



Mikroplastik in Biota – erste Ergebnisse aus Laborversuchen und Freilandexperimenten

Tobias Geiger¹, Dr. Janina Domogalla-Urbansky¹, Hermann Ferling¹, Karin Scholz¹,
Dr. Alexandra Wiesheu², Philipp M. Anger², Dr. Natalia P. Ivleva², Dr. Julia Schwaiger¹

¹Bayerisches Landesamt für Umwelt, Referat Aquatische Toxikologie und Pathologie

²Technische Universität München, Institut für Wasserchemie und Chemische Balneologie



Fachvorhaben: Eintragspfade, Vorkommen und Verteilung von Mikrokunststoffpartikeln in bayerischen Gewässern sowie mögliche **Auswirkung auf aquatische Organismen**

Laufzeit 01.01.2014 – 31.12.2019

Finanzierung: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und
Verbraucherschutz

Projektleitung LfU, Ref. 73: Aquatische Toxikologie und Pathologie

Kooperationspartner:

AG Dr. Natalia Ivleva, TUM

Mögliche Auswirkungen von Mikroplastik auf Biota



Akkumulation

- im Organismus
- in der Nahrungskette

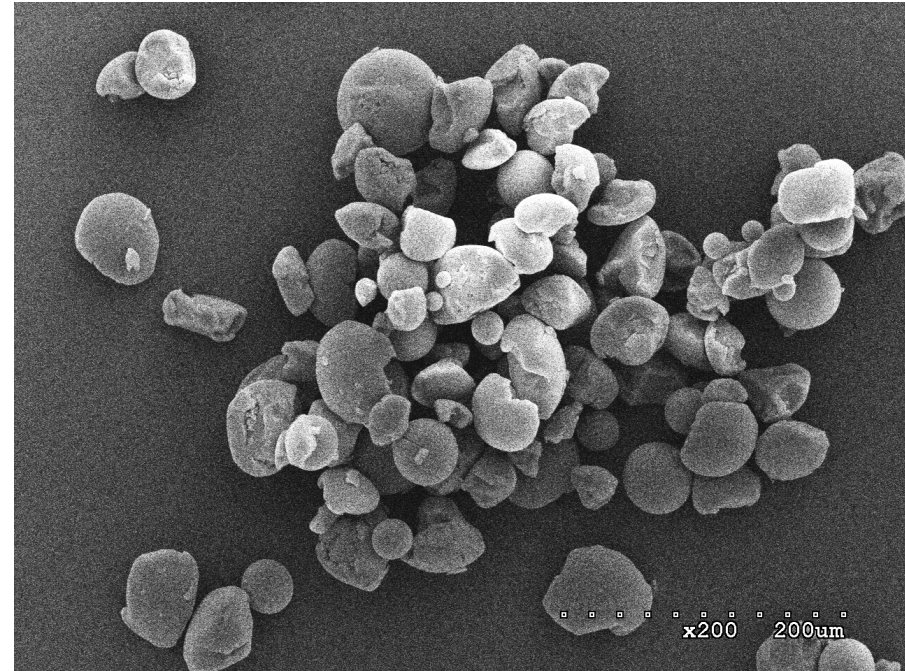
Mikroplastikpartikel selbst mechanische Schädigung

Additive

z.B. Weichmacher, Farb-,
Flammschutzmittel;
→ ev. toxische oder
hormonelle Wirkungen

Persistent organic pollutants (POPs)

Chemische, hydrophobe
Substanzen adsorbieren
→ ev. erhöhte Aufnahme und
toxische Wirkungen



Auswirkungen abhängig von

- Größe
- Form
- Plastiksorte
- Additiven

Unumstritten:
die Aufnahme von Mikroplastik von einer Vielzahl an Organismen

- Planktonorganismen
- Muscheln
- Krebse
- Fische
- Vögel

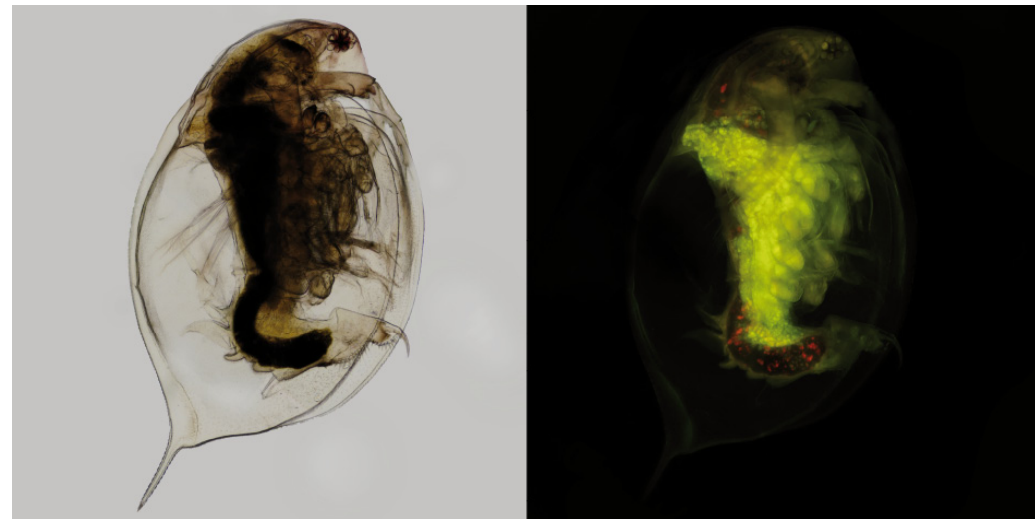


Photo: Uni Bayreuth

Akkumulation von Mikroplastik im Verdauungstrakt von Fischen - Studien

Oberösterreichische Donau

840 Fische (Aitel, Rotaugen, Laube, Grundelarten)

➤ **Je 1 MP-Partikel bei insgesamt 2 Fischen**

(Lumesberger-Loisl & Gumpinger, 2015)

Flüsse in Frankreich

186 Gründlinge

➤ MP bei **12% der Fische** (Sanchez et al., 2014)

Genfer See

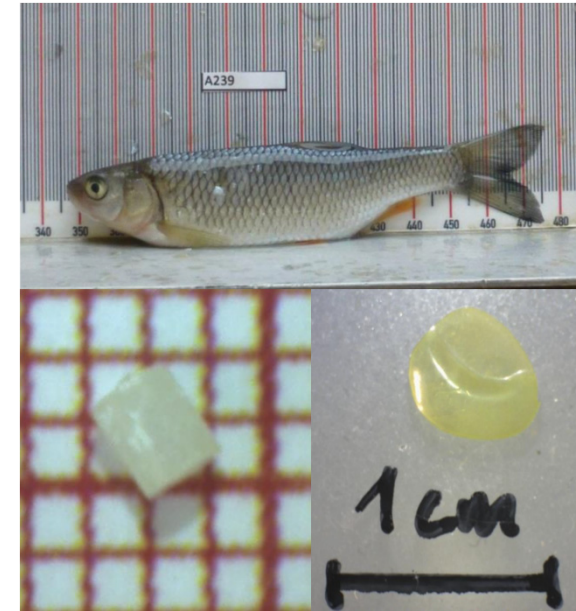
41 Fische (Hechte, Rotaugen, Brachsen)

➤ MP bei **keinem Fisch** (Faure et al., 2012)

Nord- und Ostsee

290 benthisch und pelagisch lebende Fische

➤ MP bei **5,5% der Fische** (mittels FTIR-Spektroskopie!) (Rummel et al., 2015)



Quelle:
MP in Fischen - Pilotstudie in der oberösterreichischen Donau 2015

- Unterschiedliche Aufarbeitung des Probenmaterials
- Unterschiedliche Nachweismethoden, v.a. visuell!
- Vergleichbarkeit der Ergebnisse ☹

„Microplastic particles cause **intestinal damage** and other adverse effects in zebrafish *Danio rerio* and nematode *Caenorhabditis elegans*“

Lei et al., 2018, Sci. Tot. Environ., 619-620, 1-8

„**Uptake** and **effects** of microplastics **on cells and tissue** of the blue mussel *Mytilus edulis* L. after an experimental exposure“

Von Moos et al., 2012, Environ. Sci. Technol. 2012, 46, 11327-11335

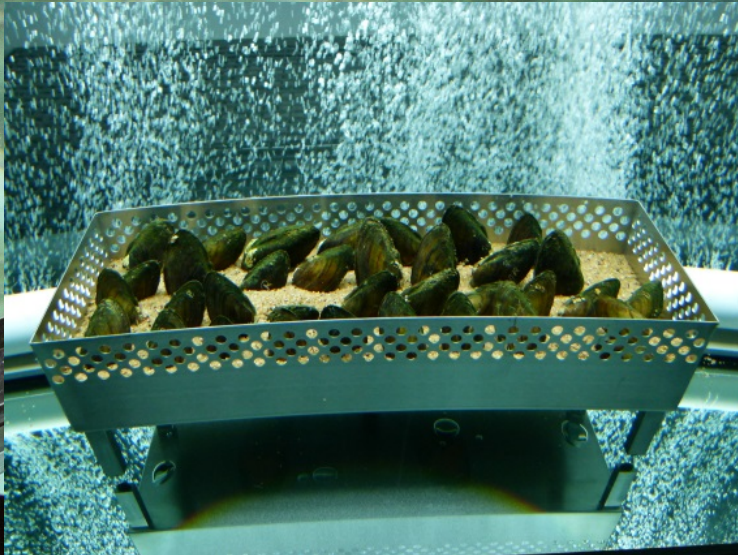
„Early warning signs of **endocrine disruption** in adult fish from the ingestion of polyethylene with and without sorbed chemical pollutants from the marine environments“

Rochman et al. 2014, Sci. Tot. Environ. 493, 656-661

„Virgin microplastics are **not causing imminent harm** to fish after dietary exposure“

Jovanović et al. 2018, Mar. Poll. Bull. 130, 123-131

Wirkungsuntersuchungen am LfU



Wie bewerten wir das Umweltrisiko von Mikroplastik?

Expositionsversuche mit Muscheln und Fischen

- Freilandstudien
- Laborstudien



Fische und Muscheln als biologische Probensammler

Fragestellungen:

- Aufnahme sowie Akkumulation von Mikroplastikpartikeln
- Mikroplastik-induzierte Organschäden
- Stoffwechselstörungen
- Hormonelle Wirkungen von Additiven



Laborexposition



Freilandexposition

Studien an Muscheln



Kommunale Kläranlage

Exposition an 3 Standorten

- oberhalb Kläranlage (A)
- Kläranlage Ablauf (B)
- unterhalb Kläranlage (C)
- Kontrollgruppe in Quellwasser (D)



Versuchsorganismus

- Große Flussmuschel (*Unio sp.*)
- Filtrationsrate 3,2 l h⁻¹ bis 4,6 l h⁻¹

Expositionsdauer

- Oktober/November 2014: 28 Tage
- April bis September 2015: 6 Monate
(monatliche Beprobung)

Endpunkt:
Akkumulation

Analysenmethode:
Raman-Spektroskopie
(AG Dr. N. Ivleva, IWC, TUM)

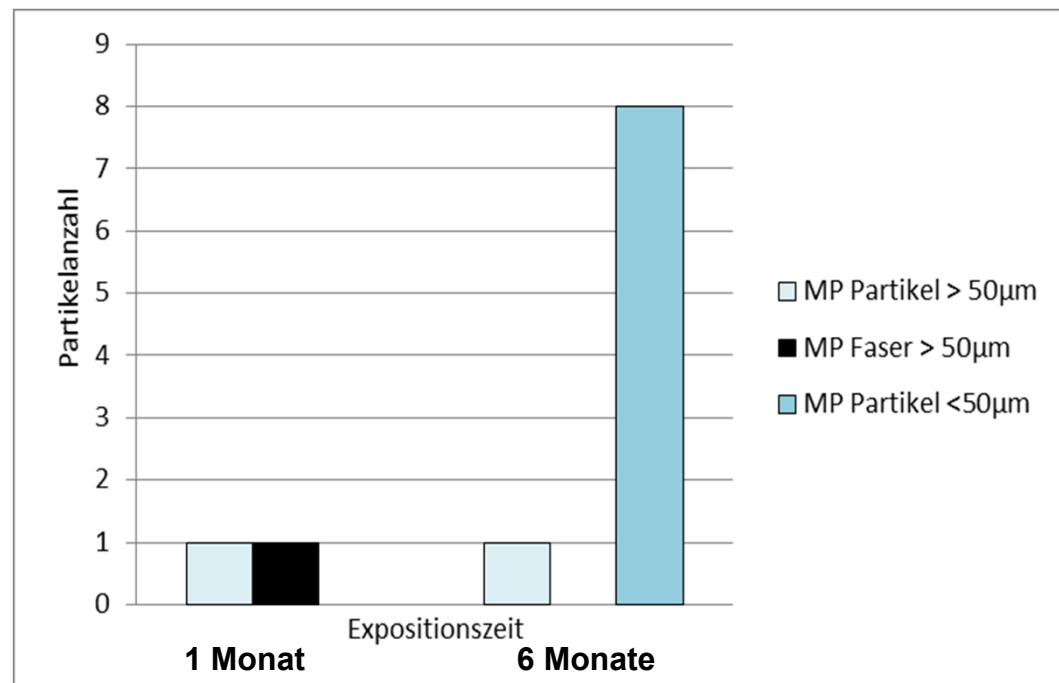


Mikroplastikpartikel in Muscheln

Raman-Spektroskopie (TUM)

Proben- stelle	Monat	Polymer
oberhalb Kläranlage	1	-
	6	-
Ablauf Kläranlage	1	PP 50 µm PET-Faser 200 µm
	6	PP 20 µm PP 80 µm PVC 8 µm PVC 10 µm PVC 15 µm PVC 15 µm PVC 15 µm PVC 15 µm PVC 25 µm
Unterhalb Kläranlage	1	-
	6	-
Kontrolle	1	-
	6	-

Mikroplastik in Muscheln nach Exposition im Ablauf einer Kläranlage



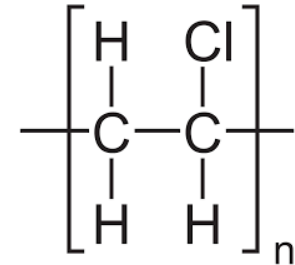
Laborstudien zu Auswirkungen von PVC





Warum wurde PVC als Testpolymer ausgewählt

- PVC zählt zu den häufigsten, in Gewässern nachgewiesenen Polymeren.
- PVC wurde in Abwasser-exponierten Muscheln nachgewiesen (v.a. Partikel 8 – 15 µm).
- PVC zählt nach Polyethylen und Polypropylen zu den Kunststoffen mit den höchsten Produktionsmengen.
(*PlasticsEurope, 2018*).
- Bei der Herstellung von Weich-PVC werden insbesondere Phthalate, als Weichmacher eingesetzt, für die z.T. eine endokrine Wirksamkeit nachgewiesen wurde (Anteil in Weich-PVC 20%– 50%).
(*Umweltbundesamt, 2007*).



Testorganismus: Große Flussmuschel
(*Unio tumidus*)

Kunststoff: Hart-PVC

Testkonzentrationen:

- 50/500/5.000/50.000 ng PVC/L
(jeweils 3 Replikate)
(Realsituation 3-4 MP/L; 3-4 MP \approx 5 ng/L)

PVC-Exposition:

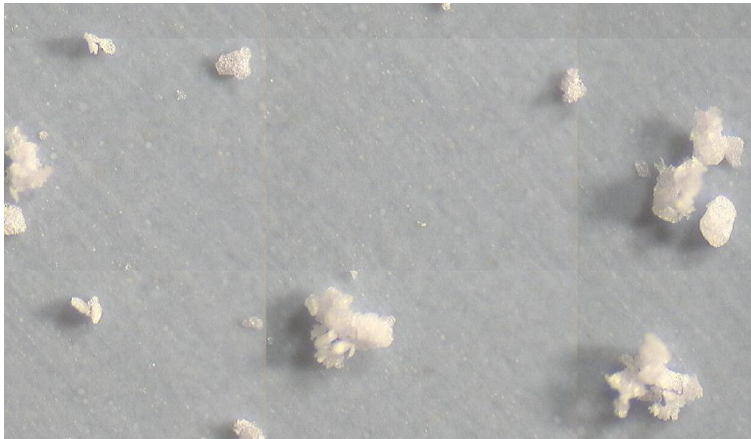
- über Wasserphase im Durchfluss

Expositionsdauer: 28 Tage

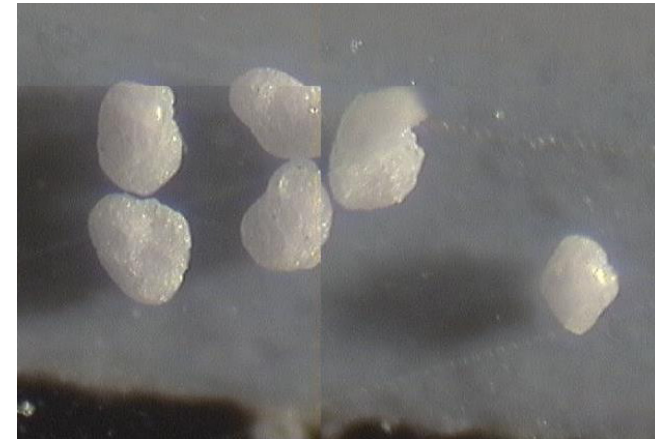
Depurationsphase: 28 Tage



Ausgangsmaterial Hart-PVC, ca. 250 μm



PVC-Partikel ca. 17 μm
Kryo-Mühle
Vorwiegend spitze kantige Form



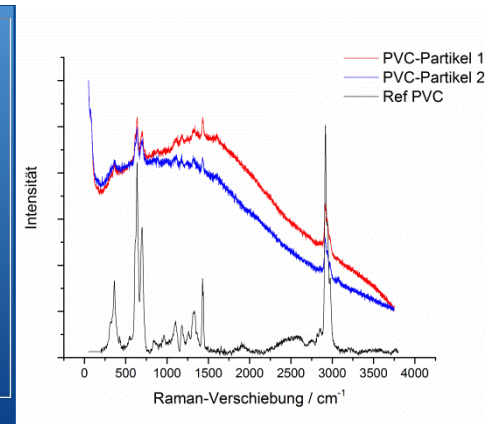
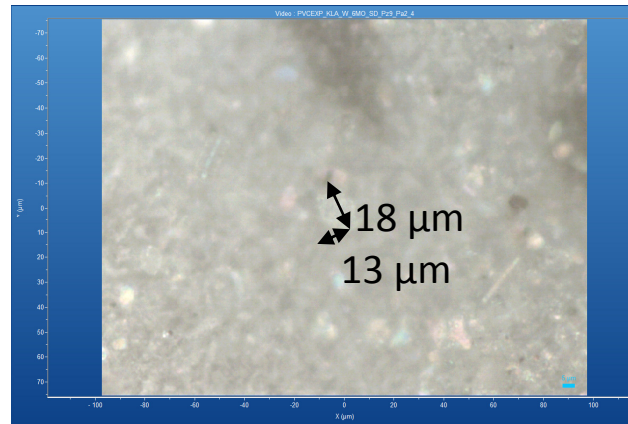
PVC-Partikel < 100 μm
Ultrazentrifugalmühle
abgerundete Form

**Für den Expositionsversuch gewichtanteilig
1:1 vermischt**

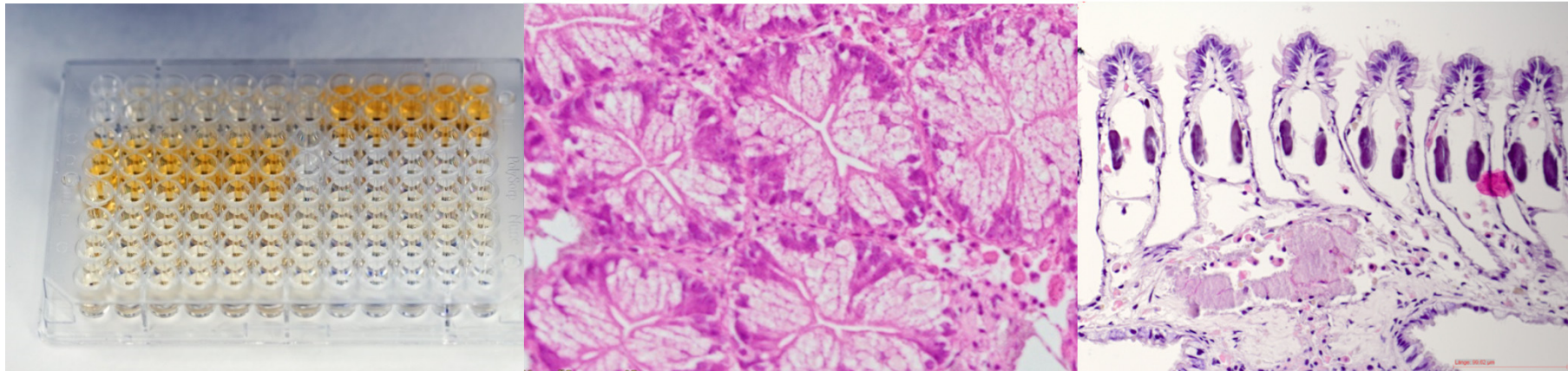
Untersuchungsparameter - Muscheln



- **Akkumulation**
Raman-Spektroskopie (IWC, TUM)
- **Biomarker**
z.B. Hsp70
- **Klinische Chemie**
z.B. ALT, AST, Gesamtprotein,
Glukose, Calcium, Glycogen
- **Histopathologie**
Mitteldarmdrüse, Kiemen

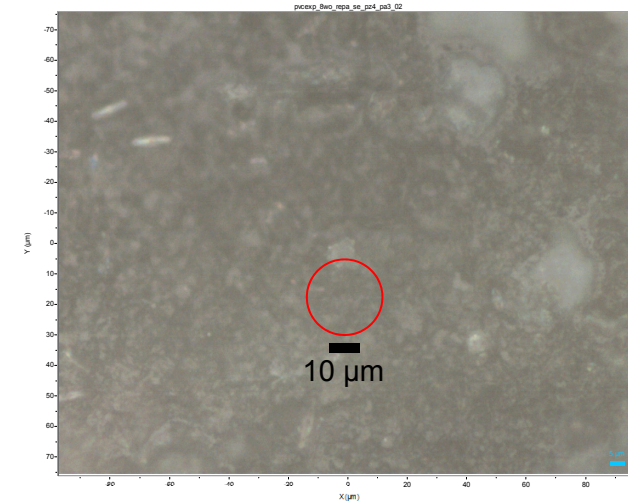
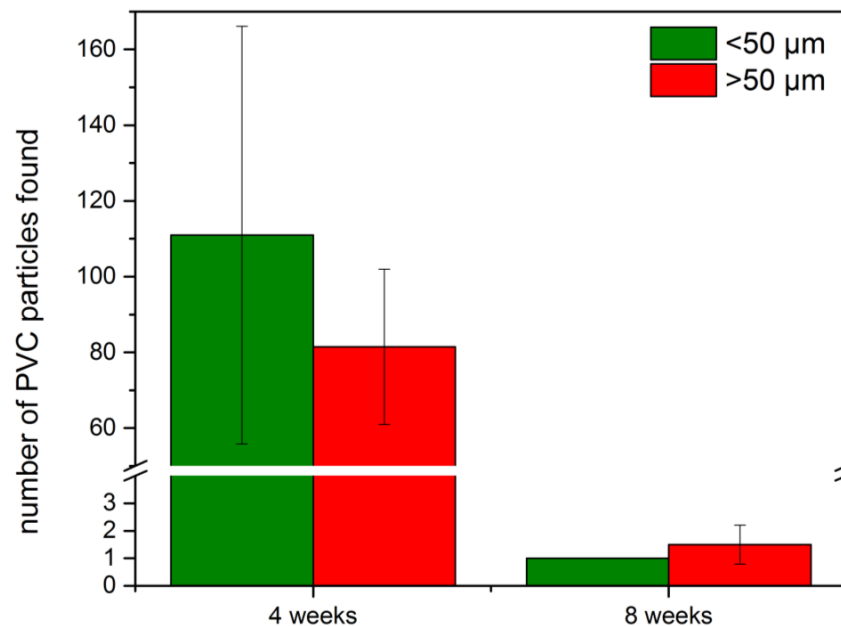
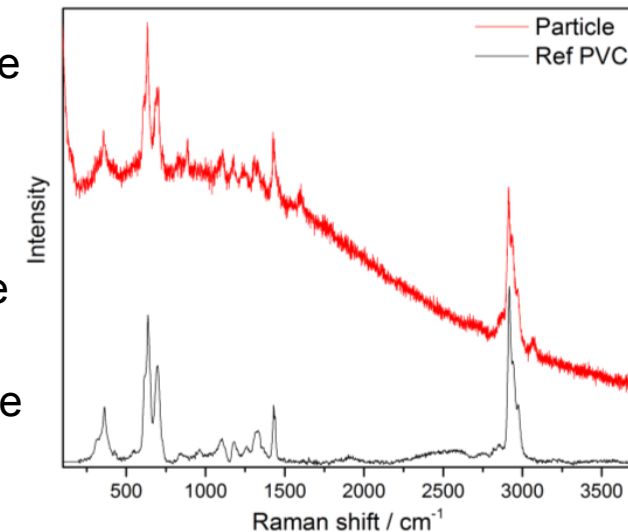


Quelle: IWC, TUM



Aufnahme und Abgabe von PVC-Partikeln in Muscheln

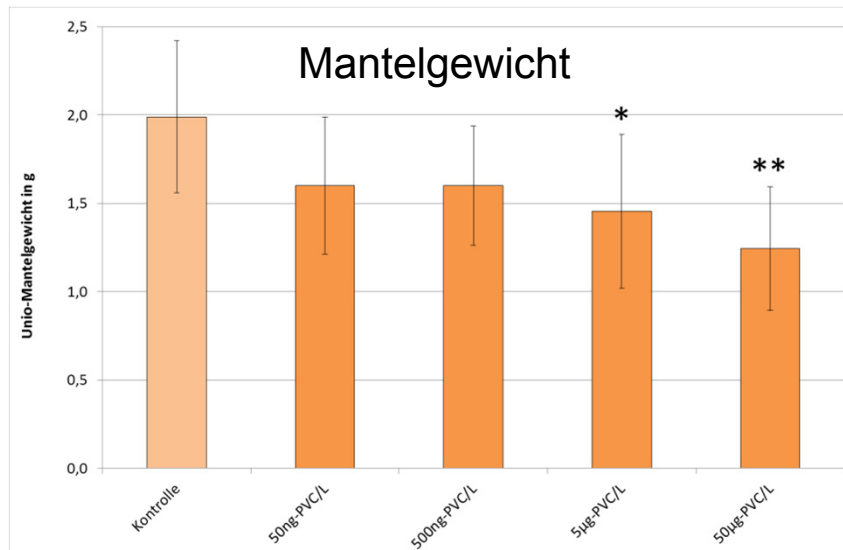
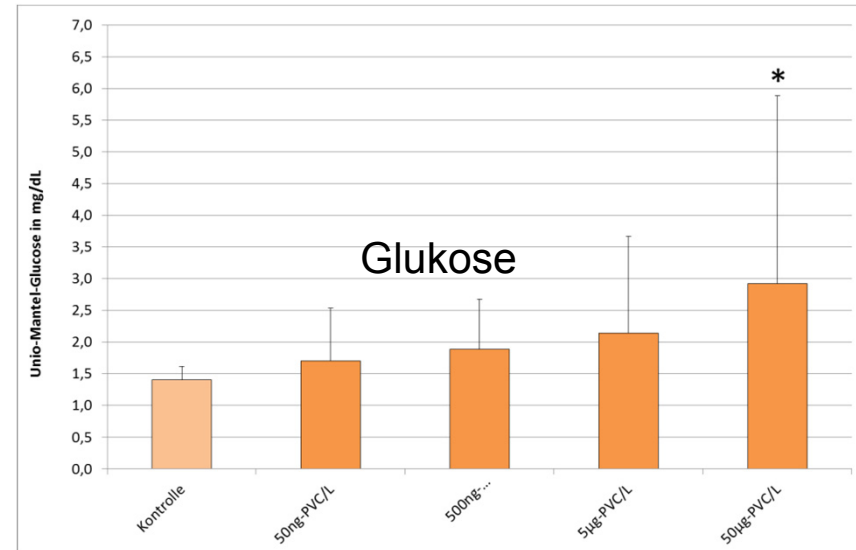
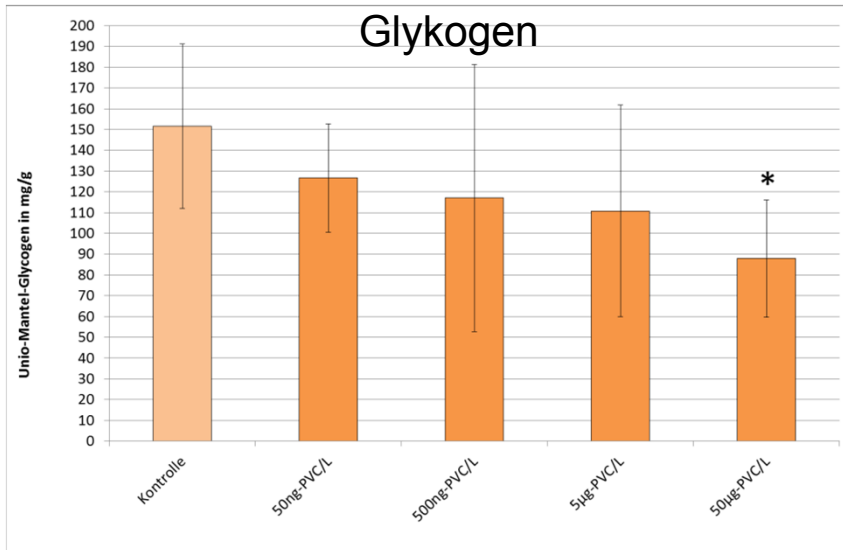
- Erste Ergebnisse weisen bei Muscheln, die der höchsten Konzentration von 50 µg PVC/L ausgesetzt waren, auf eine Aufnahme von PVC-Partikeln hin.
- Kleine Partikel < 50 µm werden stärker aufgenommen als Partikel > 50 µm.
- Die meisten PVC-Partikel werden in der Depurationsphase wieder ausgeschieden.
- Wenige PVC-Partikel verbleiben jedoch im Muschelgewebe (kleinster PVC-Partikel nach 8 Wochen ≈ 10 µm).



Quelle: IVC, TUM

Auswirkungen von PVC auf Muscheln

Erste Ergebnisse



- **Beeinflussung ernährungsphysiologischer Parameter** in der höchsten Testkonzentration 50 µg PVC/L
- **Bisher keine histopathologischen Veränderungen nachweisbar.**

Laborstudie an Fischen – Testpolymer PVC

Bayerisches Landesamt für
Umwelt



Testorganismus: Regenbogenforelle Kunststoff

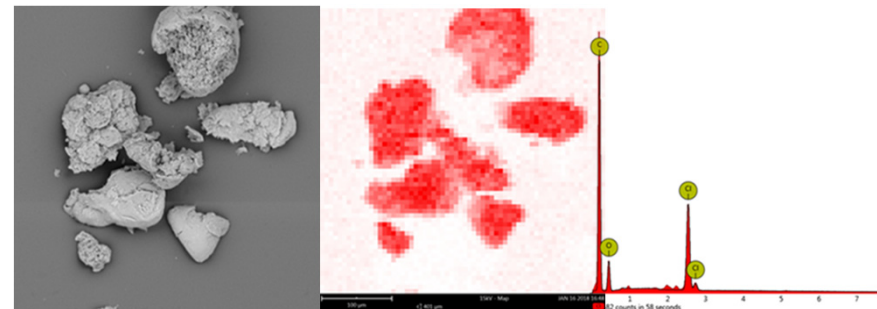
- Hart-PVC
- Weich-PVC + Additiv (30% DINP)

PVC-Exposition:

- oral (PVC-Anteil am Futter 10%;)
Fütterung 1% des KG 4 x pro Woche
- **Expositionsdauer:** 8 Wochen
Genehmigungspflichtiger Tierversuch
nach § 8 Abs. 1 TierSchG

Untersuchungsspektrum:

- Nachweismethode in Fischgewebe
noch in der Entwicklung
- Hämatologie
- Klinische Chemie
- Histopathologie
- Biomarker (Hsp70)



Kombination von REM und energie-
dispersiver Röntgenanalyse (EDX)

Ausgangsmaterial:

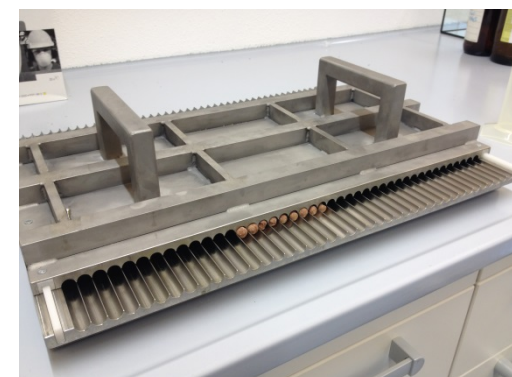
- Hart PVC-Material (Fa. Roth): Partikel < 1mm
- Weich-PVC-Material mit 30% DINP

PVC-Größenklassen:

- Größenklasse A: 0,1µm – 32µm
- Größenklasse B: 33µm – 63µm
- Größenklasse C: 64µm – 125µm
- Größenklasse D: 126µm – 250µm
- Größenklasse E: 251µm – 500µm

Herstellung Testfutter:

- Vermischung der PVC-Partikel verschiedener Größenklassen zu gleichen Gewichtsanteilen
- homogene Vermischung der PVC-Partikel mit Forellenfutter (10% PVC)
- Herstellung von Futterpellets





Messprinzip SPOS / Laserbeugung

(Single Optical Particle Sensing (= Lichtblockade))

Ergebnis: Ermittlung der absoluten Partikelanzahl und der Größenverteilung

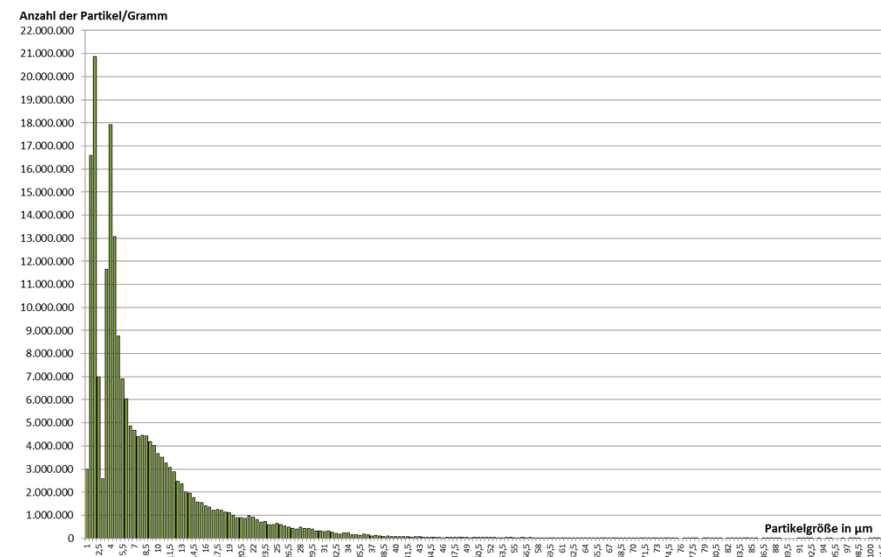
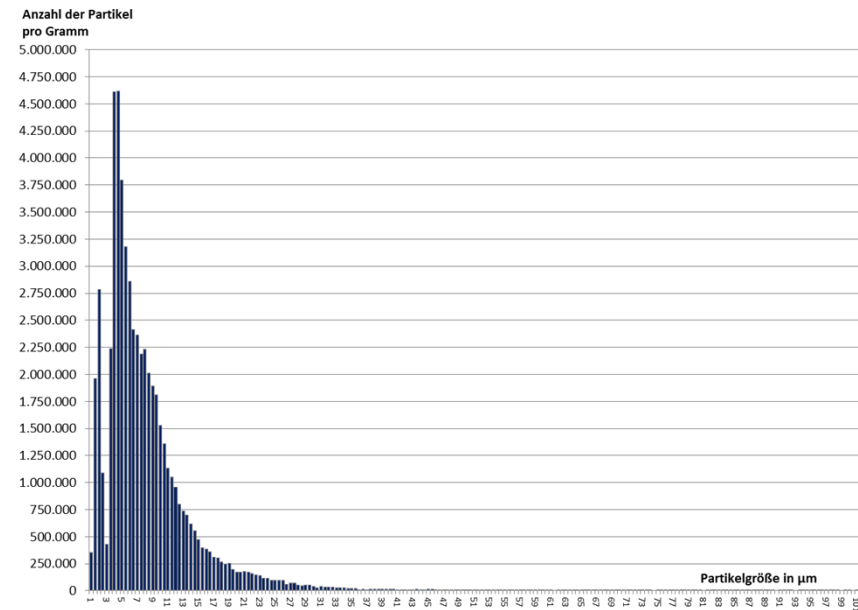
Nachteil: Fremdpartikel werden miterfasst und die Form wird nicht berücksichtigt.

Hart-PVC:

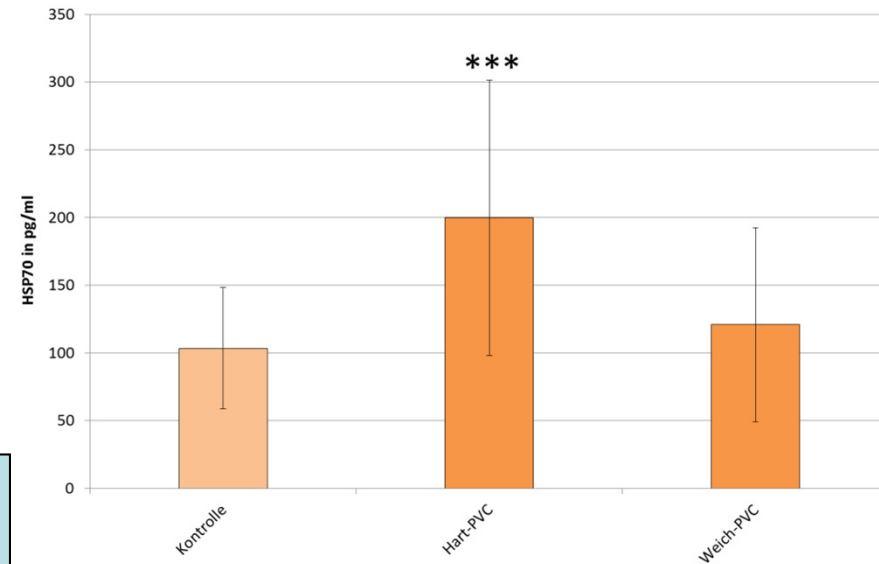
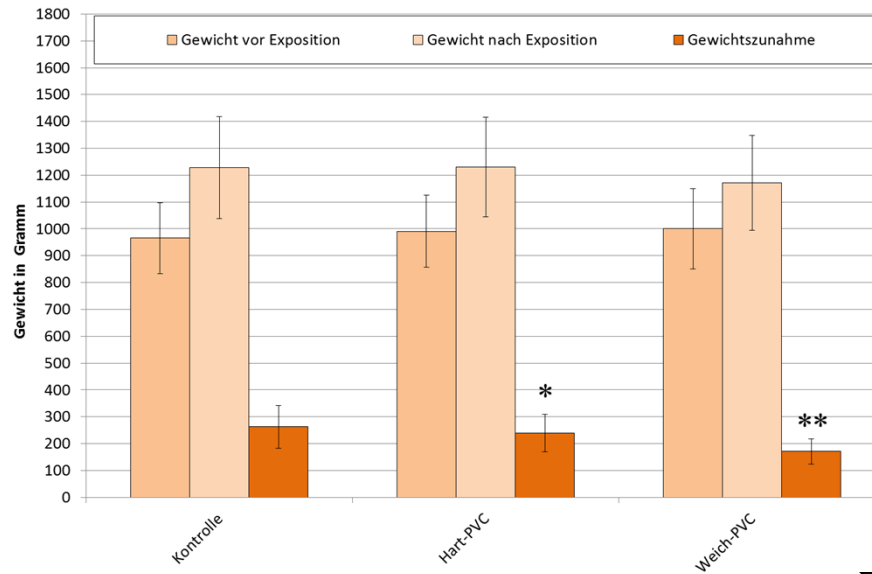
- 69×10^6 Primärpartikel pro g im Größenbereich $1\mu\text{m}$ - $500\mu\text{m}$
- 99% der Partikel $< 32\mu\text{m}$

Weich-PVC (+ 30% DINP):

- 198×10^6 Primärpartikel pro g im Größenbereich $1\mu\text{m}$ - $500\mu\text{m}$
- 99% dieser Partikel $< 32\mu\text{m}$



Auswirkungen von Hart- und Weich-PVC auf Fische - Erste Ergebnisse



Beeinflussung des Ernährungszustandes

Reduzierte Gewichtszunahme im Vergleich zu Kontrolltieren

- Hart-PVC-Gruppe: - 10% (= PVC-Gehalt des Testfutters)
- Weich-PVC-Gruppe: - 35%

Hsp70

Anstieg von Hsp70 im Vergleich zu Kontrolltieren

- Hart-PVC > Weich-PVC



Fazit

- Die momentanen wissenschaftliche Erkenntnisse reichen nicht aus um die Gefährlichkeit von Mikroplastik für Gewässerorganismen objektiv zu beurteilen.
- Für eine Risikobewertung sind sowohl die Expositionssituation als auch die beobachteten Wirkungen quantitativ zu ermitteln und gegenüberzustellen.
- Zur Generierung einer solide Beurteilungsbasis anhand experimenteller Studien sind darüber hinaus folgende Aspekte von Bedeutung:
 - **Detaillierte Charakterisierung** der verwendeten Testpartikel (Anzahl, Form, Größe, physikalische Eigenschaften, Additive, POPs, etc.).
 - Einsatz annähernd **realistischer Konzentrationen, Formen und Größenklassen** von Mikroplastik.
 - Unterscheidung zwischen **Mikroplastik-induzierten** sowie durch **natürliche Partikel** ausgelösten Effekten.
 - **Effekte durch reduzierte Nährstoffzufuhr ↔ direkte toxische Effekte von MP**

Ogonowski et al., 2018 . What we know and what we think we know about microplastic effects -
A critical perspective *Current Opinion in Environ. Sci. & Health*, 1:41–46

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

