

# Tracking von Submikroplastik unterschiedlicher Identität – Innovative Analysetools für die toxikologische und prozesstechnische Bewertung (Sub $\mu$ Track)

## Das Projekt im Überblick

**HelmholtzZentrum münchen**  
Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

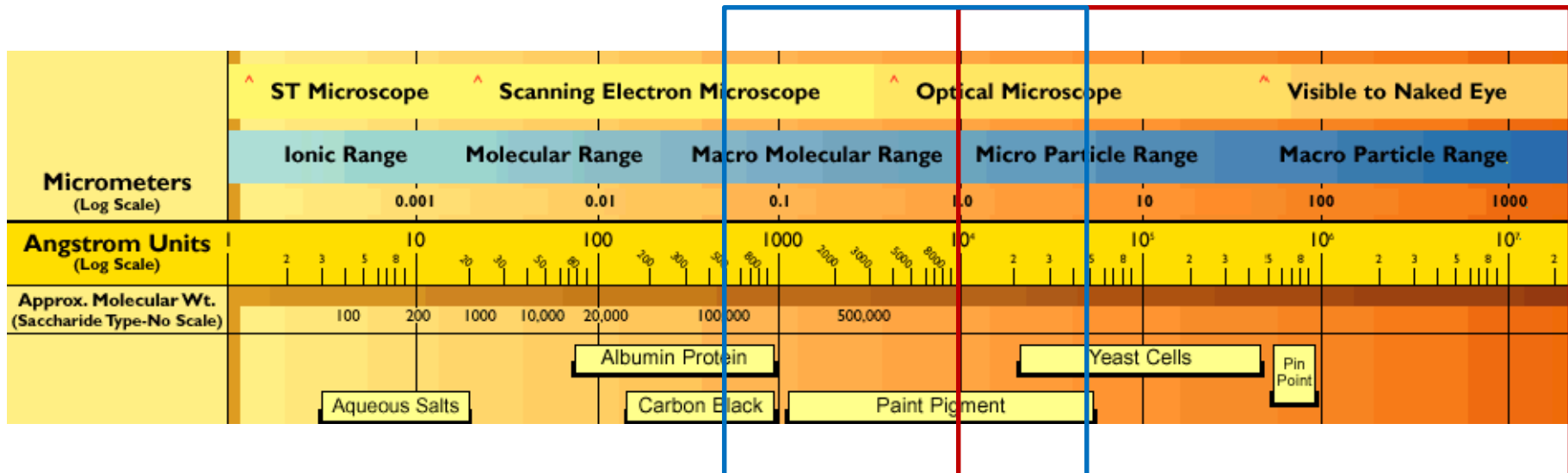


Münchner  
Stadtentwässerung

# Warum Sub $\mu$ Track?

Kleine Partikel ( $< 1 \mu\text{m}$ )  
 = Submikropartikel

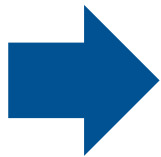
Bisherige Studien im Bereich  
 1  $\mu\text{m}$  bis 5 mm



Quelle: nach Osmonics Inc. (1993), Minnesota, USA

# Warum Sub $\mu$ Track?

- Kleinere Partikel besitzen höhere Zellgängigkeit
- Haben eine große Oberfläche  
→ höheres Adsorptionspotential von Schadstoffen
- Kommen eventuell in sehr großer Anzahl vor



**Submikropartikel haben höhere ökotoxikologische Relevanz**

# Verbundprojektpartner

Technische Universität München 

Siedlungswasserwirtschaft

Prof. Dr.-Ing. J.E. Drewes; PD Dr. J. Graßmann;  
PD Dr. T. Letzel

Analytische Chemie und Wasserchemie

Prof. Dr. M. Elsner; Dr. N. Ivleva

Tierphysiologie und Immunologie

Prof. Dr. M. Pfaffl

Aquatische Systembiologie

Prof. Dr. J. Geist; Dr. S. Beggel

Wissenschafts- und Technologiepolitik

Prof. Dr. R. Müller

# Verbundprojektpartner

**Helmholtz Zentrum München**

HelmholtzZentrum münchen

Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

PD Dr. C. Griebler; Dr. C. Stumpp

**Bayerisches Landesamt für Umwelt**



Dr. K. Freier; Dr. M. Gierig

**Institut für Energie und Umweltechnik e.V.**



Dr. C. Nickel; Dr. J. Türk

**Umweltbundesamt**



Dr. C.-G. Bannick

**Postnova Analytics GmbH**



Dr. F. Meier

**BS-Partikel GmbH**



Dr. K. Eslahian; Dr. C. Hunger

# Projektziele

- Analysemethoden und toxikologische Daten für Submikropartikel
- Risikoabschätzung
- Grundlage für Rechtssetzung, Normung und freiwillige Maßnahmen
- Strategien zur Problembewältigung

# Projektorganisation

**AP 0: Organisation, Koordination und  
Öffentlichkeitsarbeit (TUM-SWW und ALLE)**

**AP 1: Festlegung und Bereitstellung bzw. Kauf der benötigten Referenzpartikel  
(BS-Partikel, IUTA, LfU)**

Einsatz der Referenzpartikel für die Entwicklung der analytischen Methoden

**AP 2: Umfassende Analytik von Mikroplastikpartikeln**  
AP 2.1: Probenahme und Vorbereitung (TUM-SWW, LfU, IUTA)  
AP 2.2: Trennung und Größenbestimmung (TUM-IWC, TUM-LTI, IUTA, Postnova, BS-Partikel)  
AP 2.3: Detektion und Identifizierung (TUM-SWW, TUM-IWC, TUM-LTI, LfU, IUTA)  
AP 2.4: Entwicklung automatisierte Probenahme und Aufbereitung und Online-Kopplung von FFF und RM (TUM-IWC, TUM-SWW, Postnova)

Einsatz der Referenzpartikel in den Untersuchungen zu Alterung, Ad- und Desorption von Schadstoffen

Anwendung der in AP 2 entwickelten analytischen Methoden in den APs 3 und 4

Einsatz der Referenzpartikel in den Untersuchungen zu Eintragungspfad und prozesstechnischer Bewertung

**AP 3: Untersuchungen zu Alterung, Ad- und Desorption organischer Spurenstoffe (TUM-SWW, LfU)**

**AP 4: Untersuchungen zu Eintragungspfad und prozesstechnische Bewertung (TUM-SWW, LfU, IUTA)**

Einsatz von mit Spurenstoffen beladenen Partikeln in AP 5

Einsatz der Referenzpartikel in den Untersuchungen zu Auswirkungen auf aquatische Umwelt und menschliche Gesundheit

**AP 5: Auswirkung auf die aquatische Umwelt und auf die menschliche Gesundheit (TUM-LAS, TUM-LTI, HMGU)**

Die Ergebnisse der APs 3, 4 und 5 dienen als Grundlage für die soziale, politische und rechtliche Bewertung

**AP 6: Soziale, politische und rechtliche Dimensionen (UBA, MCTS)**

# Wie?

## Drei Untersuchungsschwerpunkte

1. Charakterisierung von Partikeln und Abgleich mit Referenzmaterialien
2. Auswirkungen auf aquatische Umwelt und menschliche Gesundheit
3. Soziale, politische und rechtliche Dimensionen



# Schwerpunkt 1

## Charakterisierung von Partikeln und Abgleich mit Referenzmaterialien

- Entwicklung und Etablierung geeigneter Methoden für die Analyse von Submikropartikeln (50 nm – 100 µm)
- Im batch-Modus und in automatisierter kontinuierlicher Weise
- Untersuchungen von Ad- und Desorptionsprozessen organischer Spurenstoffe auf Submikropartikeln
- Einfluß von Alterungsprozessen auf Oberflächenbeschaffenheit (Adsorption von Organik; Biofilme; UV Licht, mechanische Beanspruchung)

# Schwerpunkt 2

## Auswirkungen auf aquatische Umwelt und menschliche Gesundheit

Bewertung der Auswirkungen von Submikropartikeln (mit und ohne adsorbierten Chemikalien; mit und ohne Alterung) auf:

- Mikroorganismen (*in vivo*)
- die aquatische Umwelt (*in vivo*)
- die menschliche Gesundheit (*in vitro*)



Prozesstechnische Bewertung von Submikropartikeln mit und ohne Alterung in Abwässern der Siedlungsentwässerung und realen Umweltproben

## Schwerpunkt 3

# Soziale, politische und rechtliche Dimensionen

- Analyse gesellschaftlicher und politischer Problemwahrnehmungen und Handlungsstrategien
- Anregung von gesellschaftlichen Dialogprozessen (Public Engagement)
- Möglichkeiten der Implementierung der Ergebnisse durch entsprechend angepasste Rechtssetzung

# Arbeitsplan

## AP 1: Festlegung und Bereitstellung der benötigten Referenzpartikel (BS-Partikel; IUTA; LfU)

- Identifikation benötigter Referenzpartikel (Größe, Material, Markierung etc.)
  - in Anlehnung an Projekt MiWa:
- Startpunkt Größeneinteilung Partikel: 50  $\mu\text{M}$  / 500 nm / 100 nm / 50 nm
- Einbeziehung inerter Materialien (z.B. Ton oder Silica) als Referenzmaterial
- Herstellung tensid- und biozidfreier Partikel
- Eventuell Herstellung gelabelter Partikel für spezielle Detektion (z.B. Fluoreszenz im FACS)

# Arbeitsplan

## AP 2: Umfassende Analytik von Mikroplastikpartikeln

AP 2.1: Probenahme und Vorbereitung  
(TUM-SWW; LfU; IUTA)

- Homogene und repräsentative Probenahme

AP 2.2: Trennung und Größenbestimmung  
(TUM-IWC; TUM-LTI; IUTA; Postnova; BS-Partikel)

AP 2.3: Detektion und Identifizierung  
(TUM-SWW; TUM-IWC; TUM-LTI; LfU; IUTA)

- Untersuchung innovativer und bewährter analytischer Nachweisverfahren mit Referenzmaterialien im Submikrobereich

AP 2.4: Entwicklung automatisierter Probenahme und Aufbereitung und Online-Kopplung von FFF und RM

(TUM-ICS; TUM-SWW; Postnova)

- Entwicklung neuer und automatisierter Techniken

# AP 2.2: Trennung und Größenbestimmung

Feldflussfraktionierung (FFF): Trennsysteme

- Asymmetrische Fluss-Feldflussfraktionierung AF4 AF2000 (Postnova in Zusammenarbeit mit TUM-IWC)
- Zentrifugal-FFF (Postnova)
- Consensus-System (BS-Partikel)
- Dichtegradienten-Ultrazentrifugation (TUM-LTI)
- Trennverfahren über Membranen (Inge)

Offline Größenbestimmung der Fraktionen:

- REM, RM (TUM-IWC)

Online Größenbestimmung der Fraktionen:

- MALS, DLS (Postnova)

# AP 2.3: Detektion, Identifizierung, Charakterisierung

## TUM-SWW:

- Etablierung der TED-Pyrolyse-GC-MS für den Sub $\mu$ -Bereich (TUM-SWW)

## TUM-IWC:

- Etablierung der Raman-Mikrospektroskopie (RM) für den Bereich  $< 1 \mu\text{m}$   
Einzelpartikelanalyse und Bulkanalyse für nm-Bereich
- Rasterelektronenmikroskopie (REM)

## IUTA, TUM-LTI:

- Nanopartikel-Tracking-Analyse (NTA)
- Beckmann Coulter Counter

Evaluierung der Verfahren mit Labor- und Umweltproben

## LfU: FT-IR Mikroskopie

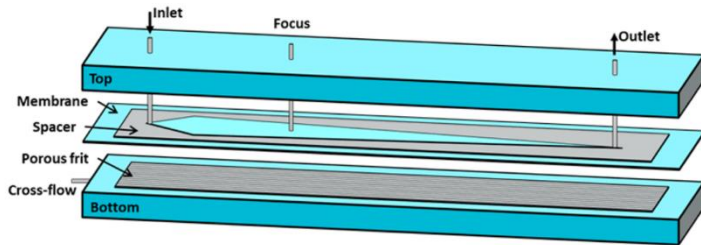
## IUTA: Pyrolyse-GC-MS

BS-Partikel: optische Einzelpartikelgrößenzählung, analyt. Scheibenzentrifugation

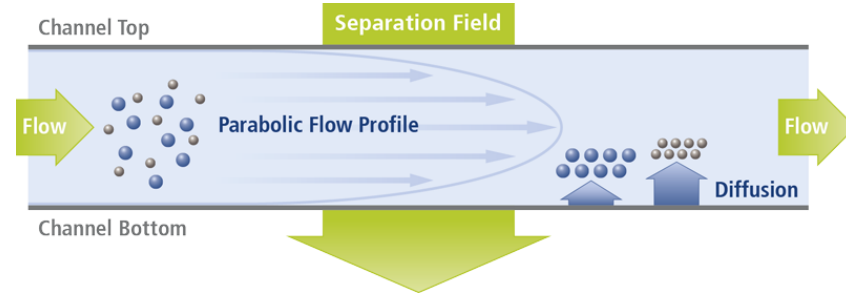
# AP 2.4: Online-Kopplung der FFF-Technologie mit RM

## Online Kopplung in zwei Schritten:

- Batch-Transfer (einzelne Fraktionen gesammelt und automatisiert dem RM-Gerät zugeführt)
  - Direkter Transfer
- ⇒ Entwicklung Interface und Durchflusszelle



Strömungskanal einer Asymmetrischen Fluss-Feldflussfraktionierung  
Bild: M. Wagner et al., Anal. Chem. (2014) 86, 5201-5210



Trennprinzip der Feldflussfraktionierung  
Bild: [www.postnova.com](http://www.postnova.com)



alpha300R  
WITec GmbH, Deutschland  
gefördert vom BMBF



# Arbeitsplan

## AP 3: Untersuchung zu Alterung, Ad- und Desorption organischer Spurenstoffe (TUM-SWW; LfU)

- Systematische kontrollierte Alterung (mechanisch; UV Licht; Huminstoffe) und Biofilmwachstum
  - Ad- und Desorption organischer Spurenstoffe

# Arbeitsplan

## AP 4: Untersuchungen zu Eintragspfaden und prozesstechnische Bewertung (TUM-SWW; LfU; IUTA)

- Verbleib der Partikel in der Siedlungsentwässerung einschließlich der konventionellen Abwasserbehandlung (simuliert in Laborkläranlagen)
  - Probennahme in realen Kläranlagen und Mischwasserentlastungen/Regenwasserüberläufe und prozesstechnische Bewertung

# Arbeitsplan

## AP 5: Auswirkungen auf die aquatische Umwelt und auf die menschliche Gesundheit (TUM-SWW; LfU; IUTA)

- Ganzheitliche (öko)toxikologische Bewertung
- Effektermittlung auf unterschiedlichen biologischen Organisationsebenen

# Arbeitsplan

## AP 6: Soziale, politische und rechtliche Dimension (UBA; TUM MCTS)

- Analyse der Problemwahrnehmung und Bewältigungsstrategien
- Screening relevanter Rechtsakte und potentielle Empfehlungen für gesetzgeberische oder/und freiwillige Maßnahmen

# Empfehlungen für potentielle Querschnittsthemen

- Referenzmaterialien
- Probenaufbereitung / Analytik
- Detektionsverfahren
- Ökotoxikologie / Wirkmechanismen / Umweltwirkung

# Vielen Dank



URL: [www.wasser.tum.de/submuetrack](http://www.wasser.tum.de/submuetrack)