

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Plastik
in der Umwelt

Quellen • Senken • Lösungsansätze

FONA
Forschung für Nachhaltige
Entwicklung
BMBF

Tracking von (Sub)Mikroplastik

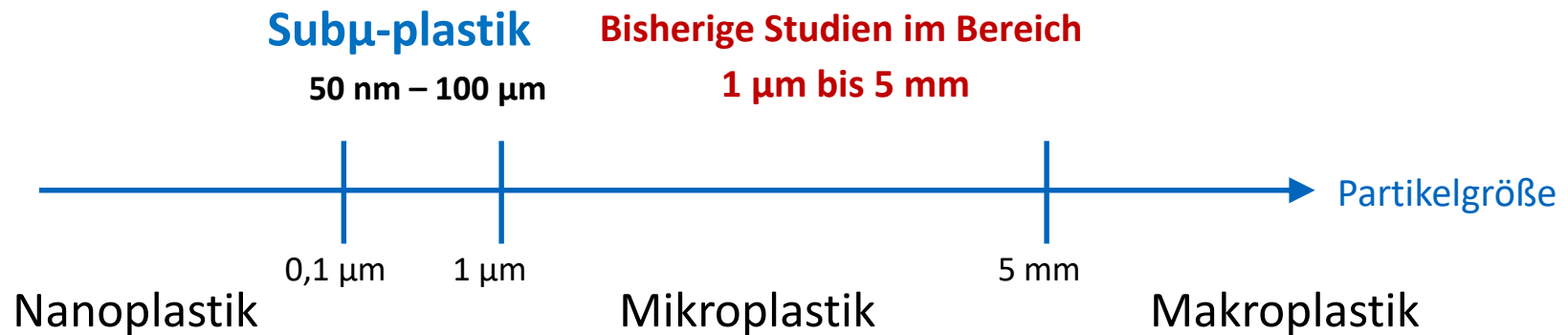


Innovative Analysetools für die toxikologische und prozesstechnische Bewertung

Prof. Dr.-Ing. Jörg E. Drewes
Technische Universität München
9. April 2019, Berlin

Submikroplastikpartikel

Größendefinition



Subµ-Plastikpartikel im Vergleich zu Mikroplastikpartikeln

- Besitzen **höhere Zellgängigkeit**
- Haben eine **größere relative Oberfläche**
⇒ **höheres Adsorptionspotential** von Schadstoffen
- Kommen eventuell in sehr großer Anzahl vor
⇒ **Hypothese: Subµ-Partikel haben höhere (öko-)toxikologische Relevanz**

Projektziele



Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

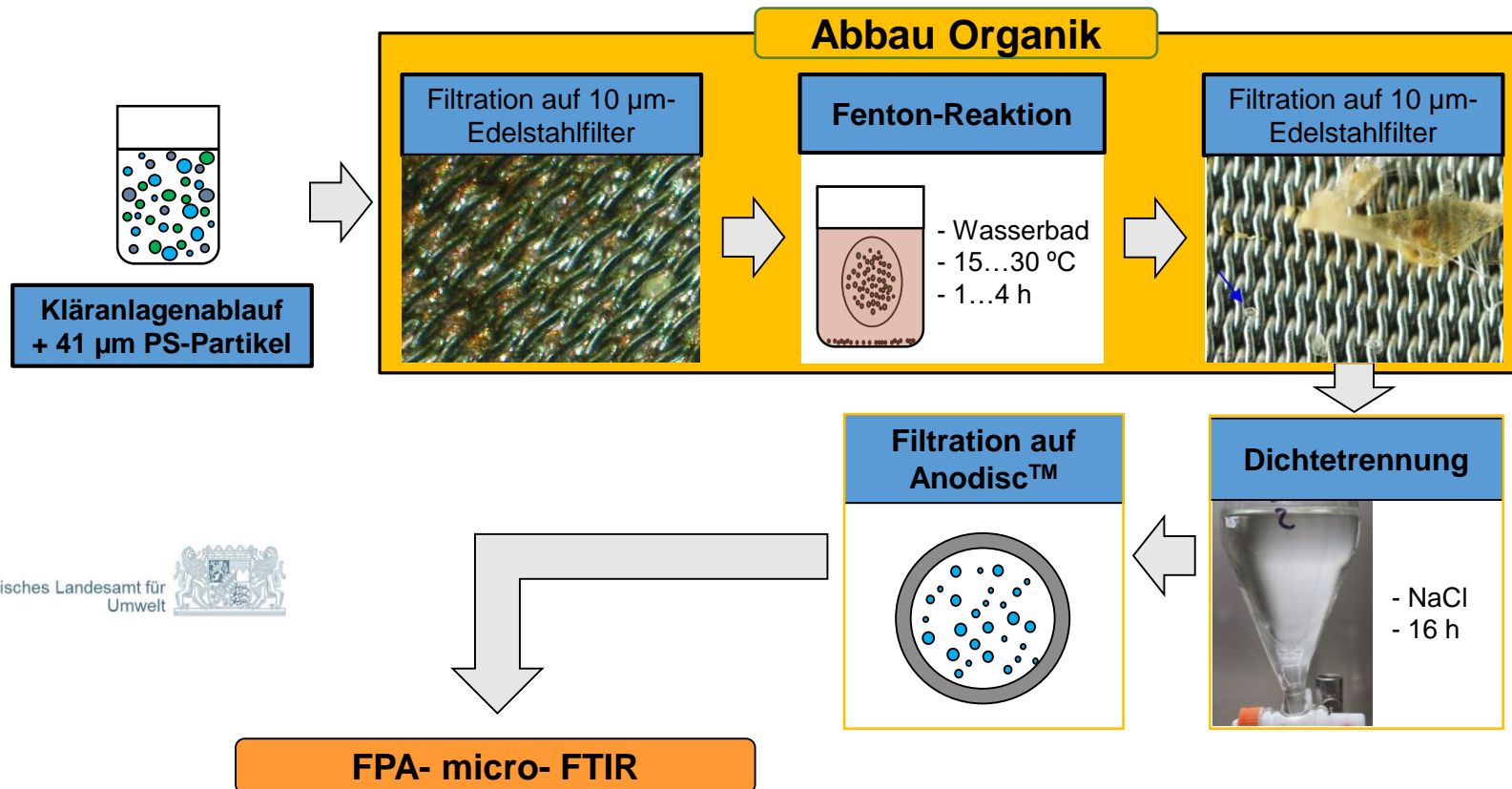
Plastik
in der Umwelt

Quellen • Senken • Lösungsansätze

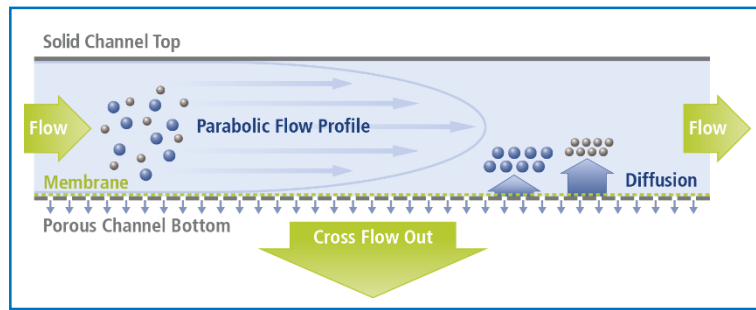
- Entwicklung von Analysemethoden und Bereitstellung von toxikologischen Daten für Submikropartikel (50 nm – 100 µm)
 - » Rasterelektronenmikroskopie, Fourier-Transformation Infrarot Spektroskopie (FTIR)
 - » Raman-Mikrospektroskopie (RM)
 - » Asymmetrische Fluss-Feldflussfraktionierung (AF4) mit Multiangle Laser Light Scattering (MALS) und Raman-Kopplung
 - » Pyrolyse-GC/MS; TED-Pyrolyse-GC/MS (Ad-/Desorption von org. Spurenstoffen)
- Risikoabschätzung
 - » Bewertung der Auswirkungen von Submikropartikeln (mit und ohne adsorbierten Chemikalien) auf
 - » Mikroorganismen (*in vivo*)
 - » aquatische Umwelt (*in vivo*)
 - » die menschliche Gesundheit (*in vitro*)
 - » Prozesstechnische Bewertung von Submikropartikeln mit und ohne Alterung in Kläranlagen und Umweltproben
- Grundlage für Rechtssetzung, Normung und freiwillige Maßnahmen

Probennahme und Aufbereitung

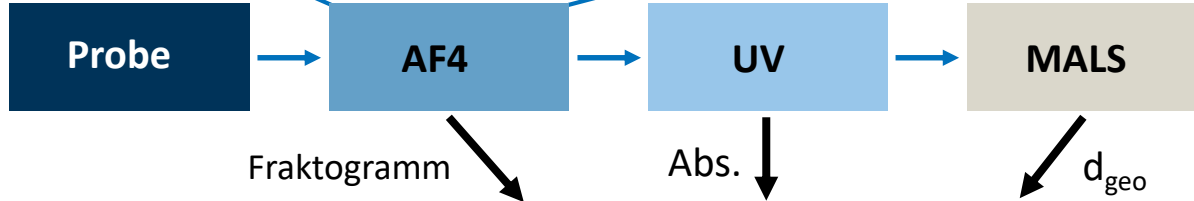
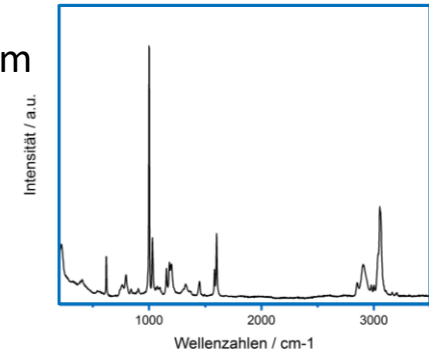
Probenaufbereitung aus KA-Abläufen mit halbautomatischer Auswertung der FTIR-Messungen (LfU) (momentan dotiert in Modellkläranlage)



Analytische Neuentwicklung: AF4-Raman: Online-Kopplung



Raman-Spektrum



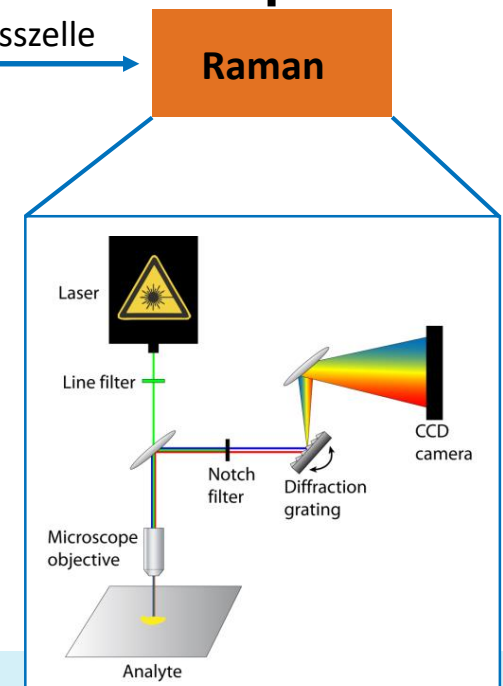
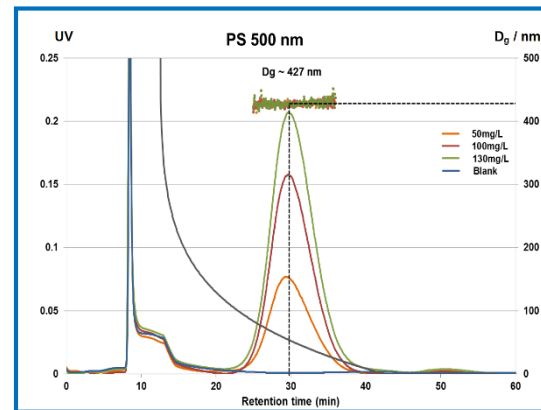
Fraktogramm

Abs.

d_{geo}

Flusszelle

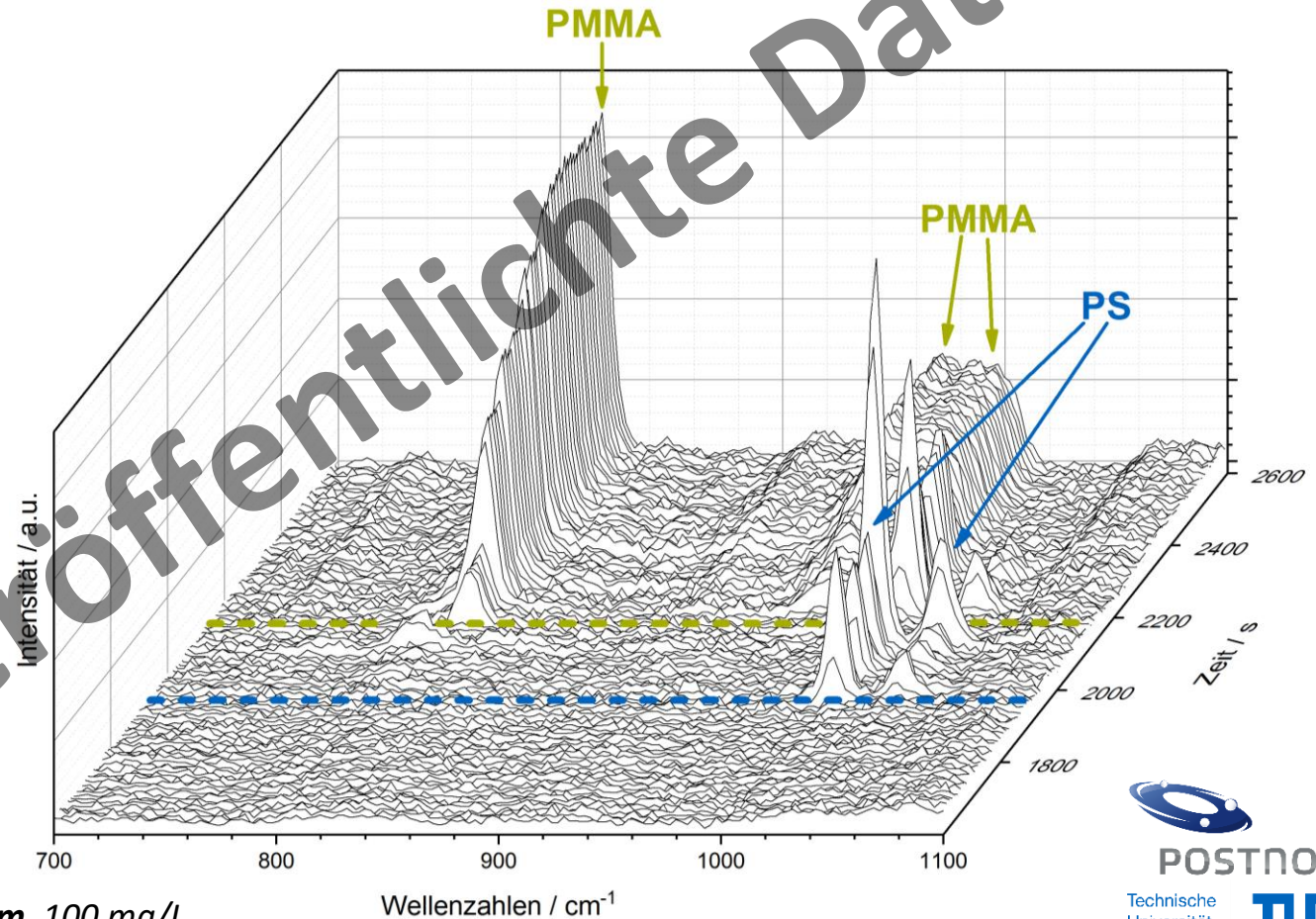
Raman



Analytische Neuentwicklung: AF4-Raman: Online-Kopplung

» Größenfraktionierung & chemische Identifizierung

- In Flusszelle
- Zeitaufgelöst
- Fraktioniert (AF4)
- Eindeutige Identifizierung
- Auch nebeneinander



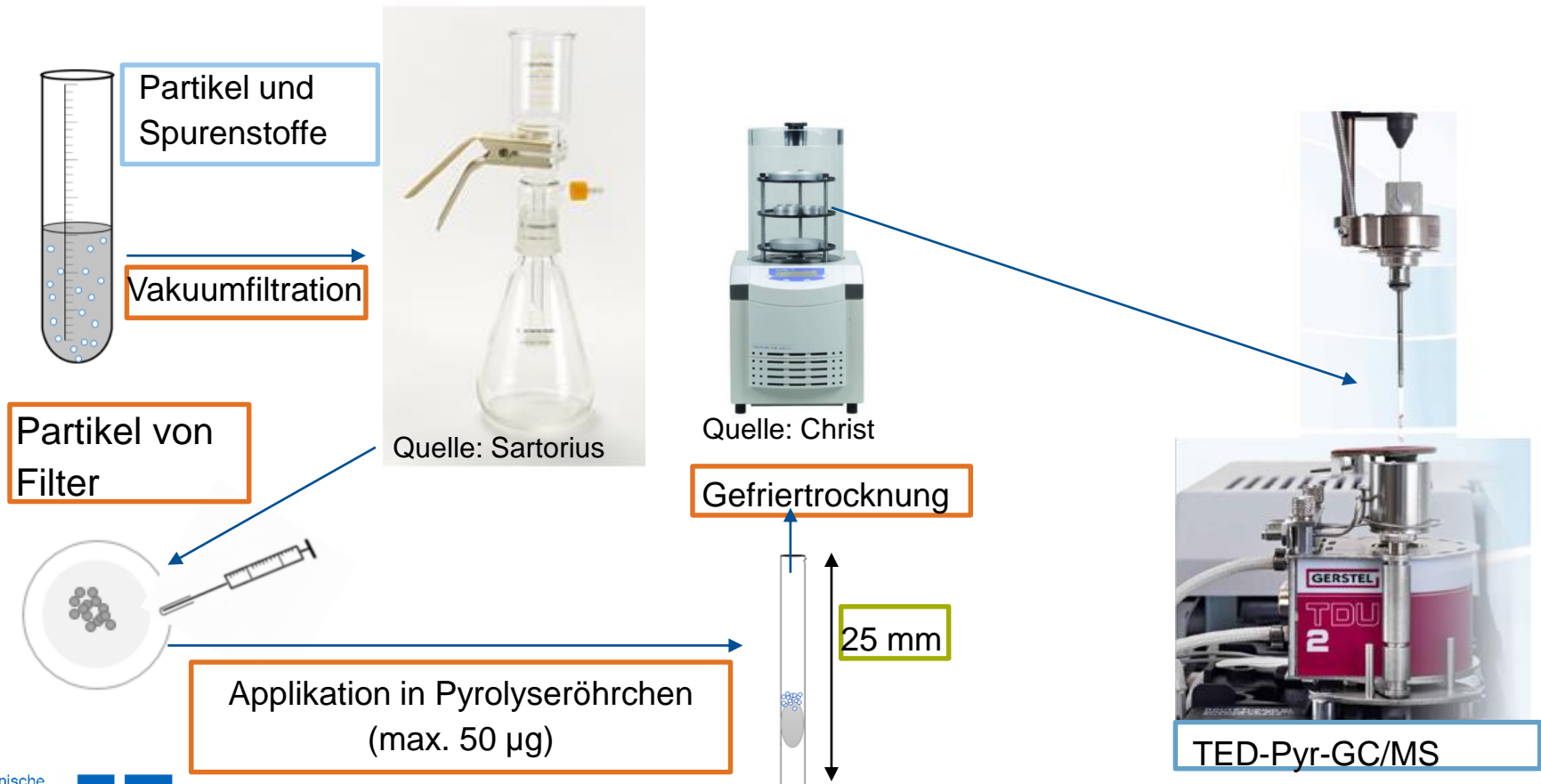
POSTNOVA

Technische
Universität
München



Analytische Neuentwicklung: TED-Pyr-GC/MS

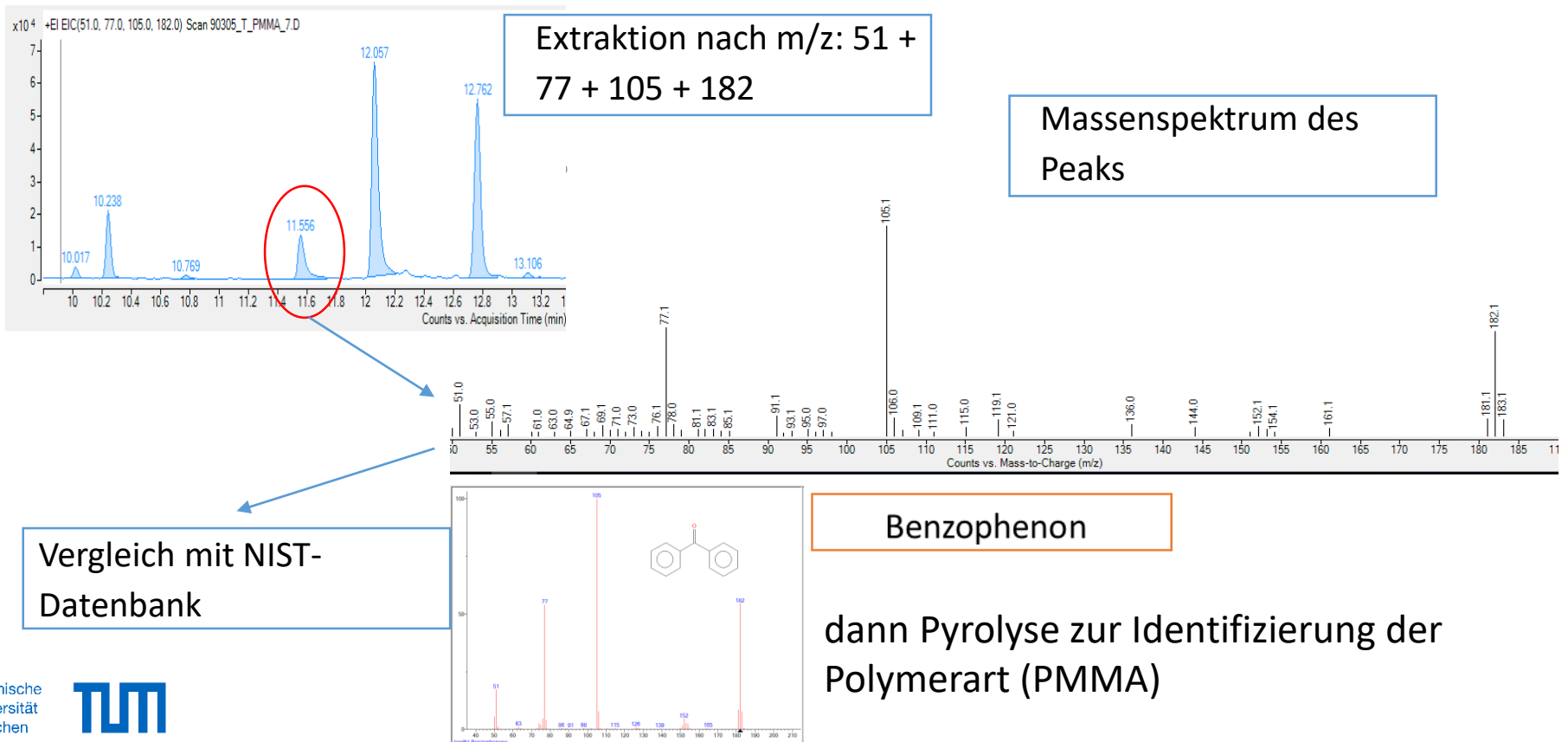
Sorption von Spurenstoffen auf Plastikpartikeln (TUM-SWW)



Analytische Neuentwicklung: TED-Pyr-GC/MS

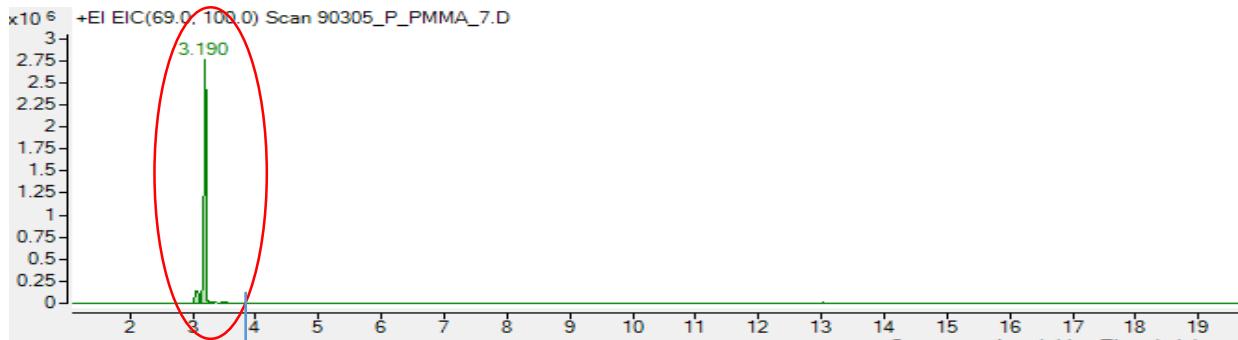
Sorption von Spurenstoffen auf Plastikpartikeln

Thermodesorption zur Identifizierung des Spurenstoffes Benzophenon



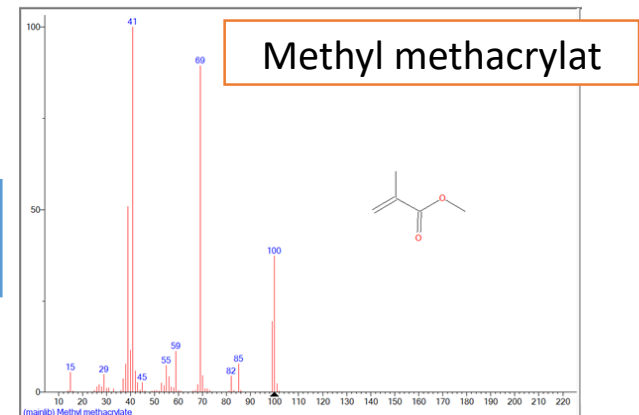
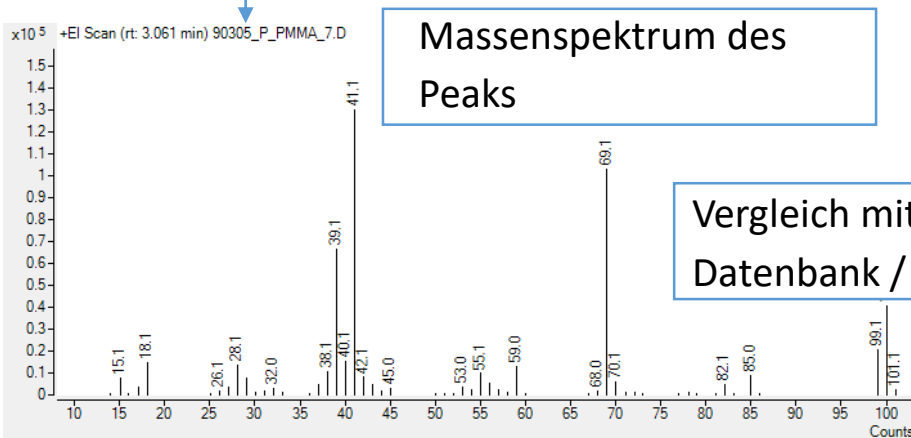
Identifizierung von verschiedenen Polymeren

- Identifizierung der Polymere Beispiel PMMA: Pyrolyseprodukt Methyl Methacrylat



Extraktion nach m/z:
69 + 100

Technische
Universität
München 



Bioassays – Toxizitätstests - TUM-LAS

Laborkultur Organismen



Gammarus roeseli



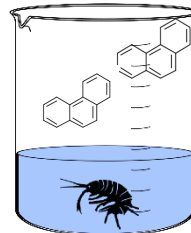
Dreissena polymorpha



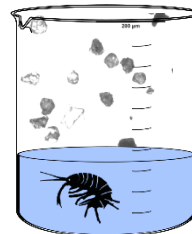
Lemna sp./
div. einzellige Algen



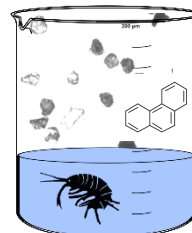
Expositionsszenarien



Spurenstoff



Partikel



Partikel
+
Spurenstoff

Endpunkte/Auswertung

Aufnahme-Partikelkinetik ✓

Schadstoffassoziation

Bioverfügbarkeit ✓

Verhalten, Fraßraten,

Wachstum ✓

Reproduktion

Biomarker, molekulare

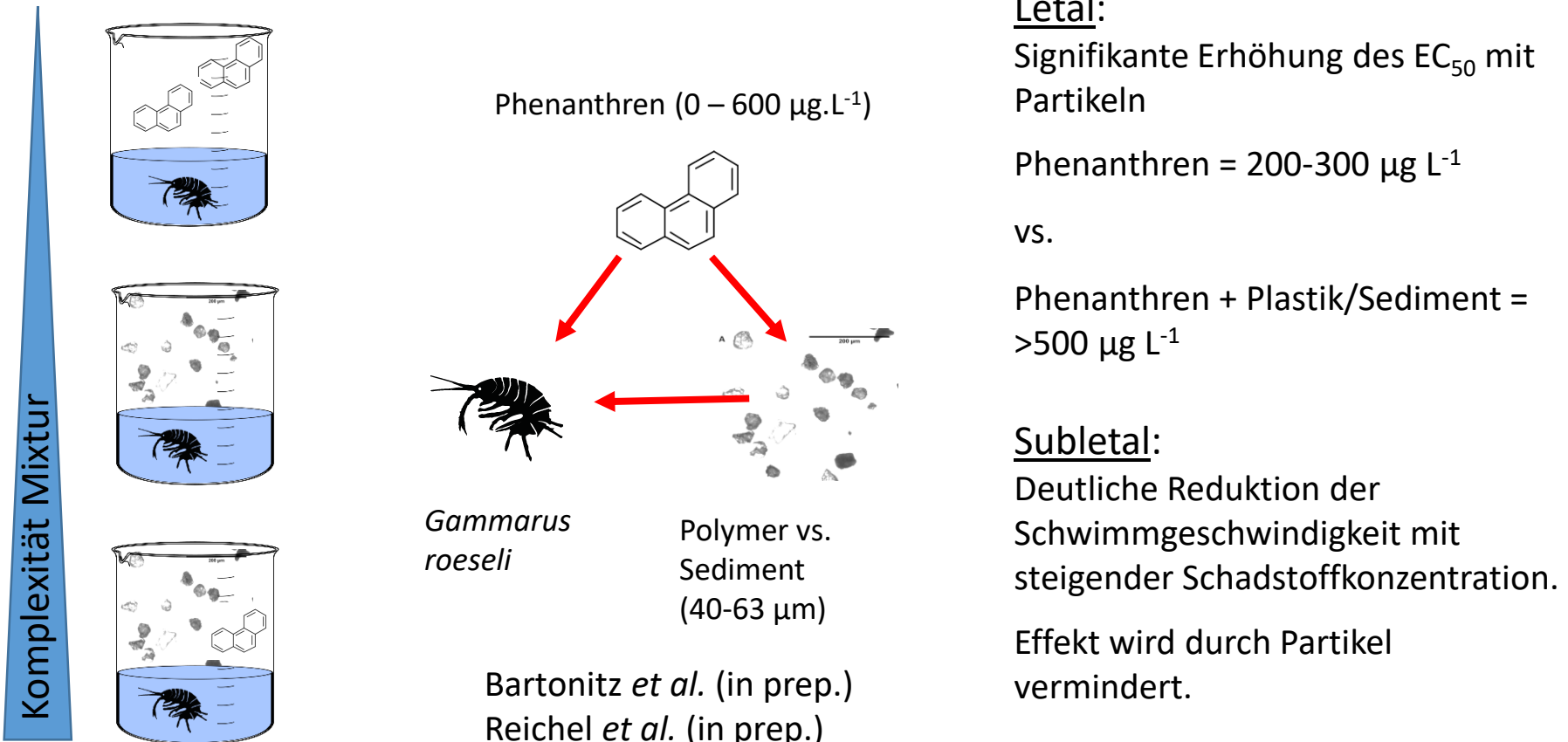
Reaktionen

Bioassays – Toxizitätstests - TUM-LAS

Expositionsszenario

Partitionierung

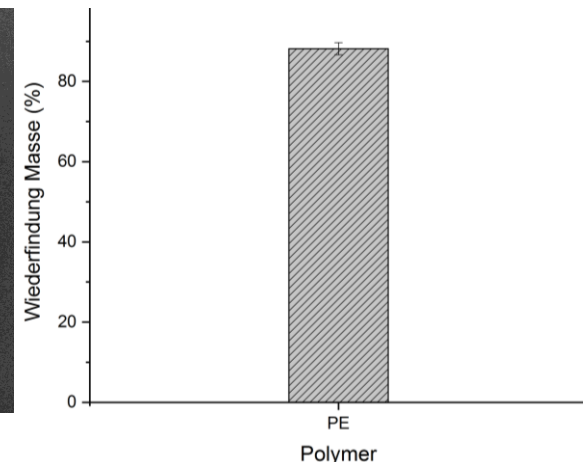
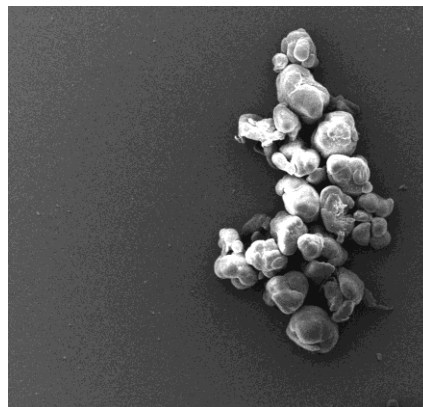
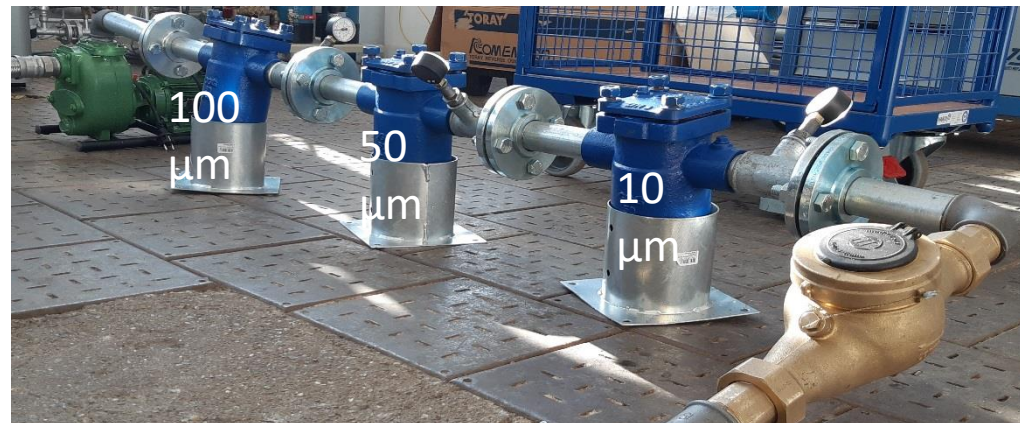
Effekt



Probennahme für die Prozessbewertung

Wiederfindung von PE aus der Kaskadenfiltration

- Kaskadenfiltration
 - » Sequenz aus 3 Kerzenfiltern
 - » 150 L in 30 s
 - » Volumenstrom:
 - » $c = 5 \text{ L s}^{-1}$
- Dreifachbestimmung von PE mit einem d_{50} -Wert von $25 \mu\text{m}$
 - » Je 1,35 g
- Wiederfindung von 85%
- Keine Kreuzkontaminationen



Erste Ergebnisse der Medienanalyse (2004 – 2018):

- Mikroplastik wird **von einem globalen zu einem lokalen Problem** (zuerst Fokus auf Vorkommen im Meer, später Fokus auf Vorkommen in Kosmetik, Kleidung, etc.)
- Risikoeinschätzungen konzentrieren sich vermehrt auf humantoxikologische Effekte
- Mikroplastik wird vorzugsweise als **individuelles Konsumproblem** besprochen
- Während es wenig Diskussion über eine kollektive (z.B. staatliche) oder industrielle Verantwortung für Mikroplastik gibt, werden Bürger/innen zunehmend als verantwortlich angesprochen. **Verantwortung wird also zunehmend individualisiert**

Rechtliche Einordnung:

- Analyse der existierenden Rechtsakte auf der internationalen, europäischen und nationalen Ebene
- Gremienarbeiten in ISO, CEN und DIN

Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse

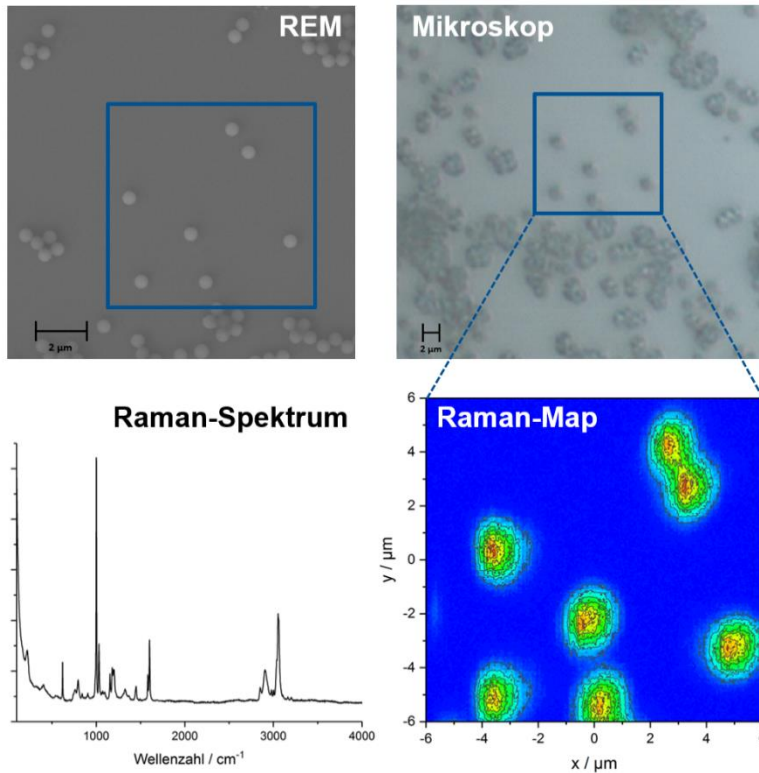


Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Plastik
in der Umwelt

Quellen • Senken • Lösungsansätze

- Bereitstellung Referenz-Mikroplastik (PS) > 1 µm
- Kopplung von AF4 und Ramanspektroskopie ermöglicht Bestimmung und Identifizierung von Partikeln im Bereich von 200 nm – 5 µm
- Erste ökotoxikologische Versuche zur Simultanen Exposition von Mikroplastik (40 µm) und Spurenstoffen
- Entwicklung einer Kaskadenfiltration zur größenabhängigen Bewertung von Mikroplastik in Kläranlagenabläufen
- Untersuchungen an Modell- und Realkläranlagen bzw. Mischwasserentlastung zur Prozessbewertung initiiert



Subµ Track



HelmholtzZentrum münchen
Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt



Prof. Dr.-Ing. Jörg E. Drewes

submuetrack.sww.bgu@tum.de

www.wasser.tum.de/submuetrack



Münchner
Stadtentwässerung