

Repräsentative Untersuchungsstrategien für ein integratives Systemverständnis von spezifischen Einträgen von Kunststoffen in die Umwelt (RUSEKU)

Korinna Altmann, Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (BAM)

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 Nachhaltigkeit

Ziel / Fragestellung

» Konzept Mikroplastik Analytik: Probennahme – (Probenaufbereitung) - Detektion



- Örtlicher Einsatz, Selektivität für Partikel (Eigenschaften, Größe, Form)
- Anreicherungskonzept (Stich- / Mischproben, Integral)
- Unterschiedliche natürliche Matrices



- geeigneten Referenzmaterialien und Filtersubstrate
- Identifikation (sehr kleiner) Partikel
- Validierung Detektionsverfahren

Exemplarische Anwendung

- Abwassersystem Kaiserslautern
- Untersuchungen von Getränken in Flaschen
- Waschmaschinenabfluss

» Detektion

Herstellung realitätsnahe Mikroplastik-Referenzpartikel

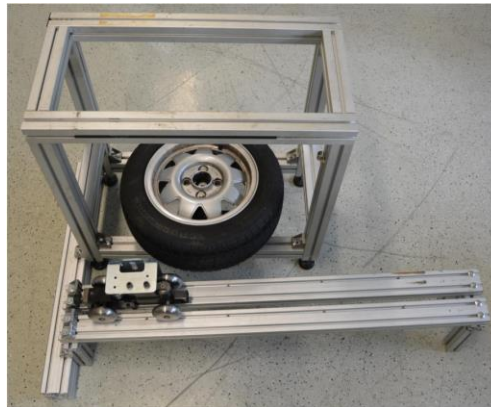
UV Bewitterung



UV Bewitterung mit
erhöhter Temperatur



Mechanische Beanspruchung
beim Abschälen



Zerkleinerung der Materialien
mittels Kryomahlung zu Mikroplastik-
Partikeln



Granulat/Folie



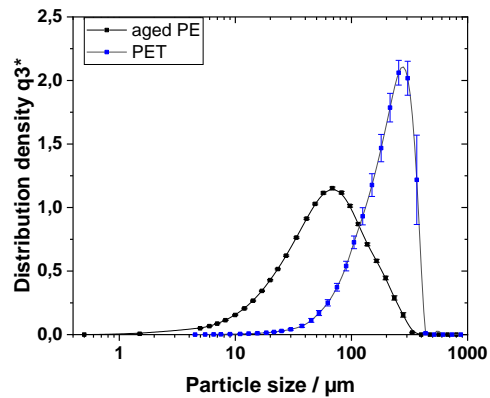
Charakterisierung Mikroplastik-Referenzpartikel



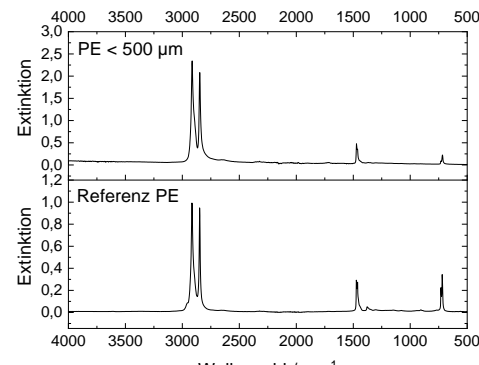
Nicht künstlich gealterte Polymere	Künstlich gealterte Polymere
PE (LD-PE) (< 500 µm)	PE (HD-PE) (< 500 µm)
PP (< 500 µm)	PS (< 500 µm)
PS (< 500 µm)	PA (< 500 µm)
PET (< 500 µm), PET (1-200 µm)	



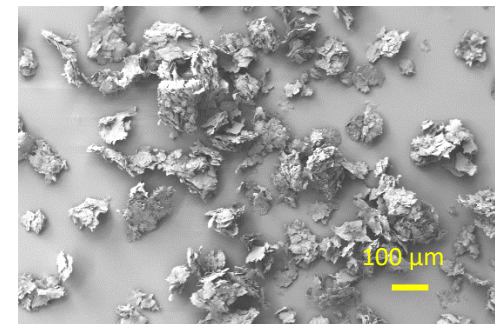
Partikelgrößenverteilung



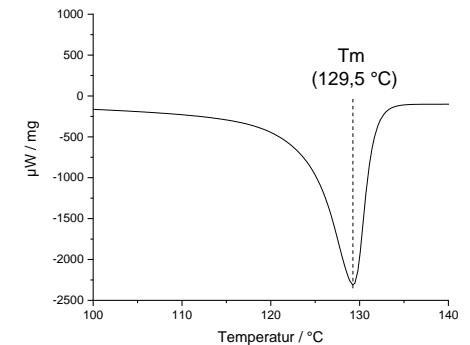
Infrarotspektroskopie



Rasterelektronenmikroskopie

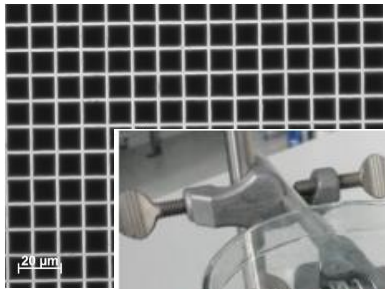


Dynamische
Differenzkalorimetrie

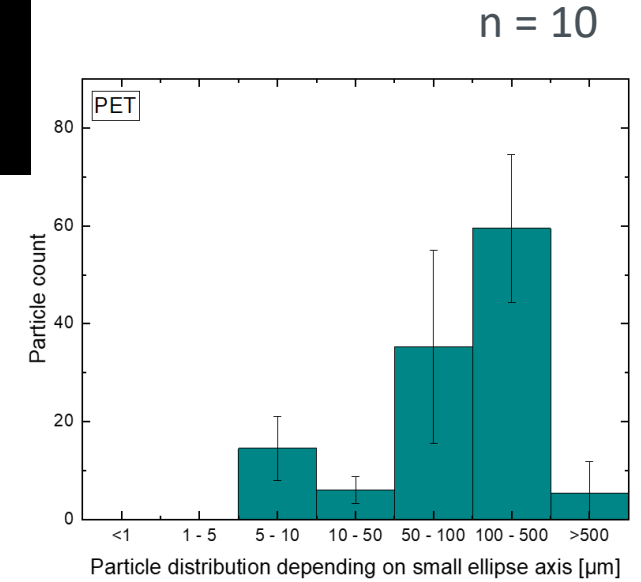
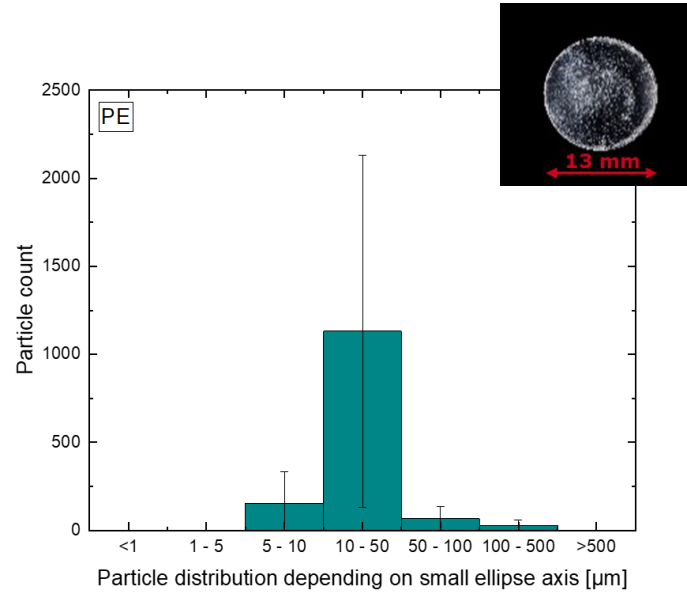
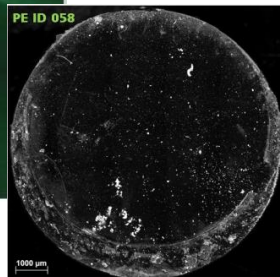


Referenzfilterprozess

» Identifikation der Notwendigkeit eines Referenzfiltrationsprozesses



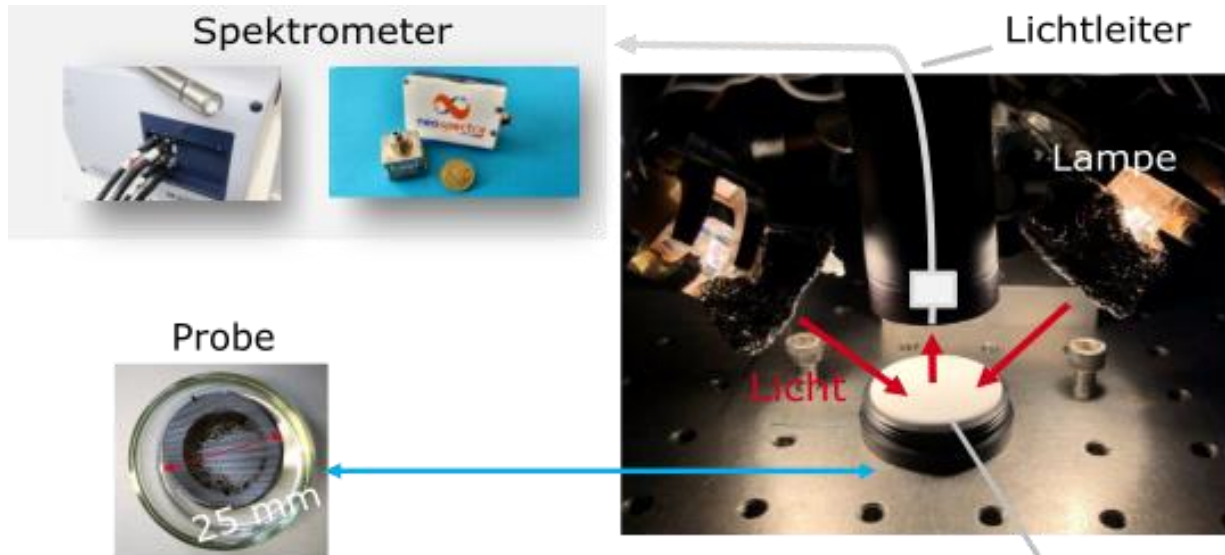
Si-Filter mit 10 µm Porenweite



	Total number of particles	size distribution (D50)	Total initial mass measured by TGA in KBr tablet [µg]	Total retrieved mass after filtration, calculated [µg]	recovery rate
PE	1699	70	126 ± 23 (17,8%)	143 ± 109 (76,5%)	1,175
PET	448	50	1850 ± 1100 (60,1%)	1853 ± 1457 (78,6%)	1,005

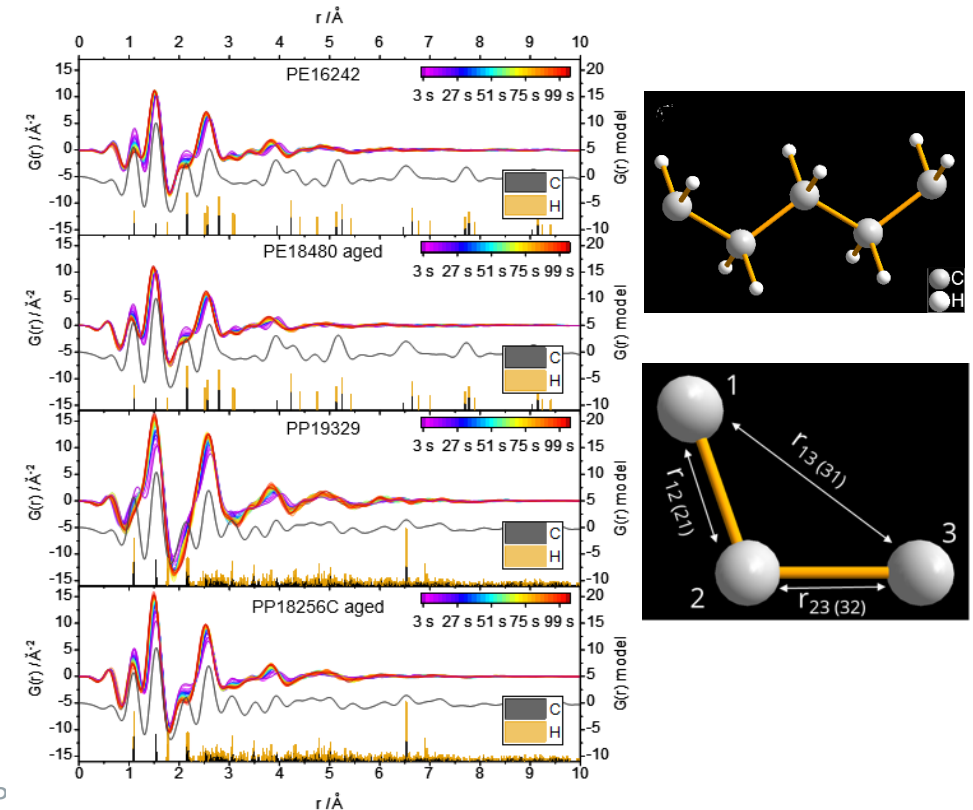
Identifikation von Mikroplastik-Partikeln

» Automatisierte Partikelidentifikation mit NIR-Spektroskopie für PE, PP und PS



- Geringe Probenvorbereitung
- Schnelle Messung
- Minimale Kosten

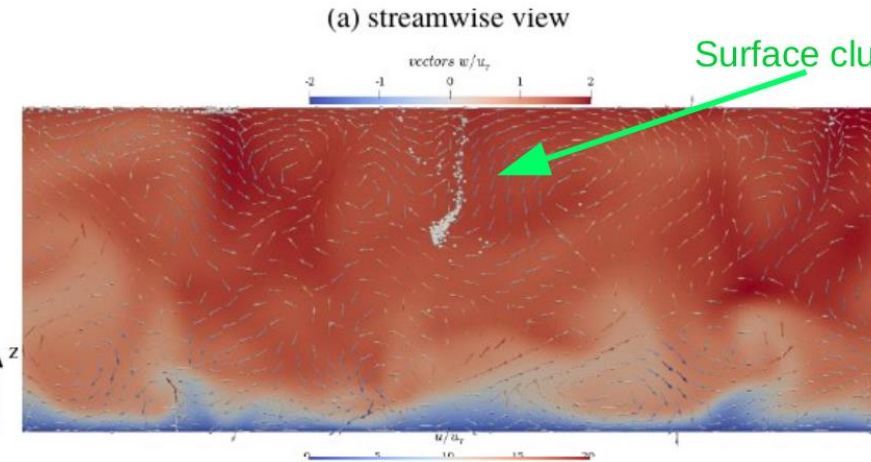
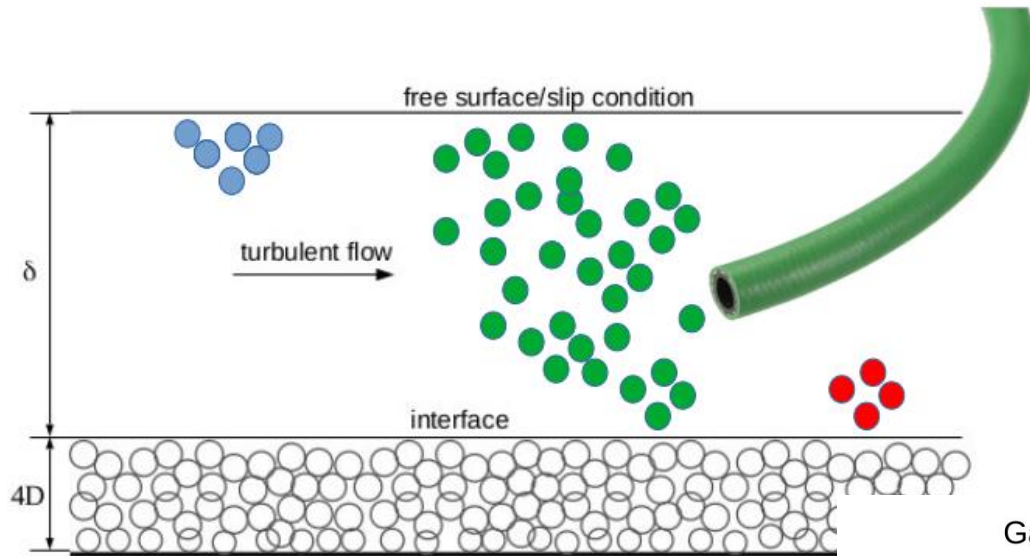
» Nachweis sehr kleiner Partikel
» mit Transmissionselektronenmikroskopie



» Probennahme von wässrigen Proben

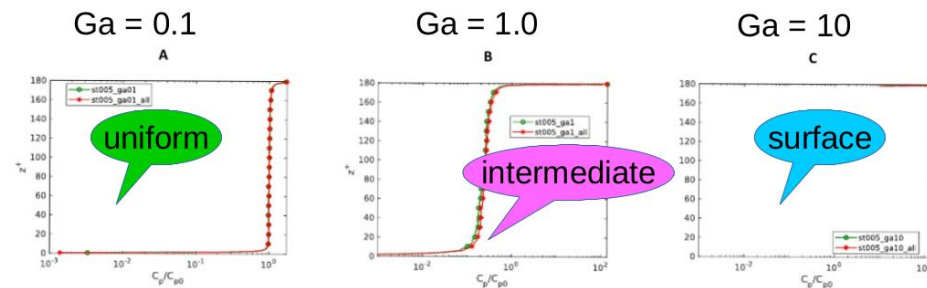
Probennahmeort

» Wo Beprobung in der Wassersäule ?



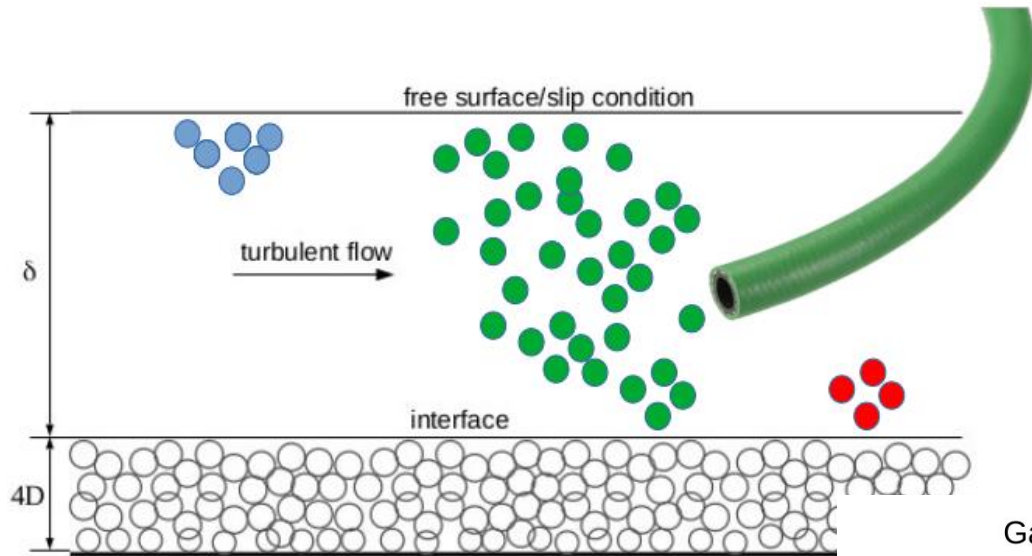
Direkte Numerische Simulationen:
 Ga = Galileo-Zahl (Auftriebseffekt)
 St = Stokes-Zahl (Trägheitseffekt)

$St = 0.05$



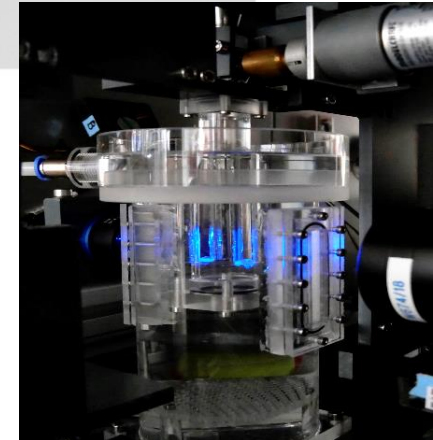
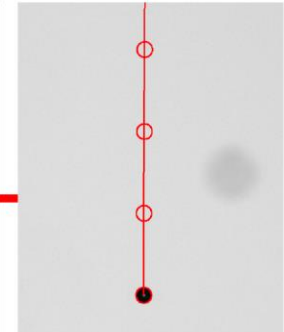
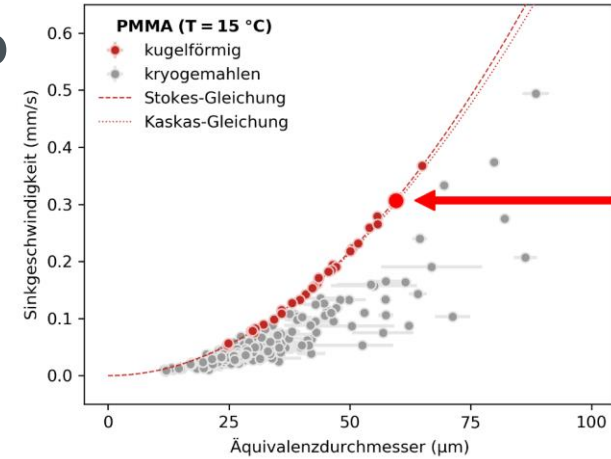
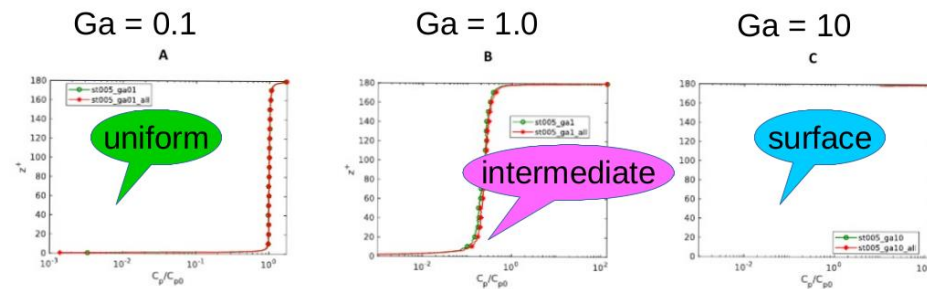
Probennahmeort

» Wo Beprobung in der Wassersäule ?



Direkte Numerische Simulationen:
 Ga = Galileo-Zahl (Auftriebseffekt)
 St = Stokes-Zahl (Trägheitseffekt)

$St = 0.05$



Sinkgeschwindigkeit in einer Wassersäule

Stich- / Mischproben

» Fraktionierte Filtration (Routineanwendung)



- Maschenweite: 1000, 500, 100, 50 μm (10 und 5 μm im Labor)
- Webart – Tressengewebe besonders bei kleinen “ μm ”
- Wasservolumen: mehrere Kubikmeter
- Verminderte Filterkuchenbildung
- Orientierende Einschätzung der Partikelgröße

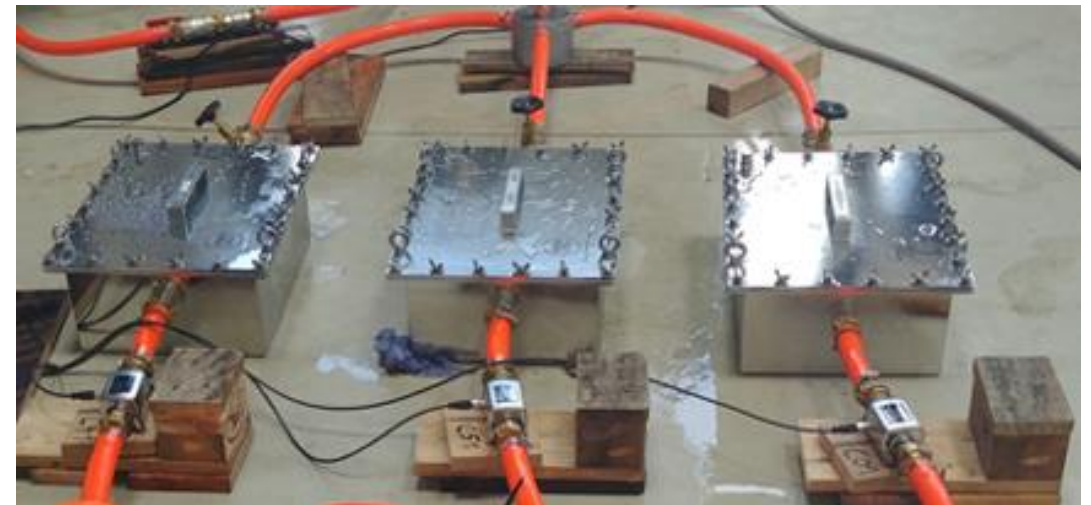
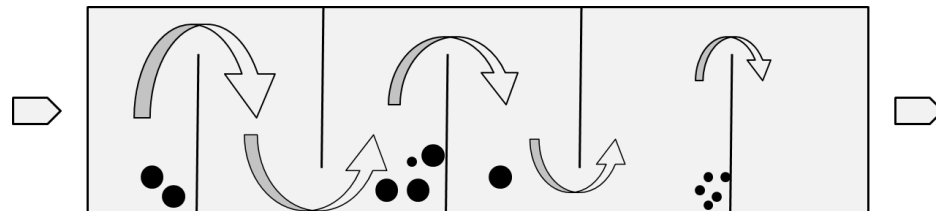
» Durchflusszentrifuge



- Wasservolumen: mehrere Kubikmeter
- Geeignet für Gewässer und Wässer aus Anlagen

Integrale Beprobung (über längeren Zeitraum)

» Sedimentationskasten

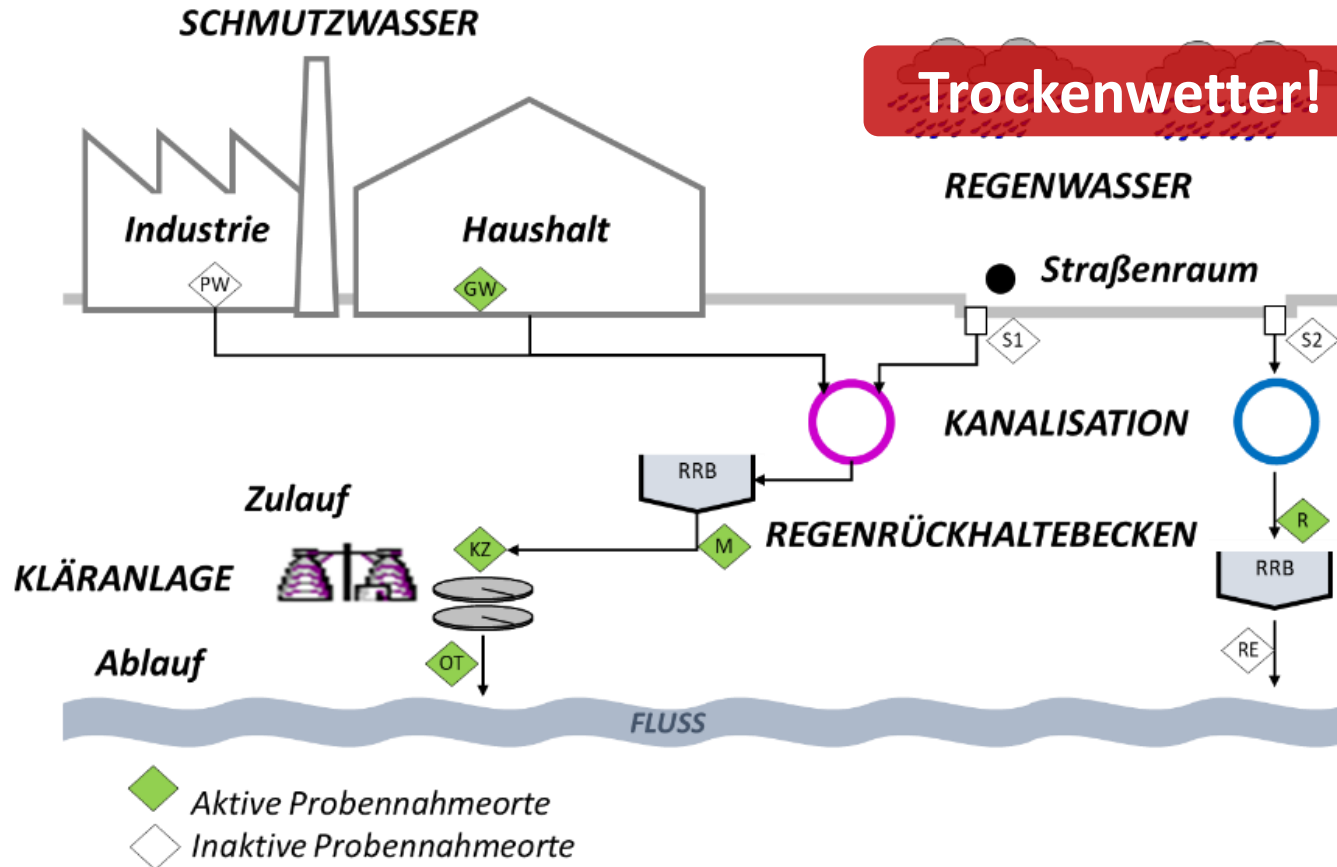


- Wasservolumen: sehr viele Kubikmeter
- Zeitraum: Tage bis Wochen
- Einsatz: Pumpenbetrieben in situ

- Spezifisches Durchflussvolumen (l/s)
- Polymerspezifischer Rückhalt
- Geeignet für Gewässer und Anlagen

» Anwendungsbeispiele

Urbanes Abwassersystem



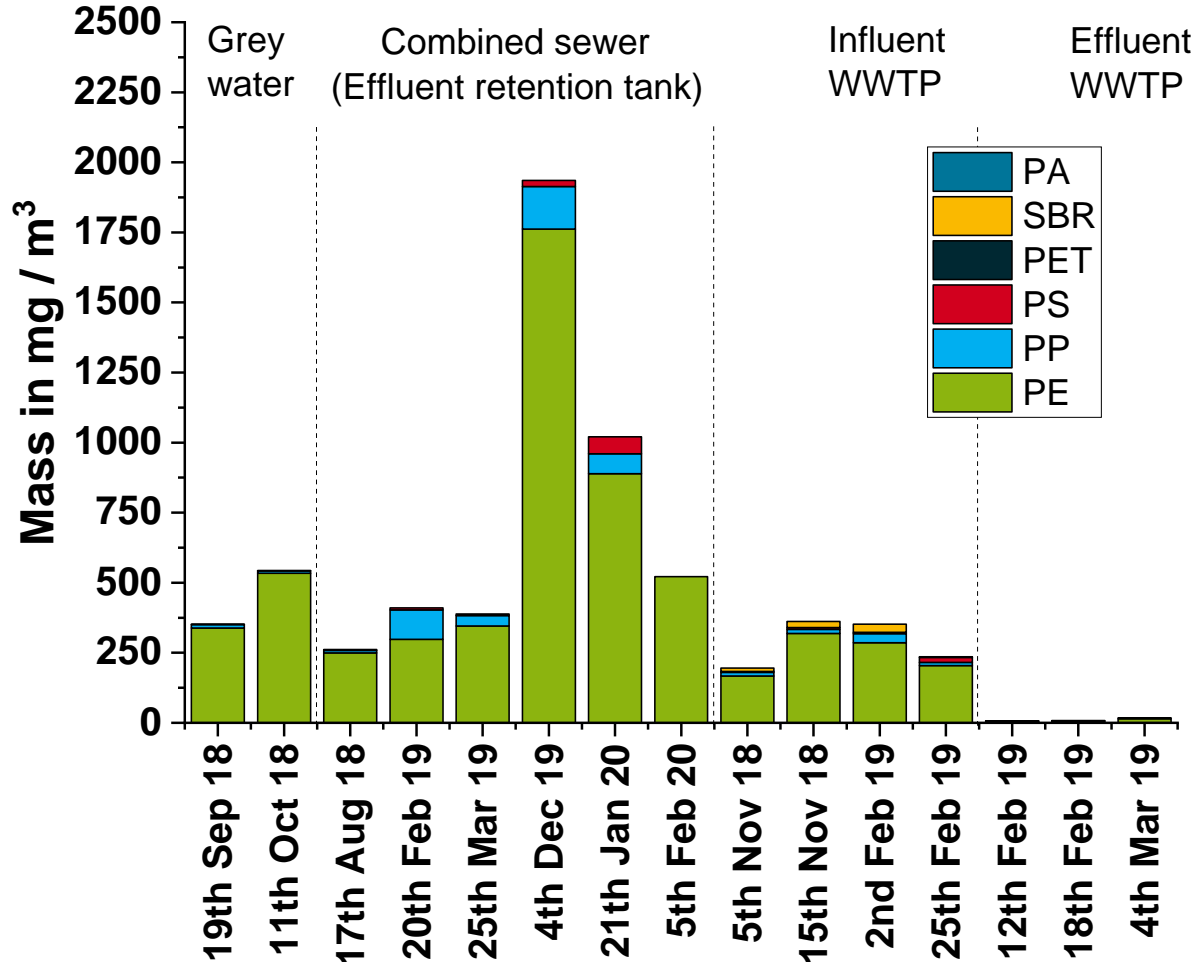
» Probennahmeorte:

- Grauwasser (2 Tage)
- Mischkanalisation / Ablauf RRB (6 Tage)
- Zulauf WWTP (4 Tage)
- Ablauf WWTP (3 Tage)

» Probennahmemethode:

- Fraktionierte Filtration
- Siebmaschen: 1000, 500, 100, 50, (5) µm
- Beprobtes Volumen: 18-1000L

Urbanes Abwassersystem



- Überwiegend PE
- Zusätzlich PP, PS, SBR
- Massen: Zulauf WWTP >> Ablauf WWTP
- Höchste Massen in Mischkanalisation (Ablauf RRB)
- Hohe tägliche Schwankungen
- Rückhalt WWTP ~ 96%

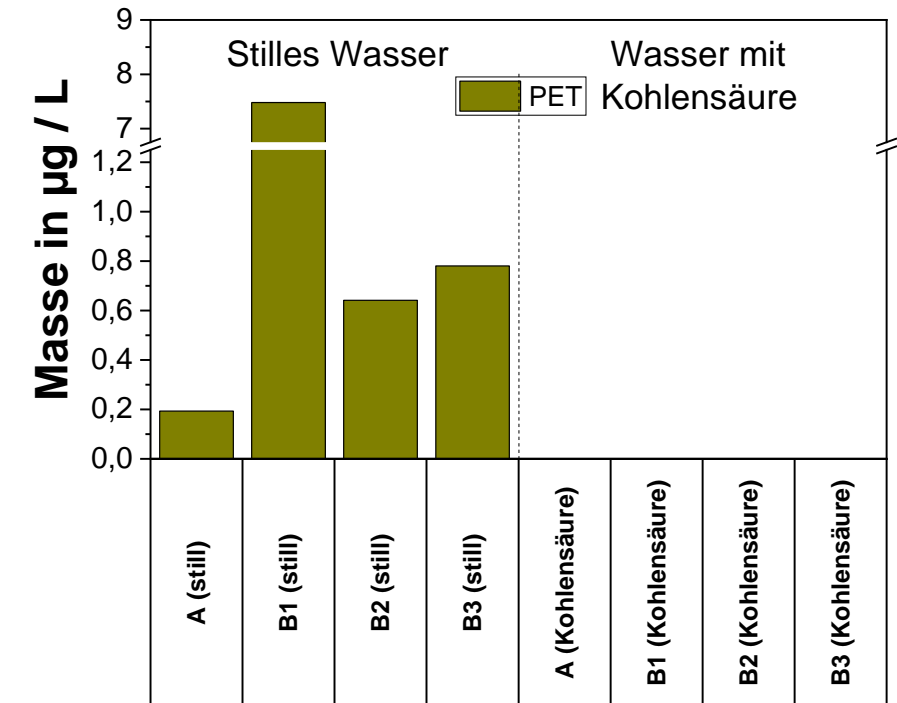
SBR = Styrol-Butadien-Kautschuk (Indiz für Reifenabrieb)

» Messfiltertiegel TED-GC/MS

(DE 10 2019 135 311.4)



- Filter und Messtiegel in einem
- Temperaturstabil bis 600 °C, wiederverwendbar
- Für Wässer mit sehr geringen Gehalten
- Reduzierte Verluste und Kontamination



- PET nur in stillem Wasser
- Teilweise Ausreißer detektierbar

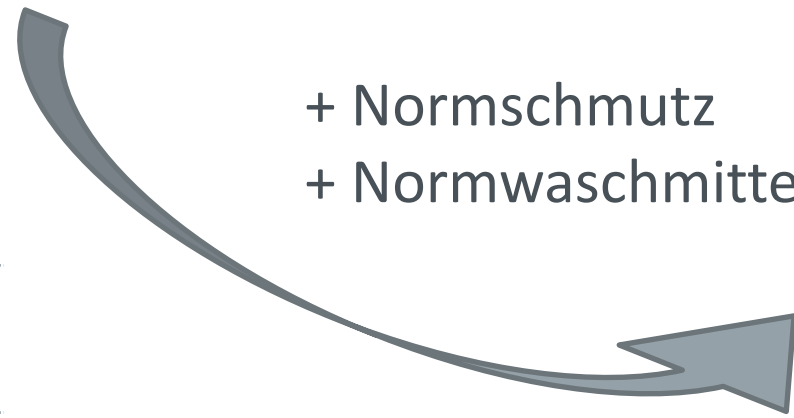
Waschmaschine



	Hemd	T-Shirt
Faserstoffe	65% CO, 35% PET	55% CO, 45% PA
Flächen- konstruktion	Gewebe	Maschen- ware
Farbe	Dunkelgrau	Dunkelblau
Größen	39,5/41/42/ 43/44,5	M, L, XL, XXL

» Haushaltsnaher Wäscheposten

+ Normschmutz
+ Normwaschmittel



Pflegeleicht
Temperatur: 40°C
Max. Umdrehungszahl: 1200 U/min
Beladungsmenge: 4 kg



- » Herstellung verschiedener Testmaterialien/Filtersysteme
- » Entwicklung von praxistauglichen Probennahmeverfahren für wässrige Proben (Stich-/Mischprobe, integral)
- » Erfolgreiche Anwendung der entwickelten Verfahren auf reale Proben

Danksagung



Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Plastik
in der Umwelt

Quellen • Senken • Lösungsansätze

Kontakt:

Dr. Korinna Altmann

Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung

Unter den Eichen 87

12205 Berlin

Tel: 8104 4305

E-Mail: korinna.altmann@bam.de



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

