

CONVERSID

Market & Strategy



CONVERSID
MARKET & STRATEGY GMBH



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

Teilbericht im Rahmen des Verbundprojekts MicBin
- Analyse von Wasserkraftwerken -

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



FONA
Forschung für nachhaltige
Entwicklungen
BMBF



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

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 von Kunststoffeinträgen in die Meere ein. Die Durchführung von Befragungen und Analysen sind weitere Arbeitsschwerpunkte der BKV im Rahmen von MicBin. Unterstützt wird die BKV von dem Marktforschungsunternehmen Conversio Market & Strategy GmbH, die Unterauftragnehmer im Verbundprojekt sind.

* Conversio, Vom Land ins Meer - Modell zur Erfassung landbasierter Kunststoffabfälle, 4. Version, 2020

Kostenlos erhältlich: <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

 UNIVERSITÄT
OSNABRÜCK

Technology
Arts Sciences
TH Köln

TZW
Technologiezentrum
Wasser

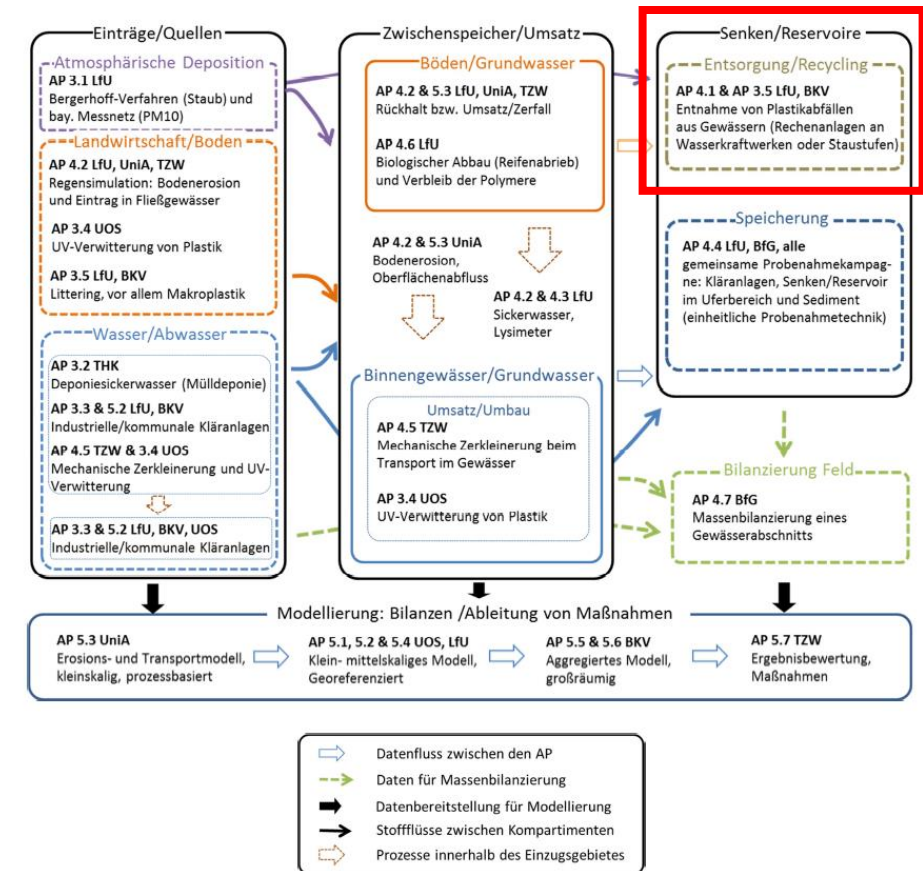
bfg Bundesanstalt für
Gewässerkunde

BKV KUNSTSTOFF
KONZEPTE
VERWERTUNG

Überblick der Arbeitspakete in das Verbundprojekt MicBin

Einordnung Arbeitspaket 4.1 in das Verbundprojekt – Untersuchung von Wasserkraftanlagen

- 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 (Abbildung1).
- Der hier vorliegende Bericht zum Arbeitspaket (AP) 4.1 befasst sich mit **der Analyse der Kunststoffmenge, die an Staustufen und Wasserkraftwerken ausgetragen wird.**



* 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/infothek/studien.html>

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

Aufgabenstellung des Teilprojekts Arbeitspaket 4.1 – Untersuchung von Wasserkraftanlagen

Analyse der Kunststoffabfallmenge, die an Staustufen und Wasserkraftwerken ausgetragen wird

- Ziel von AP 4.1 ist die Einordnung von Kunststoffabfällen an Staustufen nach Menge und Art sowie eine Analyse des Verhaltens und der Praktiken von Betreibern von Staustufen, Wehren etc. im Hinblick auf Überläufe und die Austragung von Treibgut in Gewässern.
- In Bayern entfernen Wasserkraftwerksbetreiber jährlich zehntausende Tonnen Treibgut, Zivilisationsabfall und Plastik aus den Bächen, Kanälen und Flüssen. Exemplarisch soll in diesem AP die Entnahme von Plastikmüll an Staustufen betrachtet werden, der so nicht mehr ins Meer gelangt und auch nicht als Quelle für kleinere Partikel dient.
- Dazu wurde eine Befragung der Betreiber zum Thema Entnahme von Plastikmüll durchgeführt, um die Datenbasis zu erweitern und die experimentell ermittelten Befunde einzuordnen. Die Befragungen wurde durch das Marktforschungsinstitut Conversio GmbH in Zusammenarbeit mit BKV durchgeführt, ausgewertet und analysiert.
- Das Ergebnis, eine Abschätzung der Abreicherung von Kunststoffen in Oberflächengewässern durch Wehre, dient als Input für AP 5.

Grundgesamtheit der Erhebung

An der Untersuchung teilnehmende Experten und Unternehmen

- 4 große Kraftwerksbetreiber haben soweit verfügbar **Rechengutmengen** jeweils zu den von Ihnen betriebenen Anlagen zur Verfügung gestellt. Insgesamt konnten Rechengutmengen zu **66 großen Wasserkraftanlagen (WKA)** aus den Jahren 2014-2017 ausgewertet werden.
- Mit Hilfe der Vereinigung Wasserkraftwerke Bayern e.V. (VWB) konnten 10 Betreiber von kleinen Wasserkraftwerken via eines Online-Fragebogens befragt werden.
- Des weiteren wurden 2 Vor-Ort Gespräche durchgeführt und die Rechenanlagen besichtigt.
- Zusätzlich wurden 10 Expertengespräche via Telefon oder Face-to-Face mit technischen Leitern der WKA, sowie Experten von Wasserwirtschaftsämtern, Entsorgungsbetrieben und Betreibern von kleinen WKA zu den Praktiken bei der Austragung von Rechengut und Abfall geführt.
- Ebenfalls in das Datenmodell eingeflossen sind die Ergebnisse einer Kurzumfrage des VWB zum entnommenen Zivilisationsmüll bei kleinen Wasserkraftanlagen mit ca. 180 Teilnehmern .



© Conversio; große WKA Gersthofen Unterlauf



© VWB; Oberlauf kleine Wasserkraftanlage

Das Untersuchungsgebiet Donau erstreckt sich über 19.000 Flusskilometer

Das Untersuchungsgebiet: Bayerisches Donaueinzugsgebiet

- Das Donaueinzugsgebiet in Bayern umfasst eine oberirdische Fläche von rund 48.200 km² und erstreckt sich über ein Gewässernetz von rund 19.000 Flusskilometer und Kanälen sowie 39 Seen. Die Donau ist mit rund 380 km das Hauptgewässer, in das zahlreiche Nebenflüsse münden.
- Zu den Hauptnebenflüssen zählen:

Links der Donau (mit Zuflüssen)	Rechts der Donau (mit Zuflüssen)	
<ul style="list-style-type: none"> Ilz Regen (Schwarzach, Vils, Naab, Schwarze, Kleine/Große Laaber) Main-Donau-Kanal (Altmühl) Wörnitz Brenz 	<ul style="list-style-type: none"> Inn (Rott, Isen, Alz, Traun, Salzach, Saalach) Vils Isar (Amper, Würm, Loisach, Ammer) Laaber Abens Ilm Paar Lech (Wertach) 	<ul style="list-style-type: none"> Schmutter Zusam Mindel Günz Iller

Quelle: Hrsg. Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (2015) "Bewirtschaftungsplan für den bayerischen Anteil am Flussgebiet Donau", S. 11-13., S. 156.



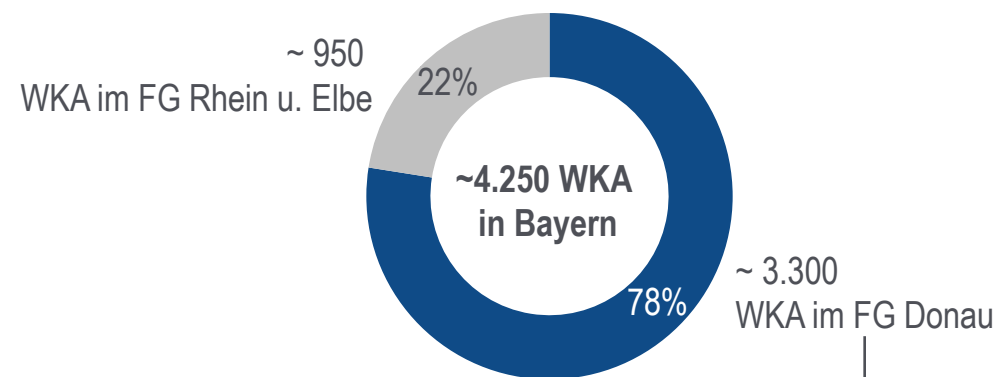
Quelle: LfU

Das Berechnungsmodell zum Kunststoffaustrag bezieht sich auf rund 3.300 Wasserkraftanlagen

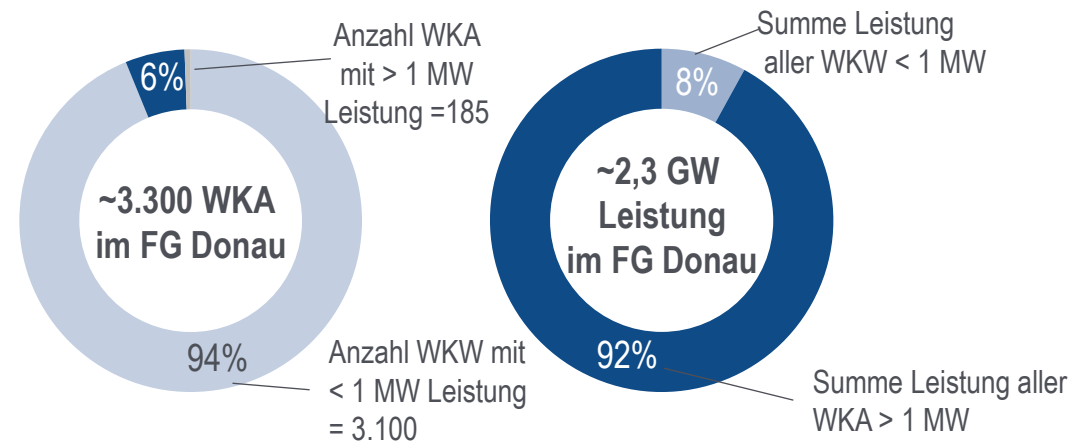
Grundgesamtheit der untersuchten Wasserkraftwerke

- Bayern verfügt über ca. 4.200 Wasserkraftanlagen (WKA). Die Mehrzahl der Wasserkraftwerke (78%) liegt dabei im Donaueinzugsgebiet mit ca. 3.300 Wasserkraftanlagen, darunter, die großen Anlagen an Donau, Iller, Lech, Wertach, Günz, Isar, Inn. Die restlichen WKA in Bayern liegen an Gewässern im Flusseinzugsgebiet Rhein und Elbe.
- Unter den **3.300 an der Donau gelegenen WKA zählen 94 % zu den Kleinwasserkraftanlagen** (Leistungsbereich < 1MW).
- Allerdings verfügen die **185 Anlagen der Großwasserkraft** jedoch über 92% der elektrischen Ausbauleistung.
- Diese großen Wasserkraftanlagen liegen überwiegend an den alpinen Donauzuflüssen Iller, Lech, Wertach, Isar und Inn sowie an der Donau und am Main. Während sich diese großen Anlagen meist im Besitz von **Energieversorgungsunternehmen** befinden, betreibt eine Vielzahl **mittelständischer Betriebe eigene kleinere Anlagen** zur Senkung der Energiekosten oder als zusätzliches wirtschaftliches Standbein.

Wasserkraftwerke (WKA) in Bayern gesamt



~3.300 Wasserkraftwerke im Flussgebiet (FG) Donau

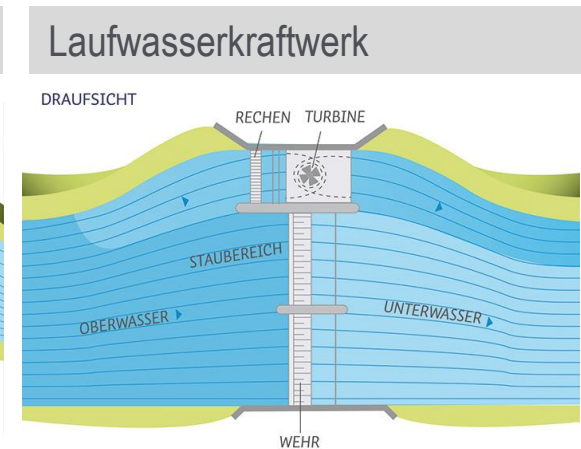
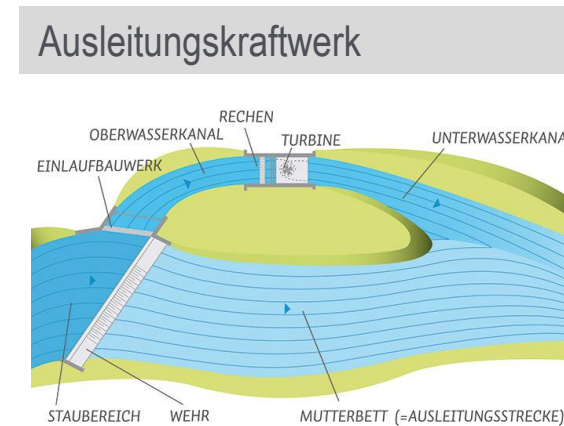
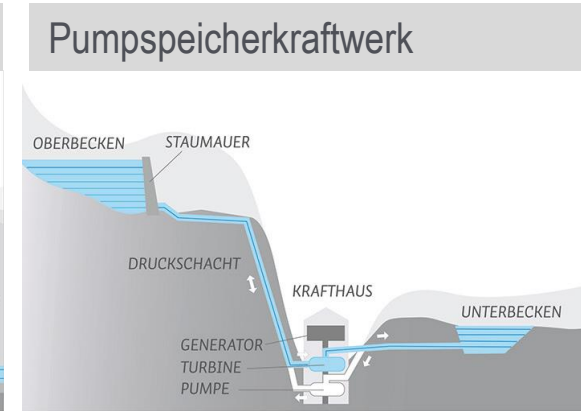
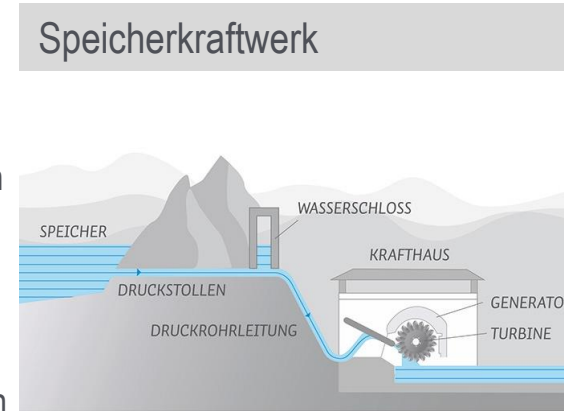


Quelle: <https://www.lfu.bayern.de/wasser/wasserkraft/ueberblick/index.htm>; Eigene Darstellung

Bei Ausleitungskraftwerken wird nur ein Teil des im Gewässer befindlichen Treibguts über die Rechenanlage geführt

Typen von Wasserkraftanlagen

- Wasserkraftanlagen lassen sich in **Laufwasserkraftanlagen** und **Speicherkraftanlagen** zur Erzeugung von Strom einerseits sowie Pumpspeicherkraftanlagen zur Stabilisierung des Stromsystems andererseits unterscheiden.
- Die überwiegende Anzahl der Anlagen in Bayern zählt zu den **Laufwasserkraftanlagen** (rund 4.070 Anlagen). Auf sie entfallen 86% der elektrischen Ausbauleistung. Die rund 110 Speicherkraftwerke verfügen über 14% der elektrischen Ausbauleistung.
- Die sieben bayerischen Pumpspeicherkraftanlagen haben bei einer installierten Leistung von ca. 550 MW eine Kapazität von 4,5 GWh.
- Bei **Pumpspeicherkraftwerken** fallen **kaum anthropogene Abfälle** an Rechenanlagen an, da die Stauseen zumeist für den Menschen nicht zugänglich sind.
- Rund 70% der **Laufwasserkraftanlagen werden als Ausleitungskraftwerke betrieben**. Hierbei wird ein Teil des Flusswassers über einen Kanal oder Mühlbach zur Stromerzeugung abgeleitet und das Unterwasser dem Fluss wieder zugeführt. Dies bedeutet, dass an diesen Anlagen auch nur ein Teil des im Gewässer befindlichen Treibguts über den Rechen fließt. **Abfälle und Kunststoffartikel** werden insofern an diesen Wasserkraftwerken **nur zum Teil ausgetragen**.
- Es handelt sich hierbei in den meisten Fällen um kleine Anlagen < 1MW. Bei den großen Wasserkraftwerken im Donaugebiet handelt es sich zumeist um Laufwasserkraftanlagen und Speicherkraftanlagen, die als Querbauten die gesamte Wassermenge im Regelbetrieb über die Rechenanlage führen.



Quelle „Bayerische Landeskraftwerke GmbH“

Grundsätzlich betreiben alle Wasserkraftanlagen eine Rechenanlage

Verhaltensweisen und Praktiken bei Rechenanlagen und bei der Austragung von Treibgut

- Grundsätzlich betreiben alle Wasserkraftanlagen eine Rechenanlage primär zum Schutz der Turbine.
- Treibgut, das aus dem Wasser entnommen wird, gilt als Gewerbeabfall und muss von Betreibern der Wasserkraftanlagen ordnungsgemäß entsorgt werden. Es darf also beispielsweise nicht in das Unterwasser zurückgeführt werden.
- Bei den **großen Wasserkraftanlagen** wird kontinuierlich die gesamte Wassermenge über den Rechen geführt. Das Treibgut, das am Rechen hängen bleibt, wird in der Regel über eine automatisierte Rechenanlage auf einer Halde/Grube zwischengelagert und durch **externe Entsorger** entsorgt und bei Bedarf abgeholt. Je nach Jahreszeit geschieht dies alle 14 Tage bis 4 Wochen. Eine **Auswertung** über die Zusammensetzung des entnommenen **Treibguts** wird **in der Regel nicht durchgeführt**.
- Hingegen sind kleine Wasserkraftwerke dazu angehalten Treibgut durch den sog. Leerschuss oder das Wehr ohne vorherige Entnahme aus dem Gewässer direkt an den Wasserunterlauf weiterzuleiten. Treibgut besteht zum großen Teil aus Totholz, das als wertvolles Biotop für das Gewässer betrachtet wird.
- Dennoch erfolgte bei den befragten Kraftwerksbetreiber in der Regel ein Austrag des Rechenguts mit anschließender manueller Sortierung. Nicht-biogene Abfälle, wie Kunststoffe, Glas, Metall, Autoreifen, Sperrmüll, werden dabei von den Betreibern aussortiert und getrennt nach Müllfraktionen, gelber Sack, Papier, Glas, Metall, Altholz, und Restmüll auf eigene Kosten entsorgt.



© Conversio: Treibgutsammelcontainer an einem Wasserlaufkraftwerk

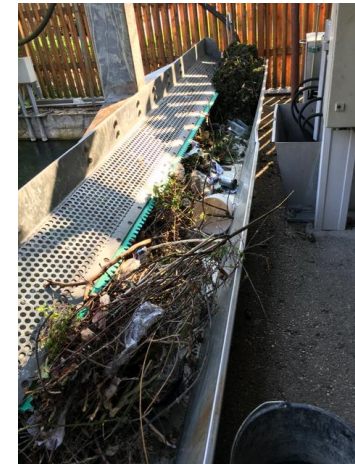
Die Menge des Treibguts, das aus dem Fluss ausgetragen wird bzw. der Menge, die im Fluss verbleibt, hängt von mehreren Faktoren ab

Faktoren, die die Rechengutmenge bedingen

Die Menge des Rechenguts ist von **mehreren Faktoren** abhängig

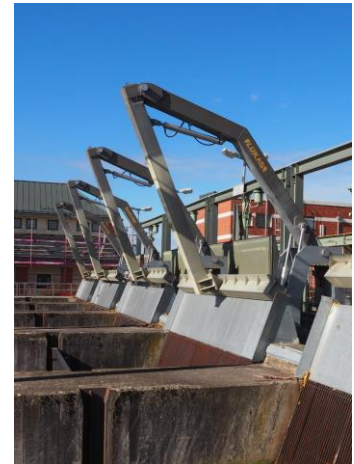
- Größe des Wasserkraftwerks (je größer die **Wasserdurchflussmenge**, desto mehr Treibgut wird aus dem Gewässer entnommen). Zur Hochrechnung der gesamten Rechengutmengen, die bei großen Wasserkraftanlagen im Donaugebiet im Untersuchungszeitraum anfielen, wurden die mit der Wasserdurchflussmenge näherungsweise korrelierenden Ausbaunennleistung der Wasserkraftwerke verwendet.
- **Jahr und Jahreszeit** bzw. Hochwassermonate (insbesondere nach Schneeschmelze), in denen vermehrt Abfälle von Böschungen abgeschwemmt werden. 2018 fielen im gesamten Donaugebiet relativ geringe Mengen an Rechengut an (geringe Niederschlagsmengen im Jahresverlauf), während 2014 sehr hohe Rechengutmengen, aufgrund hoher Niederschlagsmengen verzeichnet wurden. Für das Datenmodell wurde die mittlere Rechengutmenge der Jahre 2014-2017 zu Grunde gelegt.
- **Flusskilometer** im Oberlauf (Je länger die Flusskilometer im Oberlauf zum vorherigen Wasserkraftwerk, desto größer die Menge an Treibgut)
- **Standort des Wasserkraftwerks** (Wasserkraftwerke, die in oder nach **Städten** und **Brücken** gelegen sind, führen **größere Mengen Zivilisationsmüll**)
- Art des Wasserkraftwerks (z.B. bei **Ausleitungskraftwerken** wird nur ein Teil des Wassers über die Anlage geführt)
- **Rechenabstände** (Laufkraftwerke an der Donau und Flüssen mit großer Wasserdurchflussmenge haben in der Regel größere Rechenabstände (> 50 mm – 400 mm) als kleine Wasserkraftwerke an Zuflüssen (20 mm - 50 mm), die damit auch kleinere Partikel aus dem Gewässer austragen.
- Tage mit **Wehrüberlauf** bei Kleinkraftanlagen bzw. **Leerschuss** bei großen Anlagen.
- **Hydrologische Besonderheiten des Flusses**. Beispielsweise führen alpine Flüsse, wie der Inn höhere Mengen an Totholz mit sich als Fließgewässer mit eher niedrigem Wassergefälle.

Rechenanlage kleine Wasserkraftanlage



© Karl Ketterl

Rechenanlage große Wasserkraftanlage



© Conversio

Die ausgetragene Menge an Makroplastik wurde differenziert nach Anlagengrößen der WKA analysiert

Rechenweg zur Austragungsmenge und Verbleibmenge von Makroplastik

Menge ausgetragenes Makroplastik bei kleinen Wasserkraftanlagen (bis 1MW)

Anzahl **Wasserkraftanlagen (WKA) im FG Donau** nach Ausbaunennleistungsklassen (kw) **×** Ø **Austragungsmenge anthropogener/nicht-biogener Abfall** in Tonnen je Kraftwerksleistungsklasse **×** Ø **Gew.-Anteil Kunststoffe** im anthropogenen /nicht-biogenen Abfall in %

= **Austrag Makroplastik an kleinen Wasserkraftwerken**

Menge ausgetragenes Makroplastik bei großen Wasserkraftanlagen (ab 1MW)

Anzahl **Wasserkraftanlagen (WKA) im FG Donau** nach Ausbaunennleistungsklassen (kw) **×** Ø **Rechengutabfallmenge*** je WKA in Tonnen je Kraftwerksleistungsklasse **×** Ø **Gew.-Anteil anthropogener/nicht-biogene Abfälle** im Rechengut in % **×** Ø **Gew.-Anteil Kunststoffe** im anthropogener/nicht-biogenen Rechengutabfall in %

= **Austrag Makroplastik an großen Wasserkraftwerken**

Austragungsmenge Makroplastik an Wasserkraftwerken

Menge Makroplastik, die in der Umwelt innerhalb des bayerischen Donaeinzugsgebiet verbleibt

Menge Makroplastik, die im bayerischen Flusseinzugsgebiet Donau eingetragen wird (Basis Studie: „Vom Land ins Meer“ 2020) **—** Menge **Austragungsmenge Makroplastik an Wasserkraftwerken**

= Menge Makroplastik, die in der terrestrischen und aquatischen **Umwelt verbleibt**

Menge Makroplastik, die in der Umwelt verbleibt

*gemittelte Rechengutabfälle je Kraftwerk über die Jahre 2014-2017

Die Hochrechnung der Austragungsmenge an Makroplastik erfolgte auf Basis von Schätzungen der Betreiber von Wasserkraftanlagen

Varianzfaktoren im Datenmodell

- Zur Berechnung der Austragungsmenge Makroplastik wurde auf die Einschätzung der Wasserkraftwerksbetreiber sowie einzelner stichprobenartiger Sichtanalysen von Entsorgern hinsichtlich des Anteils an Störstoffen im Rechengut bzw. des Gewichtsanteils an Makroplastik im Rechengut zurückgegriffen.
- Im Rechenmodell haben die Rechenfaktoren „Gew.-Anteil *anthropogener/nicht-biogene Abfälle im Rechengut*“ bzw. *Gew.-Anteil Kunststoffe im anthropogenen /nicht-biogenen Abfall*“ einen großen Einfluss auf die Berechnung der gesamten Austragungsmenge an Makroplastik aus dem bayerischen Donaeinzugsgebiets.
- Mit Hilfe von 3 Szenario Modellen wurde dieser Varianz im Datenmodell Rechnung getragen. Die Modelle zeigen die minimale Menge, mittlere Menge sowie die maximal anzunehmende Austragungsmenge auf, basierend auf folgenden Annahmen gemäß den Angaben der befragten Betreiber von Wasserkraftanlagen.



Szenario A (Minimalmenge):

- geringer Anteil an nicht-biogenen/anthropogenen Abfällen im Rechengut bei großen Wasserkraftanlagen 20%
- geringer Anteil an Makroplastik in nicht-biogenen/anthropogenen Abfällen 15%

Szenario B (Mittlere Menge):

- mittlerer Anteil an nicht-biogenen/anthropogenen Abfällen im Rechengut bei großen Wasserkraftanlagen 24%
- mittlerer Anteil an Makroplastik in nicht-biogenen/anthropogenen Abfällen 25%

Szenario C (Maximalmenge):

- hoher Anteil an nicht-biogenen/anthropogenen Abfällen im Rechengut bei großen Wasserkraftanlagen 27,5%
- hoher Anteil an Makroplastik in nicht-biogenen/anthropogenen Abfällen 35%

Die Austragungsmenge an Makroplastik liegt zwischen 80 und 293 Tonnen pro Jahr

Min.- Max.- Betrachtung der Austragungsmenge an Makroplastik (MP)

	Austragungsmenge Rechengut p.a.	Ø Gew.-Anteil anthropogener/ nicht-biogene Abfälle im Rechengut in %	Ø Austragungsmenge anthropogener/nicht- biogener Abfall	Ø Gew.-Anteil Kunststoffe im anthropogenen /nicht-biogenen (Rechengut-)Abfall in %	Austrag Makroplastik p.a.
	[Tonnen]	[Prozent]	[Tonnen]	[Prozent]	[Tonnen]
Szenario A					
Kleine Wasserkraftanlagen (< 1MW)	-	-	111	15%	17
Große Wasserkraftanlagen (> 1 MW)	30.851	1%	309	20%	63
Minimale Austragungsmenge (MP) gesamt					80
Szenario B					
Kleine Wasserkraftanlagen (< 1MW)	-	-	111	25%	28
Große Wasserkraftanlagen (> 1 MW)	30.851	2%	617	24%	147
Mittlere Austragungsmenge (MP) gesamt					174
Szenario C					
Kleine Wasserkraftanlagen (< 1MW)	-	-	111	35%	39
Große Wasserkraftanlagen (> 1 MW)	30.851	3%	926	27,5%	255
Maximale Austragungsmenge (MP) gesamt					293

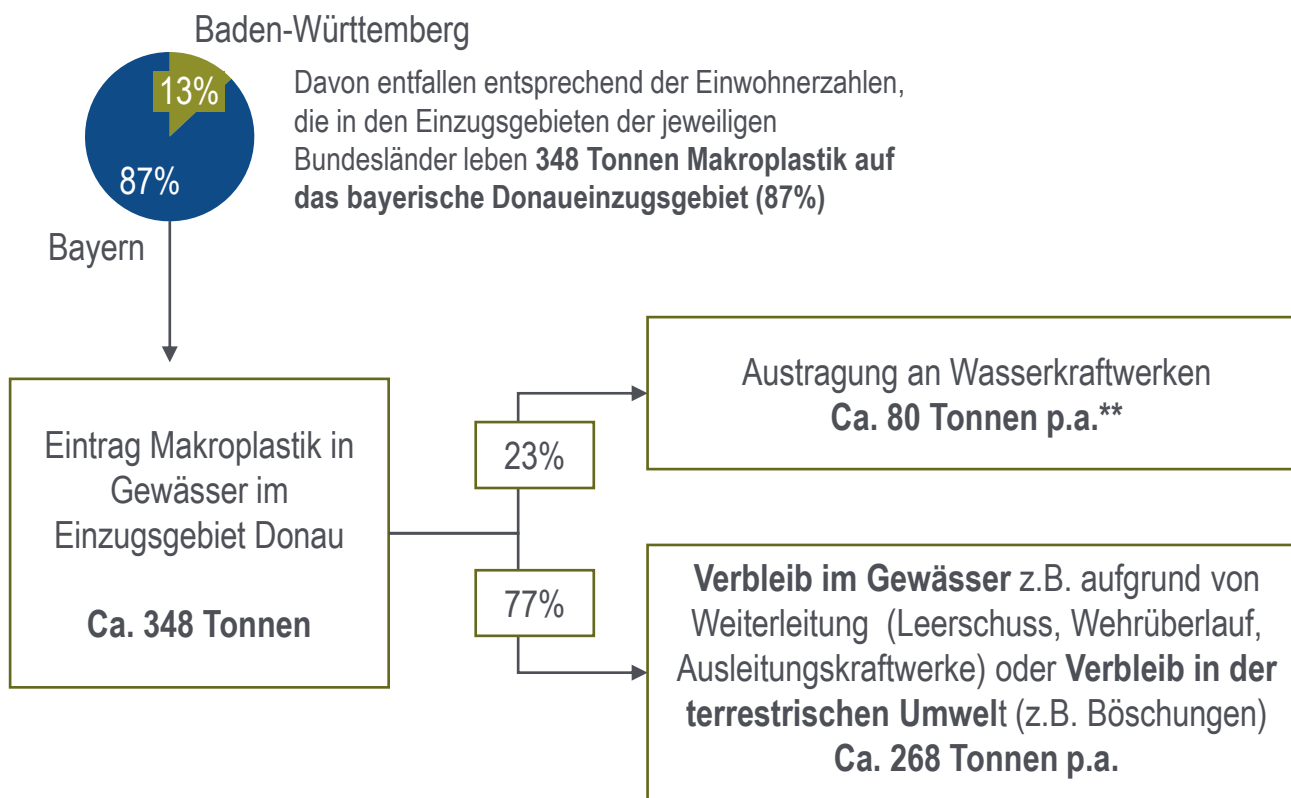
Anmerkung: Betreiber von kleinen WKA´s können die Gesamtmenge der Rechengutabfälle (inklusive biogenen Abfälle) in der Regel nicht quantifizieren, da biogenes Material entweder direkt an das Unterwasser weitergeleitet oder direkt kompostiert wird. Bei großen WKA lag die Spannweite des Makroplastikanteils zwischen 20% und 27,5%, während die Angaben der Betreiber kleiner WKA eine größere Streuung aufzeigten und zwischen 15% und 35% lagen.

Szenario A: ca. 80 Tonnen Makroplastik werden jährlich an Wasserkraftanlagen aus den Fließgewässern im Donaugebiet ausgetragen

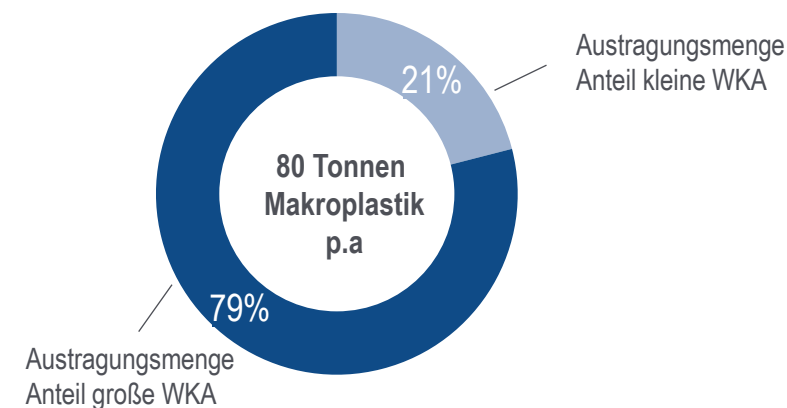
Szenario A: Minimale Austragsmenge von Makroplastik an Wasserkraftanlagen

←—————+—————→
Szenario A:
Minimale Austragsmenge

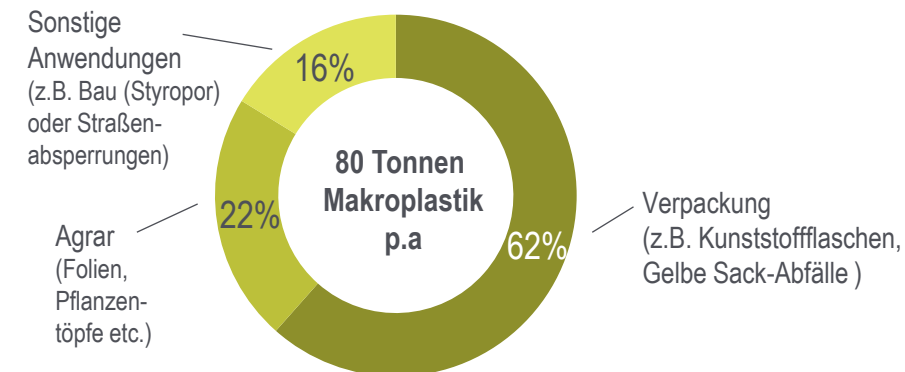
400 Tonnen Makroplastikeintrag in das Flussgebiet Donau in Deutschland*



Davon Anteil kleine bzw. große WKA



Makroplastikabfall nach Herkunft



* Conversio, Vom Land ins Meer - Modell zur Erfassung landbasierter Kunststoffabfälle, 4. Version, 2020

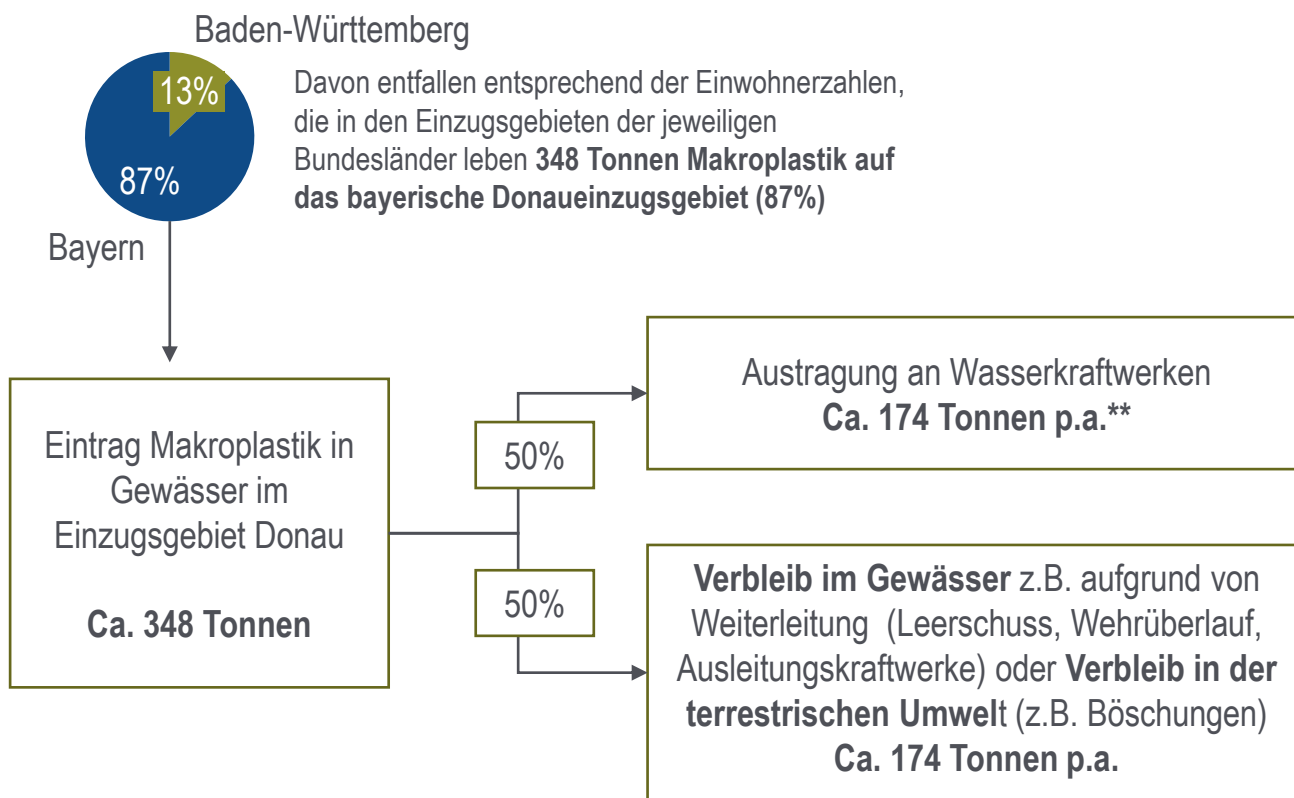
** hierin enthalten sind Makroplastikabfälle, die aus dem Einzugsgebiet Baden-Württemberg nach Bayern weitergeleitet wurden

Szenario B: ca. 174 Tonnen Makroplastik werden jährlich an Wasserkraftanlagen aus den Fließgewässern im Donauegebiet ausgetragen

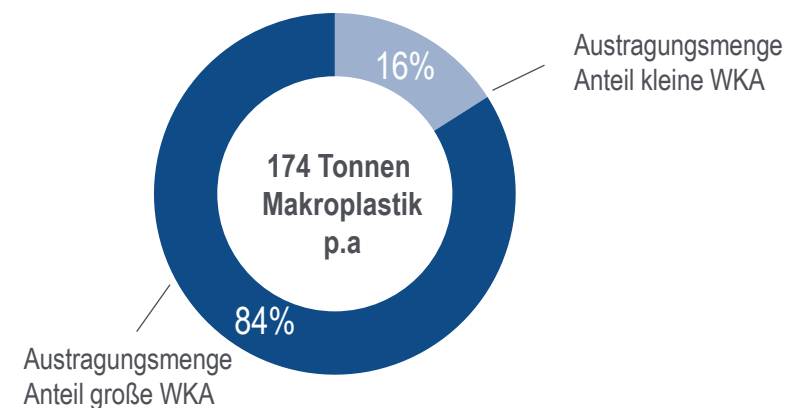
Szenario B: Mittlere Austragsmenge von Makroplastik an Wasserkraftanlagen

←—————|—————→
Szenario B:
Mittlere Austragsmenge

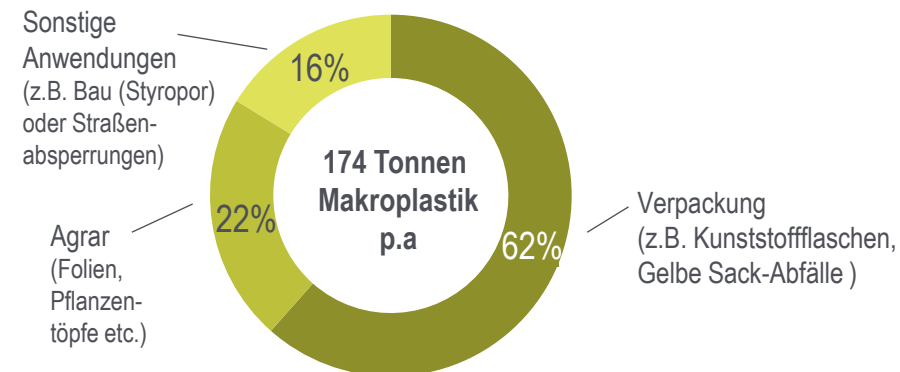
400 Tonnen Makroplastikeintrag in das Flussgebiet Donau in Deutschland*



Davon Anteil kleine bzw. große WKA



Makroplastikabfall nach Herkunft



* Conversio, Vom Land ins Meer - Modell zur Erfassung landbasierter Kunststoffabfälle, 4. Version, 2020

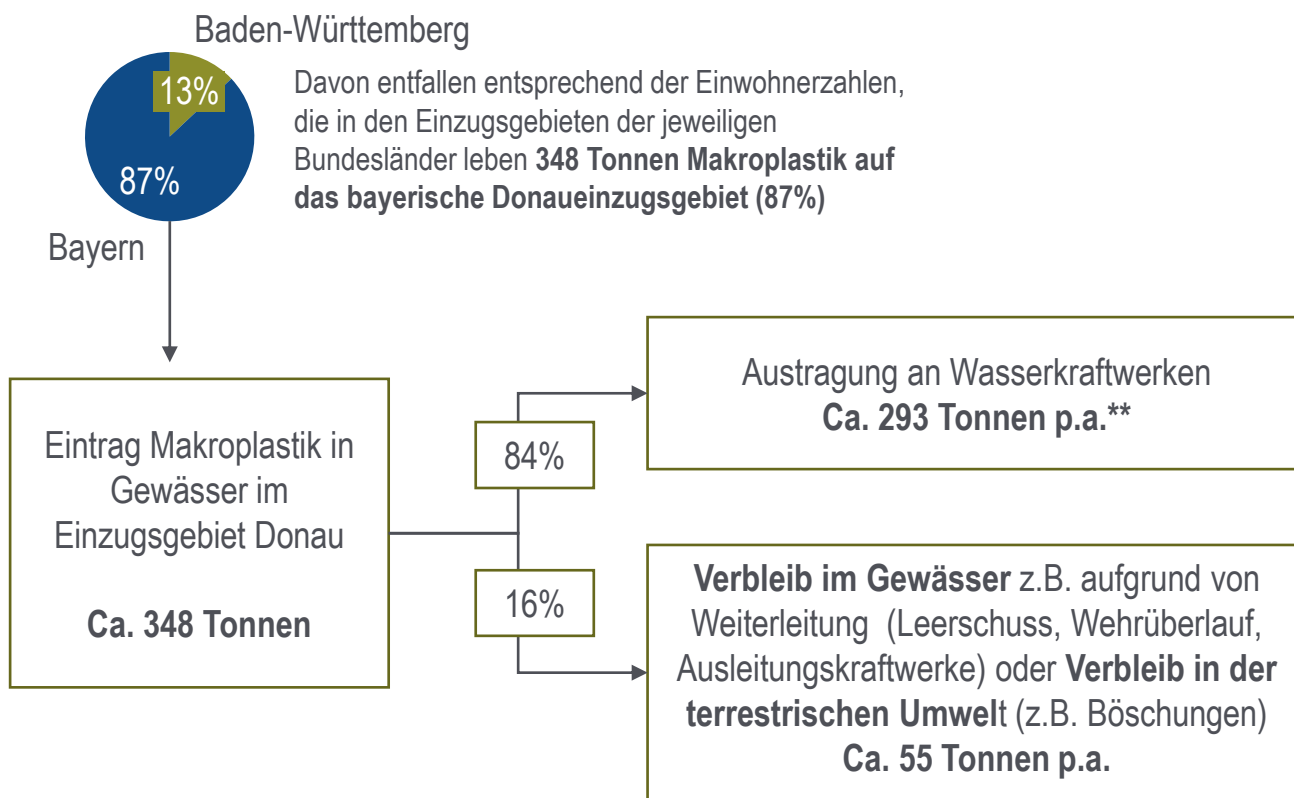
** hierin enthalten sind Makroplastikabfälle, die aus dem Einzugsgebiet Baden-Württemberg nach Bayern weitergeleitet wurden

Szenario C: ca. 293 Tonnen Makroplastik werden jährlich an Wasserkraftanlagen aus den Fließgewässern im Donaugebiet ausgetragen

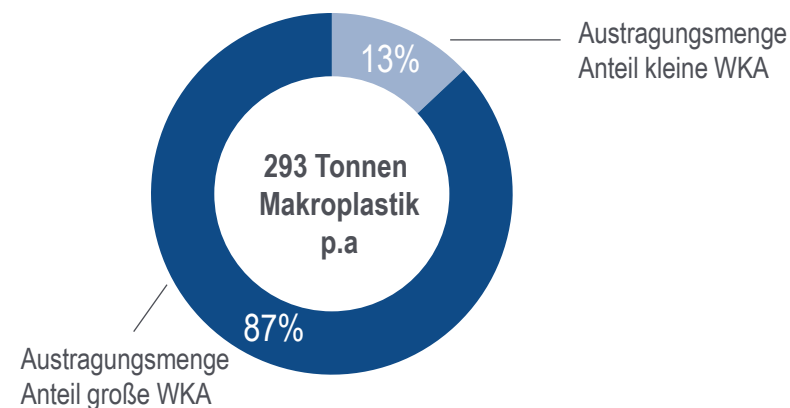
Szenario C: Maximale Austragsmenge von Makroplastik an Wasserkraftanlagen

←—————|—————→
Szenario C:
Maximale Austragsmenge

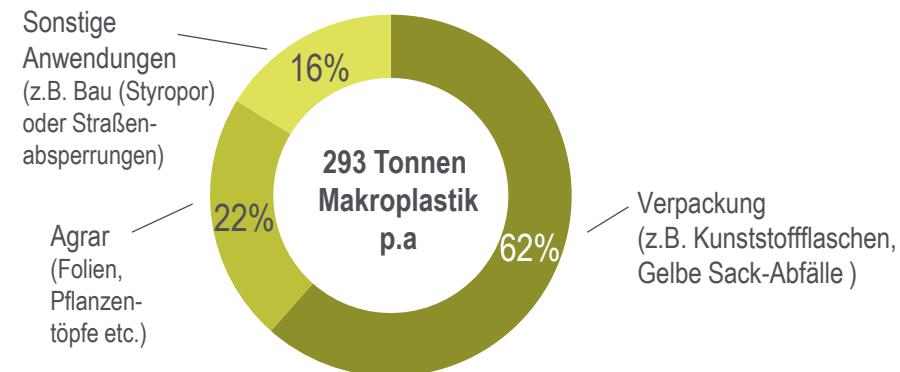
400 Tonnen Makroplastikeintrag in das Flussgebiet Donau in Deutschland*



Davon Anteil kleine bzw. große WKA



Makroplastikabfall nach Herkunft



* Conversio, Vom Land ins Meer - Modell zur Erfassung landbasierter Kunststoffabfälle, 4. Version, 2020

** hierin enthalten sind Makroplastikabfälle, die aus dem Einzugsgebiet Baden-Württemberg nach Bayern weitergeleitet wurden

Zusammenfassung

- Die vorliegende Untersuchung zur Austragungsmenge von Makroplastik an Staustufen und Wasserkraftanlagen zeigt, dass Wasserkraftanlagen einen bedeutenden Beitrag zur Abreicherung von Kunststoffen in Binnengewässern leisten.
- Das Datenmodell zieht sowohl die von den großen Wasserkraftanlagen empirisch gesicherten Rechengutmengen als auch die Angaben zu Abfallmengen sowie deren Zusammensetzung mit ein. Insofern unterliegen die Ergebnisse einer gewissen Unschärfe unter anderem auch aufgrund unterschiedlicher hydrologischer, meteorologischer und geografischer Voraussetzungen der Wasserkraftanlagen sowie einer nur ungefähren Einschätzung seitens der Betreiber hinsichtlich des in den Materialfraktionen befindlichen Kunststoffanteils.
- Hiernach beziffert sich die **Austragungsmenge von Makroplastik im bayerischen Donaueinzugsgebiet innerhalb des methodisch bedingten Streubereichs zwischen 80 bis ~290 Tonnen.**
- **Als Grundlage für weitere Berechnungen im Rahmen des MicBin Projekts schlagen wir das mittlere Szenario B mit einer Austragungsmenge von Makroplastik in Höhe von 174 Tonnen vor.**
- Darin enthalten sind Abfallmengen, die aus Gewässern in Baden-Württemberg in die Donau eingeleitet und nach Bayern weitergeleitet wurden.
- Die Differenz aus Eintragsmenge und Austragungsmenge Makroplastik verbleibt entweder in der terrestrischen Umwelt (z.B. an Böschungen) oder in der aquatischen Umwelt d.h. entweder im Gewässer, das an angrenzende Donauländer weitergeleitet oder im Sediment des Gewässers. Es ist davon auszugehen, dass ein unbestimmter Anteil an Makroplastik im Flussverlauf zu Mikroplastik zersetzt wird und zum Großteil bis zur Mündung im Schwarzen Meer verbleibt.