

CONVERSID

Market & Strategy



Studie MicBin - Mikroplastik in Binnengewässern - Untersuchung und Modellierung des Eintrags und Verbleibs im Donaugebiet als Grundlage für Maßnahmenplanungen

Bericht zum Teilprojekt AP 3.3. im Rahmen des Verbundprojekts MicBin - Analyse von Direkteinleitern

Erstellt für

BKV GmbH

Mainzer Landstraße 55, 60329 Frankfurt am Main

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Plastik
in der Umwelt

Quellen • Senken • Lösungsansätze

FONA

Forschung für Nachhaltigkeit



Bayerisches Landesamt für
Umwelt



Technology
Arts Sciences
TH Köln

TZW
Technologiezentrum
Wasser



UNIA
Universität
Augsburg
University

BKV KUNSTSTOFF
KONZEPTE
VERWERTUNG

MicBin - Mikroplastik in Binnengewässern - Untersuchung und Modellierung des Eintrags und Verbleibs im Donaueinzugsgebiet als Grundlage für Maßnahmenplanungen

Hintergrund des Verbundprojekts MicBin

"MicBin – Mikroplastik in Binnengewässern" ist ein Verbundprojekt im Rahmen des BMBF-Forschungsschwerpunkts „Plastik in der Umwelt – Quellen • Senken • Lösungsansätze“.

Ziel dieses Forschungsschwerpunkts ist es, wissenschaftliche Verfahren, Methoden, Instrumente und Begriffe zur Untersuchung von Kunststoffen in der Umwelt zu entwickeln und zu etablieren.

Dazu werden im Zeitraum von 2017 bis 2021 insgesamt 18 Verbundprojekte und ein wissenschaftliches Begleitvorhaben mit rund 35 Mio. € gefördert. Mehr als 100 Institutionen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Praxis sind an diesem aktuell weltweit größten Forschungsschwerpunkt, der die Wirkungen von Kunststoffen auf die Umwelt erforscht, beteiligt.

Das Projekt MicBin verfolgt das Ziel, erstmalig den Eintrag von Kunststoffpartikeln für ein größeres Einzugsgebiet eines Binnengewässers zu bilanzieren.

Als exemplarisches Untersuchungsobjekt dient dabei das deutsche Donaueinzugsgebiet bzw. für die hier vorliegende Untersuchung das bayerische Donaueinzugsgebiet.

Die Koordination des Projekts obliegt dem TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser in Karlsruhe.

Die BKV beteiligt sich als Verbundpartner an diesem Projekt und bringt insbesondere das Modell „Vom Land ins Meer – Modell zur Erfassung landbasierter Kunststoffabfälle*“ zur Bilanzierung der Einträge, sowie weitere Analysen und Befragungen ein. Hierzu wurde von der BKV das Beratungsunternehmen Conversio Market & Strategy GmbH beauftragt.

* Conversio Studie 2020: „Vom Land ins Meer - Modell zur Erfassung landbasierter Kunststoffabfälle“ Version 4

link zum Download: <https://www.bkv-gmbh.de/infothek/studien.html>

Projektkonsortium und Verbundpartner

Im Verbundprojekt MicBin arbeiten 7 Partner aus Wirtschaft, Forschung und Behörden zusammen:

Bayerisches Landesamt für
Umwelt



UNIA

Universität Augsburg
Institut für Geographie



**Technology
Arts Sciences
TH Köln**

TZW
Technologiezentrum
Wasser



BKV KUNSTSTOFF
KONZEPTE
VERWERTUNG

Überblick der Arbeitspakete in das Verbundprojekt MicBin

Einordnung Arbeitspaket 3.3 in das Verbundprojekt – Untersuchung von direkt und indirekt einleitenden Anlagen industrieller und gewerblicher Abwässer in Gewässer

- Jährlich werden über unterschiedliche Eintragspfade, Kunststoffe in die aquatische Umwelt eingeleitet.
- Um die Relevanz einzelner Quellen und Senken von Mikroplastik für ein Binnengewässer einschätzen zu können, ist die Gesamtbetrachtung und Bilanzierung eines Einzugsgebietes nötig. Punkt- und flächenhafte Quellen und Senken werden erfasst und durch Erweiterung und Ergänzung bestehender Stofftransportmodelle („GREAT-ER“*, „Vom Land ins Meer – Modell zur Erfassung landbasierter Kunststoffabfälle“**) abgebildet.
- Als Untersuchungsobjekt für die vorliegende Betrachtung wurde das bayerische Einzugsgebiet der Donau ausgewählt.
- Ziel ist die erstmalige Bilanzierung des Eintrags von Makro-, Meso- und Mikroplastik für ein größeres Einzugsgebiet eines Binnengewässers, aller potentiellen Quellen und Senken sowie das Aufklären des Verbleibs im aquatischen System als Grundlage für Maßnahmenplanungen. Der Beitrag von Quellen und Senken, die bisher unzureichend untersucht wurden, soll im Verbund disziplinübergreifend aufgeklärt werden (Abbildung 1).
- Der hier vorliegende Bericht zum Arbeitspaket (AP) 3.3 befasst sich mit **der Analyse der Maßnahmen zur Vermeidung des Kunststoffeintrags in den Abwasserpfad bei indirekt einleitenden Gewerbe und Industriebetrieben**

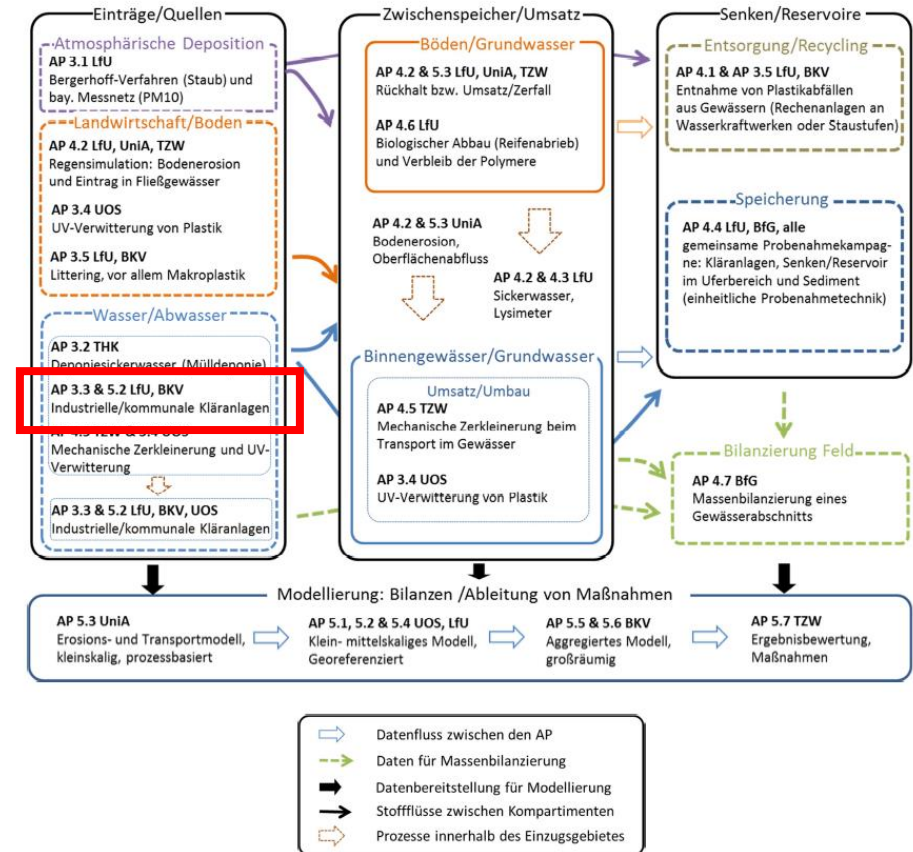


Abbildung 1:
Stoffflüsse und Prozesse im Einzugsgebiet und die jeweiligen Arbeitspakete (AP) und Verbundpartner, die sich im Verbundprojekt MicBin damit beschäftigen.

* Universität Osnabrück, Geography Referenced Regional Exposure Assessment Tool for European Rivers (GREAT ER), https://www.usf.uni-osnabrueck.de/forschung/angew_systemwissenschaft/great_er.html

** Conversio, Vom Land ins Meer Modell zur Erfassung landbasierter Kunststoffabfälle, 4. Version, 2020
Kostenlos erhältlich: <https://www.bkv.gmbh.de/infotehk/studien.html>

Aufgabenstellung des Teilprojekts Arbeitspaket 3.3 – Untersuchung von Direkteinleitenden Betrieben industrieller und gewerblicher Abwasser in Binnengewässer

Analyse Maßnahmen zur Minimierung des Eintrags von Kunststoffen in die Umwelt.

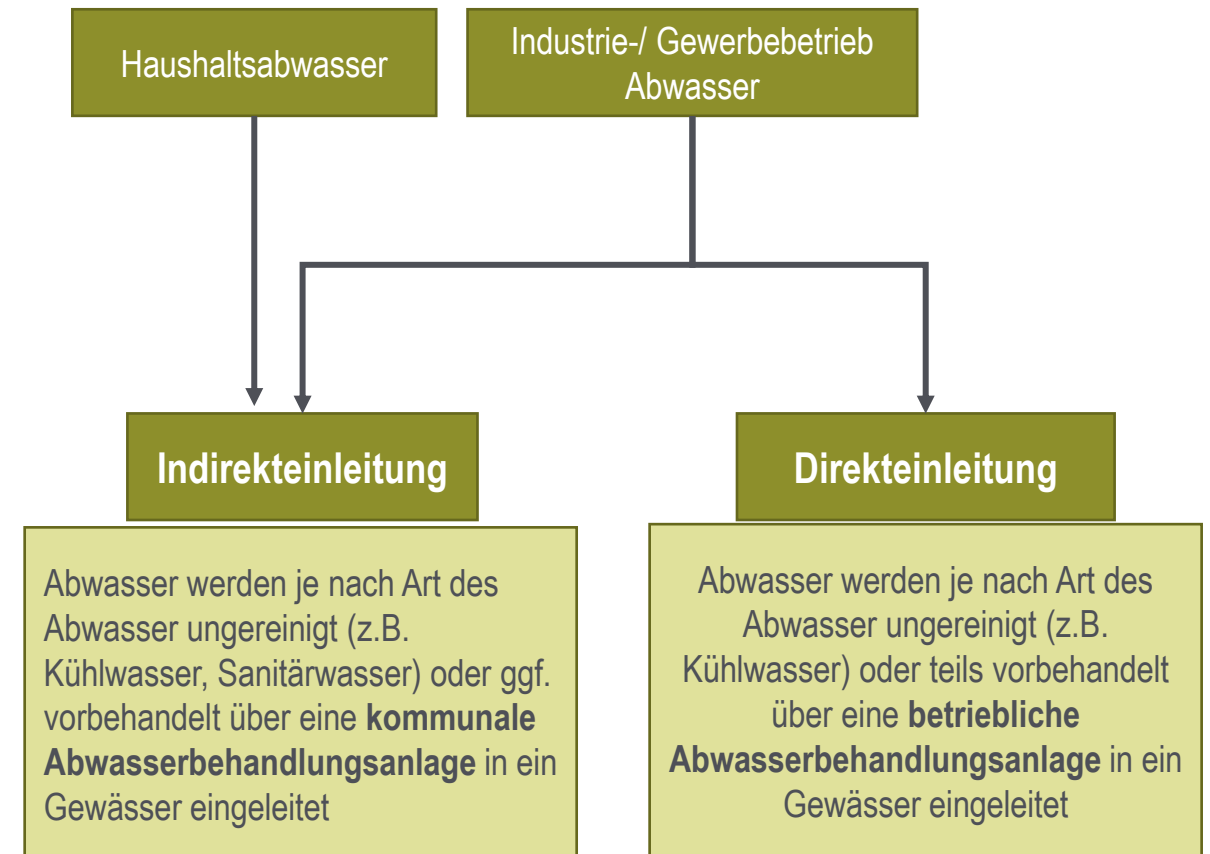
- Ziel von AP 3.3 ist die Erfassung von Maßnahmen, die zur Vermeidung des Kunststoffeintrags in den Abwasserpfad bzw. die Umwelt implementiert wurden.
- Hierzu wurde ca. einstündige Expertengespräche mit Praxisakteuren durchgeführt. In der Regel waren dies Umweltbeauftragte, Geschäftsführer oder Leiter von industriellen und gewerblichen Anlagen und Abwasserinfrastruktureinrichtungen aus der chemischen Industrie, von Unternehmen der Papierherstellung oder der Kunststoffkreislaufwirtschaft, die direkt oder indirekt Abwässer in Gewässer einleiten.
- In die Untersuchung sind auch Erkenntnisse aus Expertengesprächen außerhalb des direkten Untersuchungsgebiets eingeflossen, die einen guten Einblick in die Möglichkeiten der Abwasserreinigung liefern.
- Die Interviews wurden im März 2021 via Telefon bzw. via Webmeeting durchgeführt.
- Insgesamt wurden 6 Gespräche geführt und anonymisiert ausgewertet.

| Unternehmensart | Anzahl Interviews |
|--|-------------------|
| Chemieparks bzw. Infrastrukturdienstleister und Betreiber der Abwasserbehandlungsanlagen und Kanalisation | 4 |
| Direkteinleitender Kunststoffherzeuger | 1 |
| Indirekteinleitende Betriebe spezialisiert auf Recycling und Compoundierung von Kunststoffabfällen aus der Industrie | 1 |
| Summe | 6 |

Abwasserströme und Abwasserentsorgung in Bayern

Einordnung Direkteinleitende Gewerbe- und Industriebetriebe im Kontext der Abwasserströme in Bayern insgesamt

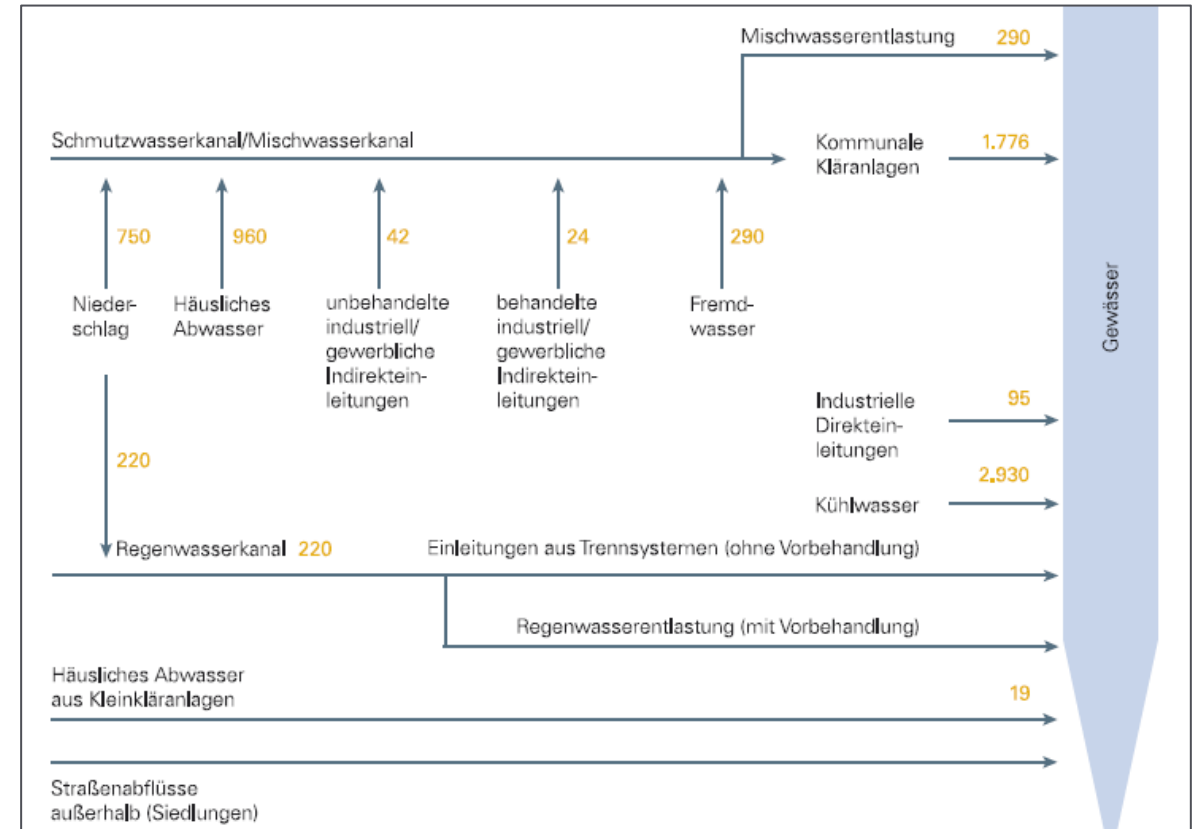
- Die Einleitung von Abwasser in Gewässer in Bayern erfolgt einerseits durch Einleitungen aus kommunalen Kanalisations- und Abwasserkläranlagen und andererseits durch die (Emissionen) von Gewerbe- und Industriebetrieben.
- Im industriell-gewerblichen Bereich wird zwischen Direkteinleitungen und Indirekteinleitungen unterschieden.
 - Bei der **Indirekteinleitung** erfolgt im Bereich des Betriebs keine vollständige Behandlung des Abwassers, sondern lediglich im Bedarfsfall eine Vorbehandlung. Das (vorbehandelte) Abwasser wird in die öffentliche Kanalisation geleitet und zusammen mit dem häuslichem Abwasser in einer kommunalen Kläranlage abschließend behandelt und in ein Gewässer eingeleitet.
 - Bei der **Direkteinleitung** wird das Abwasser direkt am Standort des Industrie- oder Gewerbebetriebs gemäß seiner Verschmutzung abschließend behandelt und in ein Gewässer eingeleitet.



Abwasserströme und Abwasserentsorgung in Bayern

Einordnung Direkteinleitende Gewerbe- und Industriebetriebe im Kontext der Abwasserströme in Bayern insgesamt

- Gemäß einer Erhebung des Bayerischen Landesamtes für Statistik und Datenverarbeitung (LfStaD) aus dem Jahr 2007 stellen Kühlwassereinleitungen aus der Industrie mit knapp 3 Mrd. Kubikmetern die mengenmäßig größte Einzeleinleitung dar. Allerdings ist Kühlwasser meist nicht behandlungsbedürftig und wird im Regelfall ohne weitere Vorbehandlung nach Abkühlung wieder in das Gewässer zurückgeführt.
- Die Gesamtmenge an behandlungsbedürftigem Schmutzwasser in Bayern betrug 2007 ca. 2,2 Milliarden Kubikmeter, die vor Einleitung durch kommunale Kläranlagen, Mischwasserbehandlungsanlagen, Kleinkläranlagen oder Industriekläranlagen behandelt und gereinigt wurden.
- Die Aufgabenstellung des Arbeitspaket 3.3 befasst sich vor allem mit Maßnahmen zur Verhinderung von Kunststoffemissionen aus industriellen und gewerblichen Direkteinleitungen.
- In diesem Zusammenhang ist vorab darauf hinzuweisen, dass gemessen an dem Gesamteintragungsanteil an behandlungsbedürftigen Abwassers der Beitrag der Direkteinleiter in Bayern unter 5% des gesamten Schmutzwassers liegt.



Abwasserströme in Bayern in Mio. m³

Quelle: LfU Abwasserentsorgung in Bayern Schutz von Fließgewässern und Seen, Stand 2010

Direkteinleitende und indirekt einleitende Industrie und Gewerbebetriebe in Bayern

Einordnung von Betrieben der Kunststoffkreislaufwirtschaft in Direkteinleiter und Indirekteinleiter

- Bei Unternehmen, die in der Kunststoff-Kreislaufwirtschaft tätig sind, können je nach Wassergefährdungsklasse (WGK) der Anlage* und der dort zum Einsatz kommenden, hergestellten und gelagerten Stoffe unterschiedliche Maßnahmen der Abwasserbehandlung zur Anwendung kommen. Diese Einstufung ist damit auch entscheidend, ob ein Unternehmen Abwasser direkt oder indirekt einleiten darf.
- Unternehmen der kunststofferzeugenden chemischen Industrie sind in der Regel direkt einleitend. Die in der Herstellung von organischen Polymerverbindungen zum Einsatz kommenden wassergefährdenden Stoffe stellen hohe Anforderung an Sicherheits- und Wasseraufbereitungsmaßnahmen. Anders stellt sich der Sachverhalt bei der Fertigung und Herstellung von Kunststoffprodukten, Formteilen und Profilen oder der Behandlung von Kunststoffabfällen dar. Kunststoffe in feststoffgebundener Form wie z.B. Granulate, Formteile, Fasern, Folien, Kunststoffharze, soweit sie fest, nicht dispergiert, wasserunlöslich und indifferent sind, gelten als nicht wassergefährdende Stoffe.** Unternehmen der kunststoffverarbeitenden Industrie leiten daher in der Regel Abwasser indirekt in die öffentliche Kanalisation ein.
- Eine genaue Einordnung aller Unternehmen der Kunststoffkreislaufwirtschaft nach den im Einzelfall zutreffenden Mindestanforderungen an die Abwassereinleitung kann in diesem Bericht nicht erfolgen. Diese sind je nach Art eingesetzter Produktionsmittel/Gefahrstoffe und Standort des Betriebs von den kommunalen Behörden unterschiedlich festgelegt und bedürfen grundsätzlich eines behördlichen Genehmigungsverfahrens.

Grob vereinfacht lässt sich folgende Zuordnung treffen:

| Art des Gewerbe/Industrie-Betriebs | Direkteinleiter vs. Indirekteinleiter |
|--|--|
| Kunststofferzeugender chemischer Produktionsbetrieb | Direkteinleiter bzw. über eine am Werk betriebene Wasseraufbereitungsanlage |
| Kunststoffverarbeitender Betrieb (z.B. Spritzgussverfahren) | Indirekteinleiter |
| Abfallwirtschaftsbetrieb mit Lagerung von Kunststoffabfällen (z.B. Sortieranlage) | Indirekteinleiter (voraussichtlich mit Vorbehandlungspflicht vor Einleitung) |
| Recyclingunternehmen (Recycling von ausschließlich postindustriellen Kunststoffabfällen) | Indirekteinleiter in öffentliche Kanalisation |
| Recyclingunternehmen mit Waschprozessen und Aufbereitungsprozessen aus Post-Consumer Abfallströmen | Indirekteinleiter (voraussichtlich mit Vorbehandlungspflicht vor Einleitung) |

*Die Einstufung einer Anlage in eine WGK ist in der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) geregelt.

**Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen (Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe - VwVwS)

Direkteinleitende und indirekt einleitende Industrie und Gewerbebetriebe in Bayern

Überblick industriell und gewerblicher Direkteinleiter in Bayern

- In Bayern existieren ca. 750 industrielle und gewerbliche Direkteinleiter und ca. 1.400 wasserrechtlich genehmigungspflichtige in kommunale Sammelkanalisation einleitende Betriebe (Indirekteinleiter) (Stand 2010).

Branchen

- Chemische Industrie
- Holz-, Papier- und Zellstoffverarbeitung
- Kfz-Werkstätten, -Waschanlagen u.a.
- Lebensmittelindustrie
- Metallerzeugung, Metallbe- und -verarbeitung
- Sonstige Industrie- und Gewerbebranchen
- Stein, Keramik und Glas
- Wasseraufbereitung, Kühlsysteme, Dampferzeugung

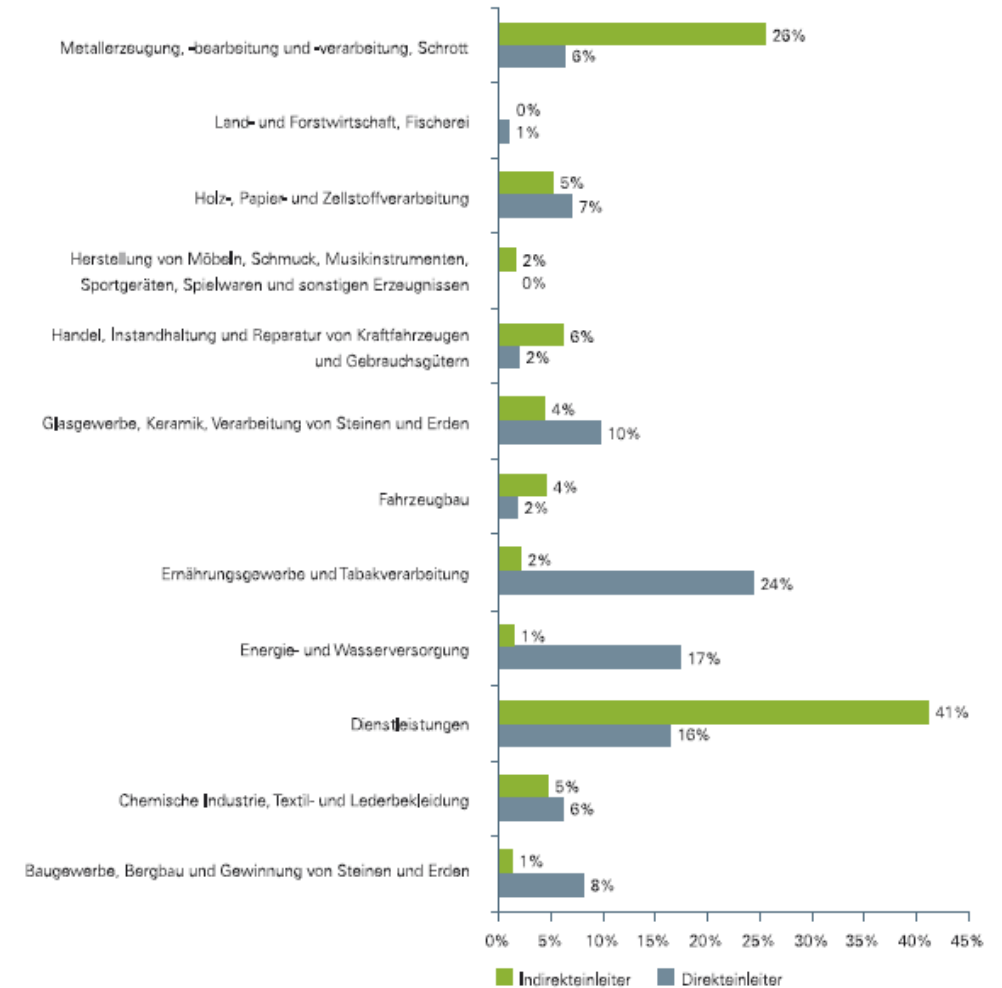


Quelle: LfU Abwasserentsorgung in Bayern, Schutz von Fließgewässern und Seen, Stand 2010

Direkteinleitende und indirekt einleitende Industrie und Gewerbebetriebe in Bayern

Herkunftsbereiche industriell und gewerblicher Direkteinleiter und Indirekteinleiter in Bayern

- Die Herkunftsbereiche von Direkteinleitern und Indirekteinleitern nach Branchen legt nahe, dass nur ein kleiner Teil von Gewerbebetrieben und Industriebetrieben Abwasser aus Herstellungs- und Verarbeitungsprozessen von Kunststoff oder Kunststoffabfällen einleiten.
- Der überwiegende Teil (mind. 85 %) der direkt bzw. indirekt einleitenden Industrie und Gewerbebetriebe gehören insofern nicht der Kunststoffkreislaufwirtschaft an.



Quelle: LfU Abwasserentsorgung in Bayern, Schutz von Fließgewässern und Seen, Stand 2010

Abwasserbehandlung gesetzliche Regelungen und Bestimmungen

Gesetzliche Grundlagen für Direkteinleiter und Indirekteinleiter sowie für das Betreiben einer Abwasseranlage - 1

- Die Einleitung von Abwasser in Gewässer ist in Deutschland im **Wasserhaushaltsgesetz (WHG)** und in der **Abwasserverordnung (AbwV)** geregelt. Das WHG wird in Bayern durch das **Bayerische Wassergesetz (BayWG)** umgesetzt und konkretisiert;
 - Hiernach behandelt §8 WHG die Genehmigungspflicht zur Entnahme und Einleitung sowie §§ 54 ff. WHG die Grundsätze, Pflichten und das Einleiten von Abwasser in Gewässer (§57), in öffentliche Abwasseranlagen (§58) und in private Abwasseranlagen (§59) sowie das Errichten und der Betrieb von Abwasseranlagen (§ 60).
 - Die AbwV bestimmt darüber hinaus die Mindestanforderungen für das Einleiten von Abwasser in Gewässer. Sie unterscheidet dabei nach Art des Gewerbe- und Industriebetriebs und regelt die Anforderungen an die Errichtung, die Betreiberpflichten, den Betrieb und die Benutzung von Abwasseranlagen sowie die gekennzeichneten Emissionsgrenzwerte, die vom Einleiter einzuhalten sind.
- Weitere gesetzliche Grundlagen zur Einleitung von Abwasser sowie zum Schutz von Gewässern vor Einleitung finden sich im **Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG)**, im Abwasserabgabengesetz (AbwAG), umgesetzt durch das Bayerische Gesetz zur Ausführung des Abwasserabgabengesetzes (BayAbwAG), sowie in der **Industriekläranlagen-Zulassungs- und Überwachungsverordnung (IZÜV)**
- Sowohl Direkt- als auch Indirekteinleitung unterliegen der Überwachung durch die Gewässeraufsicht (§ 100 WHG, Art. 58 - 62 BayWG). Für die Überwachung der Einhaltung von Genehmigungen nach § 60 Abs. 3 Satz 1 Nr. 2 und 3 WHG und von Abwassereinleitungen aus Anlagen nach § 3 der 4. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV) sowie aus Abwasserbehandlungsanlagen nach § 60 Abs. 3 Satz 1 Nr. 2 und 3 WHG sind die Vorschriften der IZÜV zu beachten. Nähere Regelungen enthält das Handbuch Technische Gewässeraufsicht. Daneben besteht eine Betreiberpflichtung zur Selbstüberwachung von Abwasseranlagen und Abwassereinleitungen in ein Gewässer bzw. in eine Abwasseranlage (§ 61 WHG). Hierzu sind die Bestimmungen der bayerischen Eigenüberwachungsverordnung (EÜV) und ggf. ergänzende oder abweichende Festlegungen im Erlaubnis- oder Genehmigungsbescheid zu beachten.
- Des weiteren ist die **Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)** als wichtige gesetzliche Grundlage zur Verhinderung von Kunststoffeinträgen in die Umwelt zu nennen. Sie bezieht sich nicht explizit auf Kunststofffeststoffeinträge, regelt aber die Anlagensicherheit und die Maßnahmen, die im Havariefall und zur Vermeidung von Schadstoffaustritten zu treffen sind. Diese Maßnahmen schließen Kunststoffemissionen teilweise indirekt mit ein.

Abwasserbehandlung gesetzliche Regelungen und Bestimmungen

Gesetzliche Grundlagen für Direkteinleiter und Indirekteinleiter sowie für das Betreiben einer Abwasseranlage - 2

- Unternehmen, die in der Kunststoff-Kreislaufwirtschaft tätig sind, unterliegen insofern je nach Betriebsart spezifischen Regelungen bei der Einleitung von Abwasser in private, öffentliche Abwasseranlagen und Gewässer.
- Für die Erteilung von Einleitungsgenehmigungen – ob indirekt oder direkt einleitend – sowie die Genehmigung zum Betreiben einer Abwasseranlage sind die Kreisverwaltungsbehörden (Landratsamt oder kreisfreie Stadt) und die wasserwirtschaftlichen Fachbehörden (Wasserwirtschaftsämter) bzw. private Sachverständige als untere Wasserrechtsbehörden zuständig.
- Der vorliegende Bericht fokussiert sich vor allem auf Direkteinleiter. Aufgrund der vielfältigen Unternehmensarten und individuellen Einleitungsgenehmigungen kann in diesem Bericht nur flankierend auf die Maßnahmen bei Indirekteinleitern eingegangen werden.

Abwasserarten bei Direkteinleitern

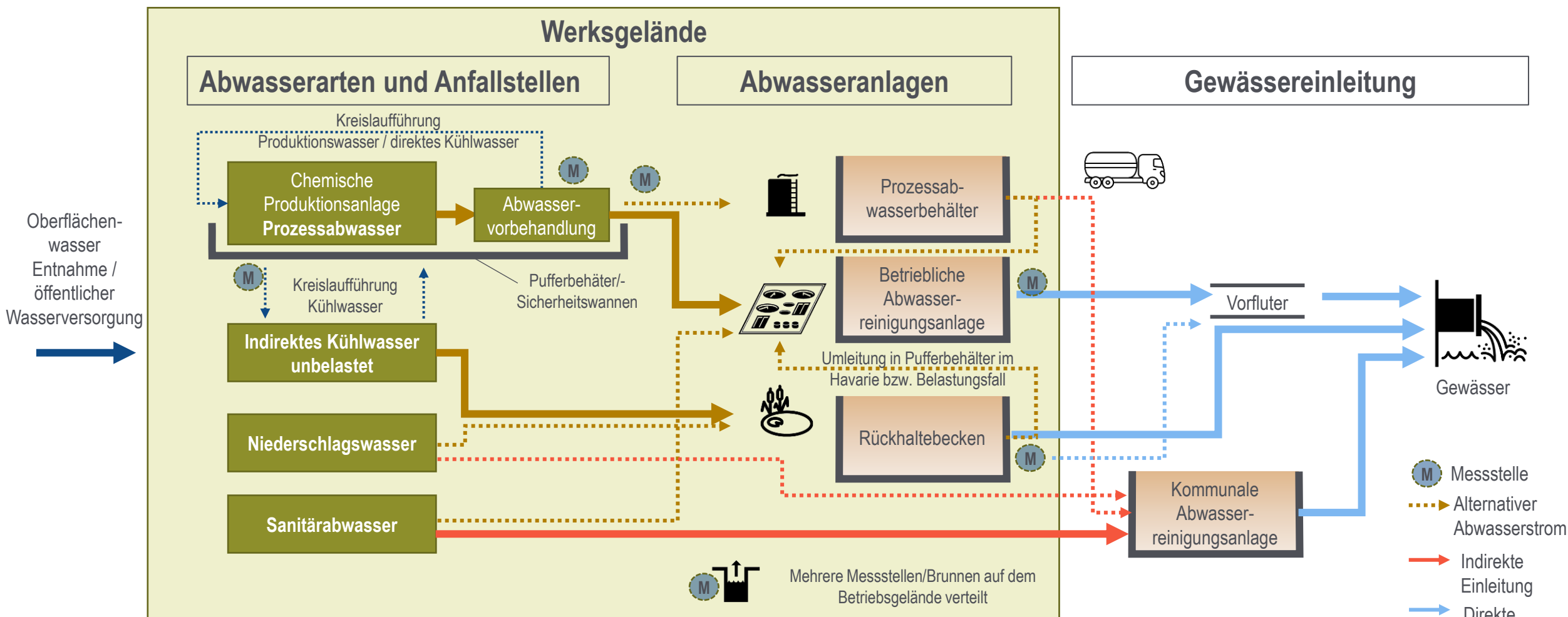
Abwasserarten

Typischerweise fallen unterschiedliche Abwasserarten bei Industrie und Gewerbetreibenden an, die teilweise separat, teilweise gemeinsam mit anderen Abwasserarten behandelt werden. Im Allgemeinen wird unterschieden nach

- **Produktionswasser oder Prozesswasser**
 - **Kühlwasser (direkt und indirekt)**
 - **Niederschlagswasser**
 - **Sanitärabwasser**
- Im Folgenden werden für die jeweiligen Abwasserarten die typischen Abwasserströme näher erläutert (ausgehend von der Anfallstelle, über die Weiter- und Ableitung zu den Abwasserbehandlungsanlagen bis zur Einleitung).
 - In diesem Kontext wird sowohl auf die Sicherungssysteme, Messmethoden als auch die Aufbereitungsmethoden der im Herstellungsprozess von Polymeren anfallenden Abwasser eingegangen.
 - Grundsätzlich liegt der Fokus der Untersuchung auf Industriebetrieben der kunststofferzeugenden und papiererzeugenden Industrie, da diese zumeist als Direkteinleiter an eine Wasseraufbereitungsanlage auf dem Werksgelände angeschlossen sind. Es wird jedoch – soweit möglich – auch der Blick auf Indirekteinleiter gerichtet, soweit diese in den Expertengesprächen Erwähnung fanden und diskutiert wurden.
 - Ein Überblick der wesentlichen Abwasserströme bei industriellen Betrieben findet sich auf der Folgeseite.

Überblick über mögliche anfallende Abwasserteilströme und ihre Behandlungs- bzw. Weiterleitungsmöglichkeiten

Direkteinleitende Betriebe Beispiel chemische Industrie



Quelle: eigene Darstellung auf Basis vom Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW (2018): Entwicklung und Stand der Abwasserbeseitigung in Nordrhein-Westfalen, 18. Auflage

Abwasserarten bei Industrie- und Gewerbebetrieben

Produktionswasser und Prozesswasser - 1

Entstehung von Prozesswasser bei der Polymerherstellung

Produktionswasser stammt aus dem eigentlichen Herstellungsprozess und kann je nach Produktionsverfahren sehr unterschiedlich zusammengesetzt sein. In der kunststofferzeugenden Industrie sind in etwa $\frac{1}{4}$ des Brauchwasser dem Produktionswasser zuzurechnen, welches in der Polymerherstellung eingesetzt wird. Es gibt verschiedene Arten der Polymerherstellung (z.B. Suspensions-, Emulsionspolymerisation). Allen Herstellungsverfahren gemein ist, dass am Ende einer Polymerisation eine wässrige Lösung vorliegt, von der die gebildeten Kunststoffpolymere in Form eines Polymergranulats, -pulver oder einer Paste abgetrennt werden. Die verbleibende flüssige Phase wird in einem nachfolgenden Prozessschritt weiter aufbereitet und nach Inhaltsstoffen zur Rückgewinnung von Einsatzstoffen getrennt.

Das verbleibende Prozesswasser wird schließlich als Abwasser in das innerbetriebliche Kanalnetz eingeleitet, welches speziell für Prozesswasser ausgelegt ist.

Prozesswasser wird also bei kunststofferzeugenden Chemiebetrieben nicht mit anderen Abwasserarten, wie etwa Niederschlagswasser oder Sanitärabwasser, gemischt. Vielen Betrieben ist dem eigentlichen Polymerherstellungsprozess ein chemischer Syntheseschritt zur Herstellung von Monomerbausteinen vorgeschaltet, in dem jedoch keine Mikropolymere entstehen.

Entstehung von Prozesswasser bei der Polymerverarbeitung

Die Polymerweiterverarbeitung umfasst thermische Verarbeitungsprozesse, wie die Compoundierung d.h. Verfahrensoperationen wie dem Fördern, Aufschmelzen, Dispergieren, Mischen, Entgasen, Druckaufbau und der Extrusion (Ausstoßen), in denen keine direkten chemischen Prozesse durchgeführt werden. Wasser wird in diesen Prozessen vor allem als Kühlmedium eingesetzt. Aufgeschmolzene Kunststoffstränge werden zur Abkühlung durch ein Wasserbad gezogen, wobei es zum Abbrechen oder Abplatzen von Kunststoffpartikeln kommen kann. Kühlwasser wird hierbei in der Regel in einem geschlossenen Kreislauf gefahren und nur bei Bedarf ca. alle 2-3 Wochen ausgetauscht. An etlichen Chemieparcs in Bayern sind auf den Werksgeländen neben polymerherstellenden Betrieben auch weiterverarbeitende Kunststoffbetriebe angesiedelt. Diese Betriebe behandeln Kühlwasser als Prozesswasser und leiten dieses in das innerbetriebliche Kanalnetz ein. Andere kunststoffverarbeitende Betriebe sowie Unternehmen für werkstoffliches Recycling von sortenreinen Industrieabfällen sind in der Regel nicht an eine betriebliche Abwasserreinigungsanlage angeschlossen. Hier wird Prozessabwasser gemeinsam mit dem Kühl- und Sanitärwasser in das kommunale Kanalnetz geleitet. Kühlwasser werden in diesen Fällen vor Einleitung über ein einfaches Filtervlies geführt, welches Mikrokunststoffpartikel abfiltriert.

Methoden der Abwasserbehandlung und -aufbereitung bei Direkteinleitern

Abwasserarten – Produktionswasser und Prozesswasser - 2

Entstehung von Prozesswasser bei der Kunststoff-Abfallaufbereitung

In einer Recyclinganlage, die nicht nur sortenreine Industrieabfälle, sondern auch Kunststoffe aus Post-Consumer Abfällen verarbeitet, kann es zu höheren Feststofffrachten im Prozessabwasser kommen. Die Aufbereitung von diesen Stoffen erfolgt durch mehrmalige Waschprozesse vor dem Extrudieren. In diesem Prozessschritt entstehen erhebliche Prozessabwasser, die Mikrokunststoffe aufnehmen. Hier bedarf es in der Regel einer Aufreinigung vor Einleitung in das kommunale Kanalisationsnetz oder einer Abfuhr von Prozesswasser über Tankfahrzeuge, die eine kommunale oder private Abwasseranlage andienen.

Methoden der Abwasserbehandlung von Indirekteinleitern sind nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

Methoden der Abwasserbehandlung und -aufbereitung bei Direkteinleitern

Abwasserarten – Kühlwasser, Niederschlagswasser und Sanitärwasser

Behandlung und Weiterleitung von Kühlwasser

Viele Produktionsprozesse in der chemischen Industrie, insbesondere bei Polymerherstellungsverfahren, erfordern eine Kühlung. Auch bei der kunststoffverarbeitenden Industrie, z.B. nach dem Abschmelzen in der Compoundierung, wird Wasser als Kühlmedium eingesetzt.

Bei Kühlwasser wird zwischen belastetem und unbelastetem Wasser bzw. direktem und indirektem Kühlwasser unterschieden. Indirektkühlwasser wird meist in geschlossenen Systemen geführt und dient zur Kühlung von Maschinen oder zur Kühlung von Prozessreaktoren und -anlagen. Es ist in der Regel unbelastet und wird nach prozessbedingter Erwärmung bzw. bei Austausch des Kühlkreislaufes wieder in das Gewässer zurückgeführt. Unbelastetes Kühlwasser aus Polymerherstellungsprozessen wird in den meisten Fällen in einem Mischkanalsystem gemeinsam mit Niederschlagswasser abgeführt. Teilweise bestehen auch separate Kühlwasserkanäle für unbelastete Kühlwasserabflüsse, die an einen Vorfluter angeschlossen sind..

Niederschlagswasser

Der von befestigten Flächen, Straßen und Dächern abfließende Niederschlag des Betriebsgeländes wird entweder über einen Gemischtkanal mit unbelasteten Kühlwasser direkt eingeleitet oder gelangt indirekt über den Anschluss an das kommunale Kanalisationssystem in eine öffentliche Abwasserbehandlungsanlage. Letzteres ist insbesondere bei Betrieben der kunststoffverarbeitenden Industrie, die nicht auf einem Chemieparkgelände angesiedelt sind, der Regelfall. Hier wird zumeist das Abwasser gemeinsam mit Sanitärabwasser an die kommunale Abwasserkläranlage geleitet.

Sanitärabwasser

Abwasser aus Toiletten, Duschen, Verpflegungseinrichtungen und Ähnlichen entspricht kommunalem Abwasser und wird i.d.R. über einen getrennten Abwasserkanal in die kommunale Abwasseranlage geleitet. Bei einzelnen Chemieparks bestehen am Standort auch eigene Kläranlagemöglichkeiten für Sanitärwasser. Weiterhin ist es an manchen Industriestandorten Praxis, dass die geringen Mengen Sanitärwasser zwar in separaten Kanalsystemen gesammelt und bei der Einleitung in die betriebseigene Abwasseraufbereitungsanlage gemeinsam mit Prozesswasser verarbeitet werden.

Sicherungssysteme zur Vermeidung einer Einleitung von Kunststoffpartikeln in Gewässer

Abwasserüberwachung - 1

Abwasserüberwachung durch Chemiaparkdienstleister

An bayerischen Chemieparks übernehmen häufig eigenständige Infrastrukturdienstleister die Aufgaben des Abwassermanagements. Diese sind verantwortlich für die regelmäßige Überprüfungen der Produktionsanlagen auf Dichtheit im Rahmen der AwSV, den sicheren Betrieb der Abwasseranlagen (Kanalisation und Kläranlage), sowie insgesamt für die ordnungsgemäße Abwasserentsorgung und Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte zur Direkteinleitung von Abwässern.

Hierzu gehören z.B.

- die Beprobung und Überwachung der Grundwasserbrunnen auf mögliche Kontamination und Emission von Schadstoffen durch Leckage,
- Messung und Überwachung der Abwasser, die von den einzelnen Produktionsanlagen in die betriebliche Kanalisation eingeleitet werden,
- sowie der Betrieb der Abwasseraufbereitungsanlagen (Kläranlage).

Produktionsanlagenbetreiber sind in diesem Sinne nicht gegenüber den örtlichen Behörden verantwortlich, sondern müssen sich zunächst gegenüber den Infrastrukturdienstleistern verantworten. Zwischen Produktionsanlagenbetreibern und Infrastrukturdienstleistern bestehen dahingehend vertragliche Vereinbarungen, die eine ordnungsgemäße Abwasserentsorgung und den sicheren Betrieb der Anlage gemäß den gesetzlichen Bestimmungen garantieren.

Sicherungssysteme zur Vermeidung einer Einleitung von Kunststoffpartikeln in Gewässer

Abwasserüberwachung - 2

Abwasserüberwachung an der Produktionsanlage

Abwasser aus Produktionsanlagen der Polymerisation werden in der Regel am Anlagenstandort soweit aufbereitet, dass die nachgeschaltete Wasseraufbereitungsanlage der Aufbereitung des Abwasser entsprechend der gesetzlichen Grenzwerte vor Abwassereinleitung nachkommen kann. Praktisch bedeutet dies, dass Prozessabwasser an den jeweiligen Anfallstellen sehr unterschiedlich aufbereitet wird. Es kommen sehr spezifische, an den Produktionsprozessen optimierte Aufbereitungsverfahren zum Einsatz.

Primäres Ziel ist hierbei, die bestmögliche Rückgewinnung von chemischen Einsatzstoffen, zumeist durch chemisch-physikalische Reinigungsverfahren. Das verbleibende Prozessabwasser, das schließlich in das innerbetriebliche Kanalnetz eingeleitet wird, ist nach Aussage der Befragten weitgehend frei von Mikrokunststoffen. Es gilt anzumerken, dass es im ökonomischen Interesse des Herstellers liegt, die maximale Produktausbeute in der Kunststoffherstellung zu erzielen. Prozessabwasser werden daher auch aus Eigeninteresse kontinuierlich messtechnisch überwacht. Allerdings sind diese Messsysteme primär auf die Wassergefährdung flüssiger Stoffe ausgerichtet. Durch die typischen Messwerte an der Produktionsanlage, wie z.B. pH-Werte, DOC-Werte (Dissolved Organic Carbon) und TOC-Werte (Total Organic Carbon) lassen sich geringere Menge organischer Feststofffrachten nicht feststellen.

Die stark belastete Schmutzfracht aus flüssigen, organischen Stoffen (restliche Monomere, Lösemittel etc.) überlagern in diesen Messmethoden mögliche enthaltene Mikrokunststoffpartikel aus dem Herstellungsprozess. Eine spezifische quantitative Erfassung von festen Mikrokunststoffen bzw. Mikropolymerpartikeln an der Produktionsanlage findet in der Regel nicht statt.

Nach Meinung der Experten ist ein solches Kontrollinstrument an dieser Stelle auch nicht notwendig. Solange das Prozessabwasser den Vereinbarungen und Grenzwerten zwischen Anlagenbetreiber und Infrastrukturbetreiber entspricht, ist eine optimale Aufbereitung des Abwassers sichergestellt. Es ist schließlich die primäre Aufgabe einer nachgeschalteten Wasseraufbereitungsanlage, Aufbereitung und Abfiltration von festen Mikropartikeln aus Prozessabwasser sicherzustellen.

Sicherungssysteme zur Vermeidung einer Einleitung von Kunststoffpartikeln in Gewässer

Sicherungssysteme zur Vermeidung einer Einleitung von Schadstoffen bzw. Kunststoffpartikeln und Polymeren im betrieblichen Störfall

Sicherungssysteme bei Überbelastung und im betrieblichen Störfall in Chemieparks

In der verfahrenstechnischen Produktion von Kunststoffen kann es zu ungewünschten Reaktionen und Ereignissen kommen, die - im ungünstigen Fall - ein Austreten von gefährlichen oder umweltschädlichen Stoffen zur Folge haben.

Der rechtliche Rahmen zur Anlagensicherheit wird im Bereich des Umweltschutzes vom Bundes-Immissionsschutzgesetz in Verbindung mit der Störfall-Verordnung sowie durch die Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) bestimmt. Auf Basis dieser gesetzlichen Bestimmungen kommen weitreichende, messtechnische Überwachungseinrichtung zum Einsatz. Hierzu zählen:

- Raumluftüberwachung
- Messung der Prozessabwasser auf organische Schmutzfracht oder toxischer Inhaltsstoffe
- Zweistufiges Überwachungssystem mit internen und externen Prüfungen auf Dichtigkeit der Anlage
- Regelmäßige Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Sicherheitseinrichtungen

Neben Überwachungs- und Kontrollverfahren, müssen bautechnische Einrichtungen vorhanden sein, die einen Austritt von Schadstoffen und eine Emission von Mikroplastikstoffen verhindern.

- Produktionsanlagen müssen zur Absicherung auf Wannen und Rückhalteeinrichtungen stehen, die der Größe und dem Umfang nach den im Prozess eingesetzten Stoffen entsprechen.
- Auffangwannen müssen flüssigkeitsundurchlässig sein und dürfen keine Abläufe haben. Im Fall eines Stoffaustritts muss das Gemisch bzw. der Stoffaustritt aus der Wanne abgepumpt werden. Von dort erfolgt dann die Abfall- bzw. Abwasserentsorgung.

Sicherungssysteme zur Vermeidung einer Einleitung von Kunststoffpartikeln in Gewässer

Sicherungssysteme zur Vermeidung einer Einleitung von Schadstoffen bzw. Kunststoffpartikeln und Polymeren im betrieblichen Störfall

Sicherungssysteme bei Überbelastung und im betrieblichen Störfall in Chemieparks

- Sollten außerhalb von Produktionsgebäuden Polymere oder Kunststoffpartikel auf die Werksflächen emittiert werden, z.B. durch einen Transportunfall bei dem die Ladefracht in Form von Polymerpulver oder Kunststoffgranulat auf Werksstraßen und in die Kanalisation für Niederschläge gelangen kann, treten eine Reihe Sicherungsmaßnahmen in Kraft.
- Chemieparks unterhalten Werksfeuerwehren, die innerhalb weniger Minuten vor Ort sind. Sie grenzen die Unfallstelle ein und beseitigen den Stoffaustritt auf der Oberfläche ordnungsgemäß. Der betreffende Abwasserkanal wird gespült und das belastete Wasser in den Kanal für Prozesswasser umgeleitet. Das belastete Wasser wird anschließend ordnungsgemäß entsorgt, d.h. im Fall einer Belastung mit Polymerpartikeln über die betriebseigene Abwasseranlage aufbereitet.
- Rückhaltebecken sind ein weiterer Bestandteil der Anlagensicherheit, sowohl bei Chemieparks als auch bei anderen Direkteinleitern. Im Störfall und/oder bei Überbelastung von Kühlwasser oder Niederschlagswasser, dienen diese Becken als erste Sammelbecken, um ein direktes Einleiten in ein Binnengewässer zu verhindern. Belastetes Wasser kann von dort in einem nachfolgenden Schritt ordnungsgemäß entsorgt werden.
- Kommt es in Folge eines fehlerhaften Produktionsverlaufs in den Produktionsbehältern zur Überschreitung von Grenzwerten, die zwischen Produktionsbetrieb und Infrastrukturbetreiber vereinbart worden sind, wird die Abwasserableitung automatisch in einen Zwischenpufferbehälter umgeleitet. Die abgetrennte Produktionsfraktion kann anschließend gesondert behandelt werden. Die Abfallfraktion wird, sofern diese in der betriebliche Abwasserbehandlungsanlage geeignet behandelt werden kann, den wasserrechtlichen Anforderungen und örtlichen Einleitungsbedingungen entsprechend in die betriebliche Prozessabwasserkanalisation eingeleitet. Eine unbeabsichtigte Emission von Polymeren oder Kunststoffpartikeln aus der Produktionsstätte in die Umwelt kann insofern praktisch ausgeschlossen werden.

Sicherungssysteme zur Vermeidung einer Einleitung von Kunststoffpartikeln in Gewässer

Sicherungssysteme zur Vermeidung einer Einleitung von Schadstoffen bzw. Kunststoffpartikeln und Polymeren im betrieblichen Störfall

Überwachung der betriebsinternen Kanalisation

Kanalsysteme, die Prozesswasser mit teils stark säurehaltigen Konzentration führen, können stärkeren Belastungen ausgesetzt sein als kommunale Kanalsysteme. Die AwSV sieht daher eine regelmäßige Überprüfung vor, die in der Praxis durch interne und externe Fachfirmen durchgeführt wird. Hierzu werden Kanalsysteme mittels einer Kamerabefahrung auf Dichtheit geprüft. Das Verfahren sieht vor, dass das gesamte Kanalsystem alle 10 Jahre mindestens einmal befahren werden muss. Die Ergebnisse sind an die zuständigen Behörden weiterzuleiten.

Weiterhin werden insbesondere in Chemieparks an unterschiedlichen Stellen auf dem Werksgelände die Grundwasserbrunnen in regelmäßigen Abständen auf Verunreinigungen untersucht. Sollten bestimmte Grenzwerte überschritten werden, sind daraufhin Untersuchungen einzuleiten, um die Ursache der erhöhten Messwerte zu klären.

Bei Undichtheit des Kanalsystems müssen dann - je nach Leckagefall - sofort oder innerhalb einer bestimmten Frist Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden.

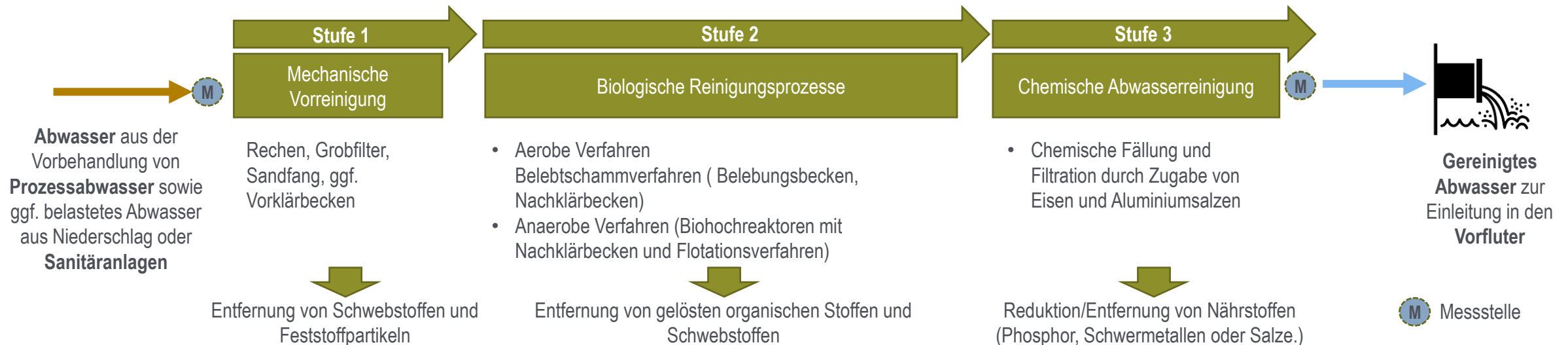
Methoden der Abwasserbehandlung und -aufbereitung bei Direkteinleitern

Abwasserbehandlung und -aufbereitung bei Direkteinleitern

Abwasseraufbereitungsanlagen in der chemischen Industrie

Direkteinleiter in Bayern betreiben in der Regel eine betriebseigene Abwasserbehandlungsanlage. In vielen Fällen, insbesondere bei Chemieparcs mit mehreren angesiedelten Unternehmen, übernehmen Infrastrukturdienstleister die Aufgabe der Abwasserbehandlung aus Produktionsstätten der kunststofferzeugenden Industrie. Diese Abwasserbehandlungsanlagen sind auf unterschiedliche Prozessabwasserströme ausgelegt und folgen einem mehrstufigen Aufbau. Ungeachtet davon, ob es sich bei der Anlage um eine Kläranlage zur Behandlung von Abwasser aus der Papierherstellung oder Kunststoffherstellung handelt, sind die Anlagen schematisch sehr ähnlich aufgebaut. Die Unterschiede liegen hauptsächlich in der Bauart der Klärbecken und Behandlungsbehälter, der Ausbaugröße gemessen nach Einwohnergleichwert bzw. der damit korrelierenden Abwassermenge sowie der spezifischen Abwasserschmutzfrachtzusammensetzung und -konzentration. Die Anlagen werden auf die zu behandelnden Abwasser hinsichtlich Reinigungsdauer und Zugabe von Reinigungsmitteln und Zusatzstoffe entsprechend eingestellt.

Grundsätzliches Schema einer „konventionellen Kläranlage“, wie sie in den untersuchten Industriebetrieben zum Einsatz kommt:



Quelle: eigene Darstellung

Methoden der Abwasserbehandlung und -aufbereitung bei Direkteinleitern

Prozesse der Abwasserbehandlungsanlage, die eine Einleitung von Mikrokunststoffen und gelösten Polymeren in Binnengewässer verhindern

Industrielle Kläranlagen zielen hauptsächlich auf die Reinigung von Prozessabwasser ab. In manchen Anlagen werden auch Sanitärabwasser aus dem Werk oder einer angrenzenden Kommune mitbehandelt. Vor Einleitung der Abwasser in die Abwasserbehandlungsanlage, wird die Belastung anhand verschiedener Parameter automatisch und kontinuierlich bestimmt. Eine Konzentration an Mikrokunststoffen im Abwasser wird zwar nicht als Einzelparameter gemessen, allerdings werden Mikrokunststofffrachten über die Messung des gesamten Kohlenstoffgehalts durch CSB und TOC Messungen und durch Trübungsmessung im Abwasser als Bestandteil der Gesamtfeststofffracht erfasst. Die in die Kläranlage eingeleiteten Abwasser dürfen bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten, um den einwandfreien Betrieb der biologischen Kläranlage nicht zu gefährden.

Die Reinigungsanlage ist somit darauf ausgelegt, die ankommenden Abwasser von Schadstoffen und Belastungen, entsprechend der gesetzlichen Grenzwertregelungen, zu reinigen.

Wie auf dem schematischen Schaubild (siehe Seite 23) ersichtlich ist, lässt sich der Reinigungsprozess von Abwasser in konventionellen Kläranlagen, wie diese bei Direkteinleitern zum Einsatz kommen, grundsätzlich in 3 Reinigungsstufen unterteilen:

1. Reinigungsstufe - Mechanische Vorreinigung

Die erste Reinigungsstufe bildet die mechanische Vorreinigung. Das Abwasser wird über einen **Rechen** in ein **Sandfangbecken** geführt. Diese Stufe ist insbesondere zur Abtrennung sehr grober Verunreinigungen >2 mm (wie sie in Sanitärabwasser oder in kommunalen Abwasser enthalten sind) aus dem Abwasser vorgesehen. Im Regelfall befinden sich in der Schmutzwasserfraktion aus Prozessabwasser kaum Kunststofffeststoffpartikel oder Kunststoffpellets. Sollten dennoch Kunststoffpartikel enthalten sein, setzen sich diese gemeinsam mit anderen, schweren und wasserunlöslichen Stoffe am Klärbeckenboden ab. Laut Literatur kann im Anschluss an das Sandfangbecken ein weiteres Vorklärbecken zur Herabsetzung der Strömungsgeschwindigkeit des Abwassers folgen, um weitere ungelöste, organische Stoffe abzutrennen. In den befragten Industriebetrieben kamen diese zusätzlichen Absetzbecken jedoch nicht zum Einsatz. Der Sedimentationsschlamm oder Primärschlamm wird in regelmäßigen Abständen entnommen und der weiteren Schlammbehandlung (Eindicker, Schlammfäulung, Entwässerung, thermische Behandlung) zugeführt.

Methoden der Abwasserbehandlung und -aufbereitung bei Direkteinleitern

Prozesse der Abwasserbehandlungsanlage, die eine Einleitung von Mikrokunststoffen und gelösten Polymeren in Binnengewässer verhindern

2. Reinigungsstufe – Biologische Reinigung

Auf den mechanischen Reinigungsschritt folgt ein biologisches Reinigungsverfahren. Zwei Verfahren werden üblicherweise bei Industriekläranlagen eingesetzt:

Biologische Reinigung mittels Belebtschlammverfahren (aerob)

Der Großteil der industriellen Kläranlagen wird, wie auch bei den meisten kommunalen Kläranlagen, nach dem **Belebtschlammverfahren** betrieben. Mit Hilfe von Sauerstoff und Mikroorganismen werden in einem ersten Schritt in sogenannten Belebungsbecken die Verunreinigungen im Abwasser **aerob, d.h. unter Zugabe** von Sauerstoff oxidativ abgebaut. In einem nachgeschalteten Nachklärbecken setzt sich der Belebtschlamm ab. Ein Teil des Schlammes wird wieder in das Belebtschlammbecken zurückgeführt und dient zur Aufkonzentration an Mikroorganismen im Belebungsbecken. Der oben aufschwimmende **Schwimmschlamm** oder Überschussschlamm enthält den nicht mehr benötigten Zuwachs an Biomasse, der nun zusammen mit dem Primärschlamm des Vorklärbeckens zur Weiterbehandlung über einen Voreindicker und in einen Faulturn geleitet wird. Der verbleibende Schlamm wird schließlich thermisch entsorgt. Die hieraus verbleibende Asche wird stofflich, z.B. in Form von Ersatzbaustoffen, wiederverwendet. Mikrokunststoffe <2 mm werden durch diese Behandlung über den Schwimmschlamm ausgetragen.

Biologische Reinigung mittels Biohochreakorttechnologie (anaerob)

Ein anderes bei Industrieanlagen eingesetztes biologisches Reinigungsverfahren ist die Biohochreakorttechnologie. Sie wird ebenfalls mit Hilfe von Mikroorganismen - allerdings **unter Ausschluss von Sauerstoff** – mit einem organischen Zersetzungsprozess in Gang gesetzt. Die Klärschlämme in diesen Biohochreaktoren bilden eine bis zu 9 Meter hohe Schlammschicht, die für Feststoffe wie ein Filter wirken. Nachgeschaltet an die Hochreaktoren ist ebenfalls ein Nachklärbecken, das nach Flotationsprinzip funktioniert. Druckluft wird in das anaerob gereinigte Wasser geblasen, Feststoffe, wie Mikrokunststoffpartikel, haften **adsorptiv** an der Druckluftblase an und werden an die Oberfläche „mitgerissen“. Dieser aufschwimmenden Schwimmschlamm wird wieder in den Biohochreaktor zurückgeführt. Der Überschussschlamm wird anschließend abgezogen, entwässert und schließlich thermisch behandelt.

Methoden der Abwasserbehandlung und -aufbereitung bei Direkteinleitern

Prozesse der Abwasserbehandlungsanlage, die eine Einleitung von Mikroplastik und gelösten Polymeren in Binnengewässer verhindern

3. Reinigungsstufe - Chemische Abwasserreinigung

Abwasser der chemischen Industrie sind zum Teil mit hohen Konzentrationen Phosphor und anderen Salzen belastet. Zur Reduktion und Entfernung von Phosphor sowie Schwermetallen und Salzen, müssen zusätzlich chemische Verfahren angewendet werden. Die gängige Methode hierfür ist die abschließende Behandlung des Abwassers mit einem Fällmittel (z.B. Eisen und Aluminiumsalze), wodurch die im Wasser gelösten Phosphate und Salze als wasserunlösliche Verbindung ausflocken und sich als Schlamm in einem Nachklärbecken absetzen können.

Die 3. Reinigungsstufe liefert keinen effektiven Beitrag zur Reduktion von Mikroplastik im Abwasser.

Überwachung des gereinigten Abwassers vor Einleitung in den Vorfluter/in Gewässer

Abwassereinleitungen in Gewässer unterliegen gemäß der Abwasserverordnung bestimmten Anforderungen an die Maximalkonzentration von Schadstoffen.

Für die chemische Industrie sind die Grenzwerte und anzuwendenden Messmethoden in Anhang 22 der AbwV geregelt.

Hierunter fällt die kontinuierliche Messung und Einhaltung von Maximalkonzentrationen an Stickstoff, Phosphor, AOX, Metall- und Schwermetallmessungen, die Messung der organischen Fracht mittels TOC oder CSB Wert-Bestimmung sowie die Messung aller abfiltrierbaren Stoffe.

Eine spezifische Messung von Mikroplastik im Abwasser vor Einleitung in den Vorfluter wird nicht durchgeführt, und ist auch per Gesetz nicht gefordert. Mögliche Mikroplastikfrachten nach der Abwasserreinigung werden, wie auch bei der Einleitungsmessung in die Kläranlage, über die Messung des gesamten Kohlenstoffgehalts durch CSB und TOC Messungen als auch durch Trübungsmessung im Abwasser erfasst.

Die angewandten Messmethoden lassen allerdings keinen eindeutigen Rückschluss auf den spezifischen Gehalt an Mikroplastik zu.

- Die CSB und TOC Messungen ermitteln über ein thermisches bzw. chemische Oxidationsverfahren den Kohlenstoffgehalt einer Wasserprobe und erfassen insofern auch organische Nicht-Kunststoffpartikel (z.B. Benzole, Alkohole etc.). Inwiefern in einer Wasserprobe Kunststoffstoffe enthalten sind, kann über diesen Weg nicht untersucht werden.

Kunststoffeintrag durch Direkteinleiter ist als relative gering einzustufen

Prozesse der Abwasserbehandlungsanlage, die eine Einleitung von Mikrokunststoffen und gelösten Polymeren in Binnengewässer verhindern

- Des Weiteren liefert die Trübungsmessung eine Information über das Vorhandensein ungelöster Substanzen. Die Messung der abfiltrierbaren Stoffe erfasst zudem die Konzentration an (organischen und anorganischen) Feststoffpartikeln und Schwebstoffen in einer Wasserprobe. Eine genaue Aussage über den Kunststoffanteil in der Feststofffraktion kann über diese Messmethoden nicht getroffen werden.

Dennoch lassen sich anhand der Messmethoden und der vorgelagerten Reinigungsmethoden Rückschlüsse über die Kunststofffracht von Abwasser bei Direkteinleitern treffen. Gemäß den Aussagen der befragten Unternehmen werden die gesetzlichen Grenzwerte hinsichtlich organischer Schmutzfracht gemäß CSB und TOC Messmethode sowie der maximalen Konzentration abfiltrierbarer Stoffe grundsätzlich erfüllt und in der Regel auch deutlich unterschritten.

Obgleich diese Messmethode nicht grundsätzlich die Partikelanzahl an Mikrokunststoffen im Abwasser analysiert, ist jedoch davon auszugehen, dass es nicht zu größeren Kunststoffeinträgen aus Abwasser von Direkteinleitern im Normalbetrieb kommt.

- Gezielte Stoffrückgewinnungsmaßnahmen zur Reduktion von Feststofffrachten kommen bereits am Entstehungsort, d.h. an der Produktionsanlage, zum Einsatz. Die Betreiber der innerbetrieblichen Kläranlage schreiben den jeweiligen Produktionsanlagenbetreibern vor, welche maximalen Feststofffrachtkonzentrationen in die Abwasseranlage eingeleitet werden dürfen.
- Die Partikelgröße der erlaubten Feststoffe, die aus organischen Produktionsprozessen eingeleitet werden dürfen, ist im Mikrometerbereich festgelegt. Kunststoffmikropartikel bleiben bereits in den Filteranlagen (z.B. Nutsche) der Kunststoffherzeuger als Produkt haften.
- Im Falle der papierherstellenden Industrie bestehen die Abwässer, die an die Kläranlage abgeführt werden, hauptsächlich aus biologisch abbaubaren Cellulose-Partikeln. Verbleibende Mikrokunststoffe, die sich aus der Altpapieraufbereitung im Prozesswasser befinden können, lagern sich prozessbedingt eher im Papier ab und gelangen nicht in das Prozessabwasser. Die Mikrokunststoffkonzentration im Prozessabwasser ist somit herstellungsbedingt bereits vor dem eigentlichen Reinigungsprozess sehr gering.
- Schließlich existieren für den betrieblichen Störfall Sicherungssysteme, die ein Eindringen von Mikropartikeln in die Umwelt verhindern und eine ordnungsgemäße Entsorgung für verunreinigte Abwässer ermöglichen.

Weiterführende Maßnahmen zur Reduzierung von Mikroplastikeinträgen in Gewässer

Weiterführende Maßnahmen

Grundsätzlich sehen die befragten Unternehmen geringen Handlungsbedarf bei Direkteinleitern zur Reduzierung von Kunststoffeinträgen in Gewässern. Sie verweisen darauf, dass bereits heute die gesetzlichen Bestimmung hinsichtlich der Kohlenwasserstoffbelastung bei Einleitung von Prozesswasser unterschritten werden und teilweise unter oder nur geringfügig über der TOC-Konzentration bei Entnahme von Vergleichsproben aus dem Oberflächenwasser liegen.

Verbesserungspotenziale sehen Direkteinleiter vor allem mit Blick auf kommunale Kläranlagen, die Abwasser aus vielen Einleitungsquellen mit unterschiedlichen Wasserqualitäten behandeln. Denkbare technische Lösungsansätze sind hier Vorabscheider vor Einleitung in die kommunale Kläranlage oder Ultrafiltration als letzte Stufe der Kläranlage vor Einleitung in das Gewässer.

Im Unterschied zur kommunalen Kläranlage wird bei Industriekläranlagen eine gezielte Abwasserbehandlungsmaßnahme am Entstehungsort als effektiver erachtet. Als diskutierte Verfahren sind hier pH-Wert Steuerungen zu nennen, die in Kombination mit Filtrationstechniken die Schadstoffbelastungen im Abwasser bereits vor dem Einlass in das betrieblichen Kanalisationssystem senken.

Fazit

- Direkteinleitende Industriebetriebe aus der chemischen, kunststofferzeugenden sowie der papierherstellenden Industrie haben, gemäß der gesetzlichen Regelungen, umfassende Maßnahmen zur Vermeidung von Schadstoffeinträgen in Gewässer implementiert.
- Im Rahmen der Anlagensicherheit verhindern kontinuierliche Messungen von Abwasserströmen, Anlageinnenräumen, regelmäßige Anlageprüfungen, Notfallpläne für einsatzbereite Werksfeuerwehren, automatische Umleitungs- und Rückhaltesysteme und anschließende Behandlungsmaßnahmen des verunreinigten Wasser, unkontrolliertes Austreten von Schadstoffen. Insofern kann eine Emission von Mikrokunststoffeinträgen in die Umwelt sehr effektiv verhindert werden.
- Industriekläranlagen können mit den auf die jeweiligen Abwasserfraktionen abgestimmten Klär- und Aufbereitungsmethoden bessere Reinigungsleistungen als kommunale Kläranlagen erzielen. Maßnahmen zur Reduktion von Schadstofffrachten werden bereits am Anfallort ergriffen. Spezifische Vereinbarungen zwischen einleitender Produktionsanlage und dem Kläranlagenbetreiber stellen eine ordnungsgemäße Reinigung der Abwasser sicher.
- Eine spezifische Messung des Mikrokunststoffeintrags in Gewässer bei direkteinleitenden Industriebetrieben erfolgt nicht.
- Allerdings ist zu vermuten, dass infolge der kontinuierlichen Messung und Kontrolle zahlreicher Parameter im Abwasser im Allgemeinen und der Messung des Kohlenstoffgehalts und der Konzentration abfiltrierbarer Stoffe im Besonderen, der Eintrag an Mikrokunststoffen in die Gewässer sehr gering ist. Dies erscheint vor allem auch vor dem Hintergrund der in die Abwasseranlage eingeleiteten Prozessabwasser nachvollziehbar, welche weitgehend frei von ungelösten Kunststofffeststofffrachten sind.
- Es ist zu vermuten, dass Wasserproben in Gewässern nach direkteinleitenden Einlaufstellen keine durch den Industriebetrieb verursachte signifikante Erhöhung an Mikrokunststoff aufweisen.