

# CONVERSID

Market & Strategy



Workshop

## Sonderbetrachtung "Pelletverluste"

Weiterentwicklung des Modells „Kunststoffe in der Umwelt“

Im Auftrag von BKV GmbH, Frankfurt

**BKV** KUNSTSTOFF  
KONZEPTE  
VERWERTUNG

Mit Unterstützung von

 **PLASTICS  
EUROPE**  
Enabling a sustainable future

 **VDMA**  
Kunststoff- und  
Gumminmaschinen

 **FCIO**  
KUNSTSTOFF

 **IK**  
IK Industrievereinigung  
Kunststoffverpackungen e.V.

 **GKV**  
Gesamtverband  
Kunststoffverarbeitende  
Industrie e.V.

19.08.2022

## Autoren der Studie/Kontakt

Die vorliegende Studie wurde erstellt durch



### Conversio Market & Strategy GmbH

Am Glockenturm 6  
63814 Mainaschaff

 +49 (0) 6021 / 15067-00

[info@conversio-gmbh.com](mailto:info@conversio-gmbh.com)  
[www.conversio-gmbh.com](http://www.conversio-gmbh.com)



**Christoph Lindner**  
+49 (0) 6021 / 15 06 701  
[c.lindner@conversio-gmbh.com](mailto:c.lindner@conversio-gmbh.com)



**Matthias Arnold**  
+49 (0) 6021 / 15 06 705  
[m.arnold@conversio-gmbh.com](mailto:m.arnold@conversio-gmbh.com)



**Julia Hein**  
+49 (0) 6021 / 15 06 707  
[j.Hein@conversio-gmbh.com](mailto:j.Hein@conversio-gmbh.com)

# Agenda

## Einordnung der Studie Sonderbetrachtung „Pelletverluste“

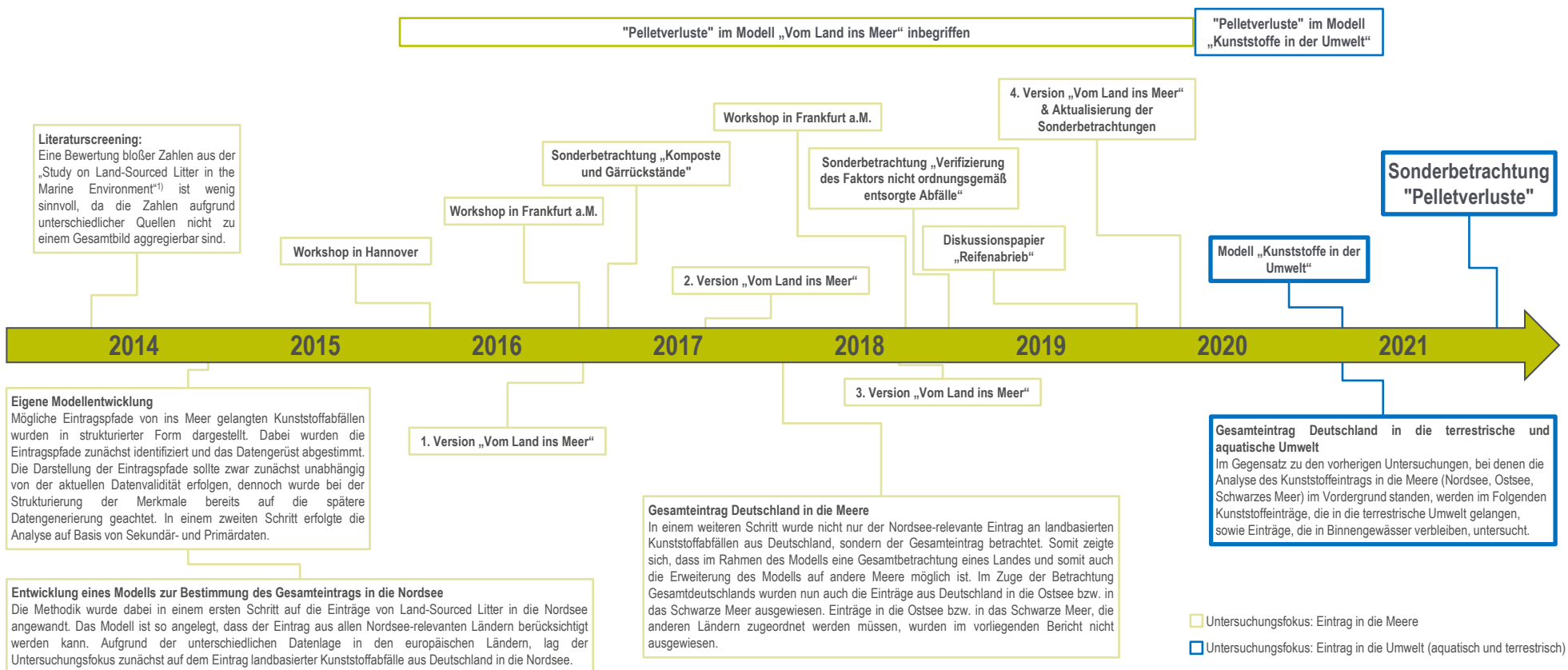
Projekte InRePlast und EmiStop

Die Erweiterung des Datenmodells und zentrale Ergebnisse

# Einleitung

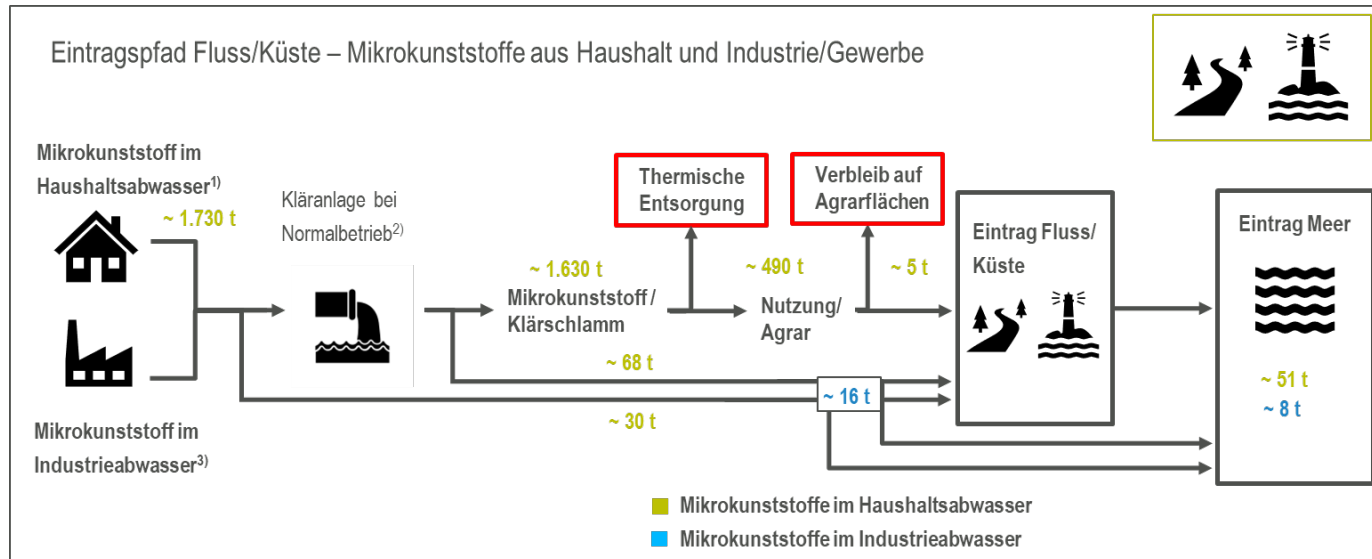
## Ziel, Grundlage und Aufgabenstellung des Projektes

### Historische Entwicklung



<sup>1)</sup> Erstellt 2012 vom Öko-Institut im Auftrag von BKV GmbH, IK Industrievereinigung Kunststoffverpackungen e.V., KVS (Kunststoffverband Schweiz; heute SwissPlastics) und FCIO (Fachverband der Chemischen Industrie Österreich).

# „Vom Land ins Meer“ Eintrag Mikrokunststoffe aus Haushalt und Industrie/Gewerbe



- Im Rahmen der Studie „Vom Land ins Meer“ wird der Eintrag von Mikrokunststoffen aus Industrieabwasser in die aquatische Umwelt auf ~16 t beziffert. Der Eintrag in die Meere beläuft sich auf ~8 t. (siehe Schaubild, in Blau hervorgehobene Werte)
- Basis der Modellberechnungen sind konkrete Messuntersuchungen aus der Donau<sup>4)</sup>. Hierzu wurden Ergebnisse aus Österreich mittels Sekundärdaten für Deutschland hochgerechnet.

1) Private und gewerbliche Quellen in Küstennähe sowie an Flüssen erster Ordnung gelegen, werden nicht gesondert berücksichtigt.

2) Die Einleitung von Regenwasser direkt in den Vorfluter wird im Modell berücksichtigt.

3) Es liegen keine Inputwerte vor, da die Studie „Plastik in der Donau - Untersuchungen zum Vorkommen von Kunststoffen in der Donau in Österreich.“ (für nähere Informationen siehe Handbuch sowie Literaturverzeichnis im Bericht „Vom Land ins Meer“) die Berechnungsgrundlage bildet. Hier werden die angegebenen Mengen an Mikrokunststoffen industriellen Ursprungs bereits im Fluss ausgewiesen.

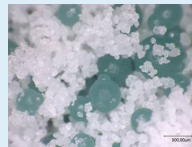
4) Hohenblum, Frischenschlager, Reisinger, Konecny, Uhl, Mühlegger, Habersack, Liedermann, Gmeiner, Weidenhiller, Fischer, Rindler (2015): Plastik in der Donau. Untersuchungen zum Vorkommen von Kunststoffen in der Donau in Österreich. UBA (AT).

# Definition und Einordnung von Kunststoffpellets innerhalb der Kategorie Primäre und Sekundäre Mikrokunststoffe

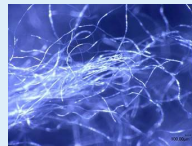
## Primäre Mikrokunststoffe

- Im Rahmen des Modells zählen Kunststoffe, die beim Eintrag in die terrestrische bzw. aquatische Umwelt <5 mm sind, zu primären Mikrokunststoffen.
- Mikrokunststoffe können einerseits bereits bei der Herstellung eines Produktes erzeugt werden, andererseits auch erst in der Nutzungsphase entstehen.
- So zählen beispielsweise Mikrofasern, die sich beim Waschen aus synthetischen Kleidungsstücken lösen und in das Abwasser gelangen, gemäß der getroffenen Definition im Rahmen der Untersuchung als primäre Mikrokunststoffe.
- Pellets (Granulate) sind je nach Herstellungsverfahren kugel-, linsen-, würfel- oder zylinderförmig, und der Teilchendurchmesser liegt zwischen 0,5 und 5 mm. Der kleine vorgeformte Körper hat in einer Charge eine relativ einheitliche Abmessung. Pellets werden häufig als Ausgangsmaterial bei der Kunststoffverarbeitung als Rohstoff oder Vormaterial eingesetzt. Der Unterschied zwischen den Granulatformen liegt u.a. in der besseren Fließigenschaften der linsen- bzw. kugelförmigen Pellets. Kunststoffflakes, wie sie teilweise beim Recyclingprozess entstehen, zählen nicht zu Pellets.

### Beispiele Mikrokunststoffe<sup>1)</sup>



Microbeads aus Kosmetika



Mikrofasern aus Fleece-Kleidung



Resin pellets

## Sekundäre Mikrokunststoffe

- Als sekundärer Mikrokunststoff werden Mikrokunststoffe verstanden, welche durch Zersetzung von Makro-kunststoffen entstehen.
- Kunststoffe, die beim Eintrag in die terrestrische bzw. aquatische Umwelt >5 mm sind und sich erst in der Umwelt zersetzen (sekundäre Mikrokunststoffe), werden im Rahmen der Modellberechnung als Makrokunststoffe erfasst.



<sup>1)</sup> Alphabetische Darstellung der Beispielbilder Mikrokunststoffe.

# Einleitung

## Ziel, Grundlage und Aufgabenstellung des Projektes

### Gesamtüberblick und Prozessbausteine

#### Stufe 1

##### IST-Daten Analyse

- Analyse und Bewertung bisheriger, vorhandener Daten, Informationen und Berechnungen aus...
  - dem Modell „Vom Land ins Meer – Modell zur Erfassung landbasierter Kunststoffe“,
  - dem Modell „Kunststoffe in der Umwelt“,
  - den Analysen innerhalb des Verbundprojektes MicBin<sup>1)</sup>.



#### Stufe 2

##### Integration neuer Daten und Partner

- Weitere wissenschaftliche Untersuchungen, insbesondere die des BMBF-Forschungsschwerpunktes „Plastik in der Umwelt“, werden in die Analyse mit einbezogen.
- Von besonderem Interesse sind die Projekte „EmiStop“ und „InRePlast“.



#### Stufe 3

##### Weitere Analyse und Recherchen

- Durchführung weiterer Sekundärdatenanalysen
- Analyse von Maßnahmen und Vorgehensweisen in relevanten Betrieben entlang der Wertschöpfungskette auf Basis von mehr als 20 Experten-Interviews mit Studienprojektleiter und betroffenen Betrieben (Erzeuger, Compoundeure, Logistiker, Verarbeiter, Recycler, Reifenserviceunternehmen, Radwaschanlagenhersteller)

#### Stufe 4

##### Gesamtauswertung und Reporting

- Auswertung und Analyse
- Modellerstellung und Reporting
- Erstellung des Berichtes zur Sonderbetrachtung "Pelletverluste"
- Diskussion mit den Auftraggebern und ggf. dem Begleitkreis
- Finalisierung des Endberichtes

<sup>1)</sup> MicBin – Mikroplastik in Binnengewässern. Teilberichte des Verbundprojektes wurde von Conversio im Auftrag der BKV GmbH erstellt. Insbesondere Ergebnisse des Teilprojekt „AP 3.3.– Untersuchung von direkt und indirekt einleitenden Anlagen industrieller und gewerblicher Abwasser in Gewässer“ fließen in die Sonderbetrachtung "Pelletverluste" ein.

# Agenda

Einordnung der Studie Sonderbetrachtung „Pelletverluste“

**Projekte InRePlast und EmiStop**

Die Erweiterung des Datenmodells und zentrale Ergebnisse



# InRePlast Projektvorstellung



## Hintergrund

„Private Haushalte und Unternehmen tragen durch ihr Handeln entweder direkt oder über die öffentlichen Verkehrswege beständig Kunststoffe in die Abwässer und damit in die Entwässerungssysteme ein. Derzeit besteht Unklarheit hinsichtlich der Menge und der Art dieser Kunststoffe.“

## Vorgehensweise

- In vier Modellgemeinden wurde die Menge und Art der Kunststoffe, die innerhalb eines Jahres über die Schmutzwasser- und Niederschlagswassererfassung in die Entwässerungssysteme eingeleitet wurden, erfasst.

## Ziel

- Übersicht über Art und Menge von kunststoffhaltigen Produkten, die über das Abwasser in die Umwelt gelangen.
- Spezifikation von Eintragsorten, Eintragsakteuren und Eintragshandlungen

Quelle: <https://inreplast.de/projektbeschreibung/>

## ▪ Forschungsschwerpunkt

Plastik in der Umwelt –  
Quellen • Senken • Lösungsansätze

## ▪ Projekttitle

Umweltpolitische Instrumente zur Reduzierung der Plastikverschmutzung von Binnengewässern über Entwässerungssysteme

## ▪ Laufzeit

01.01.2019 – 31.12.2022

## ▪ Projektteam



Universität Kassel – AG Umweltpolitik  
Dr. Maria Daskalakis (Projektkoordination)



Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen (FiW) e.V.  
Dr.-Ing. Marco Breitbarth



Hochschule Darmstadt – Fachgebiet  
Umwelt- und Energierecht  
Prof. Dr. Anja Hentschel

# InRePlast Übersicht Untersuchungsgrundlagen

## Region:

Empirische Untersuchungen der Kunststoffeinträge in die Entwässerungssysteme von vier Modellkommunen

- Aachen (250.000 Einwohner) - Simmerath (15.000 Einwohner) - Stolberg (57.000 Einwohner) - Roetgen (8.600 Einwohner)

## Untersuchungsorte:

Kläranlagen und Straßenabläufe

## Untersuchungsgegenstand:

Kunststoffe und Kunststoffverbunde >1 mm

## Probenahmestellen:



Städteregion Aachen<sup>1)</sup>



Foto: Copyright FiW e.V.<sup>1)</sup>

Ganzjährige Probenahme anhand 288 repräsentativer Straßenabläufe in 48 Straßen mit maßgefertigten 1 mm Netzen in Ablaufeimer

Rechen/Feinrechen<sup>2)</sup>



Foto: Copyright FiW e.V.<sup>2)</sup>

Sandfang<sup>2)</sup>



Foto: Copyright FiW e.V.<sup>2)</sup>

Klärschlamm<sup>2)</sup>



Foto: Copyright FiW e.V.<sup>2)</sup>

Nachklärbecken/  
Nachnitritifikation<sup>2)</sup>

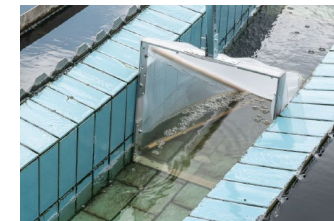


Foto: Copyright FiW e.V.<sup>2)</sup>

Ablauf<sup>2)</sup>



Foto: Copyright FiW e.V.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Quelle: TUBS ([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Municipalities\\_in\\_AC\\_\(2009\).svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Municipalities_in_AC_(2009).svg)), „Municipalities in AC (2009)“, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>.

<sup>2)</sup> Quelle: FiW e.V.: InRePlast - Übersicht Ergebnisse Kunststoffpellets vom 16.08.2021.

# InRePlast Ergebnisse der Straßenabläufe<sup>1)</sup>

## Zielsetzung

Ganzjährige Erfassung der eingetragenen Kunststoffe anhand 288 repräsentativer Straßenabläufe in 48 Straßen der Modellkommunen Roetgen, Simmerath, Stolberg und Aachen

## Konzepte und Methoden:

Ganzjährige Probenahme im ~4 Wochen Rhythmus mit maßgefertigten 1 mm Netzen in Ablaufeimer



Foto: Copyright FiW e.V.<sup>1)</sup>

## Ergebnisse Pellets aus der Industrie

Roetgen 209 g/a  
Simmerath 340 g/a  
Stolberg 836 g/a  
Aachen 494 g/a

Summe 2,2 kg/a



Foto: Symbolbilder – nicht der Recycler in Roetgen!; Copyright FiW e.V.<sup>1)</sup>

## Ergebnisse Pellets aus der Radreinigung

Roetgen 156 g/a  
Simmerath 5 g/a  
Stolberg 50 g/a  
Aachen 1.795 g/a

Summe 2,0 kg/a

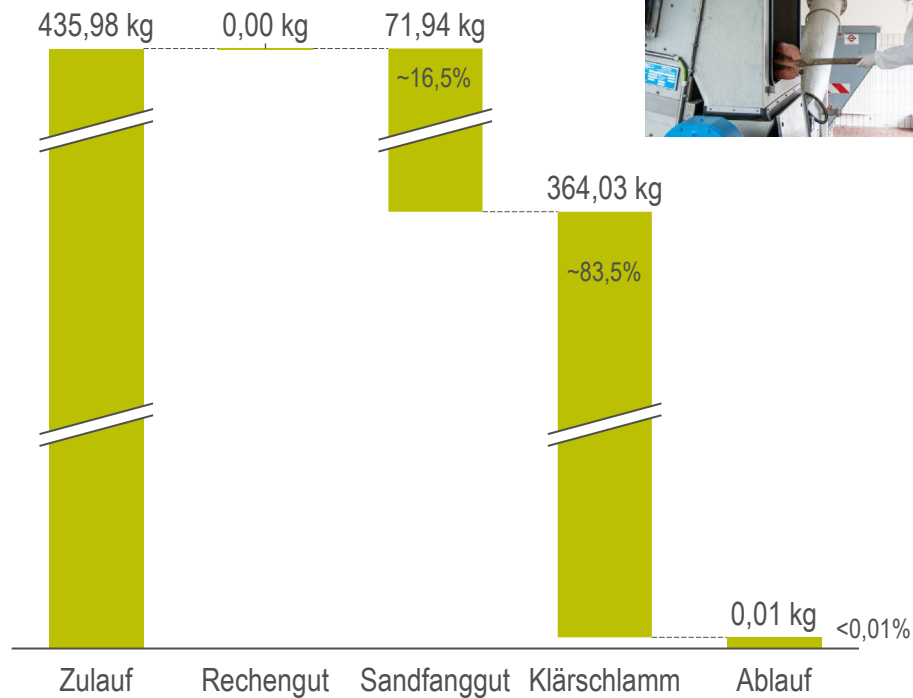


Foto: Copyright FiW e.V.<sup>1)</sup>

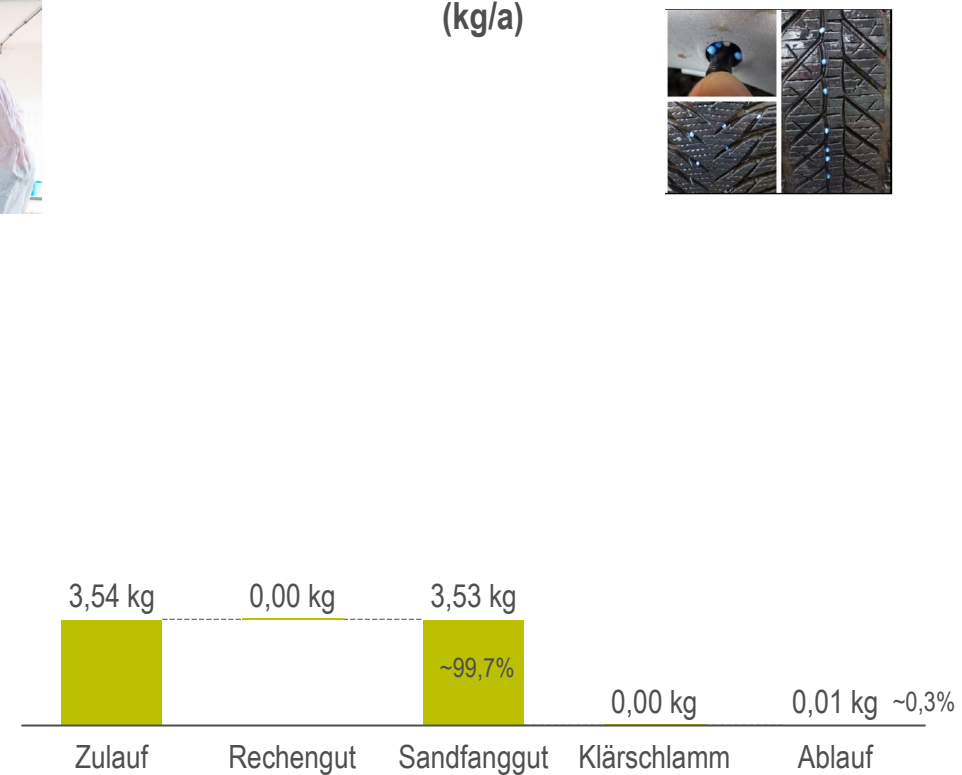
<sup>1)</sup> Quelle: FiW e.V.: InRePlast - Übersicht Ergebnisse Kunststoffpellets vom 16.08.2021.

# InRePlast Ergebnisse der Erhebungen in den Kläranlagen<sup>1)</sup>

Ergebnisse Kunststoffpellets Industrie  
- alle Kläranlagen  
(kg/a)

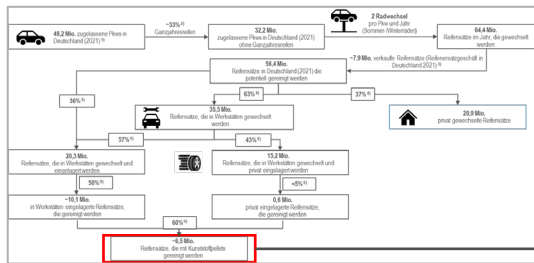


Ergebnisse Kunststoffpellets Radreinigung  
- alle Kläranlagen  
(kg/a)



<sup>1)</sup> Berechnung (Aggregation der Einzelbefunde) und Visualisierung Conversio basierend auf InRePlast - Übersicht Ergebnisse Kunststoffpellets vom 16.08.2021.

# Kunststoffpellets aus der Radreinigung Berechnung Conversio



Berechnung basierend auf Ergebnissen bereits getrockneter Räder:<sup>1)</sup>

- 44 Pellets pro Radsatz
- 0,024 g pro Pellet

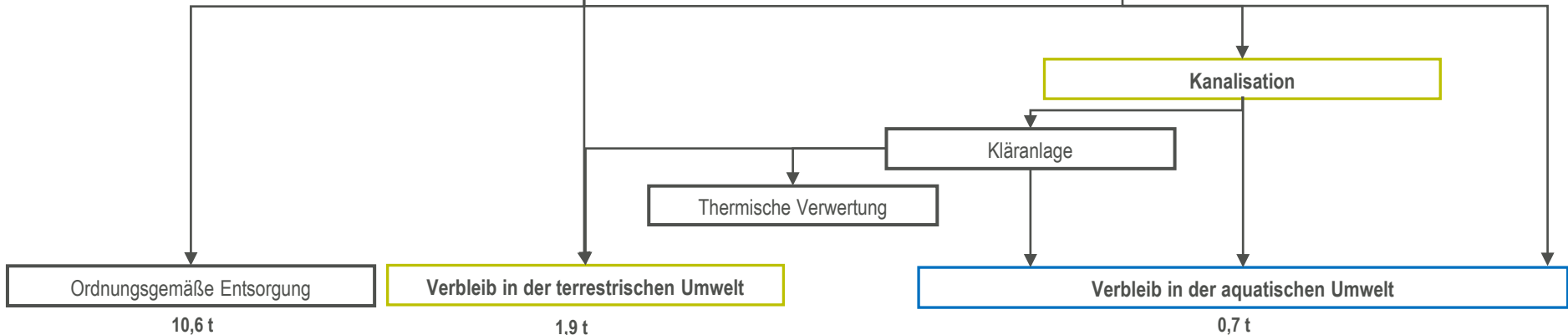
~6,5 Mio.  
Reifensätze, die mit Kunststoffpellets gereinigt werden

Berechnung basierend auf Ergebnissen nasser Räder:

- 135 Pellets pro Radsatz
- 0,024 g pro Pellet

6,8 t  
Kunststoffpellets Emission auf  
Verkehrswege

14,1 t  
Kunststoffpellets Emission auf  
Firmengelände



<sup>1)</sup> Daten basierend Breitbarth, M. (2017): Abfälle in deutschen Fließgewässern – Eintrags- und Austragspfade, Zusammensetzung, Aufkommen und Vermeidungsmaßnahmen. Schriftenreihe des Fachgebietes Abfalltechnik, Band 22.

# EmiStop Projektvorstellung



## Hintergrund

- Systematische Erfassung der Eintragspfade von Plastikpartikeln über den Abwasserpfad aus relevanten Industrien und Evaluierung von Verfahren zur Entfernung von Plastikpartikeln aus Abwasserströmen

## Vorgehensweise

- Untersuchung und Beprobung von Abwassern aus Betrieben, die Kunststoffe produzieren, transportieren oder weiterverarbeiten, sowie in industriellen Wäschereien
- Delphi-Befragung von Industrie und Branchenverbänden, Politik und Wissenschaft zu Nachhaltigkeitskriterien und Indikatorik

## Ziel

- Identifikation und Bezifferung der wichtigsten industriellen Plastikemissionen
- Bewertung und Optimierung von Abwasserreinigungsanlagen hinsichtlich der Plastikpartikelentfernung
- Erarbeitung realisierbarer Lösungen zur Minimierung der Plastikbelastung in der Umwelt

Quelle: <https://www.emistop.de/index.html>

- Forschungsschwerpunkt**  
Plastik in der Umwelt – Quellen • Senken • Lösungsansätze

- Projekttitle**  
„Identifikation von industriellen Plastik-Emissionen mittels innovativer Nachweisverfahren und Technologieentwicklung zur Verhinderung des Umwelteintrags über den Abwasserpfad“

- Laufzeit**  
01.01.2018 - 31.12.2020

- Partner**



EnviroChemie GmbH



BS-Partikel GmbH



Technische Universität Darmstadt



inter3, Institut für Ressourcenmanagement



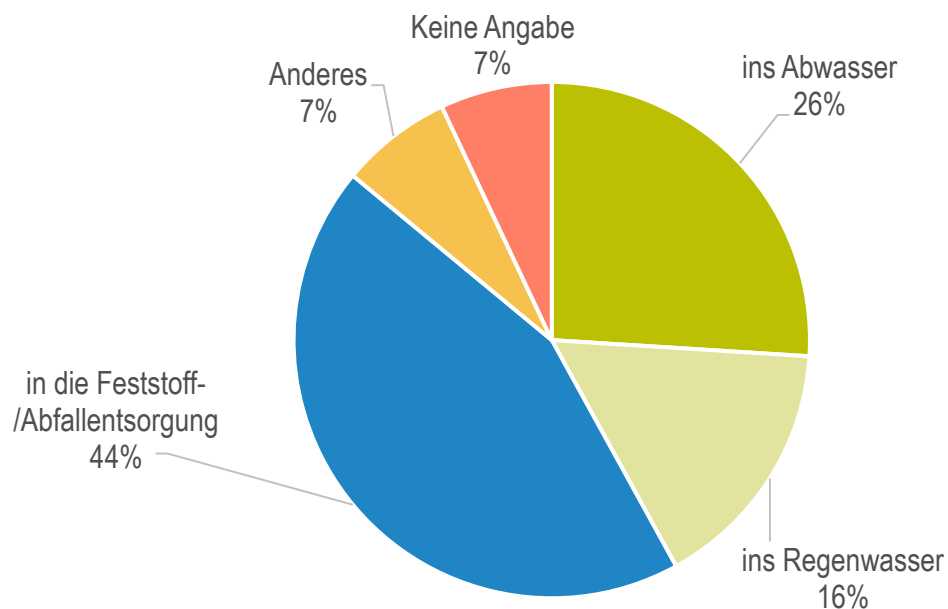
Hochschule RheinMain  
University of Applied Sciences  
Wiesbaden Rüsselsheim

Hochschule RheinMain, Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik

# EmiStop Umfrage-Ergebnisse<sup>1)</sup>



## Verbleib von Mikroplastikverlusten an Industriestandorten



- „Eine im Projekt EmiStop durchgeführte Befragung von Expert:innen ergab, dass 45% der befragten Industriebetriebe einen Anfall von Mikroplastik im sichtbarem Maße feststellen, wobei die Abfallentsorgung, Abwasser und Regenwasser die größten Senken darstellen
- EmiStop hat bei der Begehung von neun Betrieben aus Herstellung, Logistik und Weiterverarbeitung von Kunststoffen vor allem im Außenbereich genutzte Flächen für Abfallsammlung, Lagerung und Umfüllung von Granulaten oder Pulver als häufige Austragsquellen identifiziert.
- Anfallendes Prozess- und Abwasser wird meist kontrolliert aufgefangen und behandelt, sodass hier kaum unkontrollierter Austrag in die Umwelt stattfindet.
- Bei der Abfallentsorgung findet durch Verwehungen und Regenwasserableitung ein Austrag in die Umwelt statt.“<sup>2)</sup>

Delphi-Befragung, durchgeführt im Rahmen von EmiStop: Industrievertreter zu Mikroplastikverlusten am Standort (n=43)

1) Visualisierung Conversio auf Grundlage des Schlussberichts EmiStop (30.12.2021)

2) Zitat aus dem Schlussbericht: [https://bmbf-plastik.de/sites/default/files/2022-01/2021-12-30\\_EmiStop\\_02WPL1444A\\_Schlussbericht\\_Final\\_komprimiert.pdf](https://bmbf-plastik.de/sites/default/files/2022-01/2021-12-30_EmiStop_02WPL1444A_Schlussbericht_Final_komprimiert.pdf)

# Agenda

Einordnung der Studie Sonderbetrachtung „Pelletverluste“

Projekte InRePlast und EmiStop

**Die Erweiterung des Datenmodells und zentrale Ergebnisse**



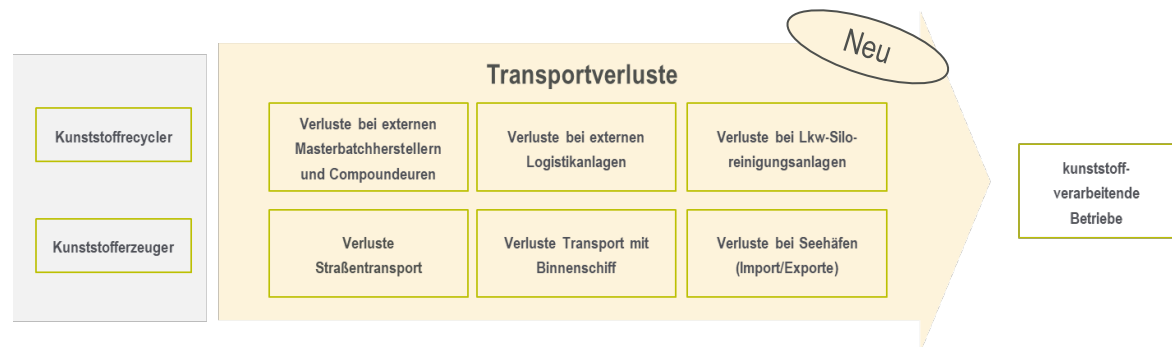
# Erweiterung des Datenmodells

## Aktualisierung und Tiefenanalyse des bestehenden Datenmodells

Das Datenmodell "Pelletverluste", wie es in der Studie „Kunststoffe in der Umwelt“ erstmals von Conversio untersucht wurde, ist mit der vorliegenden Sonderbetrachtung um mehrere Tiefenanalysen erweitert und aktualisiert worden.

Folgende Punkte haben in der Überarbeitung Eingang in das Datenmodell gefunden:

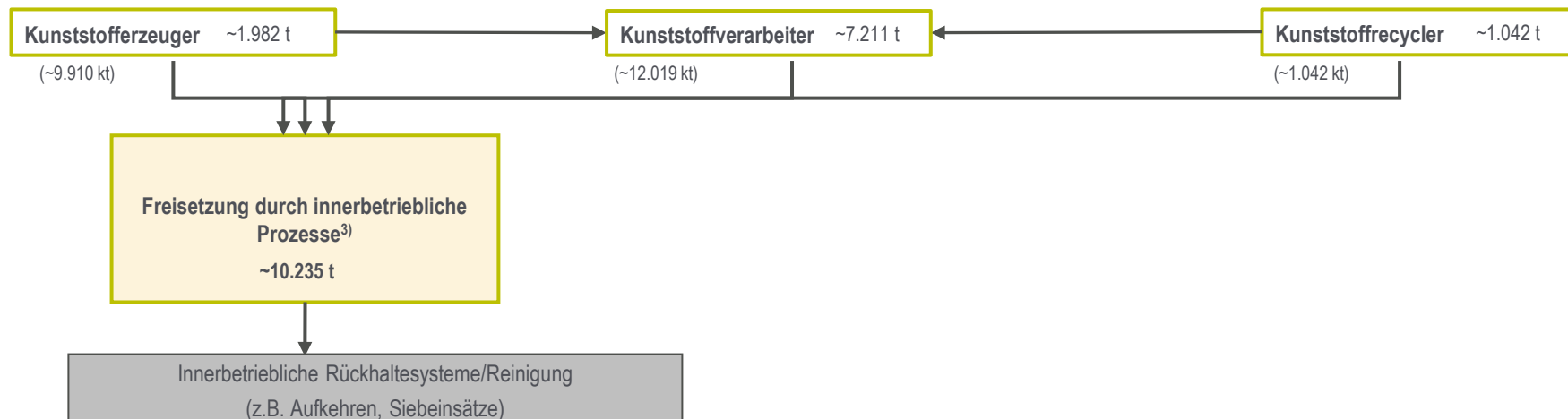
- Die Ausgangsmengen der in Verkehr gebrachten und verarbeiteten Kunststoffmengen der Erzeuger, Kunststoffverarbeiter und Recycler wurden aktualisiert und auf das Basisjahr 2020 angepasst.
- Erkenntnisse zum Emissionspotenzial von bislang unberücksichtigten Eintragspfaden und Quellen für Pelletemissionen, wie diese in den Studienprojekten InRePlast und EmiStop aufgezeigt und im Laufe der Expertengespräche identifiziert wurden, sind nunmehr im Datenmodell aufgegriffen und näher untersucht worden.
- Neu in das Datenmodell integriert wurden:
  - Emissionen entlang der Transportlogistik, differenziert nach Akteuren und spezifischen Eintragspfaden
  - Aktuelle Erkenntnisse zu Freisetzung und Rückführungsmaßnahmen an bestimmten potenziellen Senken in den Betrieben
  - Emissionen und Rückhaltepotenziale der in Mischwasser- und Trennkanalisation eingetragenen Pellets
- Pelletemissionen, die durch Pelletwaschanlagen zur Pkw-Radreinigung verursacht werden, wurden gesondert betrachtet. Es handelt sich hierbei nicht um Pellets im Sinne eines Vorprodukts zur Herstellung von Kunststoffherzeugnissen, sondern um Verbrauchsprodukte.



# Ergebnisse der Tiefenanalyse Stoffstrommodell Pelletverluste Basisjahr 2020

Legende

Potenziell freigesetzte Pelletmengen  
(xxx kt) Hergestellte bzw. verarbeitete Kunststoffmenge



1) Transportverluste durch Import/Export - Umschlagplatz Hafen für Handel Extra-EU

2) Transportverluste beim Händler/Zwischenhändler, Logistikanbieter/Transporteur, Compoundeur, Masterbatch-Hersteller etc.: Umschlagplätze durch Be-/Entladen; See und Binnenhäfen, Silo-Tankreinigungsanlagen

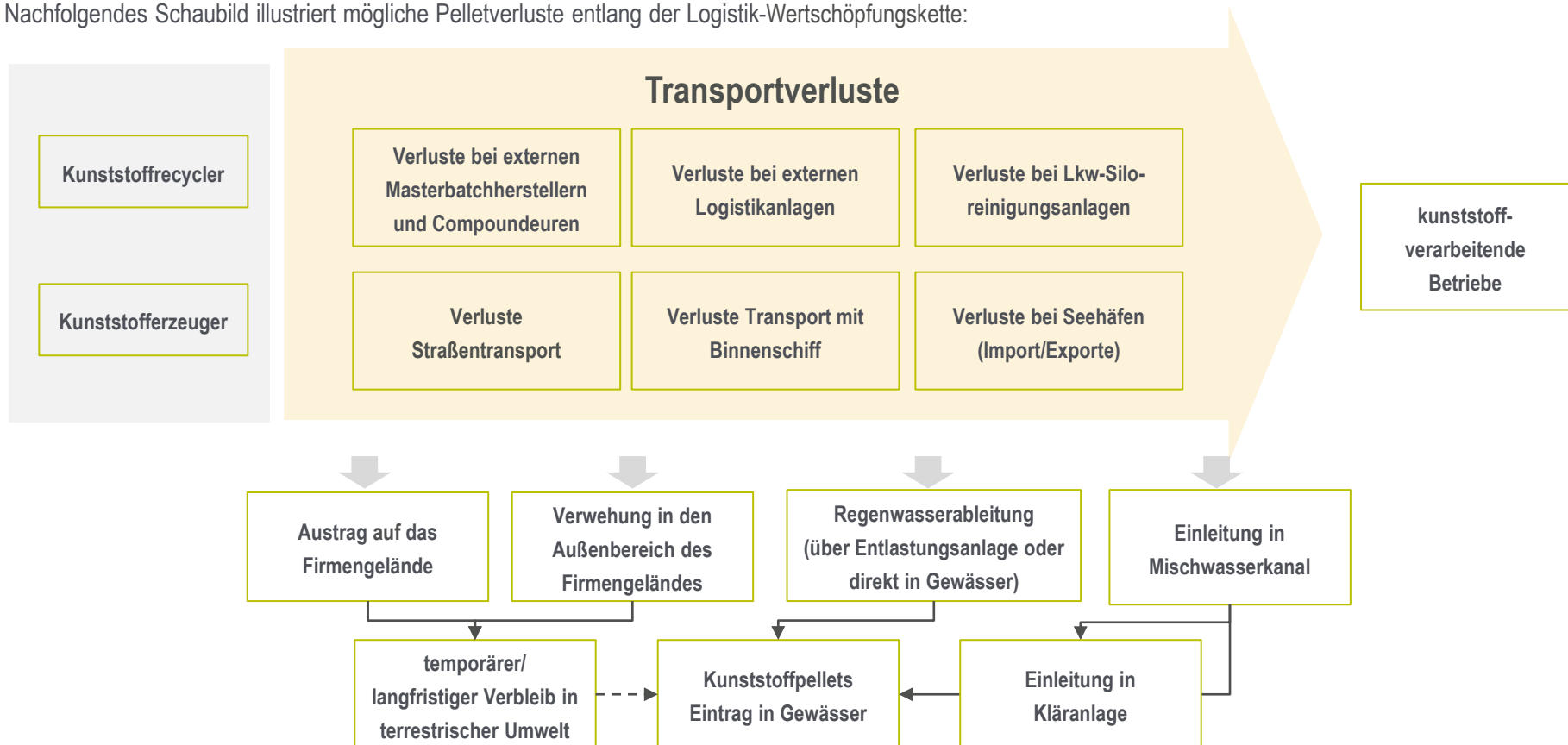
3) Herstellung/Produktion, Verarbeitung, Reinigung/Waschen/Spülen, Abfüllung/Verladung, innerbetrieblicher Transport, Lagerung etc.

Geringfügige Abweichungen sind bedingt durch Rundungen im Datenmodell

# Transportverluste

## Prozessmodell möglicher Pelletaustrag während des Transports

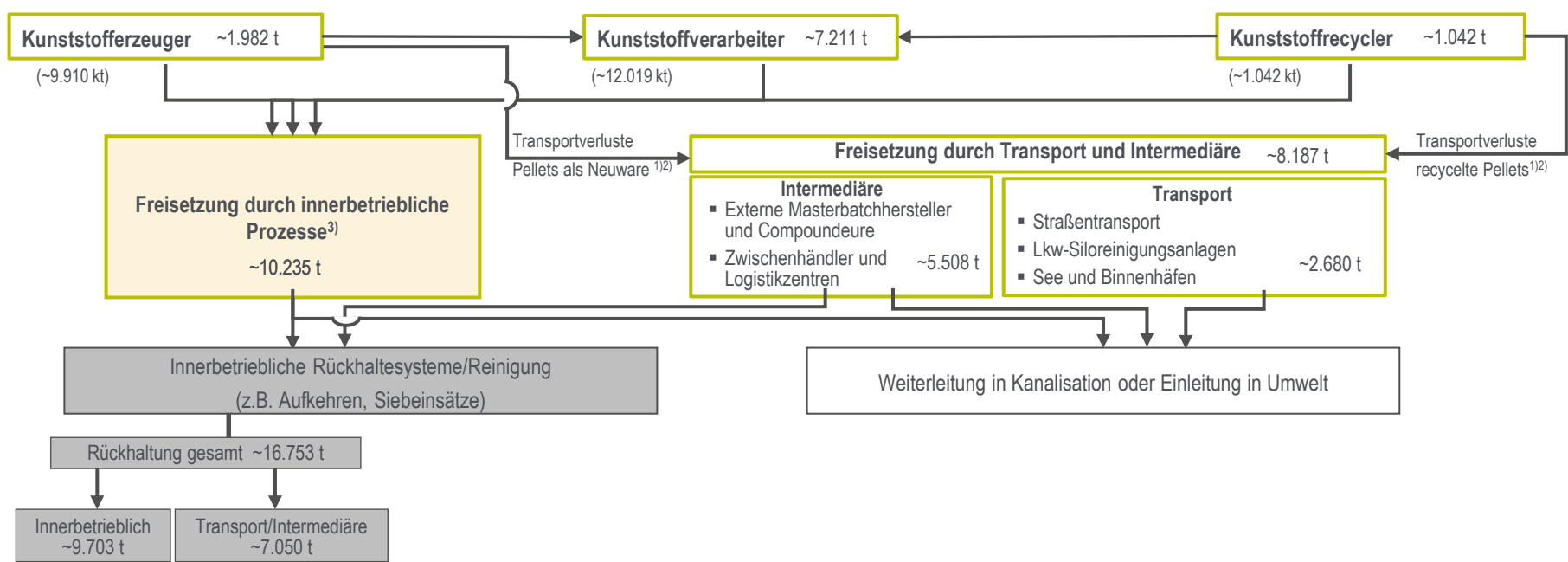
- Verluste beim Transport von Kunststoffpellets können an unterschiedlichen Stellen der Logistikkette auftreten. Nachfolgendes Schaubild illustriert mögliche Pelletverluste entlang der Logistik-Wertschöpfungskette:



# Ergebnisse der Tiefenanalyse Stoffstrommodell Pelletverluste Basisjahr 2020

Legende

Potenziell freigesetzte Pelletmengen  
(xxx kt) Hergestellte bzw. verarbeitete Kunststoffmenge



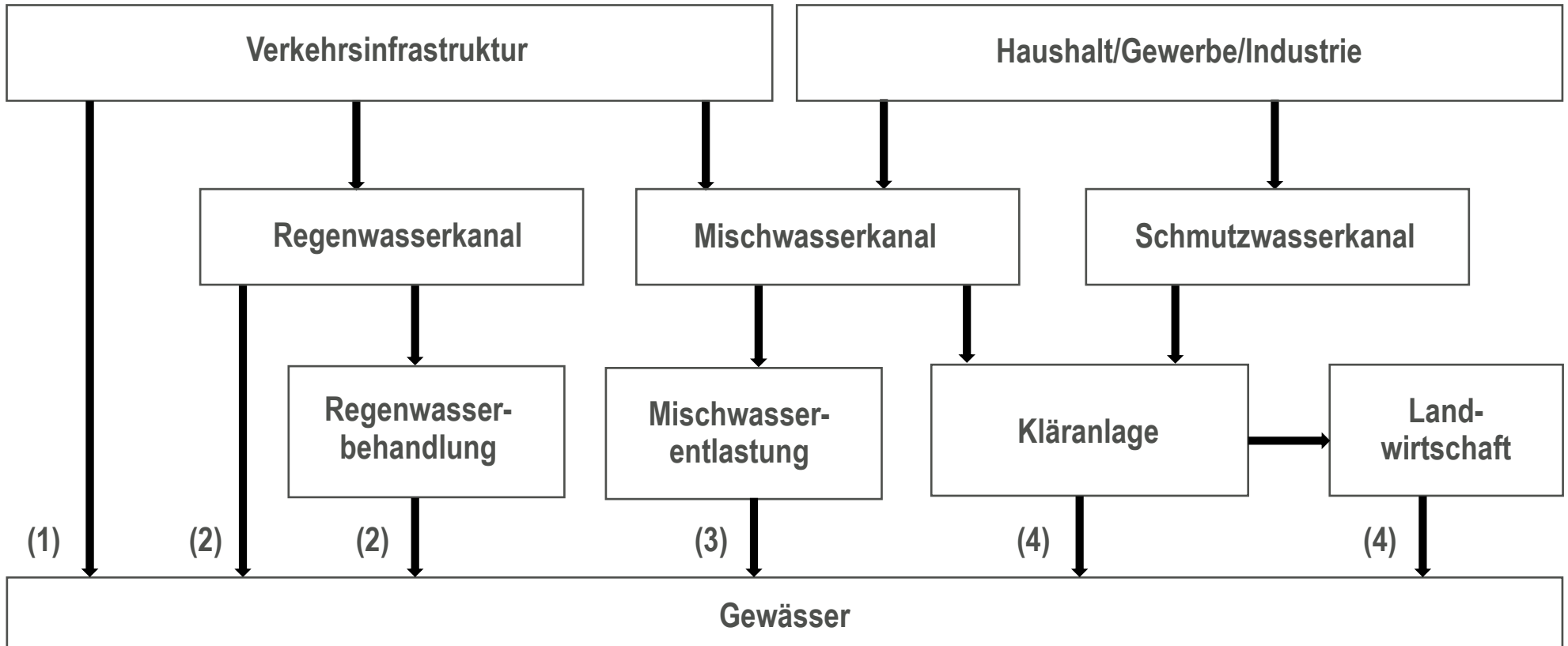
<sup>1)</sup> Transportverluste durch Import/Export - Umschlagplatz Hafen für Handel Extra-EU

<sup>2)</sup> Transportverluste beim Händler/Zwischenhändler, Logistikanbieter/Transporteur, Compoundeur, Masterbatch-Hersteller etc.: Umschlagplätze durch Be-/Entladen; See und Binnenhäfen, Silo-Tankreinigungsanlagen

<sup>3)</sup> Herstellung/Produktion, Verarbeitung, Reinigung/Waschen/Spülen, Abfüllung/Verladung, innerbetrieblicher Transport, Lagerung etc.

Geringfügige Abweichungen sind bedingt durch Rundungen im Datenmodell

## Eintragungspfade von Kunststoffpellets über das Abwasser in die (aquatische) Umwelt



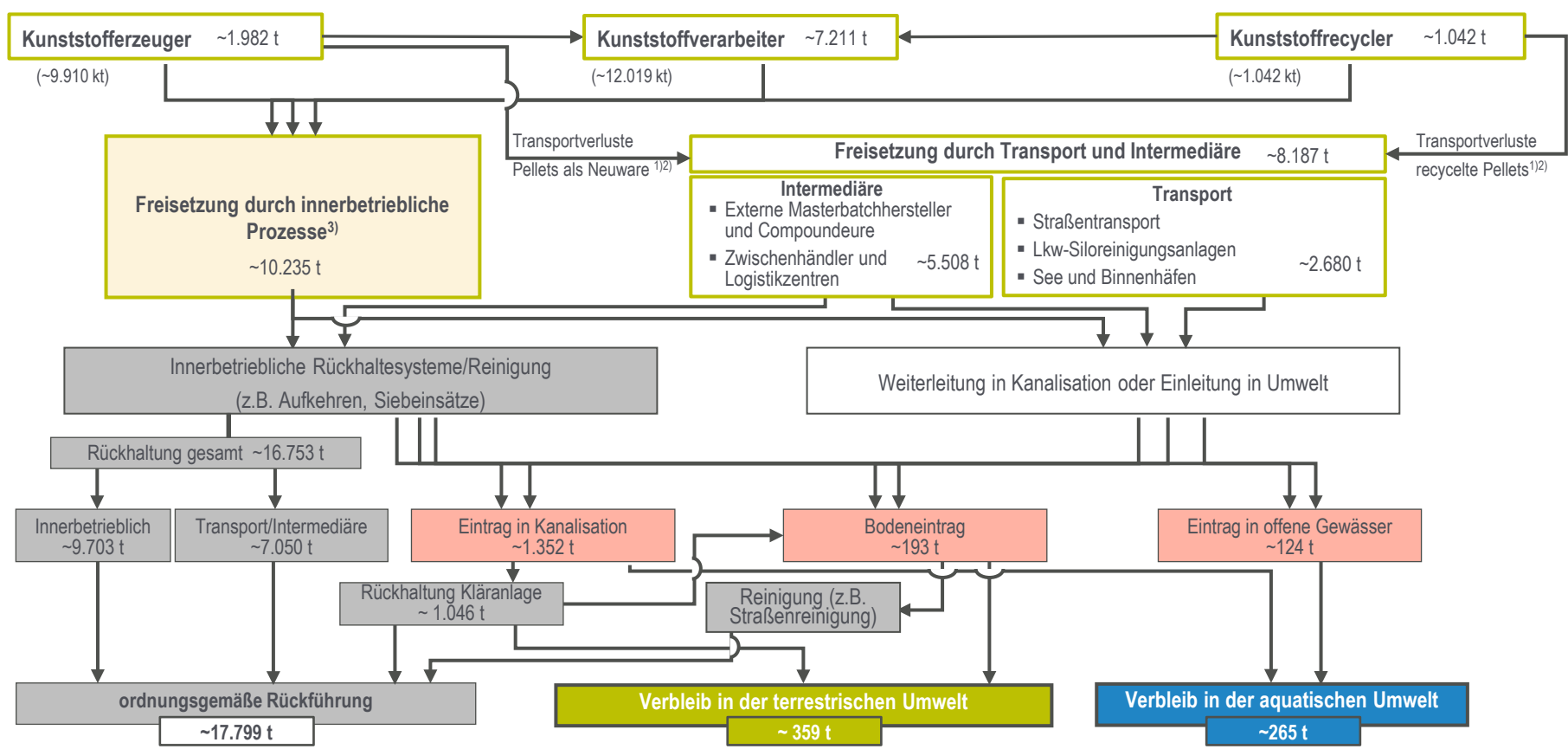
Darstellung Conversio basierend auf: Fuhrmann, Urban, Scheer, Lau, Reinhold, Barjenbruch, Bauerfeld und Meyer (2021): Mikroplastik-Emissionen aus Kläranlagen. In: KA Korrespondenz Abwasser, Abfall, Jg. 69, Nr. 9, 2021

# Ergebnisse der Tiefenanalyse Stoffstrommodell Pelletverluste Basisjahr 2020

Legende

Potenziell freigesetzte Pelletmengen

(xxx kt) Hergestellte bzw. verarbeitete Kunststoffmenge



<sup>1)</sup> Transportverluste durch Import/Export - Umschlagplatz Hafen für Handel Extra-EU

<sup>2)</sup> Transportverluste beim Händler/Zwischenhändler, Logistikanbieter/Transporteur, Compoundeur, Masterbatch-Hersteller etc.: Umschlagplätze durch Be-/Entladen; See und Binnenhäfen, Silo-Tankreinigungsanlagen

<sup>3)</sup> Herstellung/Produktion, Verarbeitung, Reinigung/Waschen/Spülen, Abfüllung/Verladung, innerbetrieblicher Transport, Lagerung etc.

Geringfügige Abweichungen sind bedingt durch Rundungen im Datenmodell

# Emissionen in Kanalisation und „direkt“ in die Umwelt nach Eintragspfaden

