Leseprobe, mehr zum Beitrag unter https://doi.org/10.37307/j.1863-9763.2022.08.07

08.22

54. Jahrgang
August 2022
Seite 397–464

www.MUELLundABFALL.de

# Müll und Abfall

Fachzeitschrift für Kreislauf- und Ressourcenwirtschaft

AK GWS
ARBEITSKREIS GRUNDWASSERSCHUTZ e.V.

ÜBERWACHUNGS GEMEINSCHAFT
BAUEN FÜR DEN UMWELTSCHUTZ

Ingenieurgesellschaft Prof. Czurda und Partner mbH
ICP
Geologen und Ingenieure für Wasser und Boden

## 32. Karlsruher Deponie- und Altlastenseminar 2022

ABSCHLUSS UND REKULTIVIERUNG VON DEPONIEN UND ALTLASTEN – PLANUNG UND BAU NEUER DEPONIEN

**19. und 20. Oktober 2022**

Vor Ort:
Gartenhalle (Kongresszentrum)
Festplatz 9, 76137 Karlsruhe

Seminar und Fachausstellung
als Hybridveranstaltung
(vor Ort und digital)

Abendveranstaltung vor Ort
(nach geltenden Corona-Bedingungen)

- Marktsituation und Marktmechanismen bei Deponien
- Deponie auf Deponie – aktualisierter Arbeitsbericht von DWA und VKU
- Auswirkungen der Mantelverordnung auf Stoffströme zur Deponierung
- Erkenntnisse aus der Flutkatastrophe im Ahrtal für die Abfallentsorgung
- Verwertung oder Beseitigung? Entsorgung asbesthaltiger Bauschutt
- Artenschutz – wenn geschützte Arten das Baufeld durchkreuzen
- § 326 StGB Unerlaubter Umgang mit Abfällen – wenn die Staatsanwaltschaft ermittelt
- Bemessung von Rekultivierungsschichten
- Umgang mit PFC-verunreinigten Böden
- Abschluss der Totalsanierung Kesslergrube Teil Roche

**Programm unter:**
**https://icp-ing.de/seminare/**

© Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2022 -(www.muellundabfall.de)

ESV ERICH SCHMIDT VERLAG

21001

Leseprobe, mehr zum Beitrag unter https://doi.org/10.37307/j.1863-9763.2022.08.07


# Kunststoffe in der Umwelt – umfassend betrachtet

## Plastics in the environment – a comprehensive view

Stephanie Cieplik

**Zusammenfassung**
Im Auftrag der BKV GmbH, dem Kompetenzcenter der deutschen Kunststoffindustrie, ist mit Unterstützung mehrerer Kunststoffverbände erstmalig ein umfassender Modellansatz zur Erfassung landbasierter, nicht ordnungsgemäß entsorgter Kunststoffabfälle entstanden. Der vor Kurzem vorgelegte Bericht „Kunststoffe in der Umwelt" ergänzt das bereits vor Jahren entwickelte und seitdem immer wieder aktualisierte Modell „Vom Land ins Meer – Modell zur Erfassung landbasierter Kunststoffabfälle", das die Einträge von Deutschland aus in die Nord- und Ostsee sowie in das Schwarze Meer analysiert. Mit derselben methodischen Herangehensweise, mit der Haupteintragspfade und -quellen für Kunststoffe systematisch erfasst, strukturiert und quantitativ beschrieben werden, analysiert „Kunststoffe in der Umwelt" Einträge von Kunststoffabfällen und deren Verbleib sowohl in der terrestrischen als auch in der aquatischen Umwelt. Mit den darin angelegten Schnittstellen zum Modell „Vom Land ins Meer" wie auch zu der bekannten umfassenden Studie „Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland" kann die BKV nun ein einzigartiges Gesamtbild für den Lebensweg von Kunststoffen in Deutschland präsentieren: Daten und Fakten zu Produktion, Verarbeitung, Verbrauch und Verwertung können nun mit Daten zu Eintrag und Verbleib nicht ordnungsgemäß entsorgter Kunststoffabfälle in die terrestrische und aquatische Umwelt bis hin zu Einträgen in die Meere ergänzt werden.

**Abstract**
On behalf of BKV GmbH, the competence centre of the German plastics industry, and with the support of several plastics associations, a comprehensive model approach for the collection of land-based, improperly disposed plastic waste has been developed for the first time. The recently presented report „Plastics in the Environment" complements the model „From Land to Sea – Model for the Documentation of Land-based Plastic Litter", which was developed years ago and has been updated repeatedly since then, and which analyses the inputs from Germany into the North Sea, the Baltic Sea and the Black Sea. Using the same methodological approach, which systematically records, structures and quantitatively describes the main input pathways and sources of plastics, „Plastics in the Environment" analyses inputs of plastic waste and their fate in both the terrestrial and aquatic environment. With its interfaces to the model „From Land to Sea" as well as to the well-known comprehensive study „Material Flow Diagram Plastics in Germany", the BKV can now present a unique overall picture of the life cycle of plastics in Germany: Data and facts on production, processing, consumption and recycling can now be supplemented with data on the input and fate of improperly disposed plastic waste in the terrestrial and aquatic environment, including inputs into the oceans.

**Stephanie Cieplik** war seit 2008 Mitarbeiterin der tecpol GmbH. Nach der Integration der tecpol GmbH in die BKV GmbH steuert die Rechtsassessorin und Projektmanagerin nun seit 2013 Projekte der BKV GmbH und unterstützt sie mit ihrem juristischen Hintergrund auch projektübergreifend. Ihre Schwerpunkte legt Frau Cieplik auf die Themenbereiche Kunststoffe in der Umwelt, Marine Litter, Rechtlicher Rahmen und Normung. Sie koordiniert insbesondere die Arbeiten zu dem Modell „Vom Land ins Meer – Modell zur Erfassung landbasierter Kunststoffabfälle", einer ersten methodischen Herangehensweise zur Erfassung und Strukturierung der Haupteintragspfade von nicht ordnungsgemäß entsorgten Kunststoffabfällen.

Im Auftrag der BKV GmbH, dem Kompetenzcenter der deutschen Kunststoffindustrie, wurde das Modell „Vom Land ins Meer – Modell zur Erfassung landbasierter Kunststoffabfälle" im Jahr 2013 entwickelt und seitdem mehrfach aktualisiert. Dieses Modell erfasst erstmals systematisch Einträge von nicht ordnungsgemäß entsorgten Kunststoffabfällen aus Deutschland, die in die Nordsee, die Ostsee und das Schwarze Meer gelangen. Dabei werden alle Eintragspfade und -quellen berücksichtigt. Unterschieden wird zwischen Einträgen von Mikro- und Makroplastik. Ergänzend dazu befasst sich der im Jahr 2021 vorgelegte Bericht „Kunststoffe in der Umwelt", der ebenso wie das Modell von der Conversio GmbH im Auftrag der BKV erstellt wurde, mit den Einträgen und dem Verbleib von Kunststoffabfällen in Böden und Binnengewässern. Mit diesem Bericht wurden die aktuellen Diskussionen in der Fachwelt berücksichtigt, die von der alleinigen Fokussierung auf Einträge von Kunststoffen in die Meere weggehen und den umfassenderen Blick auf die Einträge und den Verbleib von Kunststoffen in die Umwelt fordern. Mit der vorliegenden Untersuchung entsteht nun ein ganzheitliches Bild zu den Einträgen und dem Verbleib von Kunststoffabfällen in der aquatischen und terrestrischen Umwelt. Dabei werden nur Abfälle berücksichtigt, die abseits der regulierten und systematisch erfassten Abfälle in die Umwelt gelangen.

## 1. Kunststoffe in die Umwelt – eine globale Herausforderung

Kunststoffe haben seit den 50er Jahren ein beispielloses Wachstum erreicht. Aufgrund ihrer vielfältigen Einsatzmöglichkeiten und hervorragenden technischen Eigenschaften haben sie zahlreiche Anwendungsgebiete erobert. Kunststoffe begegnen einem täglich. Im Automobilbau, in Haushaltsgeräten, im Bausektor, in Sport- und Freizeitartikeln, in der Medizin und in der Verpackung haben sie sich gegenüber herkömmlichen Werkstoffen erfolgreich durchgesetzt.

Kunststoffe sind heutzutage aufgrund ihrer vielfältigen Einsatzmöglichkeiten aus dem Alltag nicht mehr

© Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2022 -(www.muellundabfall.de)

Leseprobe, mehr zum Beitrag unter https://doi.org/10.37307/j.1863-9763.2022.08.07

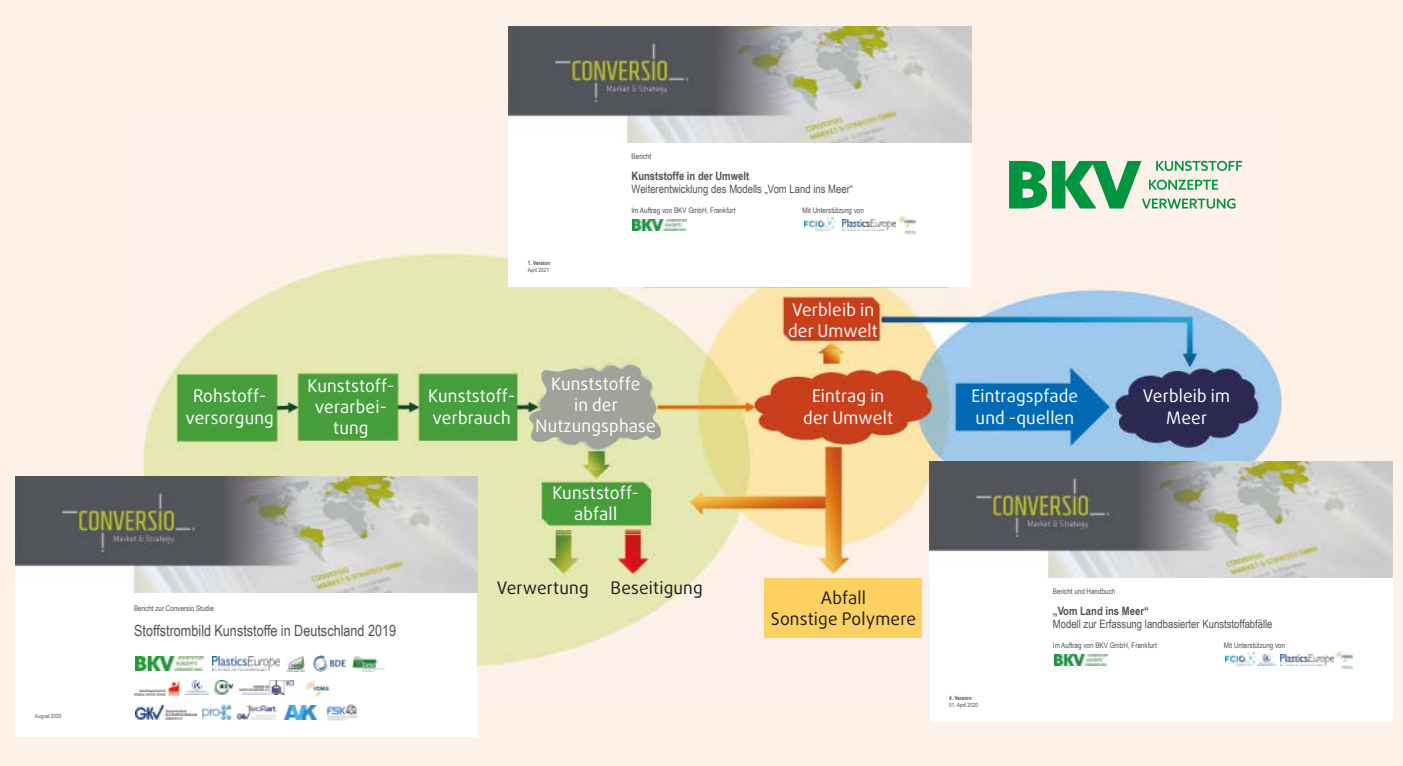



Abbildung 1

wegzudenken. Sie sind wertvolle Werkstoffe, die den Menschen in vielen Lebensbereichen Vorteile bringen und einen bedeutenden Beitrag zu nachhaltigen Lösungen leisten. Zwangsläufig stellt sich aber die Frage, was mit den Kunststoffen am Ende ihrer Nutzungsphase geschieht. Etablierte und funktionierende Abfallmanagementsysteme können für eine sinnvolle Verwertung und ggf. Entsorgung der Kunststoffe sorgen. Regionale Gegebenheiten, verantwortungsvolles Handeln und Verhalten von Menschen und Institutionen spielen zudem eine entscheidende Rolle.

Oft finden sich jedoch Kunststoffe als Artikel des täglichen Bedarfs in der Umwelt, insbesondere Abfälle im Meer sind ein viel beachtetes Thema. Kunststoffe gehören selbstverständlich nicht in die Umwelt. Sie sind Wertstoffe und somit viel zu wertvoll, um am Ende ihrer Nutzungsphase als Abfall ungenutzt in der Umwelt zu landen oder gar in den Meeren zu schwimmen. Wie groß die Menge der Kunststoffabfälle ist, die sich in der Umwelt befindet bzw. jährlich hinzukommt, lässt sich schwer sagen. Die Menge an Kunststoffabfällen, die jährlich in die Weltmeere eingetragen wird, wird derzeit auf ca. 4,8 bis 12,7 Millionen Tonnen geschätzt[1].

## 2. Daten für eine faktenorientierte Diskussion – zum Hintergrund

BKV möchte im Themenbereich „Kunststoffe und Umwelt" zu einer faktenorientierten Aufklärung beitragen, indem sie die notwendigen Informationen bereitstellt und entsprechende Projekte durchführt. Hierbei konzentriert sich die BKV auf das sogenannte landsourced Littering, also auf die Einträge von Kunststoffen, die von Land aus in die Gewässer gelangen. Der Schwerpunkt der Modelle liegt vor allem im Bereich des Sammelns, Erarbeitens und Aufbereitens von Daten und Fakten, die sich insbesondere auf Massesträme sowie deren Transportwege beziehen.

Im Auftrag der BKV mit Unterstützung von FCIO Fachverband der Chemischen Industrie Österreich, PlasticsEurope Deutschland und Fachverband Kunststoff- und Gummimaschinen im VDMA Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau hat die Conversio Market & Strategy GmbH erstmalig einen umfassenden Modellansatz zur Erfassung landbasierter, nicht ordnungsgemäß entsorgter Kunststoffabfälle vorgestellt. Der neuentwickelte Ansatz konzentriert sich auf ihre Eintragspfade und Eintragsquellen sowie ihren Verbleib in der terrestrischen und aquatischen Umwelt. Auf Basis einer methodischen Herangehensweise werden die Haupteintragspfade und -quellen für Kunststoffe systematisch erfasst, strukturiert und quantitativ beschrieben.

In dem Modell „Kunststoffe in der Umwelt" werden auch die Schnittstellen berücksichtigt, die eine Anknüpfung an das erste Modell „Vom Land ins Meer – Modell zur Erfassung landbasierter Kunststoffabfälle"[2] wie auch an die im Zweijahresrhythmus erscheinende Studie „Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland"[3] ermöglicht. Damit kann für Deutschland ein Gesamtbild präsentiert werden, das die Produktion, Verarbeitung und den Verbrauch von Kunststoffen in Deutschland umfasst, den Eintrag und Verbleib nicht ordnungsgemäß entsorgter Kunststoffabfälle in die terrestrische und aquatische Umwelt aufzeigt sowie schließlich den Eintrag in die Meere abbildet.

1 Jambeck et al., Plastic waste inputs from land into the ocean, 2015

2 Conversio GmbH, Vom Land ins Meer – Modell zur Erfassung landbasierter Kunststoffabfälle, 4. Version, 2020

3 Conversio GmbH, Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland 2019, 2020

© Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2022 -(www.muellundabfall.de)

Leseprobe, mehr zum Beitrag unter https://doi.org/10.37307/j.1863-9763.2022.08.07


## 3. Kunststoffabfälle in Deutschland – ein Überblick

Weltweit wurden im Jahr 2019[4] ca. 368 Millionen Tonnen Kunststoff[5] produziert. Davon kamen etwa 16 Prozent aus Europa, also knapp 58 Millionen Tonnen[6]. In Deutschland wurden 2019 über 20 Millionen Tonnen produziert, inklusive Rezyklaten[7].

Im selben Jahr kamen hierzulande zur Herstellung von Kunststoffwaren circa 14,2 Millionen Tonnen Kunststoff zum Einsatz. Dafür wurden 12,3 Millionen Tonnen Neuware und 1,9 Millionen Tonnen Rezyklate verwendet. Unter Berücksichtigung des Exportüberschusses verbleiben in Deutschland 12,1 Millionen Tonnen für den privaten und industriellen Endverbrauch[8]. Auch wenn durch die Corona-Pandemie ab 2020 zeitweise ein Rückgang zu verzeichnen war, wird nach aktuellen Prognosen der Kunststoffverbrauch auch in Zukunft weiter steigen[9].

Von den 12,1 Millionen Tonnen an Kunststoffprodukten, die im Jahr 2019 neu genutzt wurden, wurden im selben Jahr rund 6,3 Millionen Tonnen Kunststoffprodukte zu Abfällen, die einem ordentlichen Verwertungsweg zugeführt wurden. Diese Kunststoffabfallmenge setzt sich aus 5,36 Millionen Tonnen Post-Consumer-Abfällen und 0,94 Tonnen Produktions- und Verarbeitungsabfällen zusammen[10].

Neben den ordnungsgemäß entsorgten Abfällen fallen in Deutschland auch nicht ordnungsgemäß entsorgte Abfälle, meist durch sogenanntes Littering, an. Unter Littering versteht man die Verschmutzung des öffentlichen Raumes durch das achtlose Wegwerfen oder Liegenlassen von Abfällen auf Straßen, Plätzen oder in der Natur. Vom Littering sind alle Materialien betroffen – Metalle, Glas, Papier oder Kunststoffe[11]. Obwohl Littering also ein materialübergreifendes Problem ist, stehen Kunststoffe überproportional in der Kritik. Ein Grund hierfür ist die vergleichsweise lange Lebensdauer von Kunststoffen in der Natur. Zudem fallen Kunststoffe, insbesondere Tüten und Verpackungen, aufgrund ihrer Größe und Optik stärker auf. Auch der Umstand, dass Kunststoffe recht leicht sind, hat Konsequenzen im Hinblick auf ihre Bedeutung für das Littering: So können Kunststoffgegenstände, insbesondere Tüten, leicht vom Wind erfasst und weiträumig verteilt werden. Sie schwimmen auf Flüssen, Seen und Meeren und verbreiten sich dadurch weltweit. Zudem entsteht durch Verwitterung und Fragmentierung von Kunststoffgegenständen Mikroplastik. Solches Mikroplastik aus der Umwelt bzw. aus dem Meer zu entfernen, ist nahezu unmöglich.

Neben dem Littering gibt es weitere Wege, auf denen Kunststoffe in die Umwelt gelangen können. So können bei der Herstellung von Produkten beispielsweise Kunststoffgranulate als Mikroplastik freigesetzt werden. Auch die bestimmungsgemäße Nutzung von Produkten kann zu einem Eintrag von Mikroplastik in die Umwelt führen. Hierzu gehören etwa der Abrieb von synthetischen Fasern beim Tragen oder Waschen von Kleidungsstücken oder die Nutzung von Wasch- und Reinigungsmitteln durch private und gewerbliche Verbraucher. Ein großer Teil der nicht ordnungsgemäß entsorgten Abfälle gelangt in Deutschland letzten Endes doch in die vorgesehenen Sammelsysteme. Beispiele hierfür sind etwa „wild“ entsorgte Abfälle, die bei Großveranstaltungen oder an touristischen Zielen von den zuständigen Stellen gesammelt werden. Auch durch die Straßenmeistereien werden solche Abfälle oft eingesammelt, so zum Beispiel an Autobahnrastplätzen. Schätzungen gehen davon aus, dass etwa 75 Prozent der nicht ordnungsgemäß entsorgten Abfälle dem Abfallmanagementsystem zugeführt werden[12].

Jedoch können nicht alle solche „wilden“ Abfälle nachträglich gesammelt werden. Ursache hierfür sind Lücken in der Erfassung der Entsorgungsinfrastruktur bzw. Müllaufkommen an abgelegenen Stellen in der Natur. Bei diesen Abfällen besteht demnach die Gefahr, dass sie über unterschiedliche Wege in die terrestrische und aquatische Umwelt eingetragen werden und dort verbleiben.

## 4. Zum Untersuchungsgegenstand des Modells

Im Fokus des Modells „Kunststoffe in der Umwelt“ stehen nicht ordnungsgemäß entsorgte Kunststoffabfälle. Unter Kunststoffen werden dabei polymere Werkstoffe verstanden.

Es wird im Modell zwischen Mikro- und Makrokunststoffen unterschieden.

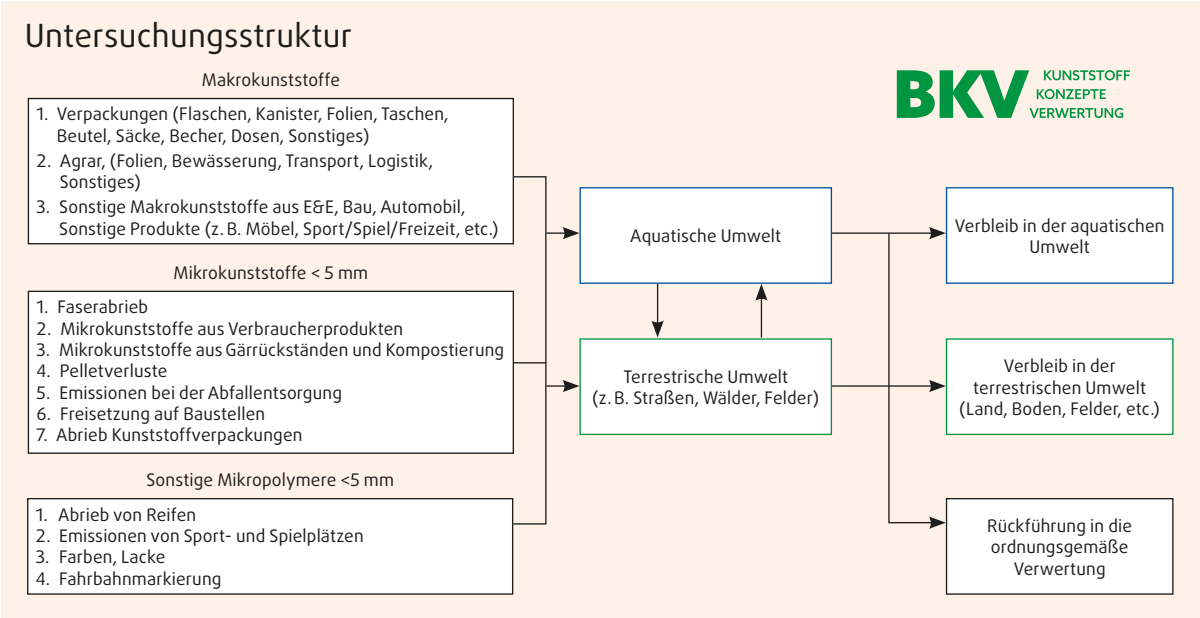
Für den Begriff „Mikrokunststoff“ – oder auch „Mikroplastik“ – gibt es keine einheitliche Definition. Im Rahmen des Modells zählen Kunststoffe, die beim Eintrag in einen der Eintragspfade < 5 Millimeter sind, zu Mikrokunststoffen (primäre Mikrokunststoffe). Kunststoffe, die beim Eintrag > 5 Millimeter sind, werden als Makrokunststoffe erfasst.

Eine Besonderheit gibt es im Modell bei der Unterscheidung zwischen primärem und sekundärem Mikrokunststoff. Als sekundärer Mikrokunststoff werden Mikrokunststoffe verstanden, die durch Zersetzung von Makrokunststoffen entstehen. Kunststoffe, die beim Eintrag in die terrestrische bzw. aquatische Umwelt > 5 Millimeter sind und sich erst in der Umwelt zersetzen (sekundäre Mikrokunststoffe), werden im Rahmen der Modellberechnung als Makrokunst-

4 Das Jahr 2019 wurde hier gewählt, da diese Daten und Informationen mit dem Modell „Kunststoffe in der Umwelt“ korrespondieren. Aktuellere Daten gehen für das Jahr 2020 von einer Kunststoffproduktion weltweit von ca. 367 Millionen Tonnen aus. In Europa wurden 2020 ca. 55 Millionen Tonnen Kunststoffe hergestellt (PlasticsEurope, Plastics – the Facts 2020, 2021)
5 Der Begriff „Kunststoff“ umfasst hier thermoplastische Kunststoffe, Polyurethane, Duroplaste, Elastomere, Klebstoffe, Beschichtungen, Dichtstoffe und PP-Fasern. Nicht erfasst werden PET-, PA- und Polyacryl-Fasern.
6 PlasticsEurope, Plastics – the Facts 2019, 2020
7 Conversio GmbH, Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland 2019, 2020
8 Conversio GmbH, Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland 2019, 2020
9 PlasticsEurope, Plastics – the Facts 2020, 2021
10 Conversio GmbH, Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland 2019, 2020
11 Es gibt keine Legaldefinition für Littering. Allgemeine Definitionen finden sich an verschiedenen Stellen, so z. B. beim Bundesamt für Umwelt der Schweiz (https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/fachinformationen/abfallpolitik-und-massnahmen/littering.html)
12 Conversio GmbH, Verifizierung des Faktors 0,3 % im Rahmen des Modells „Vom Land ins Meer – Modell zur Erfassung landbasierter Kunststoffabfälle“, 2. Version, 2020

© Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2022 -(www.muellundabfall.de)

Abbildung 2




stoffe erfasst. Folglich finden auch sekundäre Mikrokunststoffe im Modell Berücksichtigung, werden jedoch gemäß der getroffenen Modellannahmen als Makrokunststoffe ausgewiesen. Die „Entwicklung" von Makro- zu Mikroplastik ist nicht Gegenstand des Modells. Durch diese Konstruktion werden Doppelzählungen vermieden.

Neben Mikro- und Makrokunststoffen gibt es die Kategorie „Sonstige Mikropolymere < 5 Millimeter". In diese Kategorie fallen der Abrieb von Reifen, Emissionen von Sport- und Spielplätzen, Farben und Lacken sowie Fahrbahnmarkierungen. Diese verschiedenen Produkte gehören gemäß amtlichen Definitionen nicht zu Kunststoffen im Sinne von polymeren Werkstoffen. In vielen Untersuchungen werden sie allerdings zu Mikrokunststoffen gezählt und mengenmäßig als wichtige Quelle von Kunststoffabfall in der Umwelt identifiziert.

## 5. Was zu Makrokunststoffen zählt

Bei den Makrokunststoffen wird differenziert zwischen Verpackungsabfällen, Agrarabfällen und Abfällen aus den Bereichen Automotive, Bau, Elektronik, Haushaltswaren und anderen Bereichen. Aufgrund der geringen Mengen werden die Bereiche „Automotive, Bau, Elektronik, Haushaltswaren etc." in einer Kategorie „Sonstiges" zusammengefasst. Berücksichtigt wurden in den Bereichen „Verpackungen" und „Sonstiges" sowohl Haushaltsabfälle als auch Industrie- und Gewerbeabfälle, im Bereich „Agrar" allein Industrie- und Gewerbeabfälle.

Unter Verpackungen werden im Modell „Kunststoffe in der Umwelt" hauptsächlich Verkaufs-, Transport- und Umverpackungen verstanden. Abfälle aus dem Agrarsektor sind meist Folien, Kanister und Bewässerungssysteme. Verkaufsverpackungen im Bereich „Agrar" sind in der Kategorie „Verpackungen" inkludiert.

Im Modell wird davon ausgegangen, dass neben den über Sammelsysteme korrekt erfassten Abfällen auch ein Teil der Abfälle unerfasst bleibt bzw. Abfälle nicht ordnungsgemäß entsorgt werden. Bestimmungsgemäß in die Umwelt eingebrachte Kunststoffe, wie zum Beispiel Rohre, sind nicht Gegenstand der Untersuchung. Was die nicht ordnungsgemäß sondern „wild" entsorgten Kunststoffabfälle betrifft, so landet, wie bereits ausgeführt, ein Teil davon letztendlich doch in den vorgesehenen Sammelsystemen, wenn zuständige Stellen etwa nach Großveranstaltungen die Abfälle entsorgen. Ein Teil aber verbleibt etwa in abgelegenen Stellen in der Natur. In Ermangelung verfügbarer Eintragsdaten wird als erste Hilfsgröße eine Korrelation zwischen der Menge des ordnungsgemäß erfassten Abfallaufkommens und der nicht ordnungsgemäß erfassten herangezogen[13].

Das Abfallaufkommen in Deutschland liegt im Jahr bei circa 5,32 Millionen Tonnen. Der auf der Grundlage von Sekundärliteratur sowie Expertengesprächen bestimmte Faktor der in der Umwelt nicht ordnungsgemäß entsorgten und dort verbleibenden Kunststoffabfälle beträgt 0,36 Prozent[14]. Somit beläuft sich die Menge des nicht gesammelten, wilden Mülls in Deutschland auf circa 19.200 Tonnen. Von dieser Menge verbleiben in der terrestrischen Umwelt circa 13.400 Tonnen, in der aquatischen Umwelt circa 2.900 Tonnen.

## 6. Wo Mikrokunststoffe anfallen

Für die Ermittlung der Menge an Mikrokunststoffen, die in die Umwelt eingetragen werden und dort unter Umständen verbleiben, wurden verschiedene Eintragsquellen bzw. Eintragspfade berücksichtigt. Die Auswahl basiert zum einen auf eigenen Abschätzungen, zum anderen auf Ergebnissen der Sekundärliteratur zu Eintragsquellen, die mengenmäßig für die

13 Detaillierte Informationen zur Berechnung des Faktors finden sich im Sonderbericht von Conversio GmbH, Verifizierung des Faktors 0,3 % im Rahmen des Modells „Vom Land ins Meer – Modell zur Erfassung landbasierter Kunststoffabfälle", 2. Version, 2020

14 s. Fußnote 13

© Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2022 -(www.muellundabfall.de)

Leseprobe, mehr zum Beitrag unter https://doi.org/10.37307/j.1863-9763.2022.08.07


Umwelt eine hohe Relevanz zeigen[15]. Berücksichtigt wurden Faserabrieb, Mikrokunststoffe aus Verbraucherprodukten, Mikrokunststoffe aus Gärrückständen und Kompostierung, Pelletverluste, Emissionen bei der Abfallentsorgung, Freisetzung von Mikroplastik auf Baustellen und der Abrieb von Kunststoffverpackungen.

Untersuchte Mikrokunststoffe im Haushaltsbereich stammen aus Verbraucherprodukten, Textilfasern sowie sonstigen anfallenden Mikrokunststoffen wie beispielsweise in Reinigungsmitteln. In der Regel gelangen sie durch die Verwendung des Verbrauchers über das Haushaltsabwasser in die aquatische Umwelt. Beim Waschen von Kleidungsstücken können ebenfalls Mikrokunststoffe in Form von Textilfasern in das Abwasser eingeleitet werden. Mikrokunststoffe aus Abwässern, die in Kläranlagen behandelt werden, gelangen aus der Kläranlage nur zum Teil in Vorfluter und sonstige Gewässer. Der überwiegende Teil verbleibt im Klärschlamm und wird mit diesem einer weiteren Verwendung bzw. Entsorgung zugeführt. Wird Klärschlamm in der Agrarwirtschaft auf Felder aufgebracht, besteht die Gefahr, dass Mikrokunststoffpartikel über Verwehungen und Ausschwemmungen in die aquatische Umwelt gelangen. Die restlichen im Klärschlamm enthaltenen Kunststoffe landen auf den Feldern und somit in der terrestrischen Umwelt. Dort verbleiben den Berechnungen zufolge circa 487 Tonnen, in der aquatischen Umwelt circa 104 Tonnen.

Nur aus getrennt erfassten Bioabfällen lassen sich hochwertige Komposte herstellen. Zu diesen Abfällen zählen Bioabfälle und Grüngut aus Haushalten und Gewerbe. Gärprodukte entstehen bei der Vergärung von beispielsweise Bioabfällen, Küchen- und Kantinenabfällen sowie organischen Abfällen aus der lebensmittelverarbeitenden Industrie. Komposte und Gärrückstände können in unterschiedlichem Umfang Mikrokunststoffe enthalten. Werden Komposte und Gärrückstände in der Land- und Forstwirtschaft sowie in der Landschaftsgestaltung und -pflege aufgebracht, gelangen sie in die terrestrische Umwelt. Über Verwehungen und Ausschwemmungen können Mikrokunststoffpartikel auch in die aquatische Umwelt eingetragen werden[16]. Von der relevanten abgesetzten Menge an Komposten und Gärrückständen in Höhe von circa 7,2 Millionen Tonnen verbleiben circa 704 Tonnen in der terrestrischen Umwelt und circa 4 Tonnen in der aquatischen Umwelt.

Pellets (Granulate) sind je nach Herstellungsverfahren kugel-, linsen-, würfel- oder zylinderförmig. Der Teilchendurchmesser liegt zwischen 0,5 und 5 Millimetern. Pellets werden häufig als Ausgangsmaterial bei der Kunststoffverarbeitung als Rohstoff oder Vormaterial eingesetzt. Pelletverluste können entlang der gesamten Wertschöpfungskette auftreten. Die meisten Verluste treten dabei im Rahmen des Transports und der Logistik auf.

Aufgrund entsprechender Rückhalte- und Reinigungssysteme bzw. Kläranlagen werden insgesamt circa 9.920 Tonnen von der ursprünglich in die Umwelt emittierten Menge Pellets noch einer ordnungsgemäßen Entsorgung zugeführt. Das sind 89 Prozent der ursprünglichen Menge an Pelletverlusten. Somit verbleiben in der Umwelt noch circa 1.280 Tonnen Pellets. Während in der aquatischen Umwelt rund 210 Tonnen verbleiben, sind es in der terrestrischen Umwelt rund 1.070 Tonnen.

Mikrokunststoffe werden auch auf Baustellen freigesetzt. Bei der Verarbeitung von Kunststoffprodukten, meist bei der Installation, sowie beim Abbruch von Gebäuden können im Hoch- und Tiefbau Mikrokunststoffe anfallen und in die Umwelt eingetragen werden. Beachtet werden muss, dass bei der im Modell betrachteten Freisetzung von Mikrokunststoffen auf Baustellen Emissionen von Farben und Lacken zunächst außen vorbleiben. Farben und Lacke werden separat in dem Modell betrachtet. Makrokunststoffe – wobei hierunter nicht Kunststoffe fallen, die mit Absicht in die Umwelt eingebracht wurden, wie etwa Rohre – machen zwar im Vergleich zu Mikrokunststoffen die größere Abfallmenge aus, die bei Installations-, Abbruch- und Sanierungsarbeiten anfallen können. Trotzdem gelangen insgesamt circa 4.225 Tonnen an Mikrokunststoffen in die Umwelt, davon verbleiben unter Berücksichtigung von Rückhaltesystemen, Straßenreinigungsmaßnahmen, Witterungsbedingungen etc. ungefähr rund 470 Tonnen in der terrestrischen und rund 110 Tonnen in der aquatischen Umwelt.

Emissionen von Mikrokunststoffen fallen auch im Rahmen der Abfallentsorgung an. In Deutschland werden jährlich rund 136 Millionen Tonnen Abfälle über verschiedene Abfallströme gesammelt. Die darin enthaltenen Kunststoffabfälle summieren sich auf gut 5,3 Millionen Tonnen, die als Ausgangsmenge zur Berechnung der Mikrokunststoffe dienen. Zu den Abfallströmen mit den größten Kunststofffraktionen zählen insbesondere die Sammlung von Verkaufsverpackungen (Gelber Sack), Gewerbeabfälle und Restmüll aus Haushalten oder hausmüllähnliche Gewerbeabfälle. Bei den über die Abfallströme gesammelten Kunststoffmengen handelt es sich zum größten Teil um Makrokunststoffe. Auf Basis unter anderem von Abfallmessanalysen ergab sich eine Menge an Mikrokunststoffen, die von privaten und öffentlichen Entsorgungsunternehmen bei den Abfallerzeugern abgeholt wird, von insgesamt 76.404 Tonnen. Diese Menge wird von Müllfahrzeugen zu den weiteren Abfallbehandlungsstätten gebracht. Sie stellt die Ausgangsmenge für die Modellbetrachtung Emissionen von Mikrokunststoffen bei der Abfallentsorgung dar. Zu dieser Menge kommen die Mikrokunststoffe hinzu, die bei der Verarbeitung und Aufbereitung der gesammelten Abfälle entstehen. Die Summe aller Mikrokunststoffe, die potenziell bei der Abfallentsorgung in die Umwelt gelangen können, summiert sich auf 10.576 Tonnen. Durch den Einsatz sogenannter Rückhaltesysteme, wie Straßenreinigung, Straßen-/Regenwasserablauf, Abwasserfilter und Reinigungsprozesse der verarbeitenden Betriebe, wird die

15 Z.B.: Bertling, Jürgen.; Bertling, Ralf; Hamann, Leandra: Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik. Ursachen, Mengen, Umweltschicksale, Wirkungen, Lösungsansätze, Empfehlungen. Kurzfassung der Konsortialstudie, Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT (Hrsg.), Oberhausen, 2018

16 Detaillierte Erläuterungen zur Modellberechnung sind in der Sonderbetrachtung von Conversio GmbH, Eintrag von Kunststoffen aus Kompost und Gärrückstände, 2. Version, 2020 aufgeführt.

© Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2022 -(www.muellundabfall.de)

Leseprobe, mehr zum Beitrag unter https://doi.org/10.37307/j.1863-9763.2022.08.07

tatsächliche Inputmenge an Mikrokunststoffen in die Umwelt erheblich reduziert. Dennoch gelangen Mikrokunststoffe über die einzelnen Eintragspfade wie Straßen, Kanalisation bzw. über die Ausbringung von Klärschlamm aus Kläranlagen in die Umwelt. Insgesamt wurde ein Verbleib von etwa 227 Tonnen Mikrokunststoff in der terrestrischen Umwelt und ein Eintrag von etwa 52 Tonnen in die aquatische Umwelt analysiert.

## 7. Sonstige Mikropolymere, die kleiner als fünf Millimeter sind

Unter „Sonstige Mikropolymere < 5 mm“ werden in dem Modell „Kunststoffe in der Umwelt“ alle Polymere aus Nicht-Werkstoffanwendungen verstanden. Ausführlich untersucht wurden Abrieb von Reifen, Emissionen von Sport- und Spielplätzen, Farben und Lacken sowie Fahrbahnmarkierungen. Grundlage für die Auswahl dieser Quellen waren Ergebnisse der Sekundärliteratur, die für diese Quellen hohe Einträge in die Umwelt aufweisen[17].

Gemäß der amtlichen Statistik[18] zählen Reifen zu „Gummiwaren“. In vielen Untersuchungen wird Reifenabrieb allerdings zu den Mikrokunststoffen gezählt und mengenmäßig als wichtige Quelle von Kunststoffabfall in der Umwelt identifiziert. Die ermittelten Eintragsmengen von Reifenabrieb in die terrestrische und aquatische Umwelt sind als eine erste Abschätzung auf Basis der existierenden Studienlage sowie von Gesprächen mit jeweiligen Marktexperten zu verstehen[19]. Die Datenlage sowie Datenqualität der Informationen und Variablen, die verwendet wurden, um die aus Deutschland eingetragenen Menge an Reifenabrieb in die Umwelt zu ermitteln, muss derzeit als nicht ausreichend bezeichnet werden. Insgesamt verbleiben gemäß den Modellberechnungen von 130.000 Tonnen jährlich anfallendem Reifenabrieb rund 10.100 Tonnen in der aquatischen und rund 80.700 Tonnen in der terrestrischen Umwelt. Der größte Eintrag an Reifenabrieb in die aquatische Umwelt gelangt dabei durch Kläranlagen mit Trennsystem in die Gewässer. Bei Kläranlagen mit Trennsystem fließen Regenwasser und Abwasser getrennt ab. Regenwasser wird dabei oft direkt in die Gewässer eingeleitet. Der Haupteintrag an Reifenabrieb in die terrestrische Umwelt wird durch Regen von der Straße gespült und gelangt über den Straßenrand in die umgebenden Landschichten und verbleibt auf Versickerungsflächen, -gräben und -mulden, vor allem außerorts.

Bei den Sportplätzen wurde zwischen Kunstrasenplätzen, Reitplätzen und Wettkampfbahnen sowie Fallschutzmatten differenziert. Ausgehend von circa 253.000 Tonnen Mikropolymeren auf Sport- und Spielplätzen in Deutschland wird mit circa 1.630 Tonnen nur ein geringer Anteil als Emission in die Umwelt eingetragen. Die höchste Inputmenge an Mikropolymeren resultiert hierbei von Kunstrasenplätzen. Auf Sport- und Spielplätzen werden insbesondere durch sportliche und maschinelle Belastungen kleine Kunststoffgranulate/-fasern abgetragen, die anschließend in die Umwelt gelangen.

Emissionen im Bereich Farben und Lacke stammen zu einen von Gebäudefassaden und Bautenanstrichen, zum anderen von Anstrichen zur Instandhaltung von Booten, Yachten und Schiffen. Die im Bereich der Fahrbahnmarkierungen eingesetzten Farben und Kunststoffbeschichtungen wurden im Modell separat betrachtet. In Deutschland werden jährlich rund 440.000 Tonnen Farben und Lacke für Gebäudefassaden und Bautenanstriche in Verkehr gebracht, wobei von einer tatsächlichen Verbrauchsmenge von 416.000 Tonnen auszugehen ist; Innenwandfarbe ist in diesem Modell von der Betrachtung ausgeschlossen. Die geringere Verbrauchsmenge beruht auf der Annahme, dass nicht die gesamte in Verkehr gebrachte Menge tatsächlich verbraucht wird und teilweise bestellte Übermengen nicht verarbeitet werden. Die Summe aller Mikropolymere, die potenziell in die Umwelt gelangen können, summiert sich auf 2.645 Tonnen. Aufgrund verschiedener Rückhaltesysteme ergibt die Analyse insgesamt einen Eintrag von 154 Tonnen Mikropolymeren in die aquatische Umwelt und einen Eintrag von 1.060 Tonnen in die terrestrische Umwelt.

Die Verbrauchsmenge an Schiffsfarbe in Deutschland liegt über alle Anwendungsbereiche und Zielmärkte hinweg bei 11.200 Tonnen. Im Durchschnitt liegt der Kunststofffeststoffanteil für Schiffsfarbe bei 30 Gewichtsprozent. Jährlich werden also rund 3.400 Tonnen Mikropolymere, die in diversen Schiffsfarben enthalten sind, in Verkehr gebracht. Den Modellberechnungen zufolge gelangen davon 1.582 Tonnen in die Umwelt. Unter Berücksichtigung der implementierten Rückhaltesysteme ergibt sich aus der Analyse ein Eintrag von insgesamt 91 Tonnen Mikropolymeren in die aquatische Umwelt und einen Eintrag von 27 Tonnen in die terrestrische Umwelt.

## 8. Zur Bewertung der Datenlage

Die Berechnungen im Modell „Kunststoffe in der Umwelt“ stützen sich auf Daten und Informationen, die durch Dritte erhoben und weitergegeben wurden. Die ermittelten absoluten Eintragsmengen in die terrestrische und aquatische Umwelt sind als Abschätzung auf Basis der existierenden Studienlage sowie der Gespräche mit jeweiligen Marktexperten zu verstehen. Vor diesem Hintergrund ist es verständlich, dass Qualität und Quantität der vorhandenen Daten stark zwischen den untersuchten Bereichen „Makrokunststoffe“, „Mikrokunststoffe“ sowie „sonstige Mikropolymere“ variieren.

Die Bewertung der Datenqualität nach Quelle wird auf einer Skala von 1 bis 5 vorgenommen, wobei „1“ für eine unzureichende Datenlage und „5“ für eine umfangreiche Datenlage steht. Jede Quelle wird nach den Kriterien „Basismenge“, also die Ausgangsmenge

17 Z.B.: Bertling, Jürgen.; Bertling, Ralf; Hamann, Leandra: Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik. Ursachen, Mengen, Umweltschicksale, Wirkungen, Lösungsansätze, Empfehlungen. Kurzfassung der Konsortialstudie, Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT (Hrsg.), Oberhausen, 2018

18 Destatis (2009): Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken, Abteilung 22, Gummi- und Kunststoffwaren, erschienen im August 2008

19 Weitere Informationen finden sich insbesondere in Conversio, Eintrag Reifenabrieb aus Deutschland in die Meere, 2. Version, 2020

© Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2022 -(www.muellundabfall.de)

Leseprobe, mehr zum Beitrag unter https://doi.org/10.37307/j.1863-9763.2022.08.07


## Datenqualität

BKV KUNSTSTOFF KONZEPTE VERWERTUNG

| | | Basismenge[2] | Eintrag in die Umwelt[2] | Verbleib in der Umwelt[2] |
|---|---|---|---|---|
| Umfangreiche Datenlage | 5 | – Farben, Lacke<br>– Makrokunststoffe<br>– Mikrokunststoffe aus Gärrückständen und Kompostierung | – Mikrokunststoffe aus Gärrückständen und Kompostierung | |
| | 4 | – Abrieb Kunststoffverpackungen<br>– Abrieb von Reifen<br>– Emissionen bei der Abfallentsorgung<br>– Emissionen von Sport- und Spielplätzen<br>– Faserabrieb<br>– Freisetzung auf Baustellen<br>– Mikrokunststoffe aus Verbraucherprodukten<br>– Pelletverluste | – Abrieb von Reifen<br>– Faserabrieb | – Mikrokunststoffe aus Gärrückständen und Kompostierung |
| | 3 | – Fahrbahnmarkierung | – Fahrbahnmarkierung<br>– Farben, Lacke<br>– Makrokunststoffe<br>– Mikrokunststoffe aus Verbraucher-produkten | – Faserabrieb<br>– Mikrokunststoffe aus Verbraucher-produkten |
| | 2 | | – Abrieb Kunststoffverpackungen<br>– Emissionen bei der Abfallentsorgung<br>– Emissionen von Sport- und Spielplätzen<br>– Freisetzung auf Baustellen<br>– Pelletverluste | – Abrieb Kunststoffverpackungen<br>– Abrieb von Reifen<br>– Emissionen bei der Abfallentsorgung<br>– Emissionen von Sport- und Spielplätzen<br>– Fahrbahnmarkierung<br>– Farben, Lacke<br>– Freisetzung auf Baustellen<br>– Makrokunststoffe<br>– Pelletverluste |
| Aufzubauende Datenlage | 1 | | | |

[1] Die dargestellte Datenqualität betrifft das vorliegende Modell „Kunststoffe in der Umwelt". Informationen zur Datenqualität zum Modell „Vom Land ins Meer" sind im dazugehörigen Bericht einsehbar.
[2] Quellen, die hinsichtlich ihrer Datenqualität gleich bewertet werden, werden in der Übersicht alphabetisch sortiert ausgewiesen.

Abbildung 3

## Gesamtübersicht[1]

BKV KUNSTSTOFF KONZEPTE VERWERTUNG

| | | | Terrestrische Umwelt | | Aquatische Umwelt | | Gesamt | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mikrokunststoff | Mikrokunststoffe im Haushaltsabwasser | Fasern | 146 t | 1 % | 31 t | 1 % | 177 t | 1 % |
| | | Verbraucherprodukte | 260 t | 2 % | 55 t | 2 % | 315 t | 2 % |
| | | Sonstiges (Haushalt, z.B. Reinigungsmittel) | 81 t | <1 % | 17 t | 1 % | 98 t | <1 % |
| | Komposte/Gärrückstände | | 704 t | 4 % | 6 t | <1 % | 710 t | 4 % |
| | Pelletverluste | | 1.068 t | 6 % | 206 t | 6 % | 1.274 t | 6 % |
| | Freisetzung auf Baustellen | | 468 t | 3 % | 111 t | 3 % | 579 t | 3 % |
| | Emission Abfallentsorgung | | 227 t | 1 % | 52 t | 2 % | 279 t | 1 % |
| | Abrieb Kunststoffverpackungen | | 244 t | 1 % | 71 t | 2 % | 315 t | 2 % |
| Gesamt Mikrokunststoff | | | 3.198 t | 19 % | 550 t | 16 % | 3.748 t | 19 % |
| Makrokunststoff | Verpackungen | | 7.942 t | 48 % | 1.698 t | 50 % | 9.640 t | 48 % |
| | Agrar | | 720 t | 4 % | 132 t | 4 % | 852 t | 4 % |
| | Sonstiges | | 4.778 t | 29 % | 1.043 t | 30 % | 5.821 t | 29 % |
| Gesamt Makrokunststoff | | | 13.440 t | 81 % | 2.873 t | 84 % | 16.313 t | 81 % |
| Total | | | 16.638 t | 100 % | 3.423 t | 100 % | 20.061 t | 100 % |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Reifenabrieb | 80.664 t | 10.134 t | 90.798 t |
| Verwehungen von Sport- und Spielplätzen | 538 t | 63 t | 601 t |
| Farbe, Lacke | 1.087 t | 245 t | 1.332 t |
| Fahrbahnmarkierung | 557 t | 103 t | 660 t |

[1] Die in der vorliegenden Tabelle ausgewiesenen Zahlen gehen auf eine Vielzahl an Berechnungen zurück. Die Zahlen werden im Gegensatz zu einigen Modellbeschreibungen nicht gerundet ausgewiesen, da die ausgewiesenen Mengen je nach Eintragsquelle stark variieren und somit ein einheitliches Runden nicht möglich ist. Dadurch können einzelne Werte in der Tabelle gegenüber der Modellbeschreibungen aufgrund von gerundeten Zahlen sich unterscheiden.

Abbildung 4

für die Berechnungen, „Eintrag in die Umwelt" und „Verbleib in der Umwelt" evaluiert. Die Datenqualität nimmt entlang der Kriterien – von der „Basismenge" hin zum „Verbleib in der Umwelt" – über alle Eintragsquellen ab.

## 9. Wesentliche Ergebnisse zum Verbleib von Kunststoffen in der Umwelt

Folgende Grafik liefert einen Überblick über die wesentlichen Ergebnisse der Untersuchung:

© Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2022 -(www.muellundabfall.de)

Leseprobe, mehr zum Beitrag unter https://doi.org/10.37307/j.1863-9763.2022.08.07

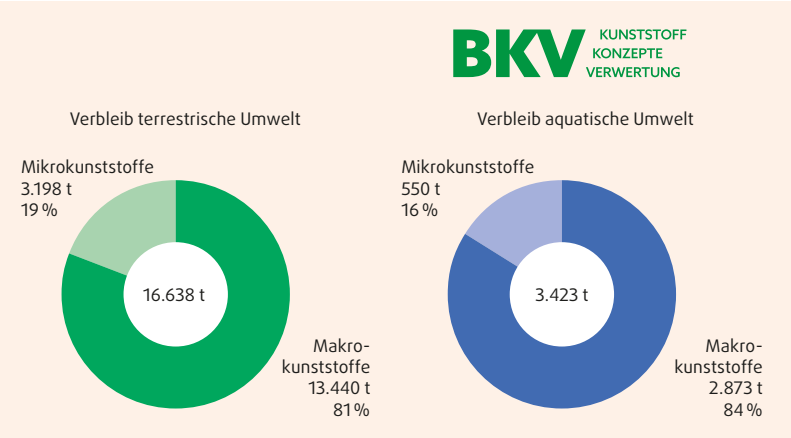



Abbildung 5

Den mengenmäßig größten Verbleib an Kunststoffen in der Umwelt – unter Berücksichtigung der unter „Sonstige Mikropolymere“ ausgewiesenen Quellen – stellt der Reifenabrieb dar. Sowohl beim Verbleib in der terrestrischen Umwelt mit 81 Prozent, als auch in der aquatischen Umwelt mit 72 Prozent ist der Reifenabrieb der größte Faktor. Im Vergleich zu „Reifenabrieb“ wie auch zu „Makrokunststoffen“ ist der Anteil „Mikrokunststoffe“ dagegen gering.

Vergleicht man den Verbleib von Mikrokunststoffen und Makrokunststoffen in der Umwelt, so wird deutlich, dass Makrokunststoffe bei Weitem überwiegen. So verbleiben in der terrestrischen Umwelt 81 Prozent Makrokunststoffe, dagegen nur 19 Prozent Mikrokunststoffe. In der aquatischen Umwelt liegt der Verbleib von Makrokunststoffen bei 84 Prozent, der von Mikrokunststoffen bei 16 Prozent.

## 10. Ausblick

Der Bericht „Kunststoffe in der Umwelt“ und damit das dem Bericht zugrundeliegende Modell wird kontinuierlich aktualisiert und weiter überarbeitet. Dies findet bereits bei dem Modell „Vom Land ins Meer – Modell zur Erfassung landbasierter Kunststoffabfälle“ sowie den dazugehörigen Sonderbetrachtungen entsprechenden Niederschlag. Neben der kontinuierlichen Anpassung der Rahmenbedingungen werden auch die Modellparameter weiter überprüft und – soweit erforderlich – modifiziert.

Die offene Struktur der Methodik macht es grundsätzlich möglich, sie auch auf andere Regionen bzw. Staaten anzuwenden sowie weitere Eintragspfade und -quellen einzubeziehen. Der Vorteil des Modellansatzes liegt insbesondere in der leichten und flexiblen Anpassung von Variablen und Berechnungen. Ziel ist es daher, dass Modell auch in andere regionale Zusammenhänge zu übertragen.

## 11. Wo die Berichte zu den Modellen und die Sonderbetrachtungen zu beziehen sind

Der Bericht zu dem Modell „Kunststoffe in der Umwelt“ liegt in Deutsch und Englisch vor und ist für jeden Interessierten kostenfrei über die BKV-Website (www.bkv-gmbh.de) erhältlich. Die Studie „Kunststoffe in der Umwelt“ stellt eine Ergänzung zu dem Modell „Vom Land ins Meer – Modell zur Erfassung landbasierter Kunststoffe“ dar; Bericht und Handbuch zu diesem Modell können auch kostenfrei über die BKV-Website bezogen werden. Ebenso wie die beiden Modell können auch die „Sonderbetrachtung Littering“, „Sonderbetrachtung Komposte/Gärrückstände“ sowie das „Diskussionspapier Reifenabrieb“ kostenfrei auf der BKV-Website bestellt werden.

- https://www.bkv-gmbh.de/marine-litter-studien.html
- https://www.bkv-gmbh.de/marine-litter-studies.html

**Anschrift der Autorin**

**Stephanie Cieplik**
BKV GmbH
Mainzer Landstraße 55, 60329 Frankfurt a. M.

Folgen Sie uns auf Twitter

So erhalten Sie künftig Nachrichten zu aktuellen Angeboten, unserer Teilnahme an Veranstaltungen – und vieles mehr!

www.ESV.info/Twitter

Sie möchten einen unserer Titel über Twitter weiterempfehlen?
Auch das geht jetzt auf unseren Produktseiten ganz einfach per Mausklick.

ESV ERICH SCHMIDT VERLAG
Auf Wissen vertrauen

© Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2022 -(www.muellundabfall.de)

# Einfach mehrfach nutzen.

Vor dem Hintergrund einer weiter anwachsenden Bedeutung der **circular economy** für den **Klimaschutz** und auf Grundlage des **KrWG 2020**, **Green Deal** und der **EU-Kreislaufstrategie**: Das **neue Handbuch** verschafft Ihnen einen umfassenden, interdisziplinären Überblick zum hochaktuellen Thema **Kreislaufwirtschaft**.

## Mit vielen Übersichten und Beispielen

Die akuten Problemfelder, mit denen sich Praktiker derzeit konfrontiert sehen, werden notwendigerweise komplex, dabei aber stets gut verständlich und lösungsorientiert erläutert – aus **rechtlicher, wirtschaftlicher und technisch-naturwissenschaftlicher Sicht**.

- über 30 instruktive Beiträge aus den Bereichen Recht, Technik, Ökonomie und Ökologie
- umfangreiches Autorenteam aus renommierten Expertinnen und Experten
- viele Querschnittsthemen wie Umwelt-, Klima- und Ressourcenschutz, Digitalisierung sowie Wettbewerbs- und Vergaberecht
- wichtige Instrumentarien wie Gebührengestaltung, steuerliche Aspekte, ökonomische Anreize, Information und Ökodesign

## Handbuch Kreislaufwirtschaft

Herausgegeben von **Prof. Dr. jur. Walter Frenz**

Erscheint ca. Dezember 2022, ca. 1.000 Seiten, mit zahlreichen farbigen Abbildungen, Übersichten und Praxisbeispielen, fester Einband, Preis folgt

ISBN 978-3-503-20067-2

eBook: Preis folgt, ISBN 978-3-503-20068-9

Online informieren
und versandkostenfrei bestellen:
**www.ESV.info/20067**

ESV ERICH SCHMIDT VERLAG
*Auf Wissen vertrauen*

© Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2022 -(www.muellundabfall.de)

ESV DIGITAL
Die Contentplattform

# Souverän im gesamten Abfallrecht

## ESV-Digital Recht der Abfall- und Kreislaufwirtschaft

**Mehr Entscheidungssicherheit in der Abfall- und Kreislaufwirtschaft:** umfassende und fundierte Kommentierungen in einer passgenauen Datenbank – laufend aktualisiert, jederzeit verfügbar, auf einen Klick.

- **Fachübergreifende Perspektiven** aus den Ministerien auf Bundes- und Landesebene, Anwaltschaft, Abfallunternehmen und Umweltbundesamt zum gesamten Regelwerk einschl. wichtiger EU-Regelungen, aus Umweltrecht und Wirtschaftsordnungsrecht
- **Alles Wichtige vernetzt:** Kommentare, Vorschriften, Rechtsprechung, LAGA-Mitteilungen u.a. in einer Datenbank

### Ihr persönlicher Arbeitsplatz

**Perfekt verlinkt und überall mobil:** suchen, notieren, markieren, zitieren, exportieren – **mit automatischen Updates.**

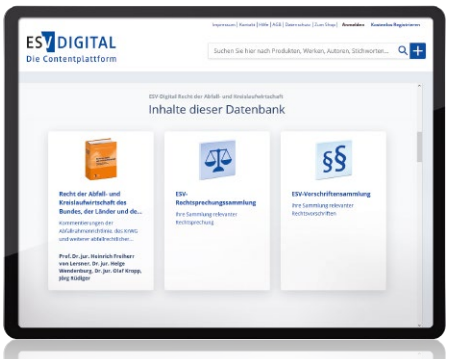
### Inhalte dieser Datenbank:

- von Lersner/Wendenburg/Kropp/Rüdiger
  **Recht der Abfall- und Kreislaufwirtschaft des Bundes, der Länder und der Europäischen Union**
  Kommentierungen der Abfallrahmenrichtlinie, des KrWG und weiterer abfallrechtlicher Gesetze und Verordnungen
- **ESV-Rechtsprechungssammlung**
- **ESV-Vorschriftensammlung**

**1 Nutzer 29,– €**
Einzellizenz, netto/Monat

**3 Nutzer 47,85 €**
ESV-Bürolizenz, netto/Monat

**Printbezieher 5,80 €**
Einzellizenz, netto/Monat




Gleich 4 Wochen gratis testen:

**www.ESV-Digital.de/RdA**

ESV ERICH SCHMIDT VERLAG
*Auf Wissen vertrauen*

Bestellungen bitte an den Buchhandel oder:
Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG
Genthiner Str. 30 G · 10785 Berlin
Tel. (030) 25 00 85-262 · Fax (030) 25 00 85-275
ESV@ESVmedien.de · www.ESV.info

Weitere Lizenzangebote gerne auf Anfrage unter (030) 25 00 85-295/-296 oder KeyAccountDigital@ESVmedien.de

© Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2022 -(www.muellundabfall.de)