

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



FONA
Forschung für nachhaltige
Entwicklungen
BMBF

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Plastik
in der **Umwelt**

Quellen • Senken • Lösungsansätze



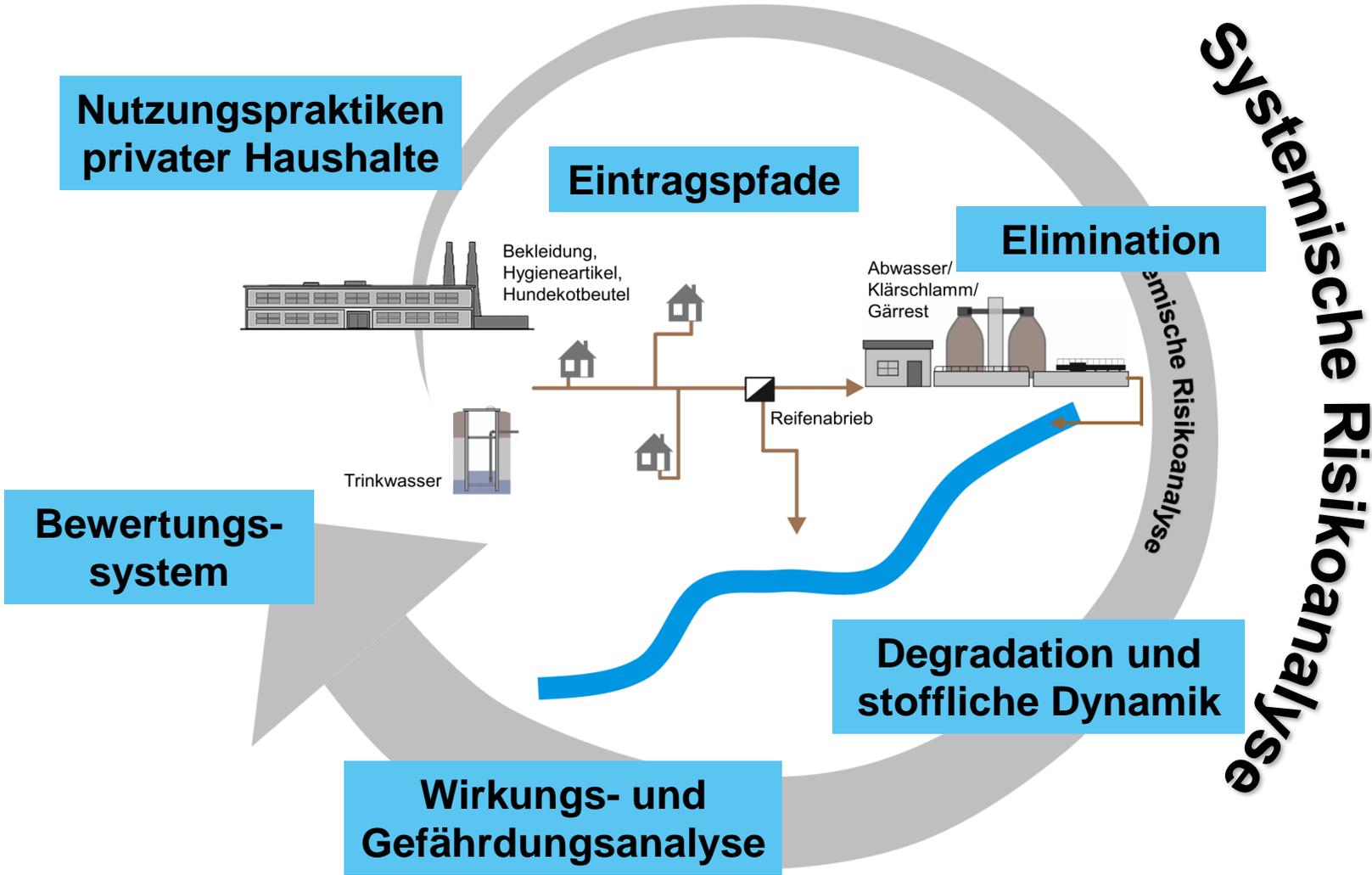
BMBF-Forschungsschwerpunkt Plastik in der Umwelt Quellen • Senken • Lösungsansätze

Statuskonferenz

09./10.04.2019, Kalkscheune, Berlin

Steffen Krause, Annett Mundani, Natalie Wick, Christian Schaum
in Zusammenarbeit mit dem PLASTRAT-Team

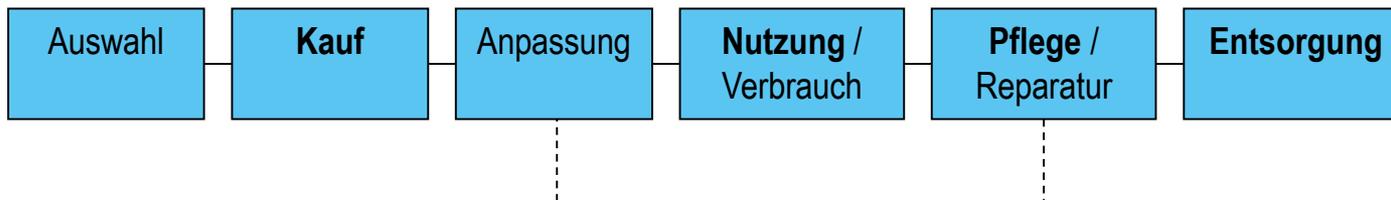
Idee von PLASTRAT





► Konsum als Prozess

Die Nutzung von Produkten (hier Hygieneprodukte, Fleece-Textilien, Hundekotbeutel) ist eingebunden in einen Konsumprozess mit mehreren Phasen. Umweltbelastende Einträge können in verschiedenen Phasen des Konsumprozesses entstehen bzw. beeinflusst werden:



► Handlungsalternativen können an unterschiedlichen Phasen ansetzen

- Kauf und Nutzung eines vergleichbaren Produkts aus anderem Material
- Kauf und Nutzung eines anderen Produkts
- Geänderte Praktiken der Nutzung / Pflege / Entsorgung
- Verzicht auf die Nutzung des Produkts

Defizitanalyse bestehender Güte-, Material- und/oder Prüfsiegel

► Vorgehensweise

1. Recherche Siegel
2. Auswahl von Siegeln zur Analyse anhand von Auswahlkriterien
3. Analyse der Siegel anhand von Analysekriterien
4. Defizitanalyse der Siegel anhand von inhaltlichen Kriterien

Prüfverfahren
oder
Siegelvergabe

Materialien,
Endprodukte,
Produktgruppen,
mit oder ohne
Verpackung

Typ des
Umweltzeichens
(I-III)

Umwelt-
wirkungen und
Stoffeigen-
schaften

Phasen des
Lebenszyklus

Überprüfung der
Gebrauchs-
tauglichkeit

► Kernergebnisse

- Nur drei der untersuchten Siegel betrachten den kompletten Lebenszyklus des Produktes.
- Kein Siegel beschäftigt sich explizit mit den Auswirkungen von Plastik auf limnische Systeme.
- Grundsätzlich sind vielfältige Ansatzpunkte für ein mögliches Gütezeichen vorhanden!

Ziel: Minimierung der schädigenden Auswirkungen von Plastikeinträgen in Fließgewässern

Siegel: Ausschluss von Additiven/Additivgruppen

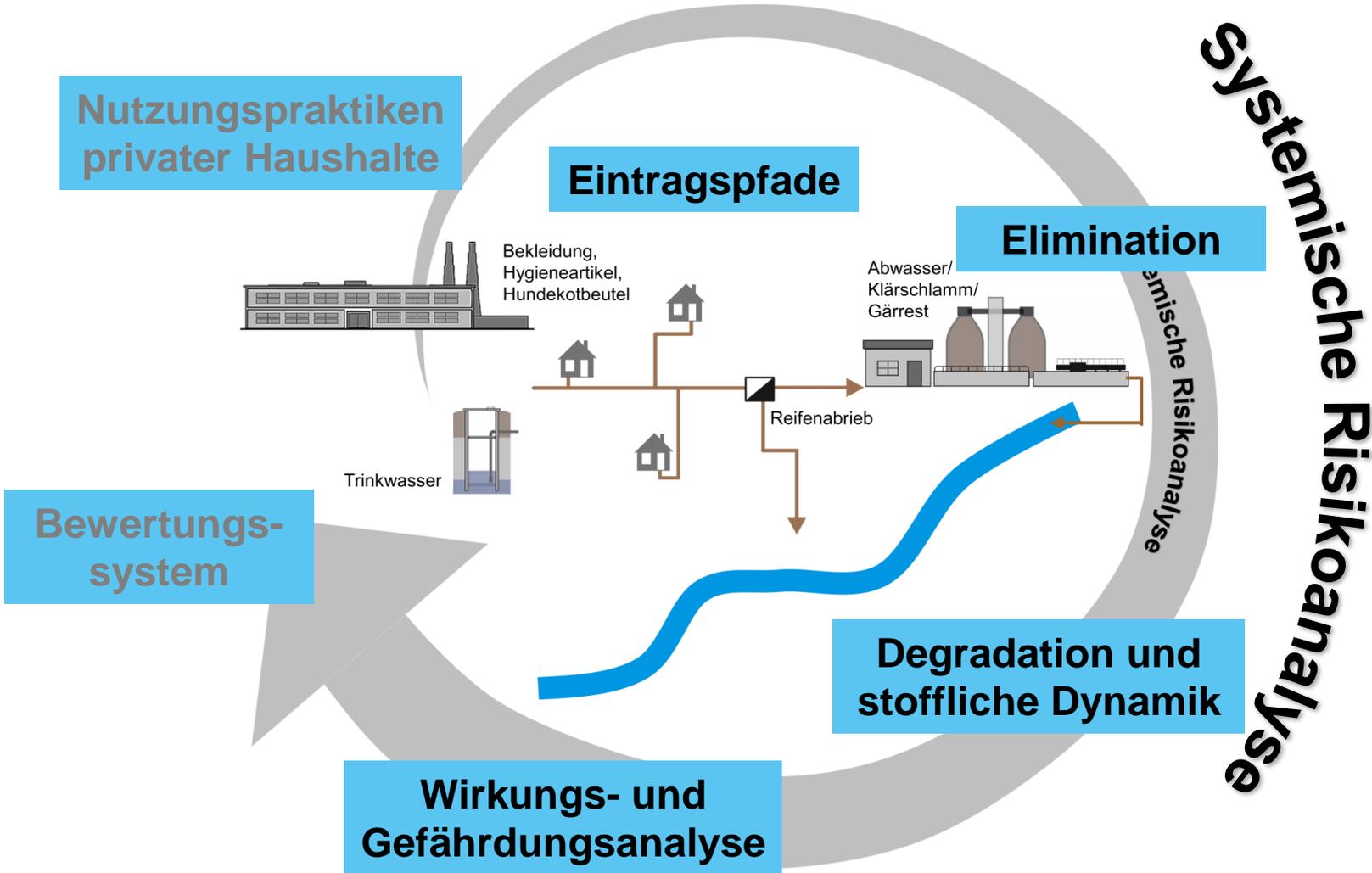
- ▶ **Potentielle Bewertungsdimensionen des multikriteriellen Bewertungskonzeptes für Kunststoffe hinsichtlich ihrer Umweltverträglichkeit für limnische Systeme**



Stakeholder-Dialog

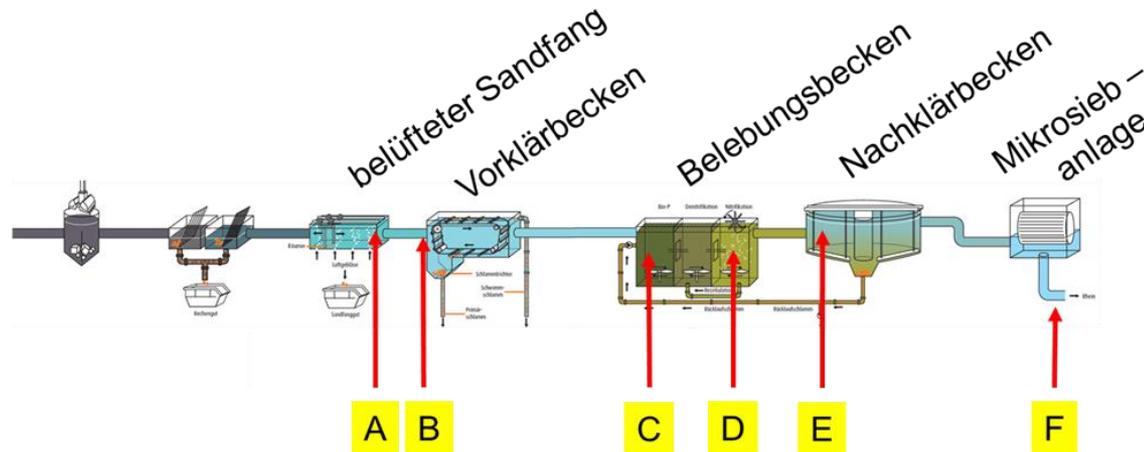
- Identifikation adressatenspezifischer Bedürfnisse und Anforderungen bezogen auf ein Gütesiegel und handlungsfeldbezogene Strategien
- produktgruppenbezogene und ggfs. Produktfeld übergreifende Stakeholder-Workshops

Idee von PLASTRAT



Eintragspfade und Elimination Ad- / Desorption

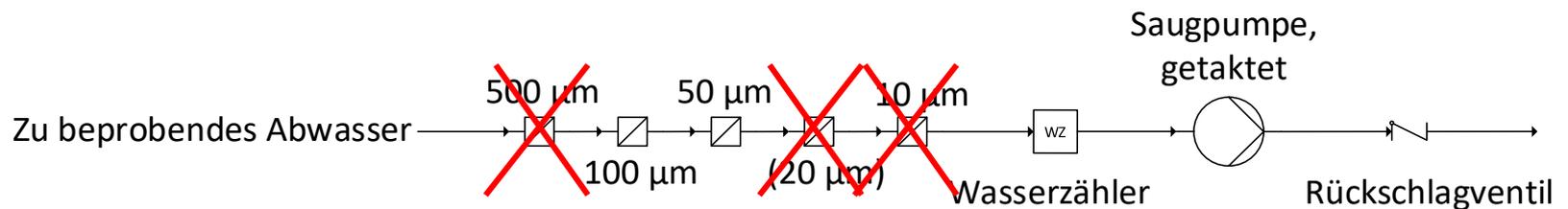
- ▶ Pellets aus 12 verschiedenen Kunststoffen für Versuche an 6 Stufen einer Kläranlage ausgewählt
- ▶ Exposition der LDPE-Pellets für 75 Tage
POP-Sorptionsfähigkeit: LDPE >> PP > PS > PET*
* nach Ergebnisse von PLASTOX (JPI Oceans)
- ▶ kein Nachweis von PCBs (32), HCH (5) und DDT (6)
- ▶ Nachweis von PAK in allen Pellets an allen Stellen



Quelle: ELW

Eintragspfade und Elimination Probenahme an Kläranlagen

- ▶ Entnahme von zeitproportionalen 24h-Mischproben mittels Schlauchpumpe in Edelstahl-Tank 1 m³
- ▶ Umwälzen des Tanks und Filtration über Filterkaskade im Saugbetrieb



Aufbereitung von Klärschlammproben

► Ziel

- Hygienisierung und Reduktion der organischen Substanz ohne Mikroplastik zu zerstören → Fenton-Reaktion

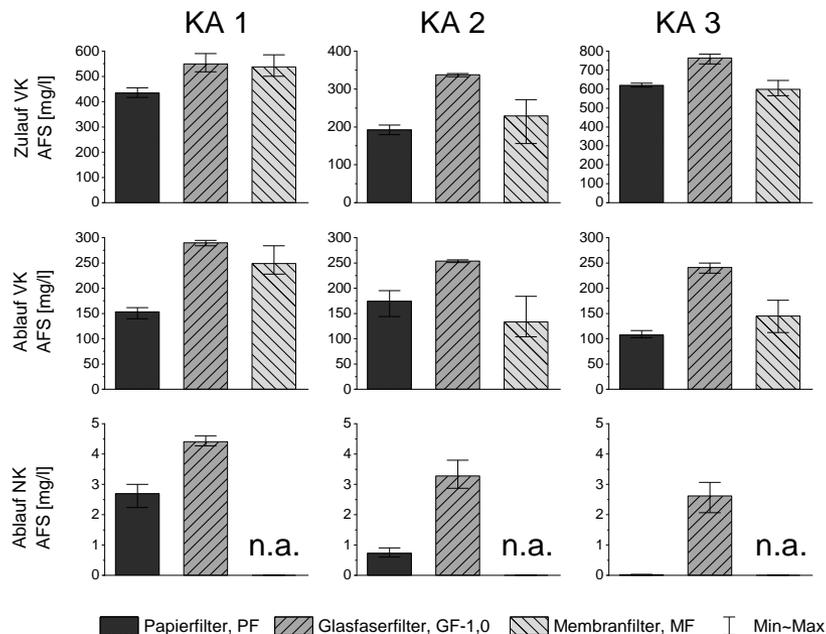
► Ergebnisse

- erreichte CSB-Reduktion > 80 %
- deutliche Verbesserung der Filtrierbarkeit für 50 mL Faulschlamm < 1 min. statt 100 min.

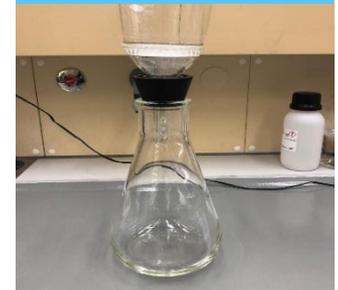


AFS als Begleitparameter in der Mikroplastik-Untersuchung

- ▶ abfiltrierbare Stoffe (AFS) als Maß für den Partikelgehalt
- ▶ Basis für das Aufzeigen möglicher Korrelationen und für die Übertragung von Ergebnissen
- ▶ Nach DIN 38409-2 ist die Ermittlung von AFS mit verschiedenen Filtern möglich (Material, Porenweite). DIN EN 872 legt den Einsatz von Glasfaserfiltern fest.
→ Prüfung der Vergleichbarkeit der Befunde



Papier- und Glasfaserfilter
Unterdruck



Membranfilter
Überdruck



Aufbereitung und Analyse

► Weitere Probenaufbereitungsschritte

- eine Dichteseperation mit Natriumpolywolframat

► Analyse

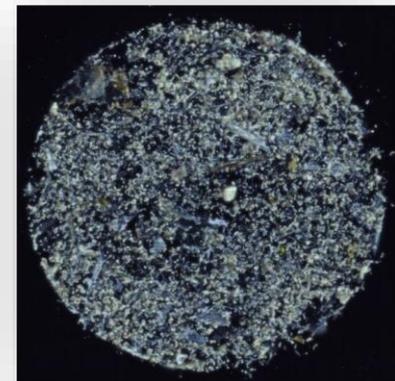
- Automatisierung der Partikelerkennung und Raman-Mikroskopie durch Entwicklung der **GEPARD-Software** (OPEN SOURCE und frei verfügbar <https://gitlab.ipfdd.de/GEPARD/gepard>)
- halbautomatische Auswertung der Raman-Messungen mit Programm TrueMatch

► Ergebnisse

- erste Analysen für Klärschlämme zeigen eine extrem hohe Partikeldichte, die zu Messzeiten von ca. einer Woche pro Probe bei Erfassung aller Partikel > 10µm führen
- Entwicklung eines Verfahrens (Gerätes) zur Aliquotierung der Proben
- GEPARD ermöglicht statistisch abgesicherte Analyse einer Teilmenge der zuvor identifizierten Partikel

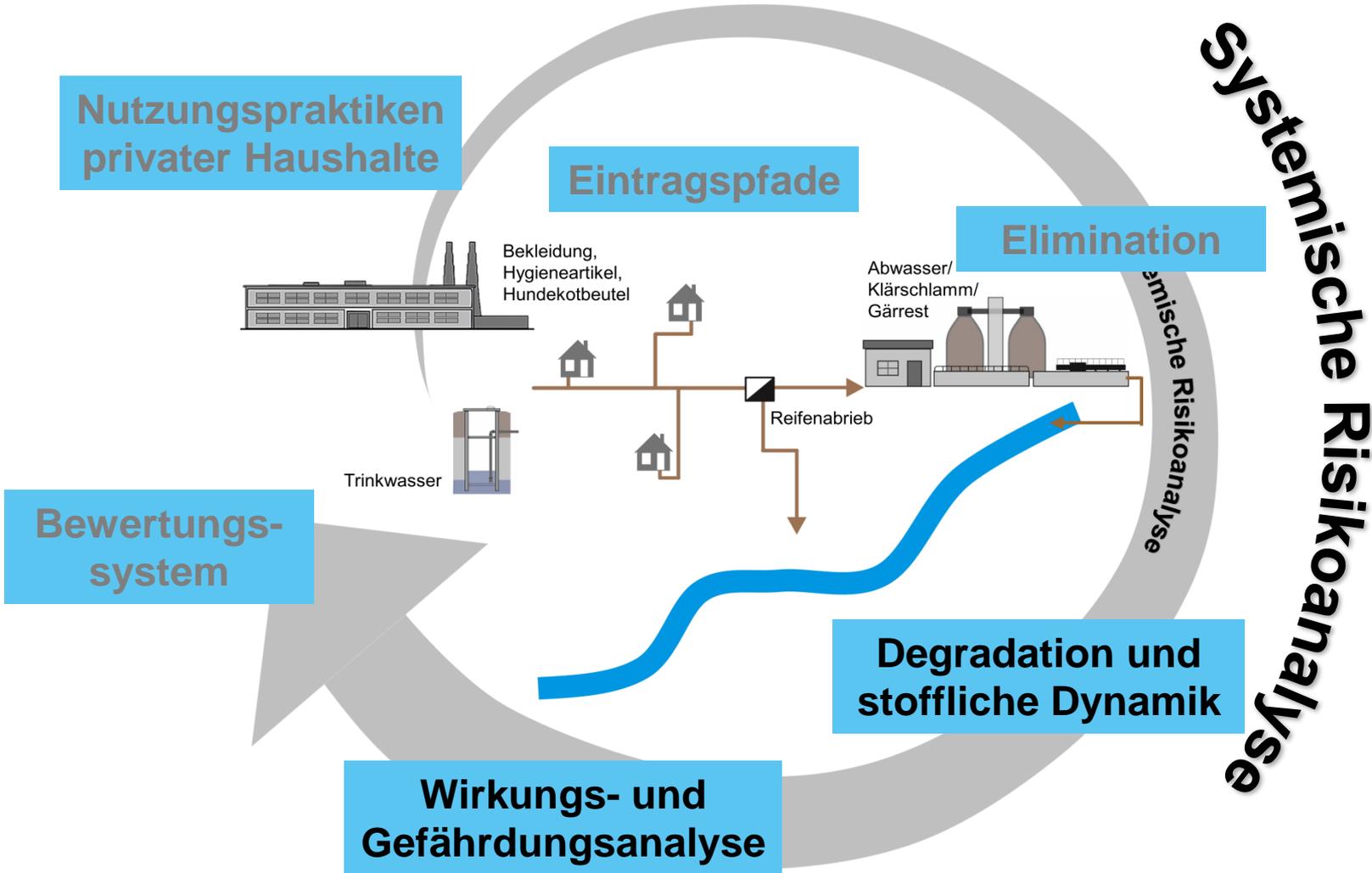


Ivar do Sul 2018

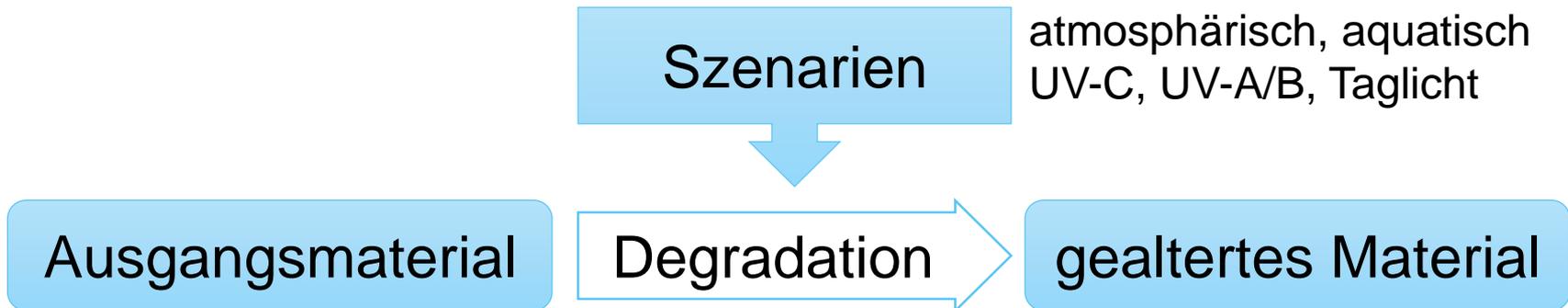


10 x 10 mm Si-Filter; Porengröße 50 µm; ca. 11.000 identifizierte Partikel davon 23 Kunststoff; Messzeit 11,7 h (ipf 2018)

Idee von PLASTRAT

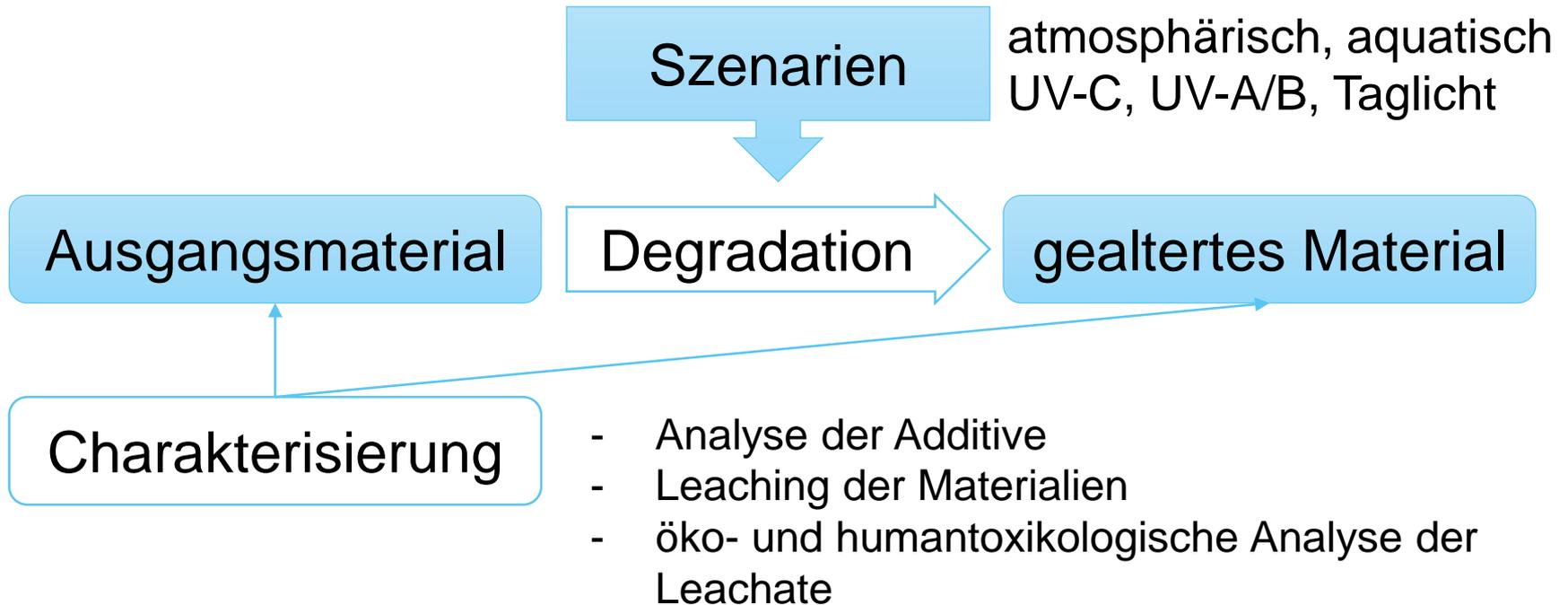


Stoffliche Dynamik und Wirkungsanalyse

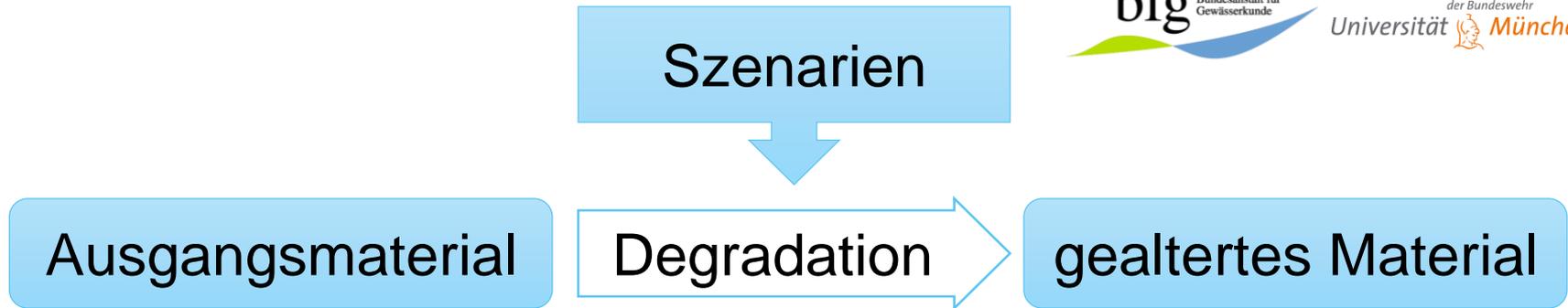


Polyethylene PE (virgin & Rezyklat)
Polyethylenterephthalat PET (virgin & Rezyklat)
Polyvinylchlorid PVC (virgin & Rezyklat)
Stärkeblend-Ecoflex
Polybutylensuccinat PBS

Stoffliche Dynamik und Wirkungsanalyse



Stoffliche Dynamik und Wirkungsanalyse



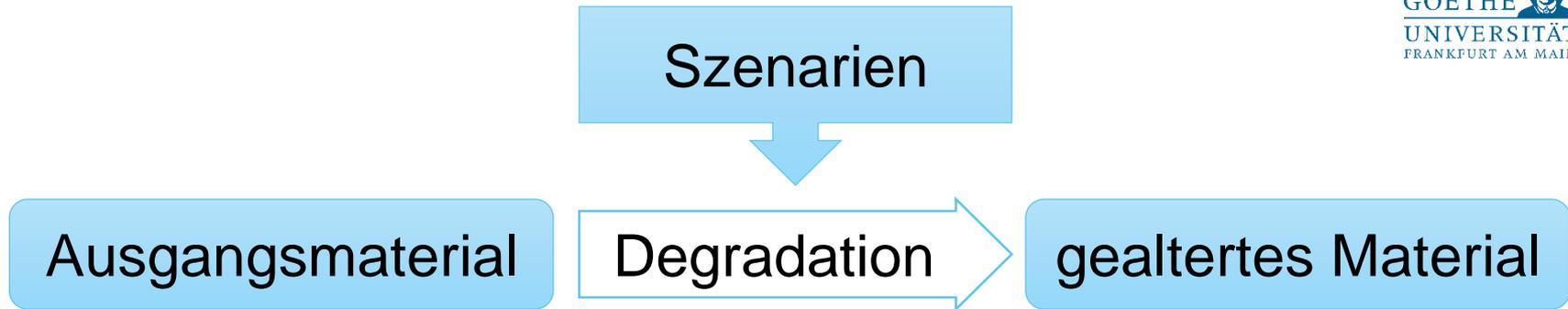
nachgewiesene Additive im Ausgangsmaterial:

- sekundäre und primäre Antioxidantien
- Weichmacher, Gleitmittel
- UV-Absorber, Stabilisatoren
- Monomere, Oligomere

Untersuchung gealtertes Material:

- Nachweis von Oxidationsprodukten an Oberfläche mit ATR-FTIR
- keine Veränderungen der Bulkeigenschaften mittels Pyrolyse-GC-MS nachweisbar

Stoffliche Dynamik und Wirkungsanalyse

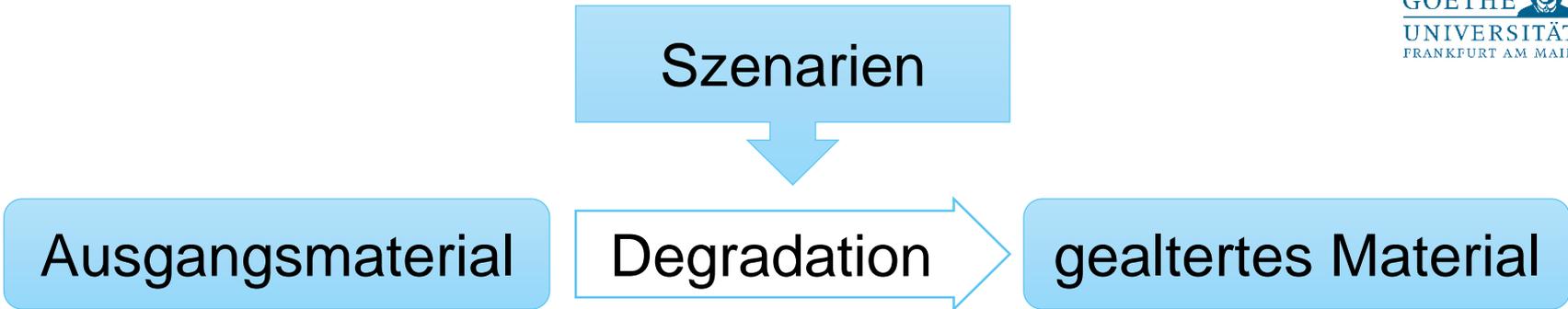


Leachate nach aquatischer Bewitterung mit UV-C Strahlung

Aktivität	PET	PET-R	PVC-V	PVC-R	Stärkeblend	PBS
Anti-Östrogen ¹	✗	✗	?	✓	✓	✓
Anti-Androgen ¹	✗	✗	?	✓	✓	✓
Dioxin-ähnlich ¹	✗	✗	?	✗	✓	✗
Basistoxizität ²	✗	✗	?	✓	✓	✓
Oxidativer Stress ³	✗	✓	?	✓	✓	✓
Gentoxizität ⁴	✗	✗	?	?	✓	✓

In-vitro Testung: ¹Hefe-basierte Reporteragenassays, ²Mikrotox-Assay, ³AREc32-Assay, ⁴umuC-Test

Stoffliche Dynamik und Wirkungsanalyse

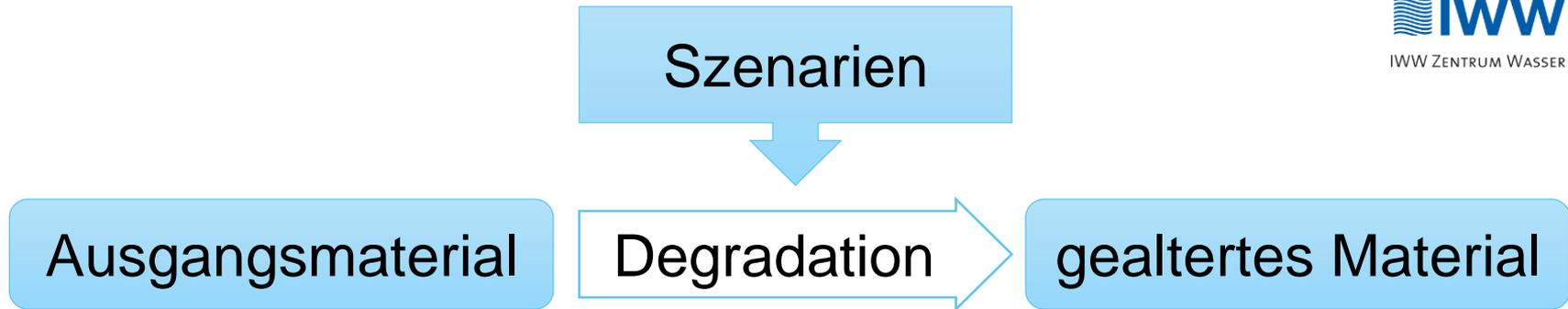


Gentoxizität von Leachaten nach aquatischer Bewitterung

	PET	PET-R	Stärke blend	PBS	PE	PE-R	PP	PS
dunkel	x	x	✓	x	x	✓	x	x
UV-A/B	x	x	✓	x	✓	✓	x	✓
UV-C	x	x	✓	✓	x	✓	x	✓
UV-A/B in H ₂ O	x	x	✓	x	x	✓	x	x

umuC-Test: *In-vitro* Testung mit Salmonella typhimurium

Stoffliche Dynamik und Wirkungsanalyse



Testung von 11 Antioxidantien

Wirkpotential	Ionol (10 µg/L)	Vulkanox PBN (750 µg/L)	Vulkanox PBN (1000 µg/L)	Vulkanox PAN (1000 µg/L)	Hostanox PAR 24P (1000 µg/L)
Östrogen ¹ (ng E-EQ/L)	✓	✗	✓	✓	✓
Anti-Östrogen ² (mg OHT-EQ/L)	✗	✗	✓	✗	✗
Anti-Androgen ² (µg Flu-EQ/L)	✗	✗	✓	✓	✗
Dioxin-ähnlich ¹ (µg b-NF-EQ/L)	✗	✓	✓	✗	✗

¹ER CALUX Assay; ²Hefe-basierte Reportergergenassays

Ausblick

▶ Analytik

- Weiterentwicklung der Probenaufbereitung

▶ Eintragspfade und Elimination

- Anwendung der Methodik

▶ Stoffliche Dynamik

- DSC-TGA-FTIR (intrinsische Veränderung der Matrix)
- Fortsetzung der Freisetzung (verschiedene Extraktionsmittel)
- toxikologische Bewertung der Extrakte
- Fortführung der Ad- / Desorptionsversuche an anderen Stoffgruppen

▶ Bewertungsverfahren

- Stakeholder-Workshops



Universität der Bundeswehr München: C. Schaum, S. Krause, A. Mundani, N. Wick, L. Broß

Bundesanstalt für Gewässerkunde: T. Ternes, G. Dierkes, P. Schweyen, T. Lauschke

Goethe-Universität Frankfurt: J. Oehlmann, U. Schulte-Oehlmann, K. Klein

ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung: I. Stieß, M. Winker, C. Völker, H. Kerber, E. Schramm, L. Raschewski

IWW Rheinische Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH: H. Pannekens, K. Wencki, N. Sips

aquadrat ingenieure GmbH: T. Günkel-Lange

inge GmbH: C. Staaks, C. Pfister

Leibniz-Institut für Ostseeforschung: M. Labrenz, J. Ivar do Sul

Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V.: D. Fischer, F. Fischer

TU Darmstadt: L. Schebek, K. Sakaguchi-Söder, M. Gottschling

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



FONA
Forschung für nachhaltige
Entwicklungen
BMBF

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Plastik
in der **Umwelt**

Quellen • Senken • Lösungsansätze



BMBF-Forschungsschwerpunkt Plastik in der Umwelt Quellen • Senken • Lösungsansätze

Statuskonferenz

09./10.04.2019, Kalkscheune, Berlin

Steffen Krause, Annett Mundani, Natalie Wick, Christian Schaum
in Zusammenarbeit mit dem PLASTRAT-Team