



# Mikroplastik in Binnengewässern

## aktuelle Untersuchungsergebnisse aus fünf Bundesländern

Maren Heß (LANUV NRW), Peter Diehl (LfU RLP), Hannes Imhof (UBT), Christian Laforsch (UBT), Martin Löder (UBT), Jens Mayer (HLNUG), Harald Rahm (LANUV NRW), Werner Reifenhäuser (LfU BY), Isabella Schrank (UBT), Jochen Stark (LUBW) und Julia Schwaiger (LfU BY)

Statuskolloquium Mikroplastik in der Umwelt, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg  
05.07.2018

# Mikroplastik – ein aktuelles Umweltthema?!



# Kleine Historie

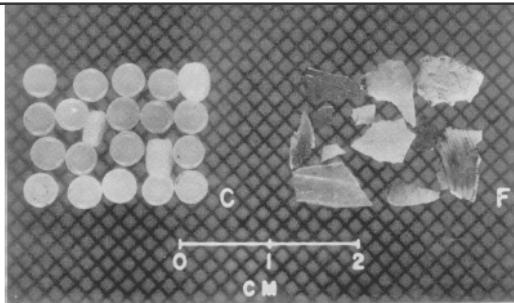


Fig. 2. Typical plastic particles: (A) opaque polystyrene spherules, (B) clear and translucent polystyrene spherules, (C) opaque and translucent polyethylene cylinders, (D) Styrofoam, (E) plastic sheets, and (F) plastic pieces.

Aaron Lechner<sup>a,\*</sup>, Hubert Keckeis<sup>a</sup>, Franz Lumesberger-Loisl<sup>a</sup>, Bernhard Zens<sup>a</sup>, Reinhard Krusch<sup>a</sup>, Michael Tritthart<sup>b</sup>, Martin Glas<sup>b</sup>, Elisabeth Schludermann<sup>a</sup>



- Start der Arbeiten in den Bundesländern
- Start des „Mikroplastik Hypes“ im deutschsprachigen Raum

## Juli 2014: erster nationaler Workshop “Mikroplastik in der Umwelt”

- Organisation: Bayerisches Landesamt für Umwelt
- Memorandum
  - Akkumulation von MP in Ökosystemen muss als weltweites Phänomen erkannt werden
  - Verlässliche Expositions- und Effektdaten fehlen
  - Forschungsaktivitäten sollten national und auf EU-Ebene koordiniert werden
  - Es müssen Lösungen gefunden werden, mögliche Risiken zu minimieren

## Sept 2014: 12. Mainzer Arbeitstage “Mikroplastik in der Umwelt”

- Organisation: Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz (damals LUWG)
- Erste Ergebnisse aus einer Rhein-Beprobung (Universität Basel)
  
- Kick-off für eigene Monitoring-Programme in fünf Bundesländern
- Messprogramme: 2014-2016

# Feb. 2015 und Feb. 2016: Abteilungsleitertreffen

- Abteilungsleiter aus fünf Landesämtern, die Mikroplastik-Untersuchungen begonnen oder geplant haben
- Austausch über initiierte Programme und sinnvolle gegenseitige Ergänzung der einzelnen Länderprogramme
- Beschluss, vergleichbare Daten zu generieren
  - Beauftragung des gleichen Kooperationspartners



UNIVERSITÄT  
BAYREUTH

- Absprache zu einem gemeinsamen Bericht





# Aktivitäten auf Bund/Länder-Ebene

- **März 2016:** Bund-Ländergespräch "Mikroplastik in Binnengewässern"
  - Organisation: Umweltbundesamt (UBA) & LfU Bayern
  - Zwischenstand Monitoring-Programme der Länder
  - Forschungsstrategie des Bundes (Vortrag BMBF)
  - Bundesweiter Fragebogen\*
  - Zukünftige Koordination und Harmonisierung von Bund und Länder Aktivitäten



- **Juni 2016:** „EU Conference on freshwater plastics“, Berlin
  - Organisation: Umweltbundesamt (UBA) & Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)
  - Internationale Konferenz zum aktuellen Stand in Wissenschaft und Regulierung
  - Vorstellung des Monitoring-Programmes der Länder & Ergebnisse der Fragebögen\*
- **Juli 2017:** Workshop "Riverine and Marine Litter Work session"
  - Organisation: BMU, OSPAR, FGGn
  - Vorstellung der Länderaktivitäten
- **März 2018:** Veröffentlichung des Länderberichts Mikroplastik (Teil 1)

\*siehe dazu: Schwaiger et al. 2015; EU conference on plastics in freshwater; [www.uba.de](http://www.uba.de)

# Herausforderungen Mikroplastik Monitoring

## ■ Definition Mikroplastik

- Größenklassen
- Polymere mit unterschiedlichem Umw

## ■ Keine standardisierten Probenahme

- Position der Messstelle (Oberfläche/W
- Equipment (z.B. Maschenweite!)

## ■ Keine standardisierte Analysemethoden

- Erfassen unterschiedlicher Untergrenzen
- Unterschiedliche (Un)Sicherheit und..

## ■ ...nicht vergleichbare Einheiten

## ■ Knackpunkt:

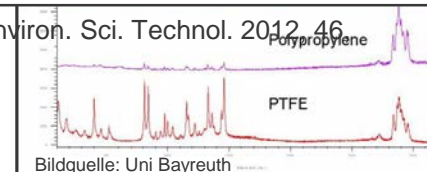
- Massenbilanz vs. Partikelanzahl

**Table 8. Various Quantitative Units Used in the Reviewed Studies<sup>a</sup>**

results units	N = 22 sediment	N = 21 sea surface	N = 5 water column
Abundance (N = 39)			
items per m <sup>2</sup>	13	13	-
items per m <sup>3</sup>	5	6	5
items per m strandline	3	-	-
items per kg sediment	1	-	-
Mass (N = 13)			
grams per m <sup>2</sup>	2	6	-
grams per m <sup>3</sup>	-	2	1
grams per gram sediment	3	-	-

<sup>a</sup>N = 43 studies; note that the number of studies with the respective units exceeds the total number of studies.

Aus: Hidalgo-Ruz et al.: Environ. Sci. Technol. 2012, 46, 3060–3075



Bildquelle: Uni Bayreuth



Bildquelle: LfU Bayern

# Monitoring-Programme der fünf Bundesländer

## Eckpunkte Methode

- Partikel Anzahl + möglichst umfassende Charakterisierung (Polymertyp, Form, Größe)
- Partikel pro Volumen

## Gemeinsamer Schwerpunkt

- Erster Überblick über das Vorkommen von Mikroplastik in Binnengewässern
- Ein Kompartiment (Wasseroberfläche) – eine Methode (MantaTrawl)

## Spezielle Fragestellungen unter Länder aufgeteilt

- Berücksichtigung zusätzlicher Gewässerkompartimente
- Kläranlagenabläufe
- Der Rhein und seine großen Zuflüsse
  - Ballungsräume
  - potentielle Hotspots (z.B. Kunststoffindustrie)

## Durchführung Probenahme und Analysen

- Universität Bayreuth



# Monitoring-Programme

## ■ Gesamtzahl Proben: 161

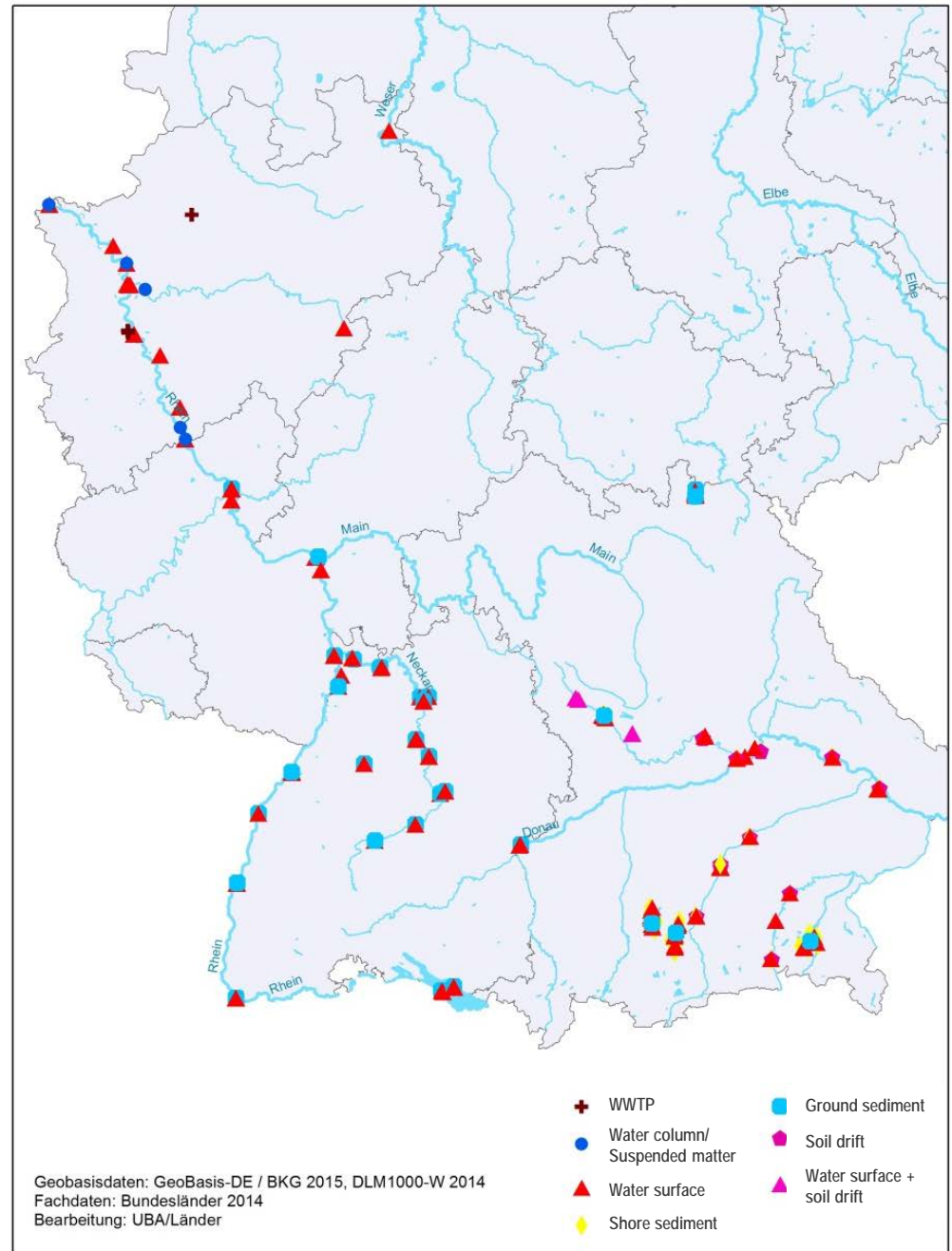
## ■ Fließgewässer:

- oberflächennah: 52
- Wassersäule: 5
- Bodendrift: 15
- Grundsedimente: 21
- Ufersedimente: 8

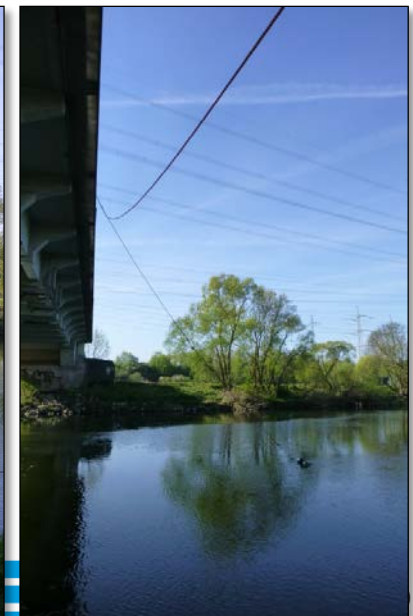
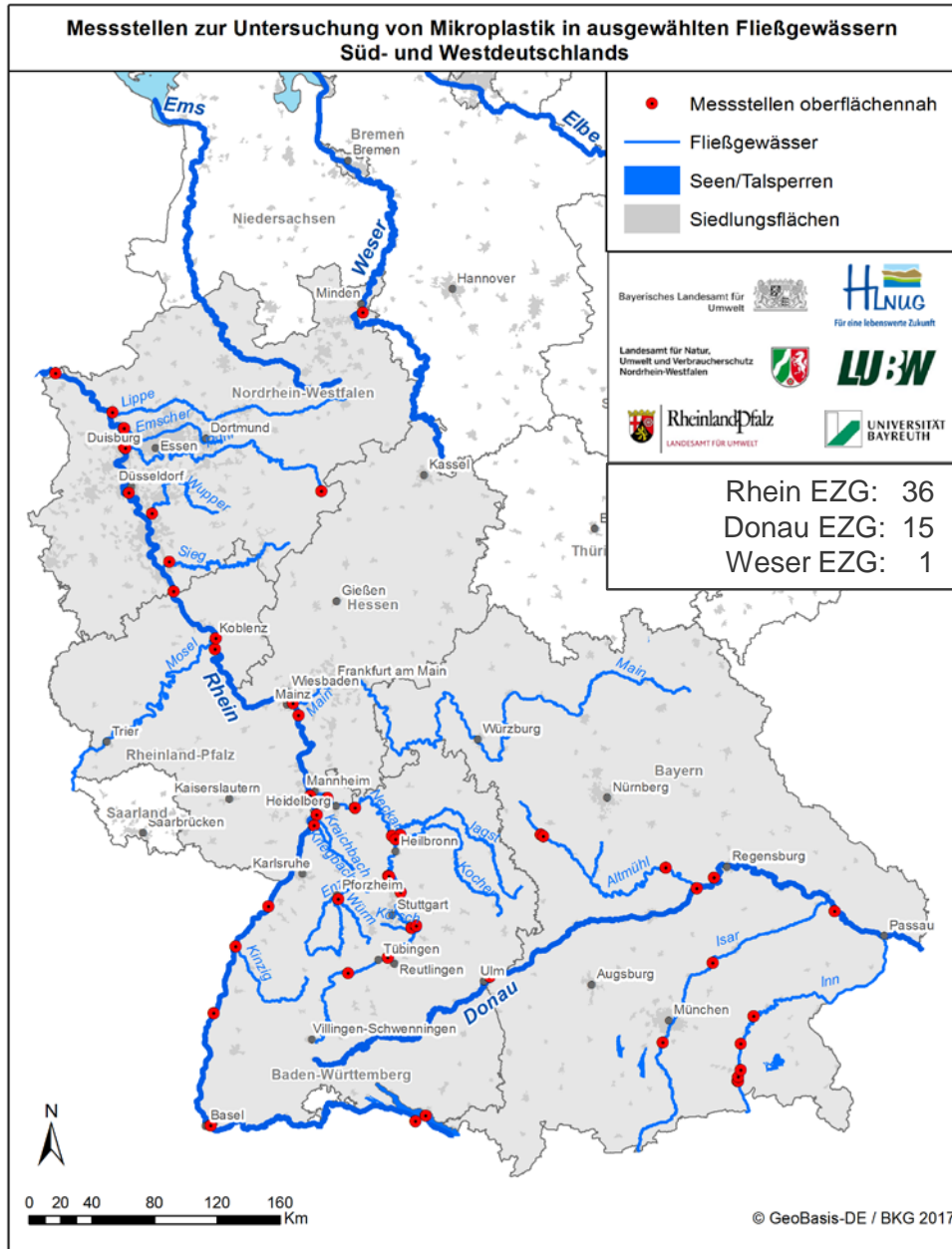
## ■ Seen:

- oberflächennah: 17
- Wassersäule: 5
- Grundsedimente: 7
- Ufersedimente: 25

## ■ KA-Abläufe: 6

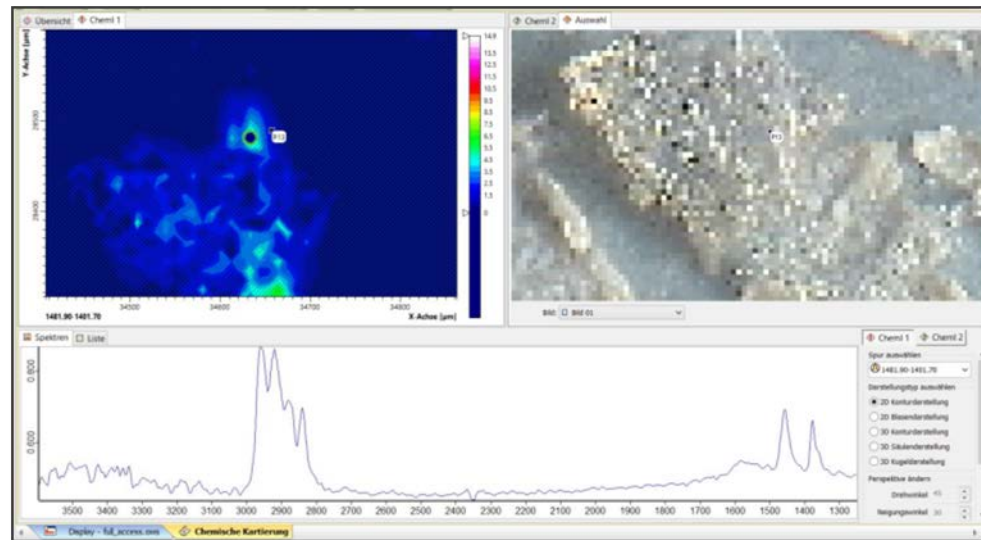


# Teil 1: Probenahme oberflächennahe Wasserproben (UBT)



# Probenaufbereitung und Analysen

- Durchgeführt durch Universität Bayreuth (nach LÖDER & GERDTS 2015\* bzw. LÖDER et al. 2017\*\*)
- Enzymatischer Verdau
- FTIR Spektroskopie (Fourier-Transformations-Infrarot-Spektroskopie)
  - Partikel  $> 5 \text{ mm} - 500 \mu\text{m}$  via ATR (attenuated total reflectance) basierter FTIR-Spektroskopie
  - Partikel  $< 500 \mu\text{m} - 20 \mu\text{m}$  via FPA (focal plane array) basierter FTIR-Mikrospektroskopie



\*LÖDER & GERDTS (2015): Methodology Used for the Detection and Identification of Microplastics—A Critical Appraisal. In: Bergmann, Gutow & Klages (Hg.): Marine Anthropogenic Litter. Cham: Springer International Publishing, S. 201–227.

\*\*LÖDER et al. (2017): Enzymatic Purification of Microplastics in Environmental Samples.; Environmental science & technology 51 (24), S. 14283–14292.

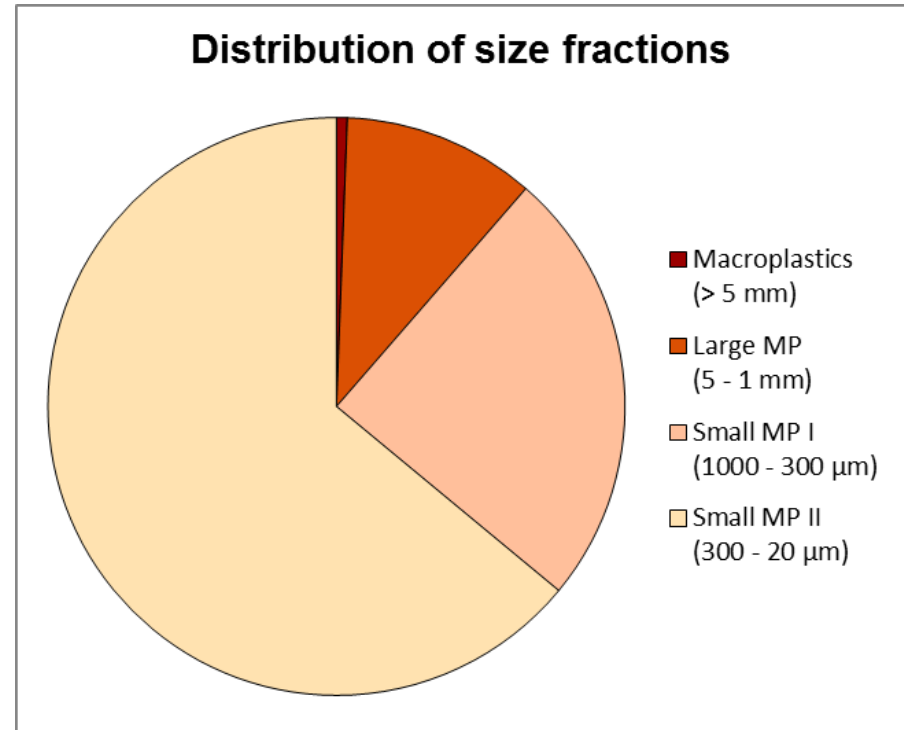
# Erste Ergebnisse der oberflächennahen Beprobung

- Insgesamt > 19.000 Partikel analytisch ausgewertet
- 4.335 davon als synthetische Polymere identifiziert
  - Detaillierte Charakterisierung hinsichtlich Größe, Form und Polymertyp



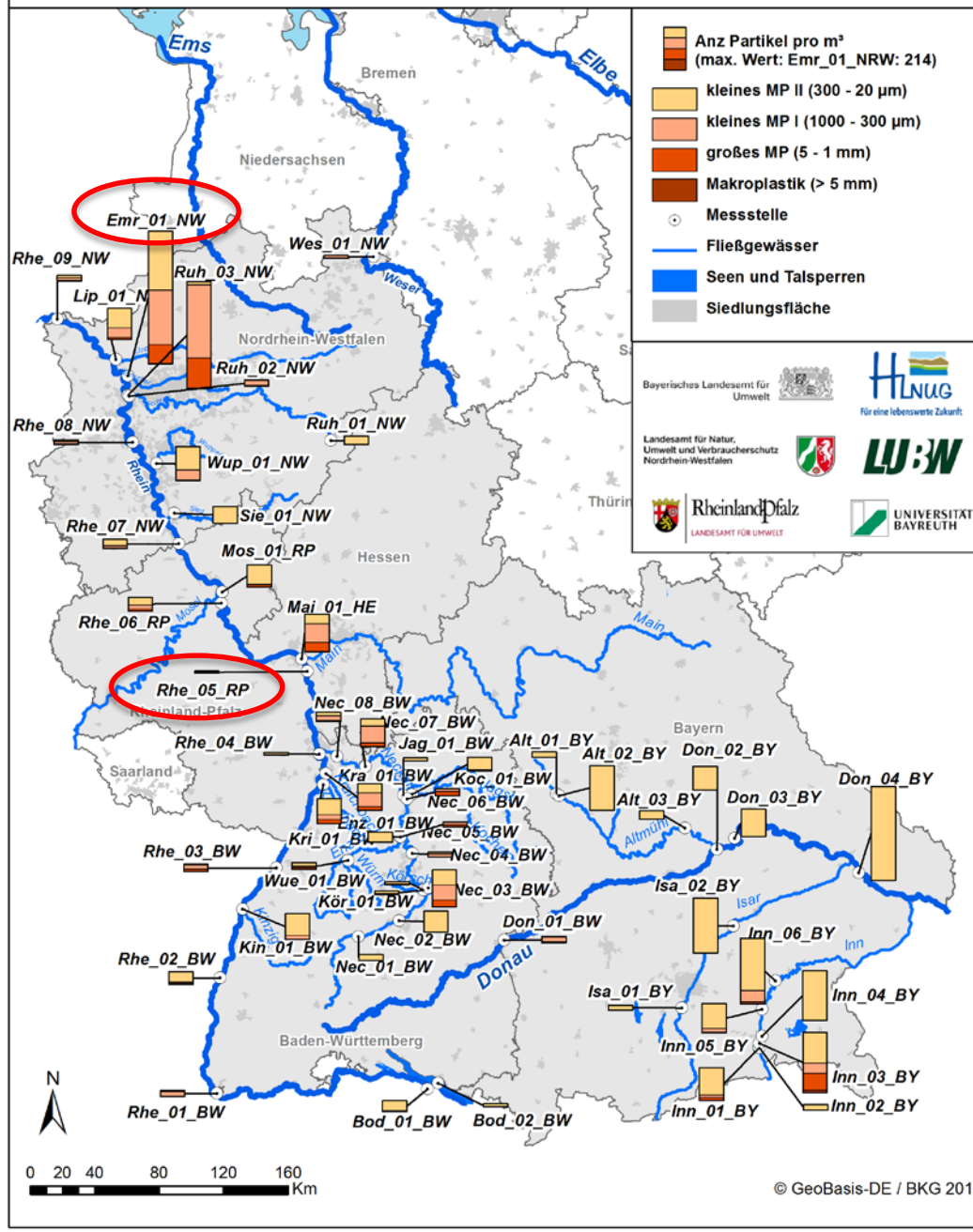
Partikel < Maschenweite:

- Analytische Untergrenze: 20  $\mu\text{m}$
- Manta Trawl: 300  $\mu\text{m}$  Netz
- **Semi-quantitative Abschätzung**
  - Tatsächliche Anzahl wahrscheinlich unterschätzt
- Häufigste nachgewiesene Fraktion
  - 64 % der Gesamtzahl



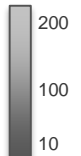


## Plastikpartikel in ausgewählten Fließgewässern Süd- und Westdeutschlands



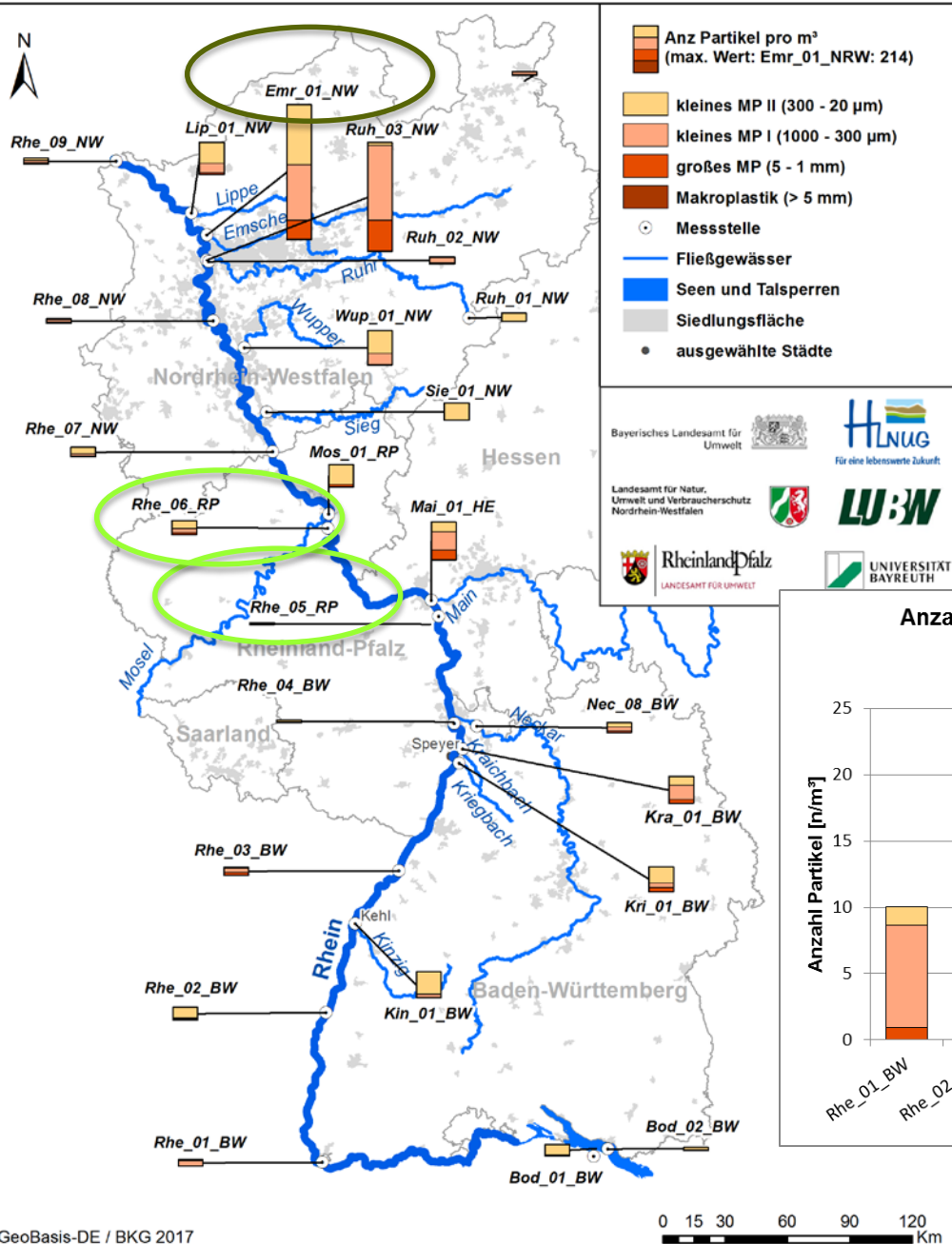
- MP ubiquitär nachgewiesen
  - Vom dichtbesiedelten Ruhrgebiet bis zum Alpenrand
  - Von Unterläufen mit hohen Abwasseranteilen bis Quellregion
  - Es muss eine zivilisatorische Grundlast angenommen werden

- Ergebnisbereich:
  - 2,9 bis 214 Partikel pro m³



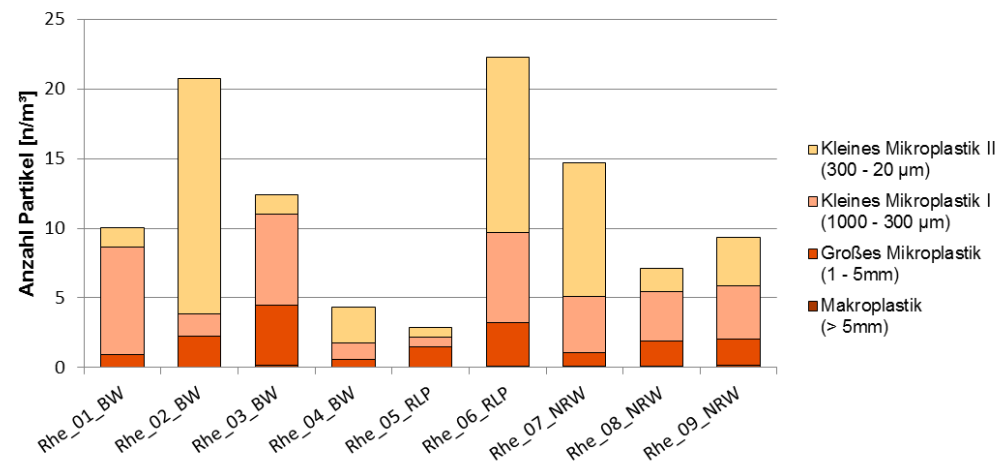
- Konzentrationen zwischen den Flüssen unterschiedlich
- Innerhalb eines Flusses häufig ähnliche Konzentrationen

# Plastikpartikel im Rhein und ausgewählten Nebenfluss-Mündungen



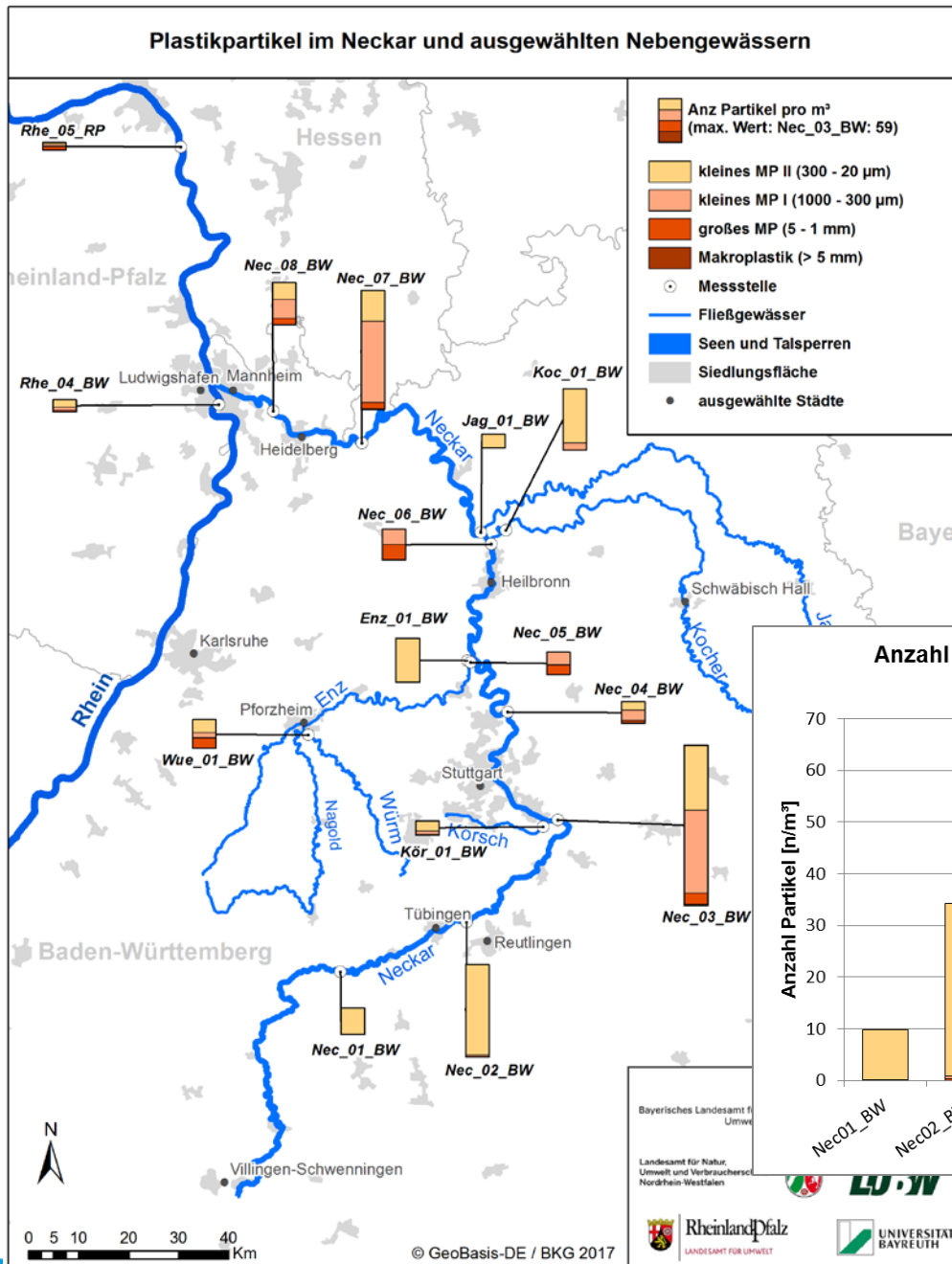
- Ergebnisbereich:
  - Rhein: 2,9 bis 22,2 Partikel pro m³
  - Rhein EZG: bis 214 Partikel pro m³
- höhere Mikroplastik-Konzentrationen oft in Nebengewässern
- Eher geringe Schwankungsbreite entlang des Rheins: Faktor 10

Anzahl und Größenverteilung von Plastikpartikeln an ausgewählten Messstellen im Rhein

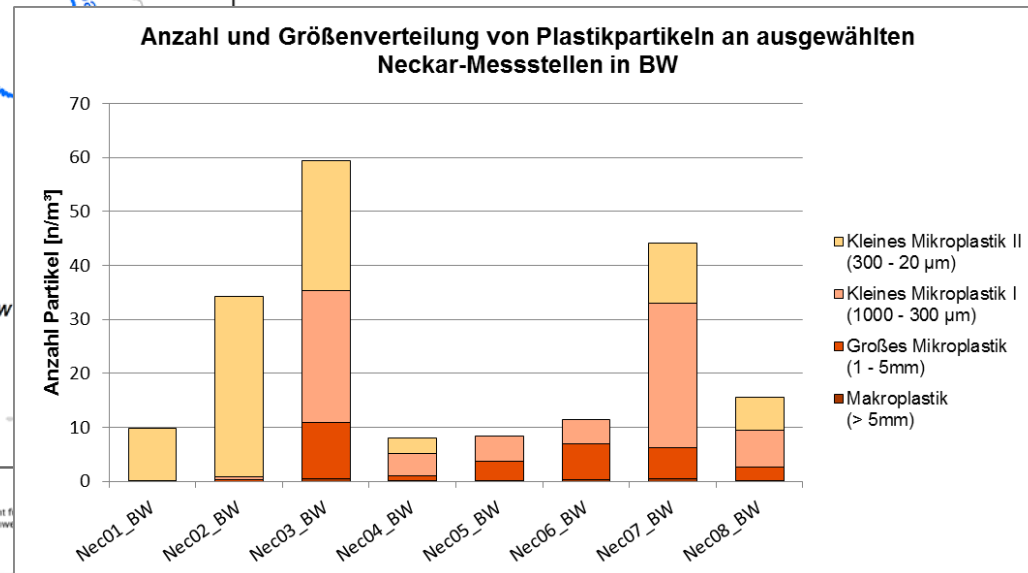




# Detail-Beprobung eines Nebengewässers

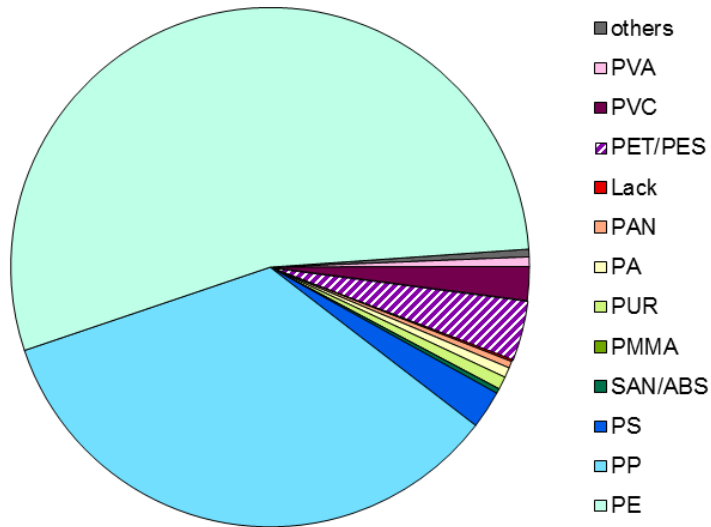


- Ergebnisbereich:
  - Neckar: 8 bis 59 Partikel pro m<sup>3</sup>
- Mikroplastik-Konzentrationen in den Nebengewässern in ähnlichem Konzentrationsbereich



# Polymertypen

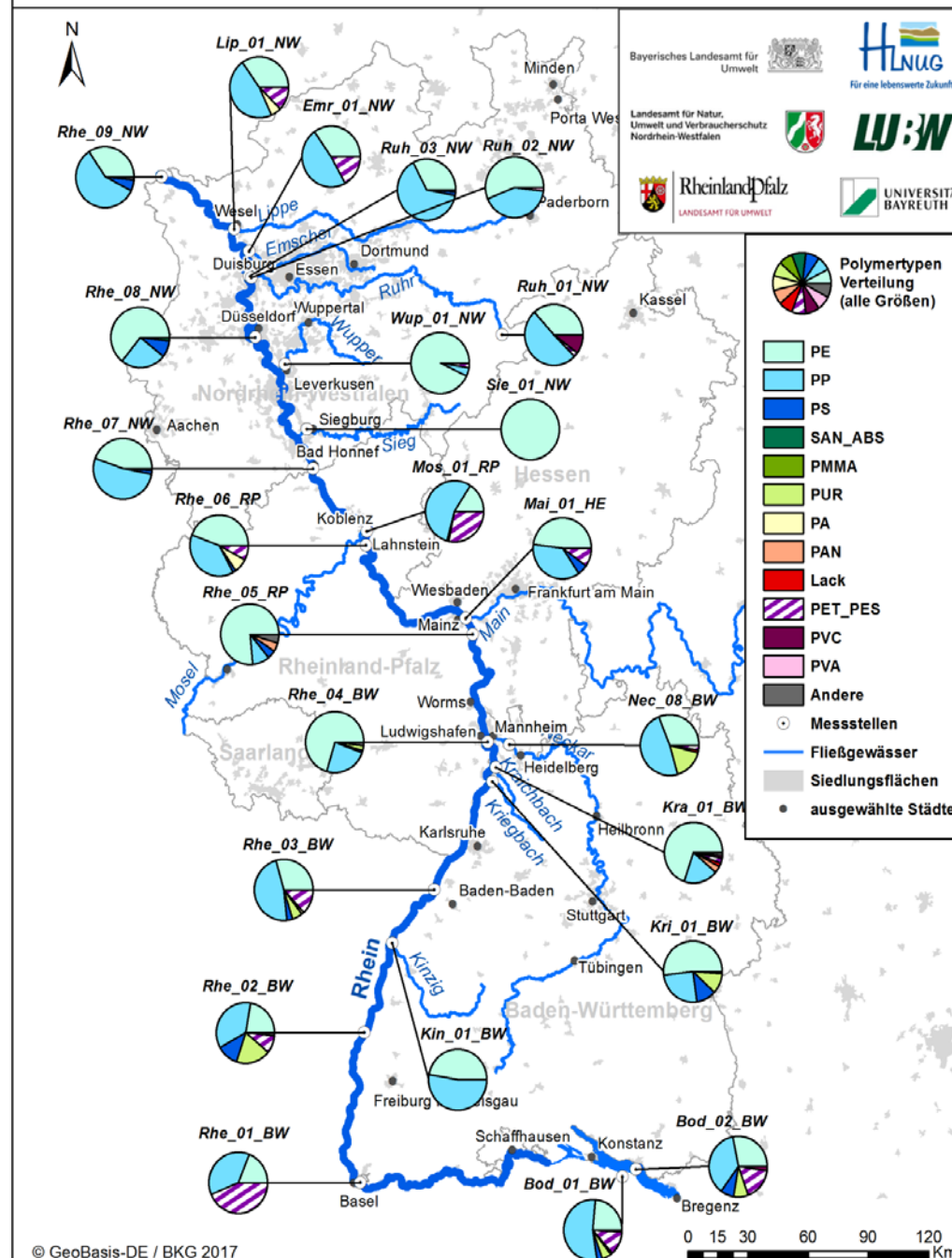
Distribution of polymer types



■ 88 % der Partikel gehören zu zwei Polymertypen: PE und PP

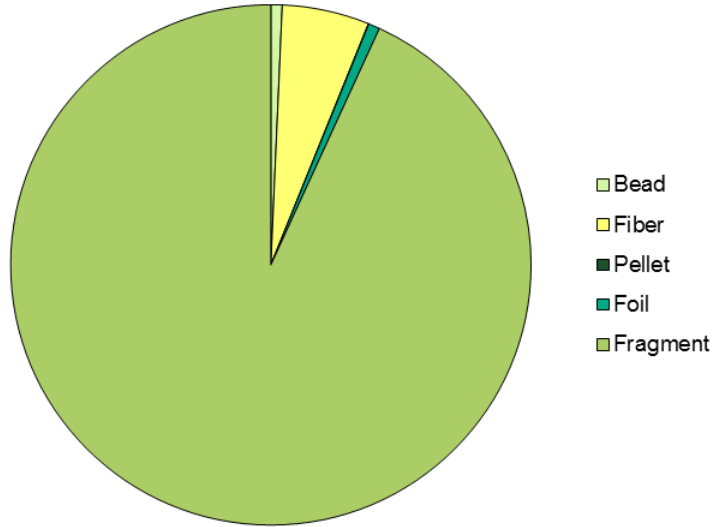
- Höchste Produktionsvolumina
- Dichte  $< 1 \text{ g/cm}^3$ 
  - Typisches Ergebnis für die Gewässeroberfläche?

## Polymertypen-Verteilung im Rhein und ausgewählten Nebenfluss-Mündungen



# Partikel-Formen

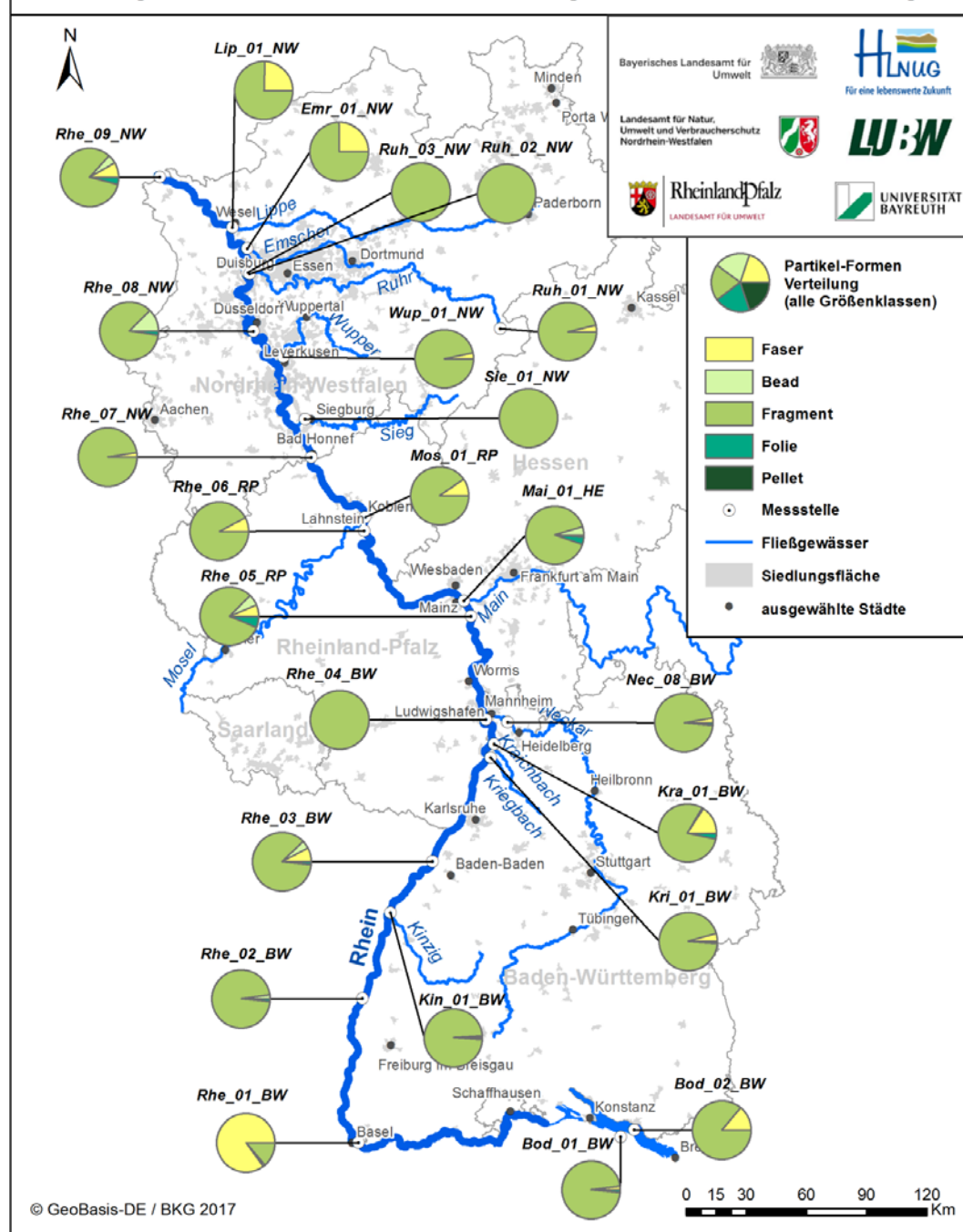
Distribution of particle shapes



- Dominierende Form: Fragmente
  - In allen Gewässern
  - Mit Ausnahme Messstelle Rhe\_01\_BW
- Klare Zuordnung teilweise schwierig

LANUV 27.08.2018

## Verteilung der Partikel-Formen im Rhein und ausgewählten Nebenfluss-Mündungen

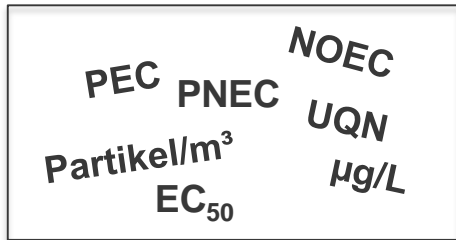


# Erste Ergebnisse oberflächennahe Beprobung

- Eines der umfangreichsten Untersuchungsprogramme in fluviatilen Systemen!
- 52 Messstellen
- Unterschiedlichste Gewässer
  - Große Ströme bis kleine Nebengewässer
  - Alpenvorland bis Niederrhein
  - Quellregion bis 100% geklärtes Abwasser
- Detaillierte spektroskopische Analysen
- Aber:
  - Erstmaliger Nachweis einer ubiquitären Verteilung von Mikroplastik in Gewässern Süd- und Westdeutschlands mit vergleichbaren analytischen Methoden!
  - Erste Erkenntnisse als Grundlage für detaillierte Forschungsprojekte und Diskussionen über mögliche Minderungsmaßnahmen
- Ergebnisse sollten nicht überinterpretiert werden!
- Pilotstudie
- Einmalige Probenahmen
  - Momentaufnahme
- Methoden in der Entwicklung
  - Wenig erprobt
  - Verfahrensunsicherheiten
    - Z. B. Maschenweite,

# Einschätzung der Ergebnisse

- Konzentrationen in vergleichbarer Größenordnung wie in anderen europäischen und nordamerikanischen Gewässern (siehe Literaturrecherche im Bericht)
- Risikobewertung



- Morgen: „Aufnahme und Wirkung“!

# Letzte Folie

- MP wird ubiquitär nachgewiesen & ist hoch-persistent
- Obwohl, oder gerade weil, ökotoxikologische Daten fehlen, sollten im Sinne des **Vorsorgeprinzips** umgehend Maßnahmen zur Reduktion weiterer Einträge eingeleitet werden
- Parallel dazu müssen grundlegende Forschungsfragen beantwortet werden, um Minderungsmaßnahmen zu präzisieren
- Wichtig ist die richtige Balance zwischen zeitnah umsetzbaren Maßnahmen und zeitaufwendiger Forschung zur zielgerichteten Anpassung von Maßnahmen ...



# Umgang mit den Ergebnissen

- Die fünf Bundesländer veröffentlichen die Monitoring-Ergebnisse in gemeinsamen Berichten
  - Teil I: „Partikel in der oberflächennahen Wasserphase“ März 2018
  - Teil II: „Mikroplastik in der Wassersäule, Sedimenten und Kläranlagenabläufen“ Ende 2018



Download über  
Homepages der Landesämter

# Empfehlungen auf Basis des ersten Datensatzes

- Zusammenfassend ergeben sich folgende Handlungsfelder für Wissenschaft und Politik
  - Entwicklung und Umsetzung effizienter Minderungsmaßnahmen
  - Entwicklung bzw. Optimierung geeigneter Monitoring-Verfahren
  - Entwicklung bzw. Optimierung geeigneter ökotoxikologischer Testverfahren
  - Entwicklung einer Risikobewertung
  - Ermitteln aller Eintragspfade, Eintragsmengen und Quellen
  - Kenntnisk Gewinn über Umweltverhalten, Transport, Verteilung
  - Standardisierung der Methoden
  - Optimierung effizienter Minderungsmaßnahmen

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



**Download über  
Homepages der Landesämter**

**Danke** allen beteiligten Kollegen/innen der

- Landesämter LfU BY, LUBW, LfU RLP, HNLUG und LANUV
- Universität Bayreuth