



## Mikroplastik im Wasserkreislauf – eine Bestandsaufnahme

45. Berliner Wasserwerkstatt | 13.09.2018

Regina Gnirß, Thomas Schmitt, [Dr. Alexander Sperlich](#)

Berliner Wasserbetriebe  
Forschung und Entwicklung



# Mikroplastik in der Umwelt

## Herausforderung / Status Quo

- Kunststoffe und Kunststoffprodukte wesentlicher Bestandteil unserer Umwelt
- aufgrund sehr langsamer Abbaudynamik verweilen Materialien in Abhängigkeit stofflicher Eigenschaften möglicherweise über mehrere hundert Jahre in Ökosystemen (Wasser, Boden, Luft)
- nicht klar, ob und welche Einwirkungen mit der Nutzung von Kunststoffen auf Mensch und Umwelt einhergehen
- BMBF stellt 35 Millionen Euro für neuen Forschungsschwerpunkt zum Thema „Plastik in der Umwelt“ zur Verfügung

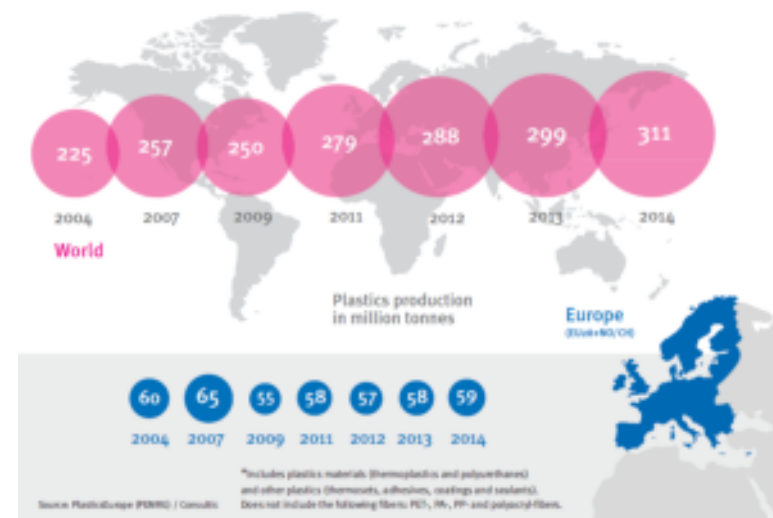


# Mikroplastik in der Umwelt

## Plastikproduktion: Mengen Welt – Europa

- **Weltweiter Plastik-Verbrauch:** 311 Mio. t/a
- **Weltweiter Mikroplastik-Eintrag in die Ozeane:** 0,8 bis 2,5 Mio. t/a
- **Eintragspfade [IUCN 2017]:**
  - 66 % Straßenabfluss
  - 25 % Kläranlagenablauf
  - 7 % Windeintrag
- **Reifenabrieb\* (nicht bilanziert):**  
ca. 120.000 t/a

\* Reifenabrieb ist Hauptbefund in der Ostsee (Noren und Magnuson 2010)



# Mikroplastik in der Umwelt

## Problemstellung

- **Mikroplastikteilchen:** 5 mm bis 5  $\mu$ m Bereich, kein genormtes Messverfahren  
→ **Forschungsbedarf**
- **Probenahme:** Welcher Größenbereich?
  - Schwimmendes MP? Schwebendes MP?, Sediment-MP?
- **MP:** unter 0,1 % der Partikel
- **Rein mikroskopische Analyse** der MP ist stark fehlerbehaftet? Fehler kann Faktor 100 ausmachen.
- **Aufgabe (nach Priorität):**
  1. Quantifizierung von Masse und Anzahl
  2. Identifikation der MP-Sorten

# Beteiligung an Forschungsprojekten



- **Titel:** Mikroplastik im Wasserkreislauf – Probenahme, Probenbehandlung, Analytik, Vorkommen, Entfernung und Bewertung
- **Koordination:** Prof. Jekel, TU Berlin; Partner: 12
- **Fördermittelgeber:** BMBF



- **Titel:** Optimierte Materialien und Verfahren zur Entfernung von Mikroplastik im Wasserkreislauf
- **Koordination:** M. Knefel, GKD & Prof. Barjenbruch, TU Berlin; Partner: 5 + 4 assoziierte
- **Fördermittelgeber:** BMBF

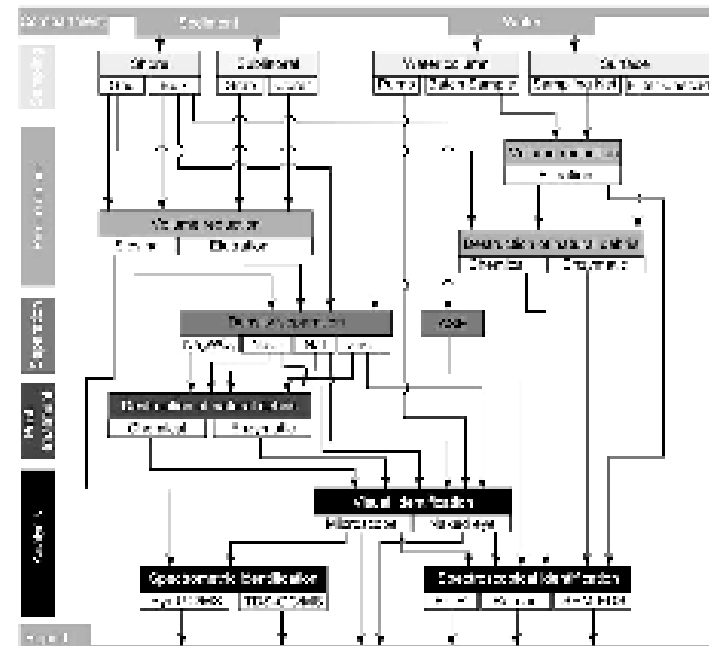
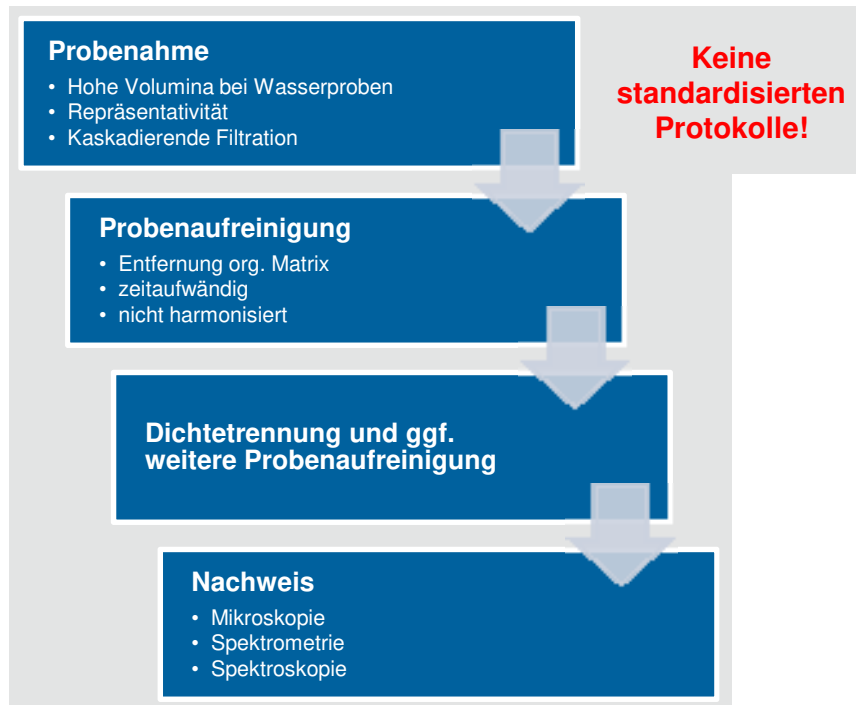


- **Titel:** Reifenabrieb in der Umwelt
- **Koordination:** Prof. Barjenbruch, TU Berlin; Partner: 5 + 5 assoziierte
- **Fördermittelgeber:** BMBF

**Rolle Berliner Wasserbetriebe:** Probenahme an Betriebsanlagen und Pilotanlagen, Betrieb Pilotanlagen, Standardanalytik (suspendierte Feststoffe, Partikel)

# Problemstellung

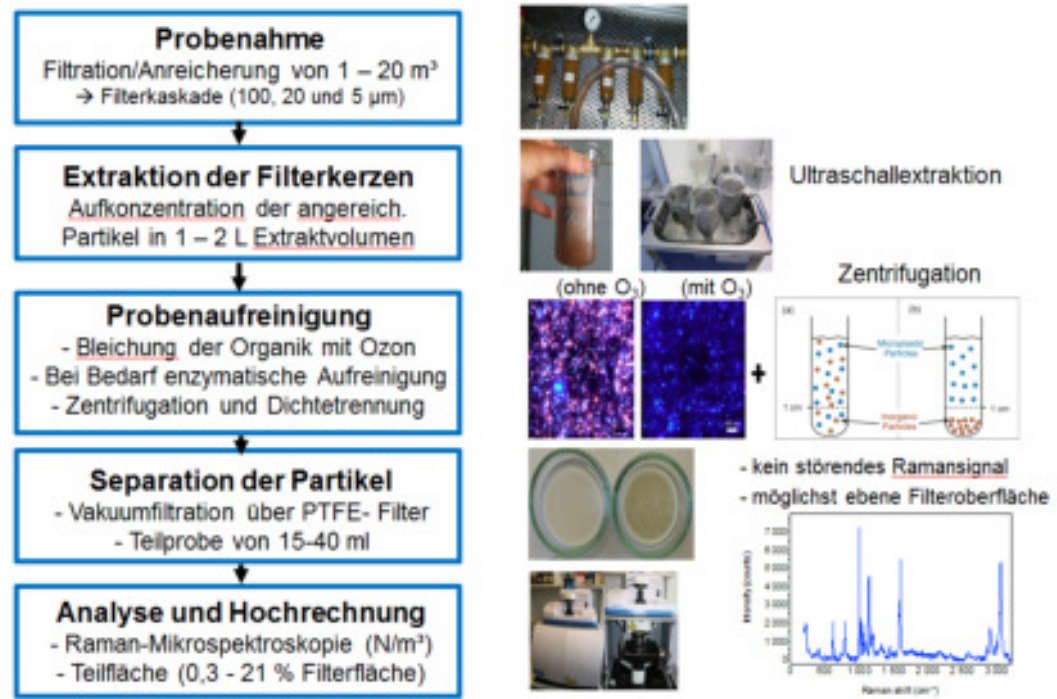
## Probenahme und Analytik



Quelle: Martin Wagner, Scott Lambert : Freshwater Microplastics: Emerging Environmental Contaminants? Springer Open, 2018, S. 53

# Probenahme & Analytik

## Workflow: Probenahme, -behandlung und Analytik



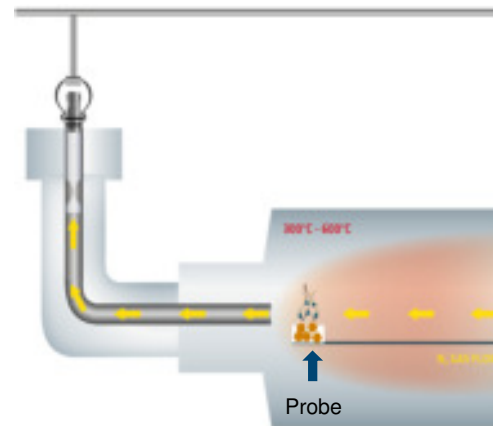
# Probenahme & Analytik

## Analyse: TED-GC-MS



### Thermische Extraktion Desorption-GC-MS

- Thermische Zersetzung der Probe
- Extraktion und Identifizierung der Abbauprodukte mittels GC-MS
- Kurze Analysezeiten
- Wenig bis kein Cleanup der Proben
- Große Menge an Probe messbar
- Nachteil:
  - viel Masse erforderlich
  - teuer



*Duemichen et al., Assessment of a new method for the analysis of decomposition gases of polymers by a combining thermogravimetric solid-phase extraction and thermal desorption gas chromatography mass spectrometry. Journal of Chromatography A 2014, 1354, 117-128.*

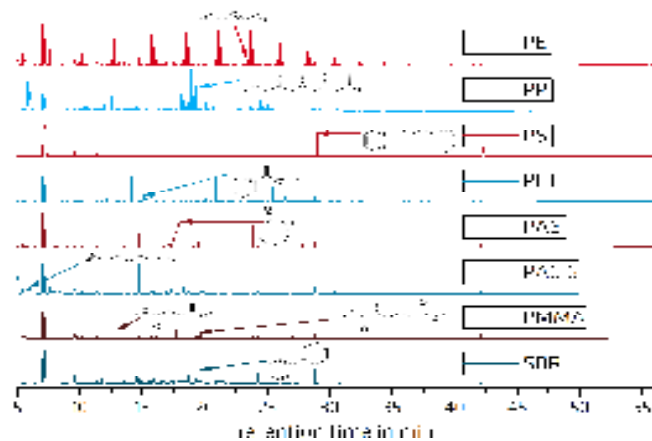




# Probenahme & Analytik

## Analyse: TED-GC-MS

- homogene Probe erforderlich
- vollautomatische Analyse
- sichere Identifikation Quantifizierung (50 mg/L Gewicht, Messzeit: 140 min, SB bis 4 %)

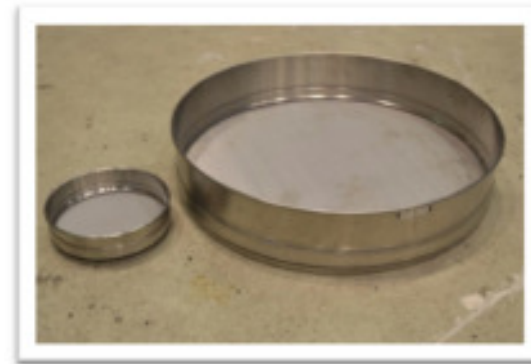


| Polymer | LOD in µg |
|---------|-----------|
| PE      | 1,6       |
| PP      | 0,44      |
| PS      | 0,20      |
| PET     | 0,68      |
| PA6     | 0,52      |
| PA6.6   | 2,8       |
| PMMA    | 0,20      |
| SBR     | 0,27      |

# Probenahme & Analytik

## Messverfahren

- **Probenahme**
  - Kontinuierlich über gesamte Versuchsdauer/ Volumenstrom
  - Trenngrenze 50 µm Edelstahlsieb
- **Analyse**
  - Austrag wird nach den Versuchen getrocknet
  - Rückhalt wird gravimetrisch bestimmt



Quelle: [www.chemie.de](http://www.chemie.de)



Quelle: [www.frisch.de](http://www.frisch.de)

# Probenahme & Analytik

## Probenahme: Probenehmer und -equipment

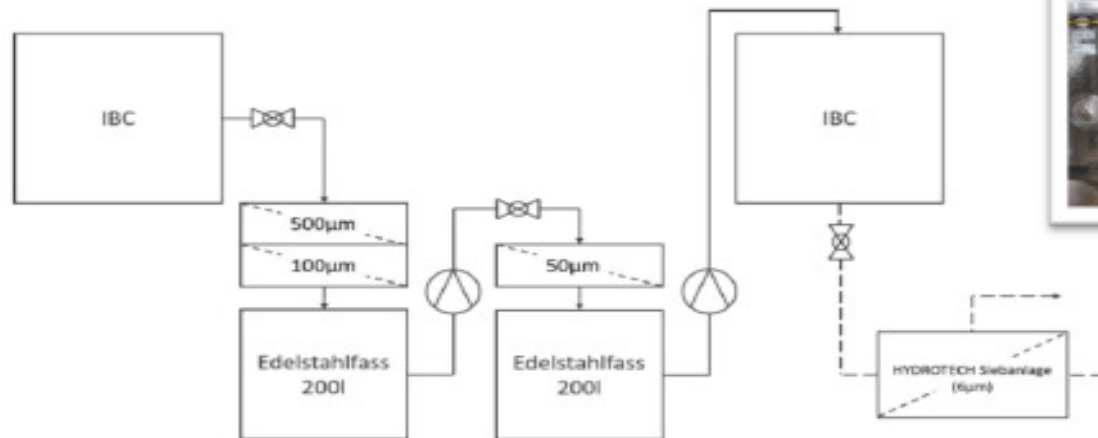


- **1 m<sup>3</sup> Kläranlagenablauf** wird **beprob**t, um ausreichend Probenmaterial gewinnen zu können
- **Vergleichende Probenahmen**
  - Mikrosieb
  - Durchflusszentrifuge
  - Schwebstofffalle
  - Membrananlage
  - Filterkerze
  - Neuston Netz
- **Fraktionierte Probenahme:**
  - 500 µm      — 50 µm
  - 100 µm     — 10 µm



# Probenahme & Analytik

## Probenahme: Probenehmer und -equipment



# Probenahme

## Pilotanlagen und Probenahmestellen von Mikroplastik

- **Regenwasser**

- Teststand TUB Siedlungswasserwirtschaft (Siwawi)
- in-situ Messstrecke Clayallee
- Retentionsbodenfilter Halensee



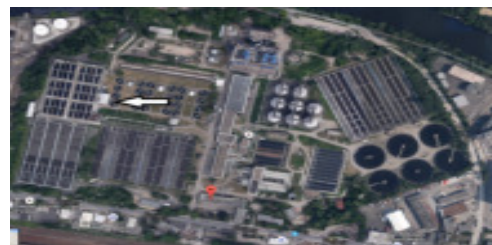
*Teststand TUB Siwawi*



*Messstrecke Clayallee*

- **Kläranlagenablauf**

- Kläranlage Ruhleben



*Kläranlage Ruhleben*

- **Mischwasser**

- Regenüberlaufbecken Bellermannstraße



*RÜB Bellermannstraße*

- **Oberflächenwasser**

- OWA Tegel

# Probenahme Pilotanlagen

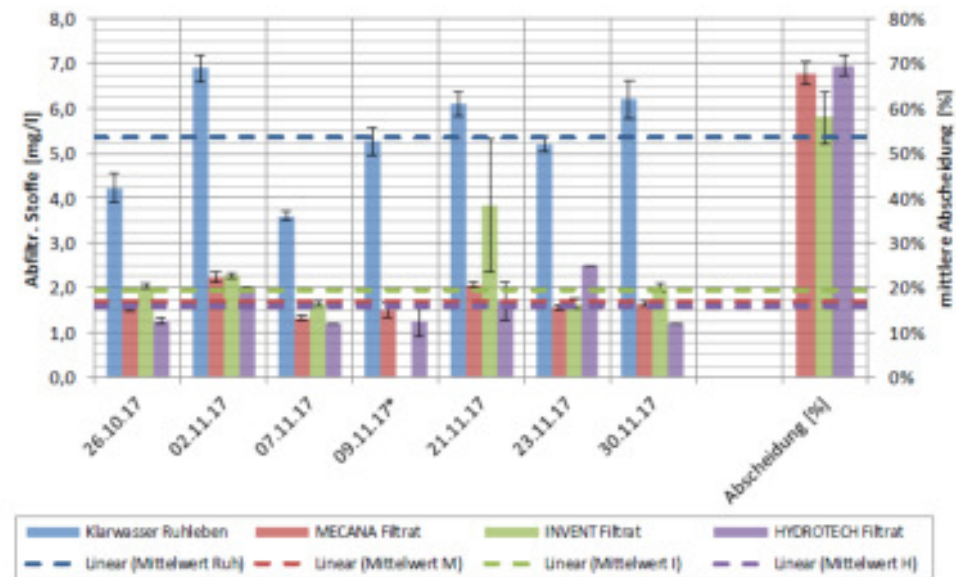
- **Mecana Tuchfilteranlage**
  - 10 m<sup>3</sup>/h
  - Standardpolstoff
  - Mikrofaser
  - Ultrafaser
- **Invent Siebfilteranlage mit GKD Tressengewebe**
  - 40 – 150 m<sup>3</sup>/h
  - 20 µm Gewebe
  - 8 µm Gewebe
  - 6 µm Gewebe



*Anlage auf Klärwerk Ruhleben*

# Erste Ergebnisse Filtersysteme - Feststoffe

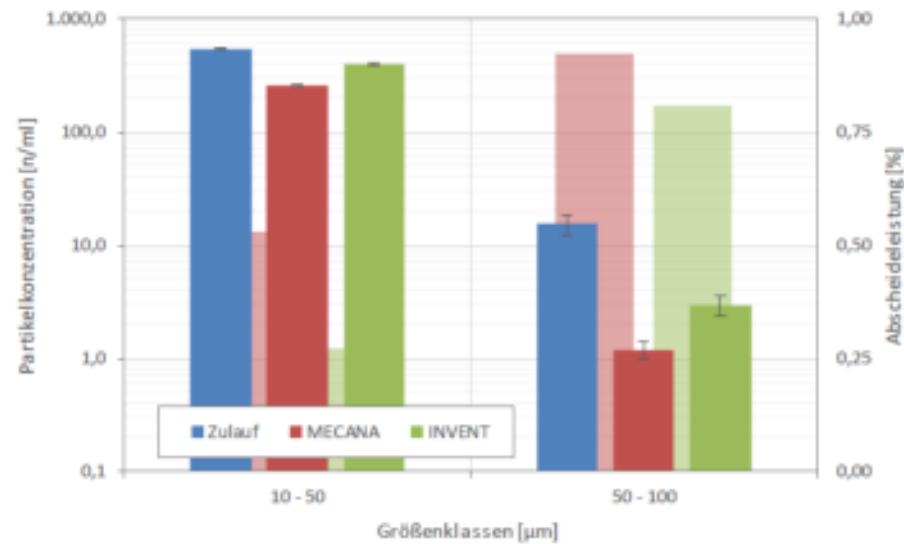
- **Siebsysteme:** AFS > 70 % Entfernung



# Erste Ergebnisse

## Filtersysteme - Partikelentfernung

- **Siebsysteme:** Partikel (Größe 10- 50  $\mu\text{m}$ ) > 25 % Entfernung

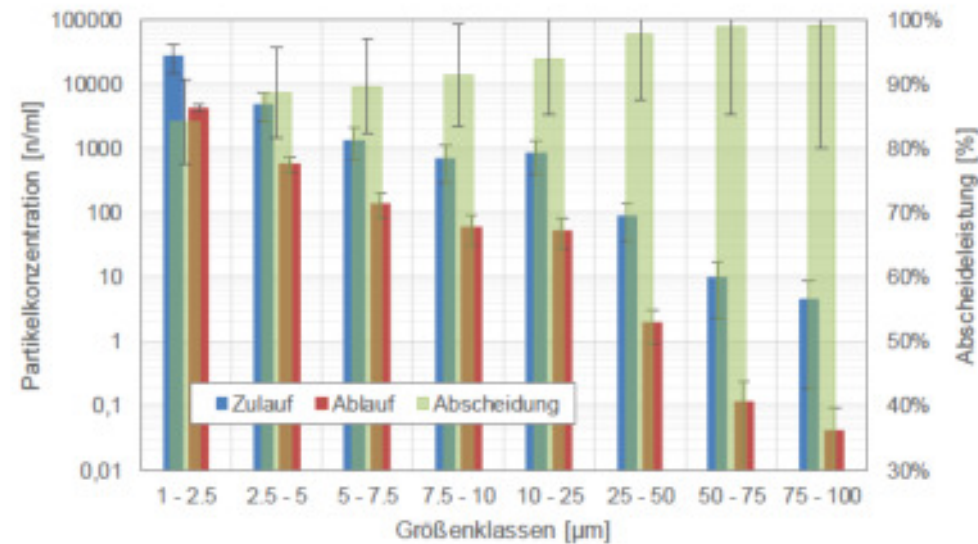




# Erste Ergebnisse

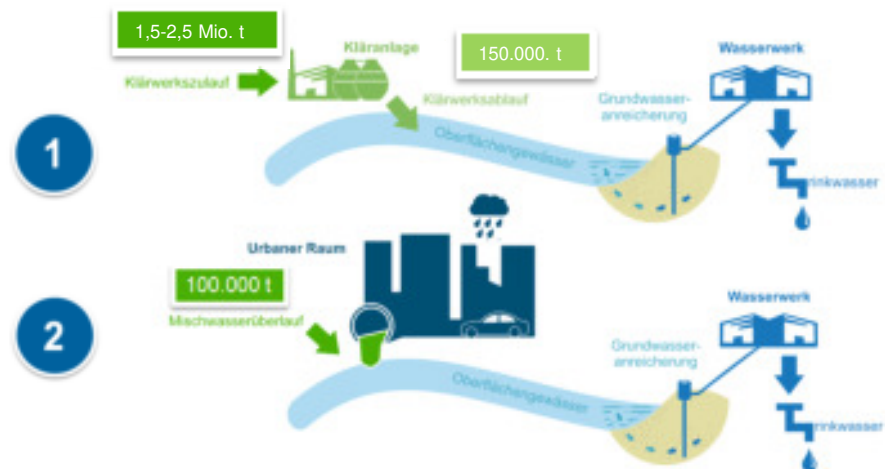
## Flockungsfiltration - Partikelentfernung

- **OWA Tegel:** Partikel > 90 % entfernt



## Erste Ergebnisse Bilanz Klärwerk

- **Entfernungsleistung ca. 97 %**
  - **Behandelte Abwassermenge in D:**  
ca. 10 Mrd. m<sup>3</sup>
  - **Klärwerkszulauf:**  
150 - 250 mg/L
  - **Klärwerksablauf:**  
<< 15 mg/L
- **Schätzung MP-Entfernung im Klärwerk: > 99%** (Talvitie et al., 2016)
- **keine zusätzliche Reinigungsstufe erforderlich**



# Zusammenfassung und Fazit

- Standardisierte Messverfahren für Mikroplastik  
→ Forschungsbedarf
- im Klärwerk: ca. 97% der abfiltrierbaren Stoffe werden entfernt – und damit auch Mikroplastikteilchen
- zur weiteren Reduzierung des Phosphoreintrags werden Flockungsfiltrationen entstehen → erhöhen auch Mikroplastikrückhalt im Klärwerk
- unabhängig vom Rückhalt im KW sollte der Eintrag primärer Mikroplastikteilchen, wo möglich, vermieden werden



# Ausblick

- **BMBF-Verbund: Forschungsprojekte zu Mikroplastik:**
  - Messmethoden weiter entwickeln und harmonisieren
  - Bilanzen erstellen
  - Verfahren hinsichtlich der Entfernung beurteilen
- **TZW:** Studie zur Relevanz von Mikroplastikrückständen für die Wasserversorgung finanziert durch DVGW
- **DWA KA 8 „Weitergehende Abwasserreinigung“:** Positionspapier wird erstellt



Quelle: Berliner Wasserbetriebe / Joachim Donath

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dr.-Ing. Alexander Sperlich  
Berliner Wasserbetriebe  
Forschung und Entwicklung

