



Workshop "Plastik im Fisch II"

Online
Donnerstag, 11. November 2021





Beginn	Vortragstitel	Vortragende
9:30	Begrüßung und kurze Vorstellungsrunde	Dr. Michael Altmayer, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz
	Vormittagsblock	Moderation: Dr. Ulrike Kammann, Thünen Institut für Fischereiökologie
10:00 – 10:30	Analytik von Mikroplastik in Fischereierzeugnissen – von Extraktion bis Identifikation	Julia Süßmann, Max-Rubner Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, Hamburg
10:30 – 11:00	Der einfache Weg zur harmonisierten Analyse von Mikroplastik: siMPle, dessen Anwendungen, Limitierungen und zukünftige Entwicklungen	Dr. Sebastian Primpke, Alfred-Wegener Institut, Helgoland
11:00 – 11:30	Mikroplastiknachweis in bayerischen Gewässern und Biota	Dr. Marco Kunaschk, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Wielenbach
11:30 – 12:00	Verwendung von Kunststoffen als mögliche Quelle für Mikroplastik in der Aquakultur	Dr. Helmut Wedekind, Bayerisches Landesamt für Landwirtschaft, Institut für Fischerei, Starnberg
Mittagspause 12:00 - 13:00		
	Nachmittagsblock	Moderation: Dr. Julia Schwaiger
13:00 – 13:30	Müll am Meeresgrund und Mikroplastik in dort lebenden Fischen	Ivo Int-Veen, Thünen-Institut für Fischereiökologie, Bremerhaven
13:30 – 14:00	Untersuchung zur Belastung von Fischen baden-württembergischer Gewässer durch Mikroplastik – Eine Übersicht der Ergebnisse“	Samuel Roch, Fischereiforschungsstelle Langenargen
14:00 - 14:30	Mikroplastik-Auswirkungen auf Fische? - Fokus "Fasern"	Anja Bunge, Thünen-Institut für Fischereiökologie, Bremerhaven
14:30 – 15:00	Wie gefährlich ist Mikroplastik für Fische und Muscheln?	Dr. Julia Schwaiger, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Wielenbach
Kaffeepause 15:00 – 15:20		
15:20 – 16:00	Abschlussdiskussion <ul style="list-style-type: none"> • Methodische Aspekte – Interkalibrierung • Monitoring • Effekte bei Fischen • Lebensmittelsicherheit • Zukünftige Kooperationen 	Moderation: Dr. Ulrike Kammann Dr. Julia Schwaiger
Veranstaltungsende 16:00		



Analytik von Mikroplastik in Fischereierzeugnissen – Von Extraktion bis Identifikation

Julia Süßmann¹, Torsten Krause, Elke Walz, Thomas Hackl, Dierck Martin, Elke Kerstin Fischer, Sascha Rohn, Ralf Greiner, Jan Fritsche

1. Max-Rubner Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, Palmaille 9, 22767 Hamburg

Kleine Kunststoffpartikel, auch bezeichnet als Mikro- und Nanoplastik, werden nicht nur ubiquitär in der Umwelt, sondern auch entlang der gesamten Nahrungskette nachgewiesen. Funde von Mikroplastik in menschlichem Speichel, Darmgewebe und Fäzes zeigen, dass eine alimentäre Aufnahme dieser Partikel durch den Menschen nicht auszuschließen ist.

Insbesondere marine Organismen, darunter auch als Lebensmittel genutzte Arten, stehen bisher im Fokus vieler Studien, da die Partikel hier leicht im Zuge der Ernährung der Tiere aufgenommen werden können. Durch Übergang der Partikel vom Magen-Darm-Trakt in essbare Teile des Fisches, aber auch durch die Be- und Verarbeitung oder die Verpackung können diese Partikel auch im Lebensmittel „Fisch“ relevant sein. Mikro- und Nanoplastik können zudem als Vektor für potentiell gesundheitsschädigende niedermolekulare Verbindungen oder Mikroorganismen wirken. Somit besteht ein hoher Bedarf, den Status von Mikro- und Nanoplastikpartikeln in den essbaren Anteilen von Fischereierzeugnissen bewerten zu können. Mangels valider Methoden ist dies jedoch zurzeit noch nicht abschließend möglich. Ergebnisse aktueller Laborvergleichsuntersuchungen zeigen, dass aufgrund der großen Variabilität der angewandten Methoden, Ergebnisse nur schwer vergleichbar sind. Eine Harmonisierung und Validierung der applikablen Untersuchungsmethoden ist daher dringend erforderlich.

Im Rahmen der Forschungsarbeiten soll zur Harmonisierung der Verfahren sowie zum Nachweis von Mikroplastik im essbaren Anteil von Fischen, Krebstieren und Weichtieren beigetragen werden. Dazu wurden basierend auf Literaturrechen die vielversprechendsten Verfahren für die Mikro- und Nanoplastikanalytik identifiziert.

Neben der analytischen Performance (z.B. Sensitivität, Präzision...) sollen darüber hinaus auch Kriterien wie Aufwand, Verfügbarkeit und Komplexität berücksichtigt werden, um Anwendungsbereiche einzelner Methoden identifizieren zu können (z.B. Screening & Routineanalytik, Prozesskontrollen). Perspektivisch sollen zudem Verfahren geprüft werden, mit denen Nanoplastik in Fischereierzeugnissen untersucht werden kann.



Abschließend sollen kommerziell relevante Fischereierzeugnisse des deutschen Marktes hinsichtlich ihrer Belastung mit Kunststoffpartikeln untersucht werden, um valide Daten für die Exposition des Verbrauchers gegenüber der alimentären Aufnahme von Mikroplastik liefern zu können.

Für den Aufschluss des essbaren Anteils kommerziell relevanter Fisch-, Krebs- und Weichtierarten zeigte sich eine Kombination aus enzymatischer Proteolyse mit Pepsin und anschließender alkalischer Hydrolyse mit Kalilauge als besonders geeignet. Die Isolierung der Partikel erfolgte durch Filtration mit Glasfaser-, Polycarbonat-, Polytetrafluorethen- oder Silber-Filtern (abhängig von der anschließend anzuwendenden Analysenmethode).

Im Rahmen laufender Arbeiten soll die Performance verschiedener Nachweismethoden zur Bestimmung von Partikelzahl und -morphologie sowie massenbasierter Gehalte bei der Anwendung an der Matrix „Fisch und Meeresfrüchte“ geprüft und/oder dahingehend optimiert werden. Zur Beurteilung Eignung sind insbesondere die Anforderungen an Analysenmethoden für amtliche Proben zu berücksichtigen. Geprüft werden die optischen Verfahren der (Fluoreszenz-)Mikroskopie, Infrarotspektroskopie und Raman-Spektroskopie, die quantitative NMR-Spektroskopie sowie die thermoanalytischen Verfahren der Dynamischen Differenzkalorimetrie und Pyrolyse-Gaschromatographie-Massenspektrometrie.

Perspektivisch wird zudem geprüft, welche Methoden für den Einsatz im Bereich der Nanoplastik-Analytik hinsichtlich ihrer Auflösung bzw. Nachweisgrenze eingesetzt oder optimiert werden können.



Der einfache Weg zur harmonisierten Analyse von Mikroplastik: siMPle, dessen Anwendungen, Limitierungen und zukünftige Entwicklungen

Sebastian Primpke¹, Alvise Vianello², Gunnar Gerdt¹, Jes Vollertsen²

1. Alfred-Wegener-Institut, Biologische Anstalt Helgoland, Kurpromenade 201, 27498 Helgoland, Germany;

2. Aalborg University, Department of Civil Engineering, Thomas Manns Vej 23, Aalborg, Denmark

Corresponding authors: sebastian.primpke@awi.de, jesvollertsen@build.aau.dk

Die Harmonisierung der Analyse von Mikroplastik ist eine große Herausforderung, da der Analyseprozess auf mehreren Schritten besteht. Diese Schritte beinhalten die Probenentnahme, die Aufbereitung inklusive der Isolation der Partikel und abschließend die chemische Analyse. Jeder dieser Schritte hat seine eigenen Herausforderungen. Für die Analyse kommt erschwerend hinzu, dass mittels spektroskopischen sowie thermoanalytischen Verfahren zwei grundsätzlich unterschiedliche Methoden hinsichtlich Datenqualität und -art sowie Vergleichbarkeit existieren.

In diesem Kontext verfügt hat sich in den letzten Jahren die bildgebende Messung mittels (FT)-IR Spektroskopie etabliert. Mit dieser Methode können Proben auf einem Filter komplett und ohne menschliche Fehlerquellen analysiert werden. Aktuell ist die Entwicklung von standardisierten Methoden in vollem Gange. Eine Einschränkung dabei sind die verschiedenen Hersteller sowie deren individuellen Softwarelösungen. Um diese zu überkommen, wurde die Software siMPle entwickelt, die auf eine harmonisierte Analyse von Datensätzen dieser unterschiedlichen Systeme abzielt. In diesem Vortrag wird ein Einblick in die Möglichkeiten der Software geben mit einem Blick auf allgemeine Anwendungen sowie im speziellen auf die Analyse von Gewebe- und Fischproben. Dabei wird auch auf die aktuellen Einschränkungen sowie Weiterentwicklungen eingegangen.



Mikroplastiknachweis in bayerischen Gewässern und Biota

Marco Kunaschk, Tobias Geiger, Jessica Fischer, Hermann Ferling, Karin Scholz-Göppel, Julia Schwaiger

Bayerisches Landesamt für Umwelt, Demollstraße 31, 82407 Wielenbach

Das ubiquitäre Vorkommen von Mikroplastik in Binnengewässern wird seit einigen Jahren untersucht und immer mehr untermauert. Vorreiter war dabei unter anderem das Bayerische Landesamt für Umwelt mit teilweise bereits 2014 gestarteten Projekten zum Vorkommen von Mikroplastik in Gewässern und Biota in der Umwelt. Ergänzt wurden diese durch ökotoxikologische Versuche zur Aufnahme von Plastikpartikeln verschiedener Größen durch Biota.

Neben Untersuchungen des bayerischen Donauabschnitts und dessen Zuflüssen wurden auch die großen Bayerischen Seen (Ammersee, Starnberger See, Chiemsee, Altmühl-Stausee) hinsichtlich des Vorkommens von Mikroplastik in Wasser und Sediment betrachtet. Weiterführende Untersuchungen im Fischbestand der Flüsse und Seen sollen Aussagen zum Transfer der Polymere in die Nahrungskette liefern.

Die Mikroplastikmessung in den Umweltproben erfolgte mittels Fouriertransformations-Infrarotspektrometer, sodass eine umfangreiche Probenaufbereitung stattfand. Dennoch verblieben meist geringfügige Rückstände auf dem Filter, was eine besondere Herausforderung für die Auswertelgorithmen darstellt. Derzeit sind vor allem zwei verschiedene Ansätze im Einsatz, die entweder fast vollständige Spektren oder einzelne, Mikroplastik-typische Banden zum Abgleich mit einer Datenbank heranziehen und so Vor- und Nachteile für den Anwender ergeben.

Bei Untersuchungen der Donauzuflüsse wurde unter anderem PVC häufig nachgewiesen, das in Form von Weich-PVC größere Mengen an Additiven enthalten kann. Der Chloranteil des PVCs ermöglicht dessen Identifizierung unter dem Rasterelektronenmikroskop mittels Energiedispersiver Röntgenemission. Hierfür wurde die Mess- und Auswertesoftware ChloroScan entwickelt und mit deren Hilfe erste Fischproben analysiert.

Die bisherigen Ergebnisse sowie zukünftige Untersuchungen sollen im Rahmen eines aktuellen Projektes die „Risikobewertung von Mikroplastik in bayerischen Gewässern“ ermöglichen.



Verwendung von Kunststoffen als mögliche Quelle für Mikroplastik in der Aquakultur

Helmut Wedekind

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft; Institut für Fischerei, Starnberg
Weilheimer Str. 8, 82319 Starnberg

Zur Aquakultur in Bayern zählen Betriebe die Forellen in Teichen und Beckenanlagen, Karpfen in Naturteichen und verschiedene Fisch- und Krebstierarten in hoch technisierten Warmwasseranlagen produzieren. Sowohl in der extensiven Teichwirtschaft, als auch bei der intensiven Aquakultur werden zahlreiche Werkzeuge, technische Geräte und Ausstattungsgegenstände aus unterschiedlichen Kunststoffmaterialien (Technopolymere) eingesetzt.

Die Verwendung von Kunststoffen erfolgt bereits bei den in der Fischeaufzucht verwendeten Behältern. In Bruthäusern aller Verfahren werden Brutrinnen, Aufzuchtbecken (Langstromrinnen, Rundstrombecken) sowie beschichtete Becken eingesetzt. Die Haltungseinheiten sind zudem i.d.R. mit Rohrleitungen zur Wasserführung (Zu- und Abläufe) ausgestattet. Besonders hoch ist die Verwendung von Kunststoffen bei Intensivanlagen (insbesondere sog. Indoor-Kreislaufanlagen). Diese bestehen zum überwiegenden Teil aus Kunststoffmaterialien und aus Beton, verschiedenen Metallen, Edelstahl- und Aluminiumbauteilen. Darüber hinaus sind viele Ausstattungsgegenstände zur Belüftung, Wasserbehandlung (Filtermaterialien) sowie zur Abdeckung und Einhausung von Fischzuchtanlagen aus Kunststoffen. Auch bei der Handhabung von Fischen bzw. dem Fang zum Umsetzen oder zur Vermarktung werden Fanggeräte (Kescher, Netze) aus Kunststoff bzw. mit Kunststoffbeschichtungen eingesetzt. Die meisten Gefäße für den Transport von Fischen sind ebenfalls aus Kunststoffmaterialien hergestellt oder sind beschichtet. Bei der Be- und Verarbeitung zur Lebensmittelherstellung, die in Bayern in vielen Produktionsbetrieben stattfindet, kommen ebenfalls Ausstattungen aus Kunststoffen zum Einsatz.

Die in der Fischerei- und Aquakulturtechnik eingesetzten Kunststoffe gehören in der überwiegenden Mehrzahl zu den sog. Duroplasten. Die im Vortrag vorgestellten Geräte und Materialien bestehen aus PE-DD, PP, GFK (Kunstharz) sowie aus PVC (hart und weich). Kunststoffoberflächen der in der Aquakultur verwendeten Ausstattungsgegenstände zeigen bei langer Nutzung jeweils geringe Verschleiß- und Verwitterungserscheinungen, die von mechanischer Belastung und UV-Bestrahlung herrühren. Untersuchungen zum vermutlich geringen Umfang der Entstehung von Mikro- bzw. Nanoplastik in Fischzuchtanlagen fehlen bislang.



Müll am Meeresgrund und Mikroplastik in dort lebenden Fischen

Ivo Int-Veen

Thünen Institut für Fischereiökologie, Herwigstraße 31, 27572 Bremerhaven

Seit Langem ist bekannt, dass die Meeresböden eine Hauptsenke für marinen Müll darstellen. Systematisch erfasste Monitoringdaten zu Vorkommen und Zusammensetzung von Müll am Meeresgrund der Nord- und Ostsee zeigen zum einen klare Unterschiede zwischen den Belastungen beider untersuchter Meere. Zum anderen wird deutlich, dass Plastik in beiden Fällen den Großteil des Mülls ausmacht. Spektroskopische Analyseverfahren liefern neue Erkenntnisse zur Zusammensetzung des marinen Plastikmülls und werfen ein Schlaglicht auf den Zusammenhang von Materialdichte und Vorkommen am Meeresgrund.

Die Meeresböden sind nicht nur eine Senke des großen Plastikmülls, auch Mikroplastik (< 500 µm) reichert sich in diesen Habitaten an. Dort lebende Organismen sind dem Risiko ausgesetzt, dieses aufzunehmen. Am Beispiel der Kliesche (*Limanda limanda*) wird diskutiert, ob am Meeresgrund lebende Fische dieses Mikroplastik aufnehmen. Und wenn ja, wieviel davon? Weitere Fragen betreffen die Polymere des Mikroplastiks und mögliche Unterschiede in der Mikroplastikaufnahme von Fischen aus verschiedenen Arealen der Untersuchungsgebiete. Um diese Fragestellungen zu bearbeiten wurden Klieschen in der Nord- und Ostsee gefangen und ihre Verdauungstrakte mittels µFTIR-Spektroskopie auf ihren Mikroplastikgehalt untersucht.



Untersuchung zur Belastung von Fischen baden-württembergischer Gewässer durch Mikroplastik – Eine Übersicht der Ergebnisse

Samuel Roch

Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg, Fischereiforschungsstelle,
Argenweg 50/1, 88085 Langenargen

Ein groß angelegtes Projekt der Fischereiforschungsstelle (Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg (LAZBW)) hatte zum Ziel, das Gefahrenpotential von Mikroplastik auf die baden-württembergische Fischfauna abzuschätzen und zu bewerten. Dazu wurden in einem ersten Schritt verschiedene natürliche Seen und Flüsse (inklusive Bodensee) in Baden-Württemberg untersucht, gefundene Plastikpartikel nach Größe, Form und Farbe charakterisiert und relevante abiotische und biotische Faktoren bei der Auswertung berücksichtigt. Basierend auf den Ergebnissen aus dem Freiland wurden kontrollierte Versuche im Labor durchgeführt und mit ausgewählten Fischarten die Aufnahmemechanismen von Mikroplastik durch Fische genauer erforscht.

Des Weiteren wurden in mehreren Experimenten die Verweildauer von Mikroplastik im Magen-Darm-Trakt von Fischen und die Ausscheidungsrate in Abhängigkeit von Anzahl und Größe der Plastikpartikelbelastung bestimmt.

In einem letzten Schritt wurden mit Hilfe von kontrollierten Fütterungsversuchen die direkten physiologischen Kurz- und Langzeitfolgen einer Mikroplastikaufnahme auf eine Modellfischart evaluiert. Neben klassischen Performance- und Gesundheitsparameter wurde dazu auch eine neue Methode zur Identifizierung und Quantifizierung von Proteinen („Label-free proteomics quantification“) verwendet. Die Ergebnisse wurden abschließend mit Hilfe einer Genexpressionsanalyse validiert. Dadurch sollte ein breiter Überblick zu den physiologischen Prozessen im Fisch erlangt und mögliche bisher noch unbekannte Auswirkungen einer Mikroplastikaufnahme identifiziert werden.



Mikroplastik-Auswirkungen auf Fische? - Fokus "Fasern"

Anja Bunge

Thünen Institut für Fischereiökologie, Herwigstraße 31, 27572 Bremerhaven

Mikroplastik-Fasern sind überall – in der Luft, in Ackerböden, im Abwasser, in Flüssen, Seen und im Meer. Dennoch werden die Auswirkungen auf Umwelt und Lebewesen wie Fische im Labor nur von wenig untersucht und der größte Anteil an Effektstudien verwendet die wenig in der Umwelt vorkommenden, einheitlichen Mikroplastik-Beads. Für eine geeignete Bewertung des Risikos von Mikroplastik in der Umwelt sind jedoch Studien mit häufig vorkommenden Mikroplastik-Arten, wie Fasern, nötig.

Fehlende Referenzmaterialien, das ausgeprägte Potential zur Aggregation von Fasern, ihr äußerst geringes Gewicht und ihre irreguläre Struktur erschweren die Analytik und das experimentelle Arbeiten mit Fasern. Experimentelle Ansätze mit Fasern benötigen daher jede Menge Handarbeit und einige kreative Lösungen um diesen Herausforderungen zu begegnen. Durch methodische Entwicklungen konnten Polyester-Fasern, wie sie in der Textilindustrie häufig verwendet werden, im Labor charakterisiert und für Expositionsstudien mit Fischen verwendet werden.

In Expositionsstudien mit Dreistachligen Stichlingen (*Gasterosteus aculeatus*) zeigte sich, dass die Fasern keinerlei Auswirkungen auf verschiedene Stadien der Fische hatten und es zu keiner Beeinträchtigung der Fischgesundheit gekommen ist. Dies wirft die Frage auf, ob das Risiko durch Mikroplastik(-fasern) in der Umwelt auf Fische überschätzt wird.



Wie gefährlich ist Mikroplastik für Fische und Muscheln?

Julia Schwaiger, Janina Domogalla-Urbansky, Tobias Geiger, Jessica Fischer, Hermann Ferling, Karin Scholz-Göppel

Bayerisches Landesamt für Umwelt, Demollstraße 31, 82407 Wielenbach

Zahlreiche wissenschaftliche Studien belegen, dass sowohl marine als auch Süßwasserfische Mikroplastik aufnehmen. Ebenso wurde eine Anreicherung von Mikroplastik innerhalb der Nahrungskette beschrieben. Für eine realistische Umweltbewertung ist jedoch entscheidend, ob eine Aufnahme von Mikroplastik tatsächlich direkte, negative Auswirkungen auf Gewässerorganismen, wie z.B. Fische und Muscheln zur Folge hat.

Das Bayerische Landesamt für Umwelt führte im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz von 2014 bis 2020 ein umfangreiches Forschungsvorhaben durch. Untersuchungen zu Auswirkungen von Mikroplastik auf Fische und Muscheln stellten dabei einen der Hauptschwerpunkte dar. Diese umfassten eine Freilandstudie mit einheimischen Flussmuscheln (*Unio sp.*) an einem Kläranlagenstandort, die dazu diente, den Einfluss von kommunalem Abwasser auf die Mikroplastikbelastung von Muscheln zu ermitteln.

Um Auswirkungen von Mikroplastik exemplarisch abzubilden, erfolgten darüber hinaus Expositionsversuche, in denen Flussmuscheln Hart-PVC-Partikeln, Regenbogenforellen (*Oncorhynchus mykiss*) zusätzlich noch Weich-PVC-Partikeln über längere Zeiträume unter Laborbedingungen ausgesetzt wurden. Im Anschluss an die Exposition erfolgten sowohl exemplarische Analysen auf Mikroplastikrückstände in den Versuchstieren sowie umfangreiche medizinisch-toxikologische Untersuchungen.

Die Untersuchungen ergaben sowohl bei Muscheln als auch bei Fischen in erster Linie eine Beeinflussung ernährungsphysiologischer Parameter sowie unspezifische Stressreaktionen. Aufgrund der Tatsache, dass die in vorliegender Studie eingesetzten PVC-Konzentrationen um Größenordnungen über den in Gewässern nachgewiesenen Partikelzahlen lagen und die Effekte im Vergleich dazu sehr gering waren, ist unter den in Gewässern vorliegenden Bedingungen von keiner negativen Beeinflussung der Fischgesundheit durch die PVC-Partikel auszugehen.

Eine generelle Entwarnung für Mikroplastik ist aus diesen Ergebnissen jedoch nicht abzuleiten. Es ist nicht auszuschließen, dass andere Polymere, gegebenenfalls enthaltene Additive sowie abweichende Partikelgrößen und Formen zu Effekten bei Fischen führen können. Für eine Risikobewertung ist zudem berücksichtigen, dass Fische und Muscheln in Gewässern einer Vielzahl anthropogener Einflüsse, wie zum Beispiel chemischen Verbindungen, Krankheitserregern und klimatischen Faktoren ausgesetzt sind. Unter ungünstigen Umweltbedingungen kann nicht ausgeschlossen



werden, dass ein vorliegendes Energiedefizit zu einer Reduzierung des allgemeinen Gesundheitszustandes der Tiere führen kann.