



Lösungsstrategien zur Verminderung von Einträgen von urbanem Plastik in limnische Systeme

Abschlusskonferenz „Plastik in der Umwelt“ – 20./21. April 2021 – online

Christian Schaum, Steffen Krause, Natalie Wick (**UniBwM**),

Jörg Oehlmann, Ulrike Schulte-Oehlmann, Kristina Klein (**UF**), Immanuel Stieß, Luca Raschewski (**ISOE**),

Kristina Wencki, Gerhard Schertzinger, Helena Pannekens (**IWW**),

Thomas Ternes, Georg Dierkes, Peter Schweyen, Tim Lauschke (**BfG**), Tobias Günkel-Lange (**a2i**),

Kaori Sakaguchi-Söder, Michael Gottschling (**IWAR**), Christian Staaks (**inge**), Dieter Fischer, Franziska Fischer (**IPF**),

Matthias Labrenz, Franziska Klaeger, Juliana Ivar do Sul (**IOW**)



...von der Idee zum Ergebnis



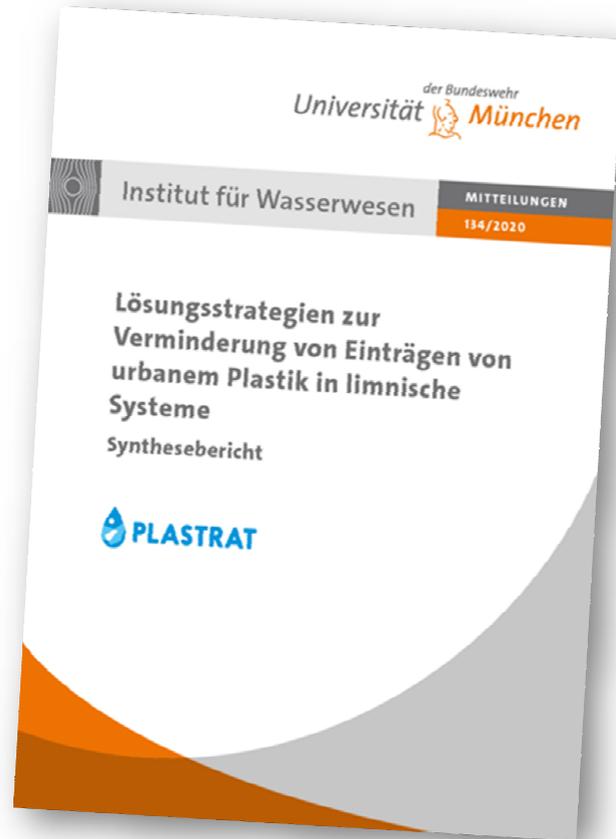
bfg Bundesanstalt für Gewässerkunde
Universität München der Bundeswehr
Institut für sozial-ökologische Forschung
GOETHE UNIVERSITÄT FRANKFURT AM MAIN
IWW IWW ZENTRUM WASSER
inge heart of pure water a DuPont brand
IOW LEIBNIZ INSTITUTE FOR BALTIC SEA RESEARCH WARNEMÜNDE
ipf Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden
aquadrat ingenieure
IWAR Systemische Risikoanalyse

Abwasserverband Kempten, Autobahndirektion Südbayern, CARAT GmbH,
 DWA Landesverband Bayern, Entsorgungsbetriebe der Landeshauptstadt Wiesbaden,
 Gemeindliche Einrichtungen und Abwasser Holzkirchen, Große Kreisstadt Öhringen – Kläranlage,
 Karlsruher Institut für Technologie – Institut für funktionelle Grenzflächen, Kelheim Fibres GmbH,
 Münchner Stadtentwässerung, PlasticsEurope Deutschland e.V., Stadt Weißenburg in Bayern,
 Stadt Weiterstadt - Eigenbetrieb Stadtwerke, The Sustainable People GmbH,
 TU München – Abteilung Analytische Chemie,
 Universität der Bundeswehr München – Institut für Werkstoffe des Bauwesens



www.plastrat.de

PLASTRAT - Synthesebericht



**Eintrag in limnische Systeme:
Von der Probenahme zur Technik**

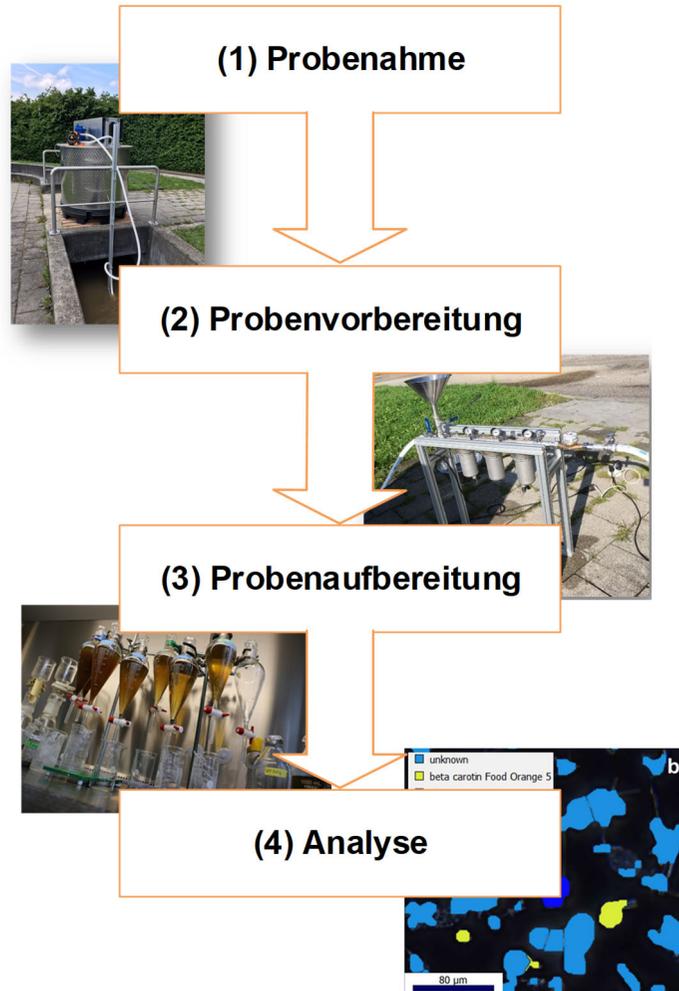
Wie verhält sich Plastik in der Umwelt?

**Guter und schlechter Kunststoff?
Wege zum Gütesiegel?**

**Welche Handlungsspielräume gibt es
für Konsumenten?**

PLASTRAT – Was nun?

Eintrag in limnische Systeme: Von der Probenahme zur Technik



Methodenentwicklung



24-h-Mischprobe
Erfassung von „klassischen“ Kontextdaten
(Durchfluss, AFS (TR), CSB)
Systemblindwert

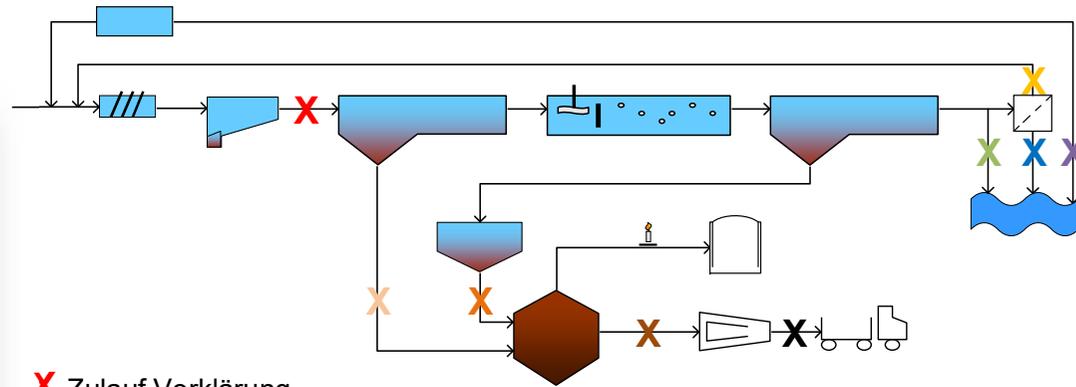
Konzentrierung von wässrigen Proben
mittels Filtersystem (Porengröße vs. Druckverlust)
ggf. Hygienisierung bei Klärschlamm

Abtrennung von Organik mittels
Wasserstoffperoxid, Fenton-Reaktion,
(enzymatischen Aufschluss)
Abtrennung Anorganik mittels
Dichteseparation (Natriumpolywolframat)

Analyse mittels Raman Mikroskopie
(Partikelanzahl, Polymerart, Form & Größe)
Automatische Partikelanalyse mittels
Software GEPARD
(Partikelgröße vs. Analysenzeit)

Eintrag in limnische Systeme: Von der Probenahme zur Technik

Probenahme



- X** Zulauf Vorklärung
- X** Primärschlamm
- X** Mischwasserentlastung
- X** Überschussschlamm
- X** Ablauf Nachklärung
- X** Faulschlamm
- X** Filtrat
- X** entwässerter Faulschlamm
- X** Backwash (UF)

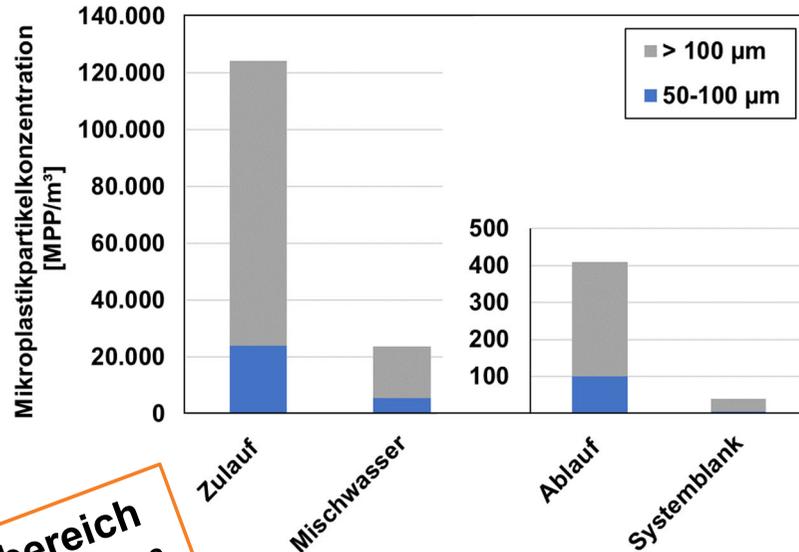


Eintrag in limnische Systeme: Von der Probenahme zur Technik

Analysenergebnisse



Kommunale Kläranlage



Messbereich
50 bis 500 µm

Rückhalt > 99 %

Messwerte / Probenvolumen

Zulauf: 8 - 31 l

Max. 178.000 / Min. 68.500 MPP/m³

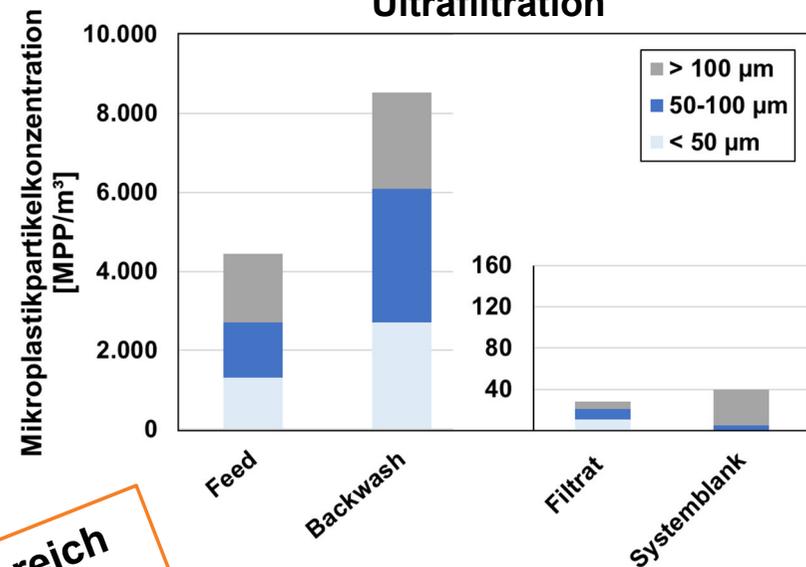
Mischwasser: 29 - 37 l

Max. 39.000 / Min. 8.500 MPP/m³

Ablauf: 750 - 4.042 l

Max. 565 / Min. 93 MPP/m³

Ultrafiltration



Messbereich
10 bis 500 µm

Rückhalt (79) - 99 %

Messwerte / Probenvolumen

Feed: 162 l

4.444 MPP/m³

Filtrat: 1.168 - 1.019 l

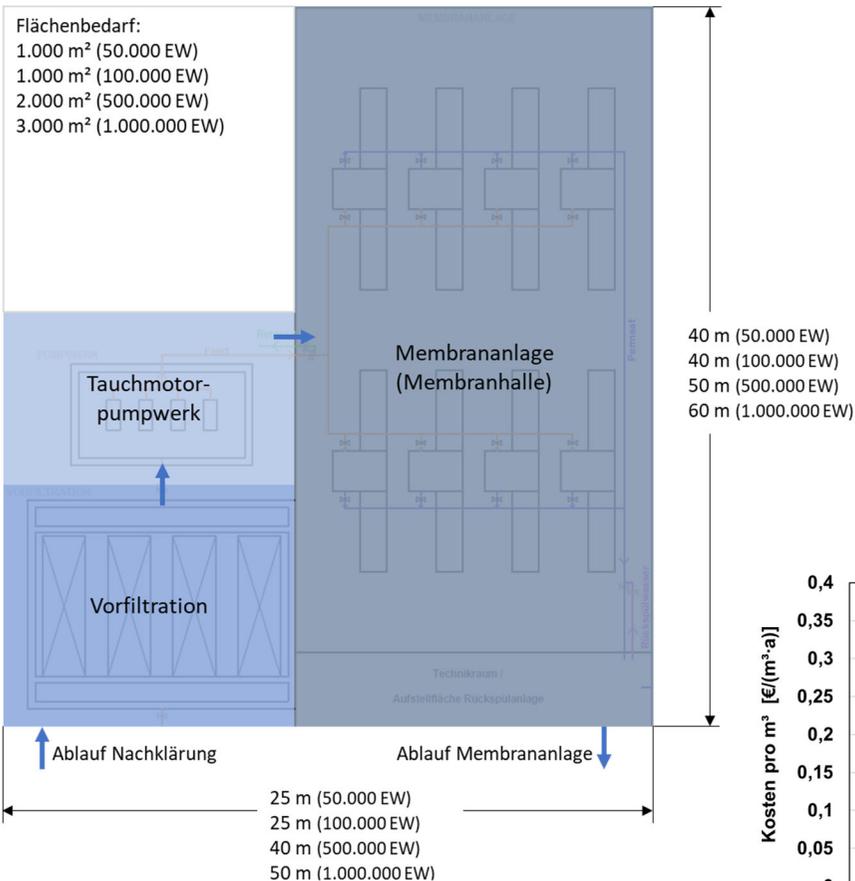
Max. 42 / Min. 13 MPP/m³

Backwash: 9 - 18 l

Max. 11.000 / Min. 1.000 MPP/m³

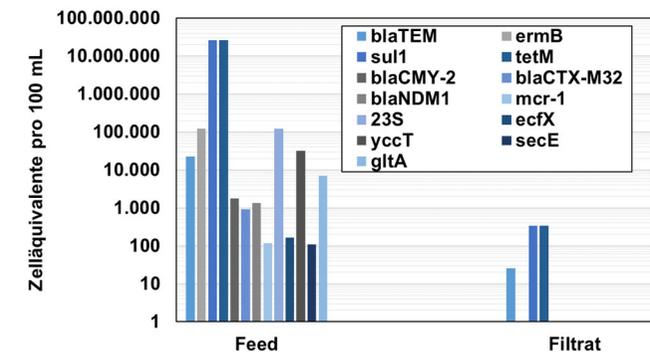
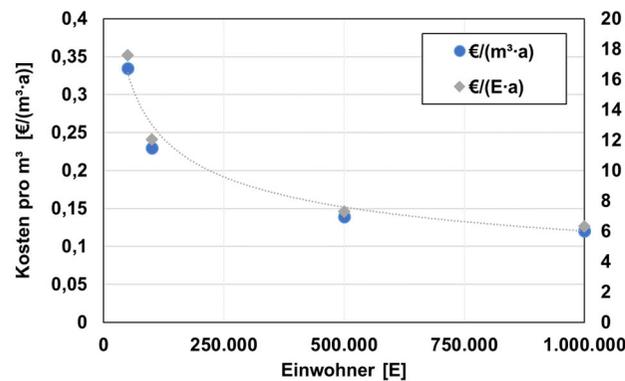
Eintrag in limnische Systeme: Von der Probenahme zur Technik

Ultrafiltration



► Weitergehender Feststoffrückhalt durch den Einsatz einer Ultrafiltration (Porengröße: 20 nm) im Ablauf der Nachklärung

- Betrieb einer Versuchsanlage auf einer kommunalen Kläranlage
- Nutzung von Synergieeffekten durch den Partikelrückhalt: Mikroplastik, Phosphor, Bakterien, Antibiotikaresistenzgene, Viren



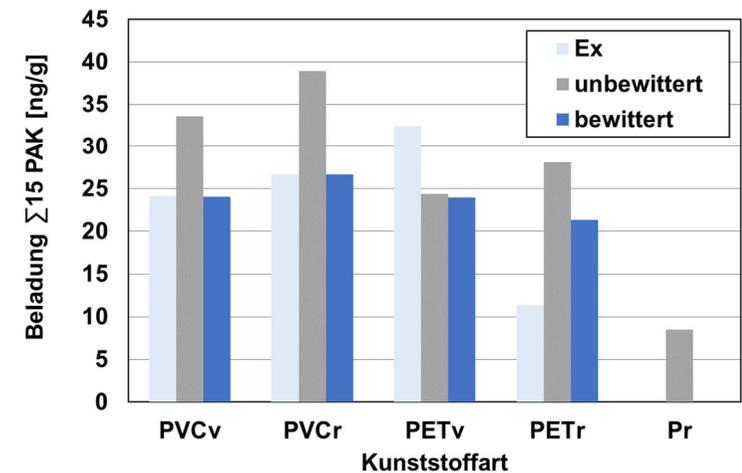
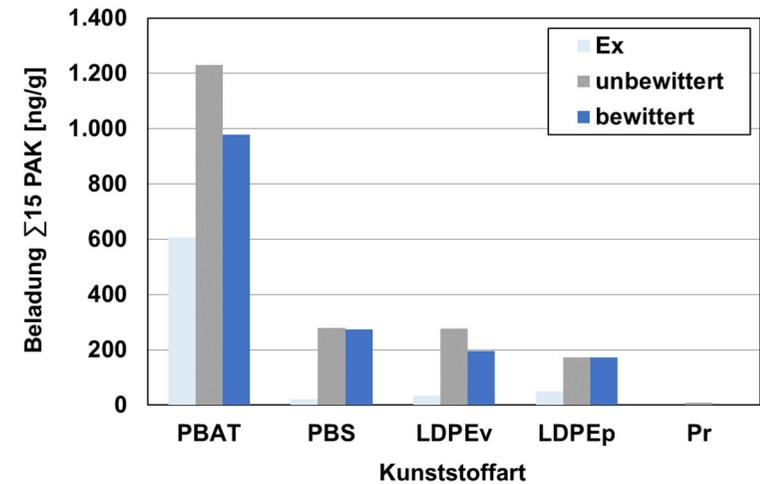
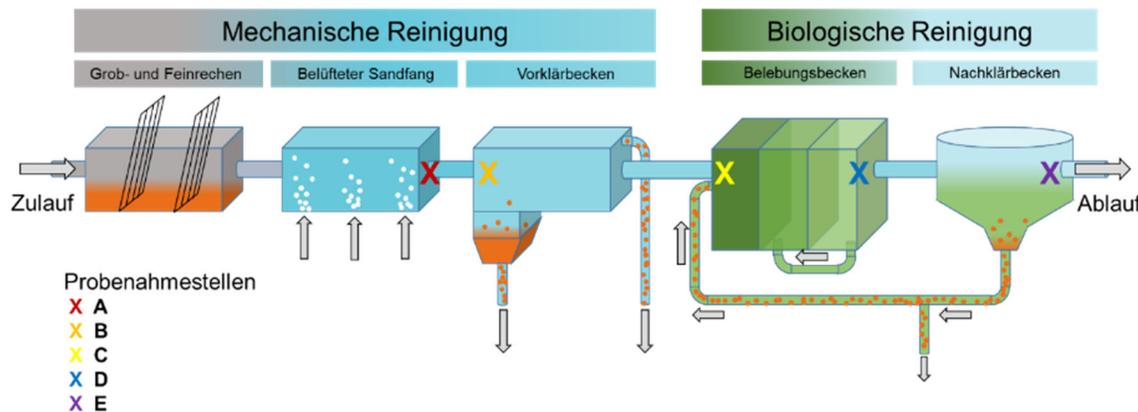
Wie verhält sich Plastik in der Umwelt?

Schadstoffanreicherung



► Exposition von Plastik (blank (Ex), unbewittert, und bewittert) in der Kläranlage

- Es konnte eine Schadstoffanreicherung (PAK) an die Partikel festgestellt werden.
- Höhere Schadstoffanreicherung in mechanischer Abwasserbehandlung
- Schadstoffanreicherung abhängig von Polymerart und Bewitterung



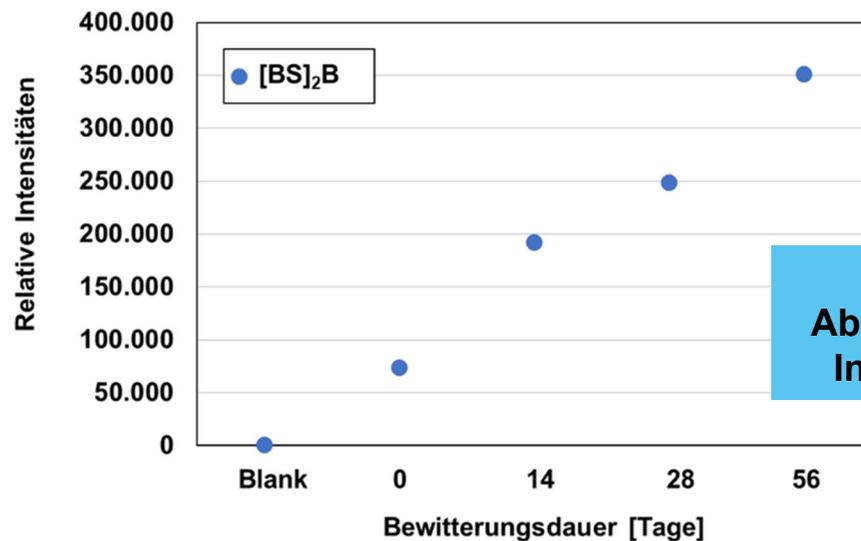
Pr = procedure blank, beschreibt alle Probenreinigungs- und Aufbereitungsschritte ohne Kunststoff

Wie verhält sich Plastik in der Umwelt?

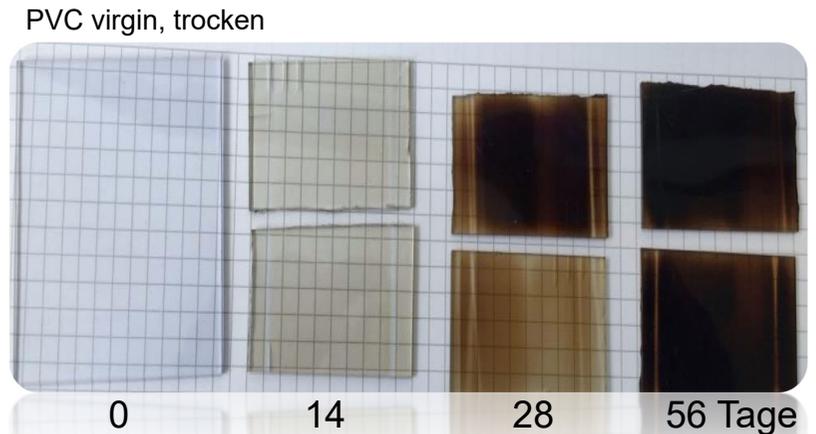
Degradation

► Degradation von Plastik durch beschleunigte Taglicht-Bewitterung

- chemische Veränderung der Oberfläche
- Detektion von mehreren tausend Stoffen im Auslaugmedium
- Zunahme der Zahl der detektieren Stoffe und deren Intensitäten nach einer Bewitterung



Zunahme des linearen Oligomers $[BS_2]B$ in Abhängigkeit der künstlichen Bewitterung von PBS; Indiz für eine Hydrolyse während der Bewitterung



Wie verhält sich Plastik in der Umwelt?

Toxikologie

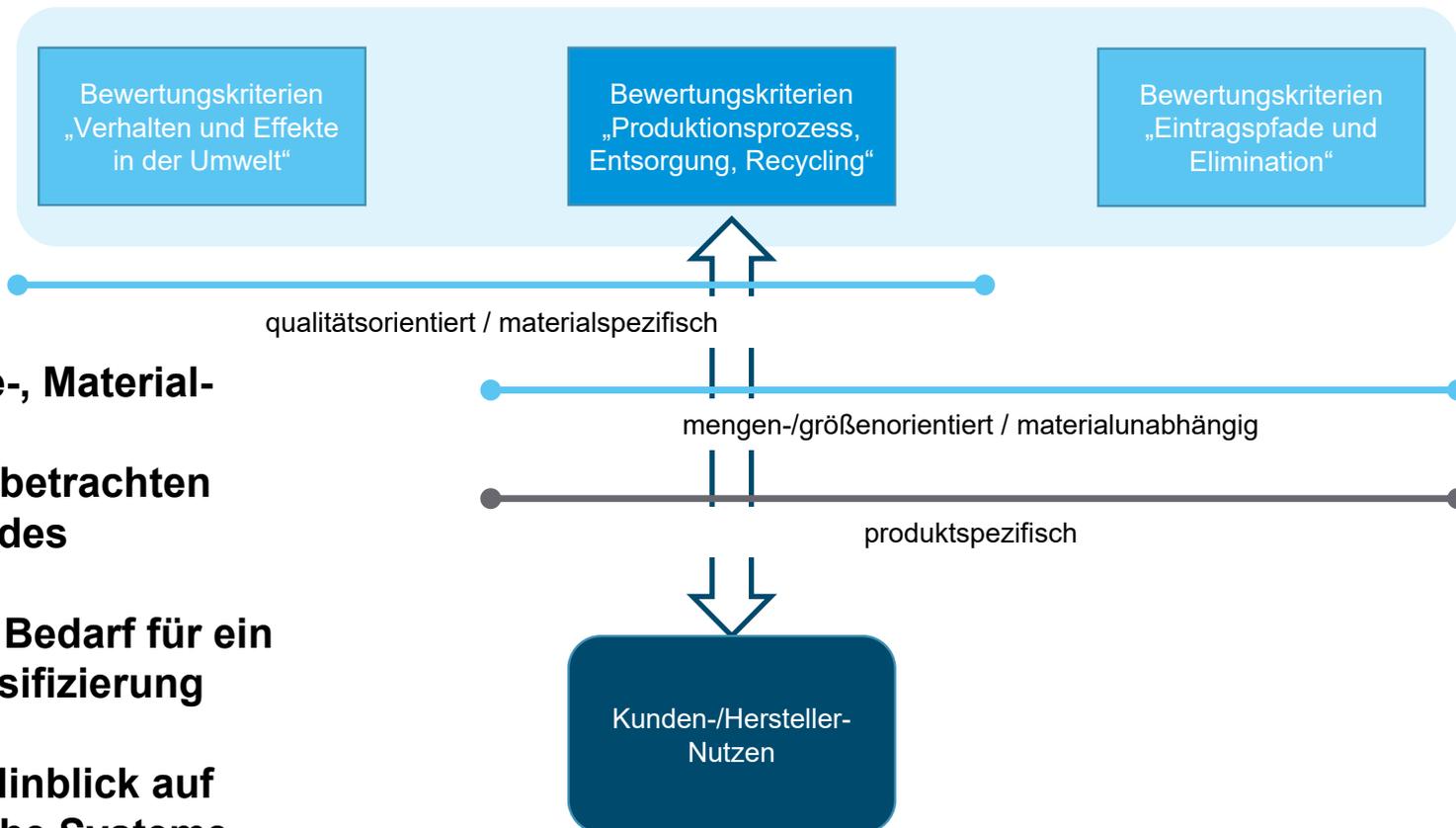


Testsystem	 Basis-toxizität	 Oxidativer Stress	 Anti-Östrogenität	 Anti-Androgenität
PET 1	Green	Green	Yellow	Green
PET 2	Green	Yellow	Yellow	Green
PE 1	Green	Green	Green	Green
PE 2	Red	Red	Red	Red
PP 1	Green	Green	Green	Green
PP 2	Green	Green	Green	Green
PS 1	Yellow	Yellow	Yellow	Green
PS 2	Yellow	Yellow	Yellow	Green
PVC 1	Yellow	Yellow	Yellow	Green
PVC 2	Yellow	Yellow	Yellow	Green
Bioplastik 1	Red	Yellow	Red	Red
Bioplastik 2	Red	Red	Red	Red

- ▶ **Wirkspektrum differiert innerhalb eines Kunststofftyps (z.B. PE)**
- ▶ **unterschiedliche Aktivitäten hinsichtlich des Testsystems**
- ▶ **Zunahme der Wirkpotentiale nach einer UV-Bewitterung**

„Guter“ und „schlechter“ Kunststoff? Wege zum Gütesiegel?

Bewertung



- ▶ Defizitanalyse von 81 Güte-, Material- und Prüfsiegeln
- ▶ 3 der untersuchten Siegel betrachten kompletten Lebenszyklus des Produktes
- ▶ Stakeholder sehen keinen Bedarf für ein neues Gütesiegel zur Klassifizierung von Endprodukten oder Kunststoffmaterialien im Hinblick auf deren Wirkung auf limnische Systeme

Bewertungskriterien für die Anwendung von Kunststoffen

Kriterien zur Bewertung



Sonstige Umwelteffekte

- Umweltwirkung von Biokunststoffen
- Additiveinsatz
- Verringerung des Ressourcenverbrauchs
- Verringerung von umweltbelastenden Emissionen
- Verringerung Abfallmenge und -gefährlichkeit
- Verringerung von Explosionsgefahr/Entflammbarkeit

Praxisnutzen

- Erhöhung der Produktlebensdauer
- Mehrfachnutzung/Recycling
- Produktnutzen aus Verbrauchersicht

Nutzungs- und Entsorgungspraktiken

- Erforderliches Wissen und Kompetenzen für Nutzung und Entsorgung

Kosten

- Aufwand der Entsorgung von Produkten
- Zusatzkosten kommunale Kläranlagen
- Zusatzkosten industrielle Kläranlagen
- Zusatzkosten Regen-/Mischwasserbehandlungsanlagen
- Reduktion der Herstellungskosten
- Preis-Leistungsverhältnis

Degradation/Stoffliche Dynamik

- Degradationsverhalten
- Stoffkonzentrationen
- Ad-/Desorption von Schadstoffen
- Leaching von Schadstoffen/Additiven

Eintragspfade

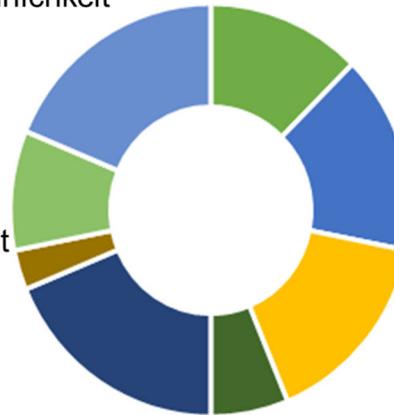
- Entsorgungspraktiken
- Littering
- industrielle Kunststoffemissionen
- Klärschlamm Entsorgung
- Regenwassereintrag/ Mischwasserabschläge

Elimination

- in kommunalen Kläranlagen
- in industriellen Kläranlagen
- in Regenwasserbehandlungsanlagen
- in Mischwasserbehandlungsanlagen
- Restkonzentration im Kläranlagenablauf

Human- und ökotoxikologische Effekte

- Humantoxikologische Wirkung
- Ökotoxikologische Wirkung



Welche Handlungsspielräume gibt es für Konsumentinnen und Konsumenten?

Verbraucher/-innen- befragung



- ▶ Produktspezifische Nutzungs- und Entsorgungspraktiken
- ▶ Wissen und Bewertung bezüglich Umweltwirkungen von Mikroplastik in Gewässern
- ▶ Handlungsbereitschaft: Bewertung von Handlungsoptionen
- ▶ Verantwortungszuschreibung: Wer kann / soll etwas tun?



Qualitative Befragung

- 7 Fokusgruppen
 - je 10 Teilnehmer/-innen
 - je 2 Produkte pro Gruppe
- Quotierung
- Geschlecht, Alter,
 - Bildung, Einkommen

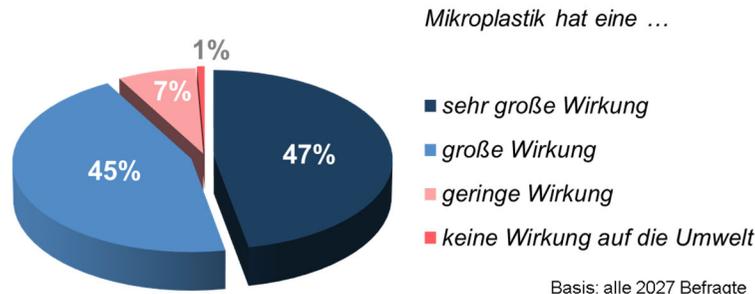
Standardisierte Erhebung

- Online-Befragung
- Fokus auf regelmäßige Nutzer/-innen der ausgewählten Produkte
- N = 2.027

Welche Handlungsspielräume gibt es für Konsumentinnen und Konsumenten?

Verbraucher/-innen- befragung

Wie schätzen Sie die Umweltwirkungen von Mikroplastik in Wasser ein?



Beunruhigung und Angst angesichts der Problematik

- Ich finde es beunruhigend, dass Mikroplastik in unsere Gewässer gelangt
- Das Thema Mikroplastik im Wasser macht mir große Angst.
- Ich bin mir sicher, dass Mikroplastik im Wasser irgendwann für die Menschen gefährlich werden kann.
- Ich bin überzeugt, dass Mikroplastik im Wasser für unsere Ökosysteme eine große Gefahr darstellt.
- Aus Verantwortung für zukünftige Generationen müssen wir schon heute etwas gegen Mikroplastik im Wasser tun.
- Auch wenn die Risiken durch Mikroplastik im Wasser noch nicht ganz klar sind, müssen wir vorsorgend handeln.

Institutionen- und Technikvertrauen

- Ich bin mir sicher, mit guter Technik werden wir auch das Problem von Mikroplastik im Wasser lösen.
- Die Wasserqualität in Deutschland wird sehr gut kontrolliert – darauf vertraue ich.

Problemverleugnung durch Überforderung

- Es ist mir zu viel, mich auch noch um Mikroplastik im Wasser zu kümmern.
- Wir Verbraucher*innen können beim Problem von Mikroplastik im Wasser überhaupt nichts bewirken.
- Wenn andere nicht mitmachen, sehe ich es überhaupt nicht ein, etwas gegen Mikroplastik im Wasser zu tun.
- Wenn ich auf Produkte mit Mikroplastik verzichte und die anderen nicht, bin ich der Dumme.
- Am liebsten möchte ich von solchen Themen überhaupt nichts wissen

- ▶ Mikroplastik in Gewässern wird in der Bevölkerung als wichtiges Umweltproblem wahrgenommen.
- ▶ Verbraucher/-innen sind bereit, Nutzungs- und Entsorgungspraktiken zu verändern.
- ▶ Sie erwarten aber Transparenz und umweltfreundliche Produkte von den Herstellern sowie striktere gesetzliche Vorgaben.
- ▶ Wunsch für einfache Orientierung an Produkt (Entscheidungshilfe) → z.B. durch spezifisches Mikroplastik-Siegel
- ▶ Ergänzt durch umfassende Kommunikationsstrategie

▶ Was kann die Wissenschaft tun?

- Harmonisierung und Standardisierung von Probenaufbereitung und -analyse
- Untersuchung Degradation einschl. der Freisetzung von toxischen Verbindungen
- Durchführung von Langzeitstudien zu den toxikologischen Wirkungen

▶ Was können Konsumenten/-innen tun?

- Bewusster Umgang mit Plastik
- Bessere Information von Konsumenten/-innen

▶ Was können Hersteller tun?

- Verminderung des Einsatzes schädlicher Additive und Prozesschemikalien
- Nachhaltiges Produktdesign, Transparente Deklaration von Chemikalien

▶ Was können Regulationsbehörden und Politik tun?

- Überarbeitung bestehender Produkt-, Material- und Gütesiegel
- Konsequente Umsetzung und Erweiterung des bestehenden Stoffrechts

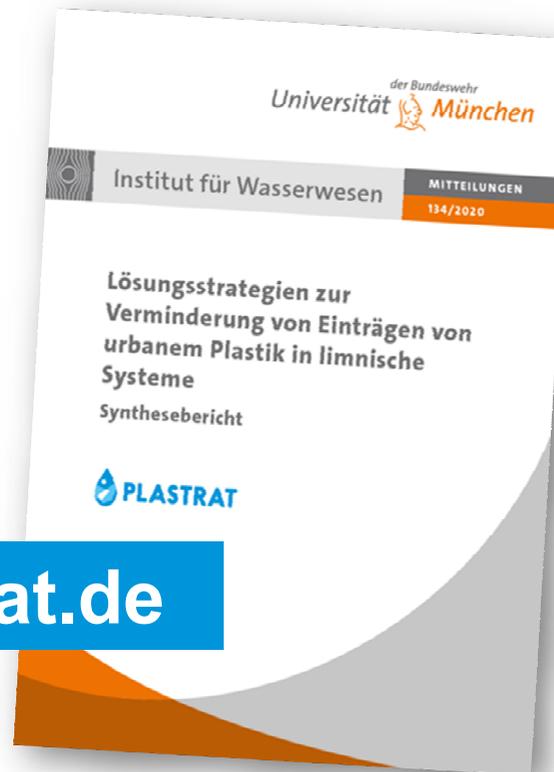
▶ Was kann die (Ab-)Wasserwirtschaft tun?

- Reduzierung von Mischwasserentlastungen
- Optimierung der Kläranlagentechnik



FONA
Forschung für Nachhaltigkeit

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung
**Plastik
in der Umwelt**
Quellen • Senken • Lösungsansätze



www.plastrat.de

