

09.-10.04.2019

**REPRÄSENTATIVE UNTERSUCHUNGSSTRATEGIEN
FÜR EIN INTEGRATIVES SYSTEMVERSTÄNDNIS
VON SPEZIFISCHEN EINTRÄGEN VON
KUNSTSTOFFEN IN DIE UMWELT (RUSEKU)**

Ulrike Braun

www.bam.de

Fragestellung / Ziel



Repräsentative Untersuchungsverfahren und -strategien für ein integratives Systemverständnis von relevanten Kunststoffeintragspfaden in das Umweltkompartiment Wasser

- Anreicherungskonzept
- Örtlicher Einsatz
- Beprobungsdurchsatz / Probenmenge
- Selektivität für Partikel (Eigenschaften, Größe, Form)
- Schnelle Detektion

Konsortium



Vollpartner

AP 1:
Partikelquellen und
Herstellung von
Mikroplastik-
Suspensionen

AP 2: Entwicklung
von Methoden zur
Probenentnahme im
Demonstrations-
maßstab

AP 4: Beprobung
Reales Umwelt-
kompartiment

AP 3:
Simulation

AP 5:
Analytik

Vollpartner (KMU)

Assoziierte Partner

Partikelmaterialien / Partikeleigenschaften

www.bam.de

Herstellung Realitätsnahe Mikroplastik Partikel

UV Bestrahlung



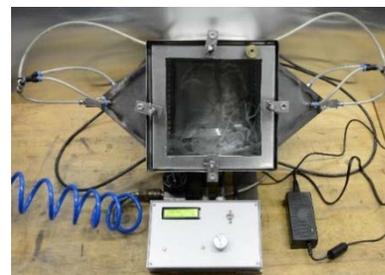
Freilandbewitterung



UV Bestrahlung und erhöhte Temperatur



Mechanische Belastung durch Luftstrom mit Unterdrückung der Elektrostatischen Aufladung



Mechanische Belastung in der Waschmaschine



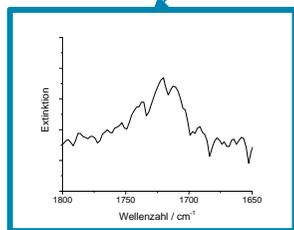
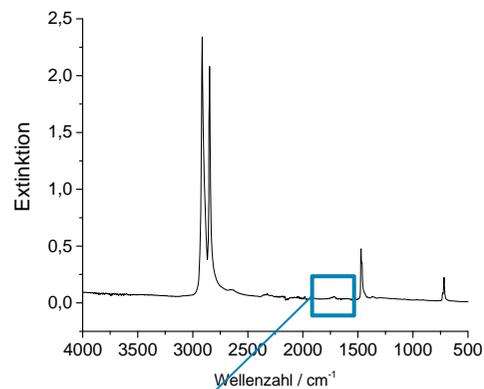
Charakterisierung der Material- und Partikeleigenschaften



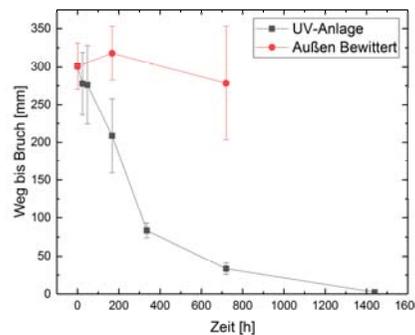
PlasticsEurope
Association of Plastics Manufacturers



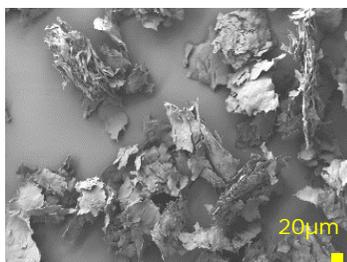
Infrarotspektroskopie



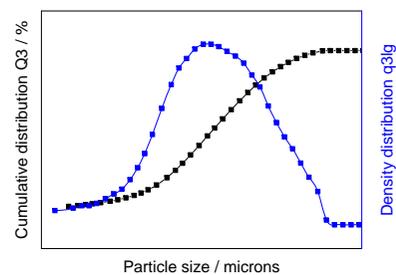
Mechanik



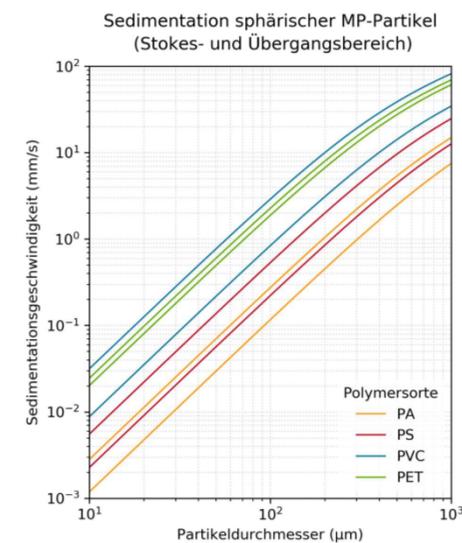
Elektronenmikroskopie



Partikelgrößenverteilung



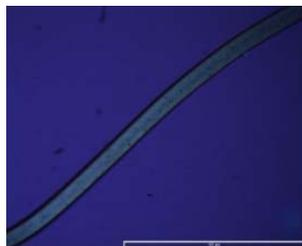
Sedimentationsgeschwindigkeit



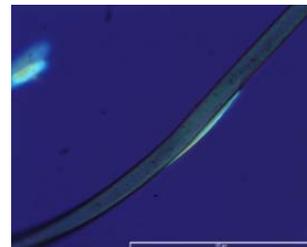
Charakterisierung von Fasereigenschaften



Mikroskopie (pol. Licht)

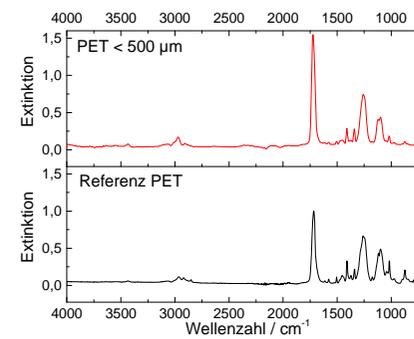


neu

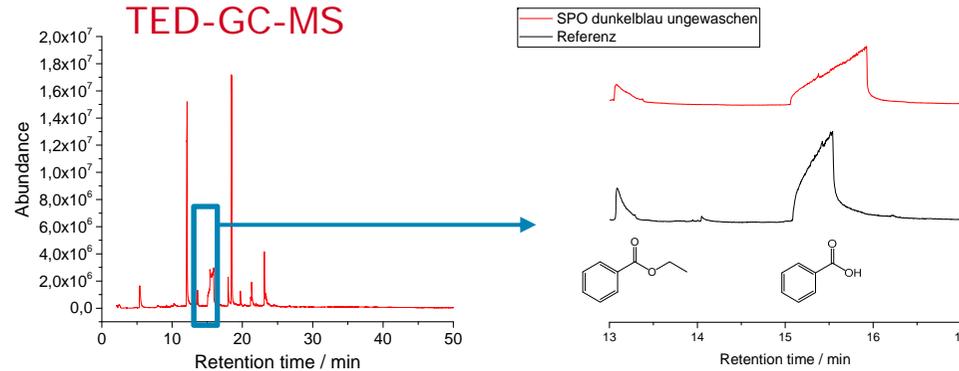


30x gewaschen

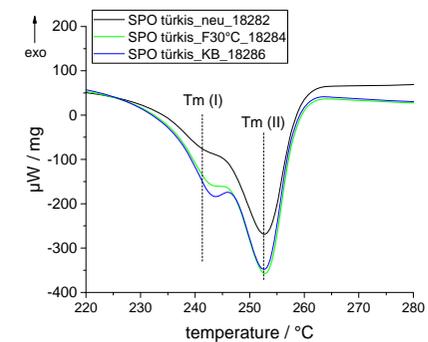
Infrarotspektroskopie



TED-GC-MS



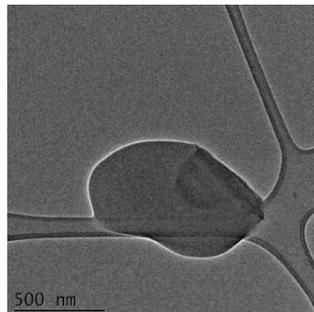
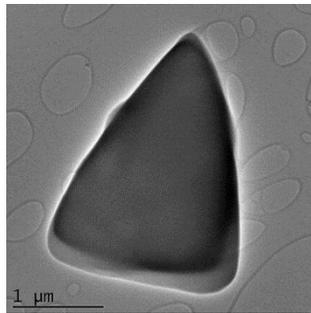
Wärmestromkalorimetrie



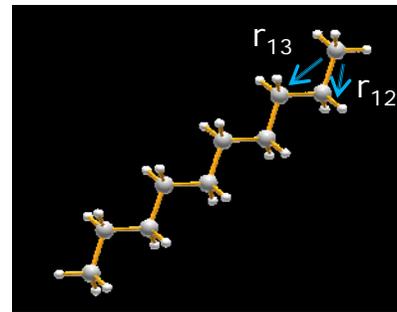
Charakterisierung von sehr kleinen Partikeln



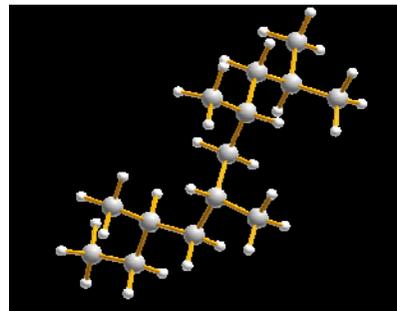
Transmissions-
elektronenmikroskopie



Modellstruktur der
Polymer-Kette

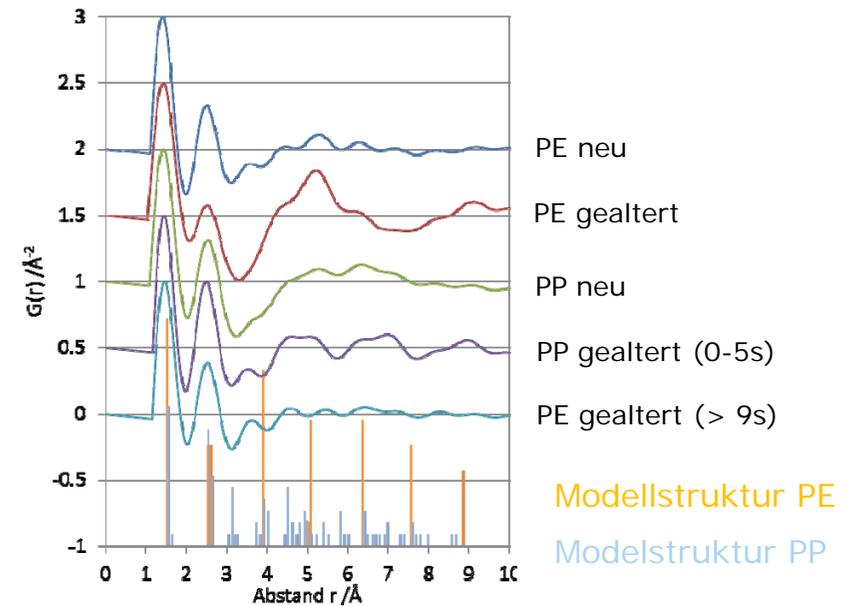


PE: Decan



PP: 2,4,6,8-Tetramethyldecan

Berechnung von
Paarverteilungsfunktionen



Sedimentationskasten

www.bam.de

Methoden zur Probenentnahme: Sedimentationskasten

Gewonnene Probe (Teltowkanal):
160 – 290 g TS nach 2 Wochen Betrieb



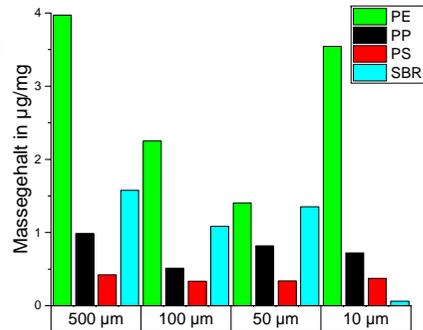
Geschlossener Deckel



Bestimmung
Wiederfindungsraten im
Laborexperiment

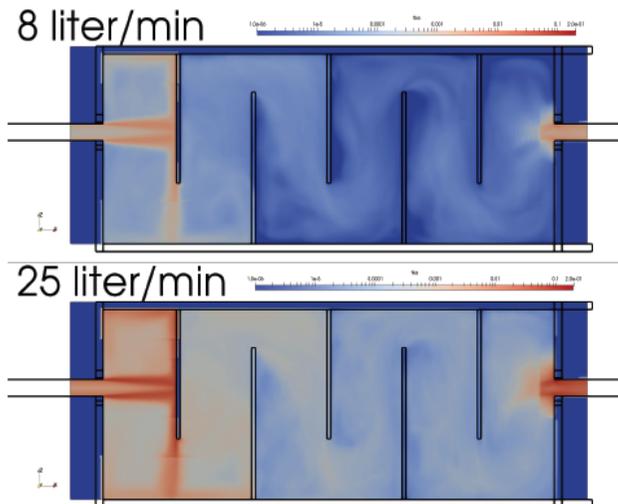


MiWA

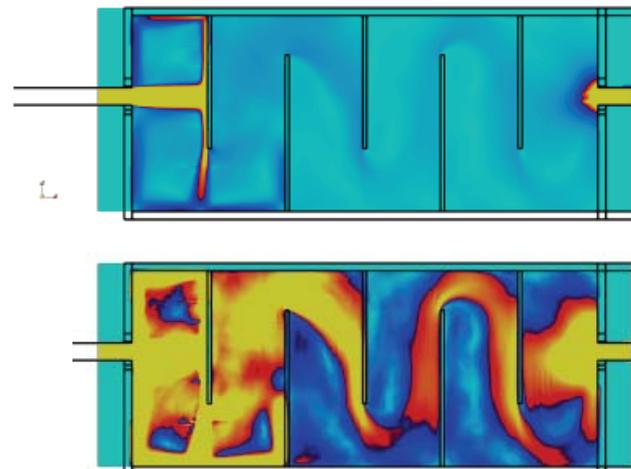


Modell für
Simulationskontrolle

Methoden zur Probenentnahme: Simulation des Sedimentationskastens



Aufgelöste, turbulente kinetische Energie



Verhältnis der Sinkgeschwindigkeit zur mittleren Strömungsgeschwindigkeit

gelb = Strömung > Sedimentation
blau = Strömung < Sedimentation

Methoden zur Probenentnahme: Simulation des Sedimentationskastens in der Fließrinne

Einsatz in der Fließ- und Stillgewässersimulationsanlage



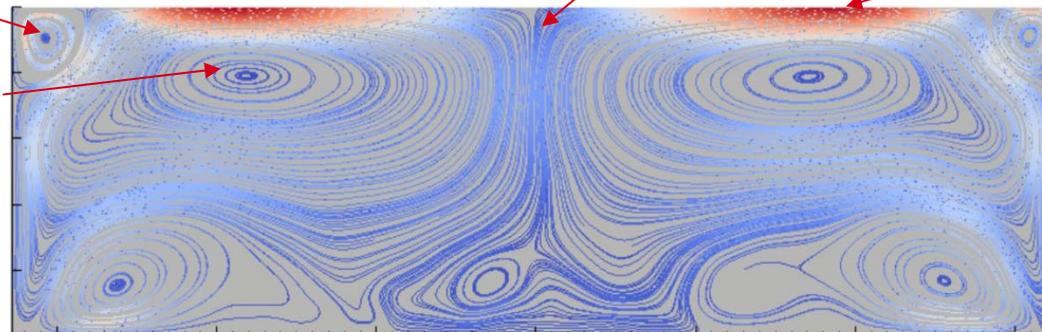
Direct Numerical Simulation (Rinnenquerschnitt)

Inner Sekundärstrom

Äußerer Sekundärstrom

“Dip” Phänomen

Freie Oberfläche



Methoden zur Probenentnahme: Erste Messungen mit Sedimentationskasten



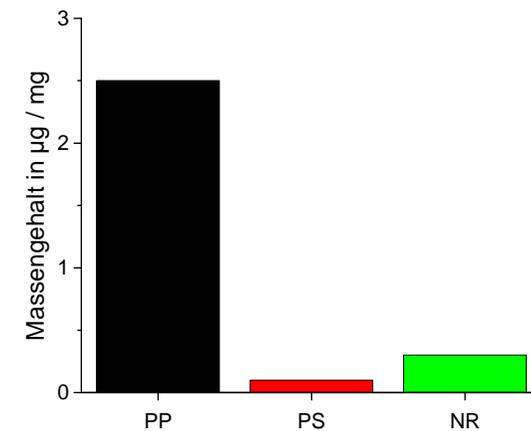
Einsatz Ablauf
Kläranlage Kaiserslautern



Begleitparameter

Feststoff gesamt (TS)	~100 g
Feuchtigkeit (TGA)	2,8 %
Organik (TGA)	57,7 %
Rückstand (TGA)	39,5 %

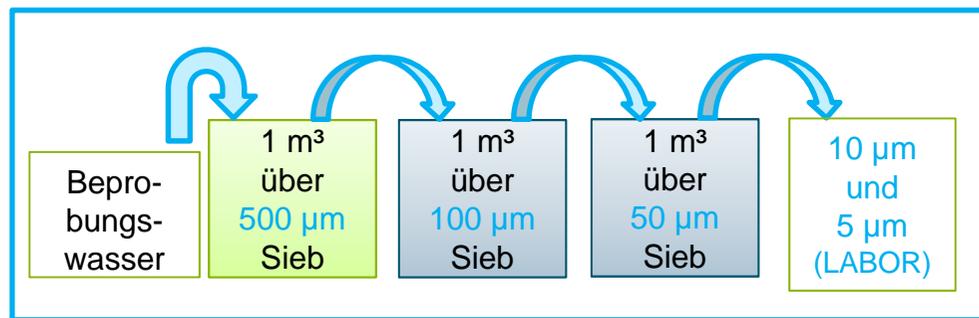
TED-GC-MS Analyse, Gesamtprobe (ohne PE)



Optimierte Filtermaterialien

www.bam.de

Methoden zur Probenentnahme: Einsatz Kaskadenfiltration



MiWA

RUSEKU

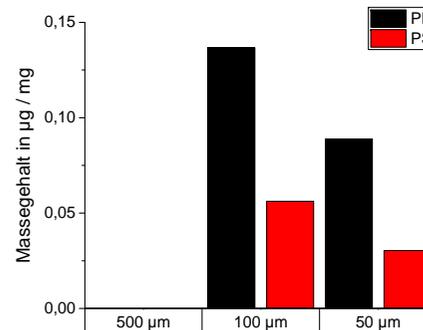
BAM

Umwelt Bundesamt

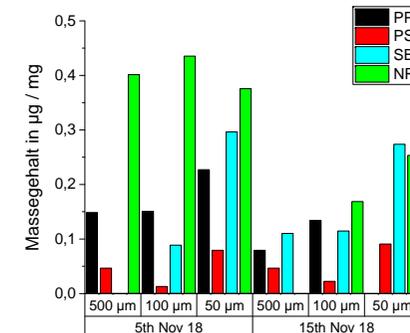
TECHNISCHE UNIVERSITÄT KAISERSLAUTERN



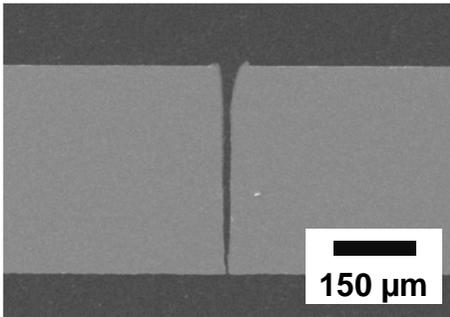
Trockenwetterabfluss
(Mischsystem)
mittels TED-GC-MS (KL)



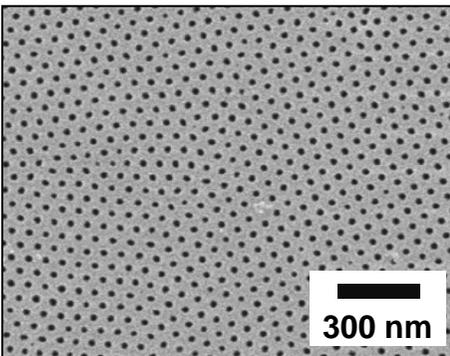
Zulauf Sandfang
(Kläranlage)
mittels TED-GC-MS (KL)



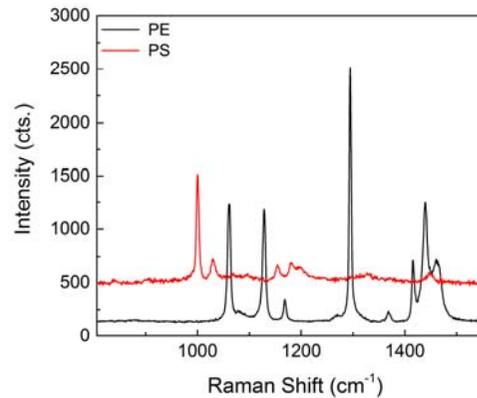
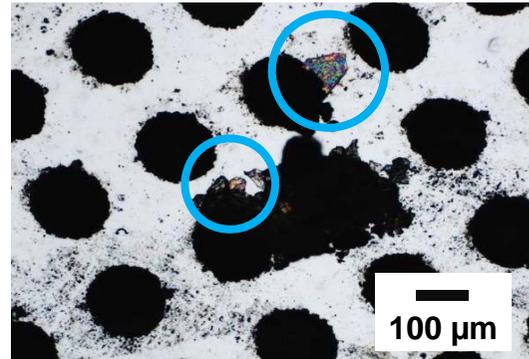
Methoden zur Probenentnahme: Optimierte Filtermaterialien



Poren Querschnitt
in Silizium Wafer
definierten
Poren > 50 μm
(Lasern)



Silizium Wafer /
Aluminium Oxide
mit definierten
Poren < 10 μm
bis herunter zu 10 nm
in AlO_x (Ätzen)



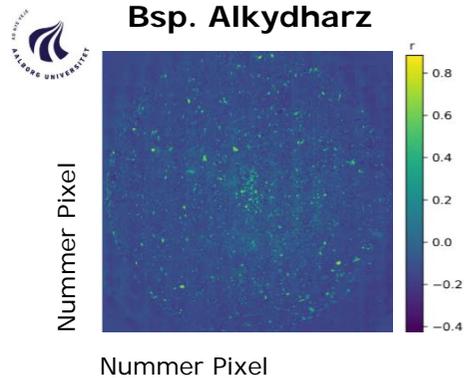
Siliziumfilter
mit Mikroplastik
Partikeln
und direkt
gemessenen
Raman Spektren

Methoden zur Probenentnahme: μ -FTIR Spektroskopie + Chemometrie

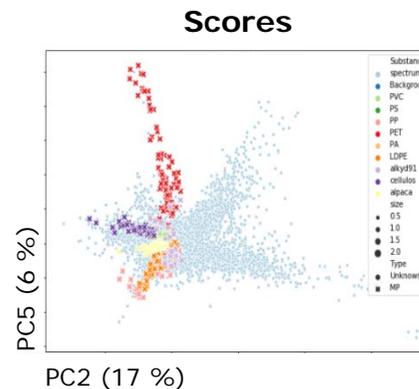
Spektroskopische Analyse
direkt auf Filter



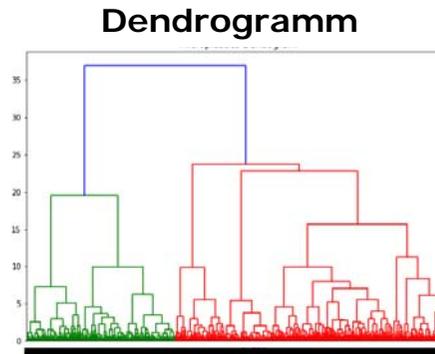
Extraktion relevanter Ergebnisse
Schnelle Vorhersage



Datenanalyse nach
Bibliotheksabgleich



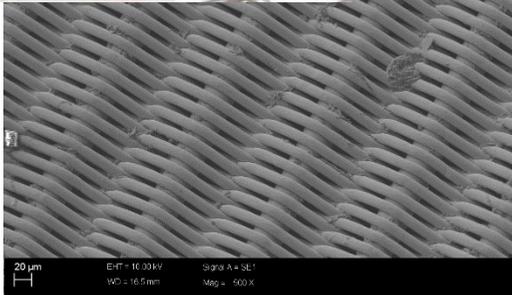
Hauptkomponenten-
analyse (PCA)



Hierarchische
Clusteranalyse

Methoden zur Probenentnahme: Optimierte Filtermaterialien

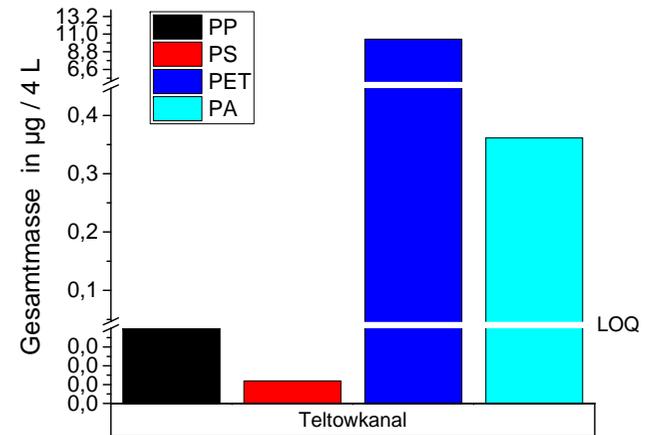
Edelstahlressengewebe > 5 µm



Filtration in Labor



Oberflächengewässer
Fraktion < 10 µm
mittels TED-GC-MS



Zusammenfassung



- Modellanlagen zur Herstellung realitätsnaher Partikel / Fasern sind im Aufbau, erste Materialien sind verfügbar.
- Erste neue, technische Lösungen als Prototyp konzipiert und gebaut.
- Versuche in Labor sind laufend, erste Vorversuche im Feld laufen an.
- Parameter für Simulation werden erfasst.
- Erste Beprobung Reales Umweltkompartiment sind laufend.
- Optimierung der analytischen Ergebniserzeugung sind laufend.

- Bisher aber keine Bewertung von realen Ergebnissen möglich!



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

