from the environment (2020)
- Online Podiumsdiskussionen begleitend zur Wanderausstellung (September und Oktober 2020)
- Online Übertragung einer Live Führung durch die Wanderausstellung im IMM (09.09.2020)

Präsentationen/Outreach 2021

- Brandes, E. (2021). PidU Abschlusskonferenz, 20.-21.04.2021. Leitung des Workshops QST 5b Modellierung
- Labrenz, M. (2021). Biofilms on microplastics: a critical summary of their significance for the ocean. Plastic Pollution & Plasticsphere Webinar Series, Nanyang Technological University, Singapore (Singapore, 25.05.2021).
- Labrenz, M. (2021). WDR 5 Quarks - Wissenschaft und mehr: Mini-Roboter auf der Jagd nach Mikroplastik. 19.07.2021

Pressemitteilungen

IOW

- August 2017: Müll im Meer: Wo kommt nur das ganze Plastik her?
- Oktober 2018: Ohne Kunststoff zur Mikroplastik-Jagd: „Rocket“ verbessert Erfassung besonders kleiner Partikel

- August 2019: Geplatzte Hoffnung: Keine Chance für Umwelt-entlastende Plastik-Zersetzung durch Bakterien
- Mai 2020: Wenn jedes Teilchen zählt: IOW entwickelt umfassende Verfahrensleitlinie zur Mikroplastik-Extraktion aus Umweltproben
- August 2020: Mikroplastik-Ausstellung geht auf Wanderschaft: Erste Station ist das Internationale Maritime Museum Hamburg