Mikroplastik-Abfälle sind Wertstoffe am falschen Ort

Das schlechte Image von Plastik hält sich hartnäckig und wird durch die aktuelle Debatte über Mikroplastik, das in alle Winkel der Erde dringt, nicht besser: Plastik vermüllt die Umwelt. Da es aus Erdöl hergestellt wird, trägt es durch das beim Abbau entstehende Kohlenstoffdioxid (CO_2) zum Klimawandel bei. Die globale Überlastung mit Plastikabfällen ist längst bekannt, wurde aber jahrelang ignoriert. Eine Wende in Produktion und Verbrauch von Makroplastik und in der Abfallmentalität im Umgang mit Makroplastik sind nun unaufschiebbar. Das Aus-den-Augen-aus-dem-Sinn-Denken muss der Vergangenheit angehören.

Wir leben immer noch mit Einweg-Plastik. Die weltweite Herstellung und Verwendung steigen weiter und führen zusammen mit unzureichender Entsorgung und langer Haltbarkeit zu immer mehr Kunststoffmüll überall. Wir bemühen uns nach Kräften, Plastikabfall zu sammeln, zu trennen und wiederzuverwerten und scheinen dennoch die Kontrolle darüber verloren zu haben. Der Kreislauf zurück auf unsere Teller ist bereits geschlossen. Während in der EU Trinkhalme und Plastiktüten verboten werden, freut sich die deutsche Kunststoffindustrie über einen wachsenden Absatz: Allein im Jahr 2018 waren es 65,7 Milliarden Euro Umsatz[1] . Über ein Drittel der Betriebe der kunststoffverarbeitenden Industrie gaben an, dass die Mikroplastik-Diskussion ihr Geschäft nicht beeinflusst[2]. Jeder Deutsche verbrauchte im Jahr 2015 117 Kilogramm Plastik, davon sind der Großteil Verpackungen[3]. Der Kunststoffbedarf in ganz Europa lag 2016 bei knapp 50 Millionen Tonnen; der höchste Anteil entfiel mit 30 % auf Polyethylen und mit 19 % auf Polypropylen, also Verpackungsmaterial, 7,4 % entfielen auf Polyethylenterephthalat (PET) sowie 6,7 % auf Polystyrol, wiederum Verpackungsmaterial[4]. Die Plastikproduktion lag weltweit 1950 bei 1,5 Millionen Tonnen, 65 Jahre später schon bei 322 Millionen[5].

Vielseitig, billig, langlebig

Dreiviertel des Mülls, der letztlich im Meer landet, besteht aus Plastik und stammt zu 80 Prozent vom Land.
© Stephanie Heyl

Kunststoffe sind aufgrund ihrer Eigenschaften wie geringes Gewicht, Elastizität, Härte, Formbarkeit sowie thermische und chemische Beständigkeit sehr beliebt. Diese Merkmale werden durch zugesetzte Additive in der Herstellung noch optimiert. Längst hat das Material in Medizin- und Elektrotechnik, im Sport und in der Textil- und Autoindustrie natürliche Stoffe wie Glas, Holz, Metall und Baumwolle verdrängt und dort zu entscheidenden Fortschritten geführt. Doch wird es nicht mehr gebraucht, entsteht Ratlosigkeit über den Verbleib. Plastik wird zu Müll, der sich einfach nicht zersetzt. Anfangs als Makroplastik (Durchmesser >25 mm), durch Reibung, UV-Strahlung und Salzwasser zu Meso- (5-25 mm) und Mikroplastik (<5 mm) zerkleinert[6], gelangt es an Orte, an die wir nicht gedacht hatten. Schadstoffe aus Plastikverpackungen landen auch in unseren Lebensmitteln und Organen[7]. Partikel mit einem Durchmesser unter fünf Millimetern werden als Mikroplastik bezeichnet. Primäre Mikroplastikkörnchen werden schon in dieser Größe hergestellt, um sie wegen ihres Schmirgeleffektes als Microbeads in Kosmetika, Duschgelen oder Waschmitteln einzusetzen. Auch in der Plastikindustrie wird spezielles Granulat erzeugt, mit dem sich größere Dinge im Spritzgussverfahren herstellen lassen. Lacke und wachsartige Dispersionen können ebenfalls Kunststoffbestandteile enthalten.

Daten über die Herkunft von Mikroplastik in der Umwelt widersprechen sich zum Teil, da die Methoden zur Erfassung und Quantifizierung noch nicht standardisiert sind. Doch Einigkeit herrscht darüber, dass ein großer Anteil von fast einem Drittel des emittierten Mikroplastiks auf Reifenabrieb zurückzuführen ist und ein etwa gleich großer Anteil auf Fasern von synthetischen Textilien, die sich beim Waschen aus der Kleidung lösen[8]. Auch das Granulat auf Kunstrasen von Sportplätzen spielt eine größere Rolle als bisher angenommen, weil es nicht am Platz verbleibt und regelmäßig nachgefüllt wird. Mikroplastik aus der Kosmetik und verlorene Rohpellets aus der Plastikproduktion machen einen eher kleinen Teil in der Umwelt aus. Gefundene Partikel werden mit spektroskopischen Verfahren analysiert, bei denen neben der Art, Größe und Form auch die elementare Zusammensetzung eindeutig identifiziert werden kann.

Fischernetze verrotten in 600 Jahren

Jährlich landen 30 Millionen Tonnen Plastik in den Weltmeeren, allein fünf Millionen in Europa. Ein Prozent davon taucht wieder auf. Den nicht gefundenen Teil von 99 Prozent nennt man „missing plastic". China entsorgte bis 2018 jährlich bis zu 3,5 Millionen Tonnen Plastikabfälle entweder auf Deponien oder im Pazifik, indem es sie direkt ins Meer kippte[9]. Der slowakische Planktonexperte Gaby Gorsky meint, wir würden das Meer als riesigen Teppich benutzen, unter den wir unsere gesamten Plastikabfälle kehren. Auch in der Schifffahrt ist es einfacher, den Müll einfach ins Meer zu werfen, statt ihn an Land zu entsorgen. Es gibt fünf riesige Müllstrudel in den Meeren. Der größte im Pazifik ist schätzungsweise fünfmal größer als Deutschland. Im Müll, der an europäischen Stränden liegt, beträgt der Plastikanteil 75 Prozent. In Korsika gibt es Orte, an denen mehr Mikroplastik als Plankton gefunden wurde. Eine Studie der Landesanstalten für Umwelt aus Bayern, Baden-Württemberg, Hessen, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz zu Mikroplastik in Binnengewässern zeigte, dass Mikroplastik in allen untersuchten Seen und Flüssen gefunden wurde und spricht von einer „zivilisatorischen Grundlast". Das meiste Mikroplastik mit 80 Prozent stammt vom Land, wird in der Studie betont. Die Entstehung von Mikroplastik durch Zerfall kann nicht verhindert werden. Wir können im Grunde nur den Eintrag in die Umwelt verringern, indem wir kein Einwegplastik mehr verwenden.

Plastik zersetzt sich kaum in der Natur, da synthetische Polymere aufgrund langer linearer Ketten und des hohen Molekulargewichts nur schwer mikrobiologisch aufschließbar sind. Biologisch abbaubares Material dagegen zersetzt sich durch Mikroorganismen unter Sauerstoff-Zufuhr zu mehr als 90 Prozent in Wasser, CO_2 und Biomasse oder ohne Sauerstoff zu Methan, CO_2 und Biomasse. Während ein Apfel zwei Monate, Bananen und Zigarettenstummel drei bis fünf Jahre für den Prozess brauchen, benötigt eine Getränkedose dafür 200, eine Plastiktüte 300 und eine Wegwerfwindel 450 Jahre. Fischernetze, die aus einem Materialmix von verschiedenen Polymeren bestehen, verbleiben nach Schätzungen etwa 600 Jahre in der Umwelt. Gehen sie verloren, werden sie zu einem riesigen ökologischen Problem für alle Meeresbewohner.

Abfallindustrie auf Verbraucher angewiesen

Mikroplastik-Partikel sind nicht nur mit toxischen Additiven versehen, sie können auch wie Magnete zusätzliche Schadstoffe anziehen und Biofilme mit Krankheitserregern bilden.
© Erik Tuckow

Ein großes Lager für Mikroplastik sind unsere Böden. Der direkteste Eintrag erfolgt hier über Komposte und Klärschlämme, die zur Düngung auf die Felder ausgebracht werden. Klärwerke halten bis zu 97 Prozent des Mikroplastiks zurück, aber der Rest ist im Klärschlamm enthalten. Die Landwirte bekommen neben den Schlämmen von den Müllbetrieben 100 Euro pro Hektar für die Ausbringung auf ihre Äcker – ein günstiger Weg der Entsorgung für die Müllwirtschaft. In Klärschlamm sind bis zu 24.000 Partikel Mikroplastik pro Kilogramm Trockensubstanz ermittelt worden[10]. Klärschlamm darf bis zu 0,5 Prozent Fremdstoffe enthalten, damit er noch als Dünger verwendet werden kann. Aufgrund der hohen Schadstoff- und Kunststoffbelastung der Schlämme geriet diese Praxis immer mehr in die Kritik. Seither versucht beispielsweise Baden-Württemberg, anfallende Klärschlämme auf freiwilliger Basis zunehmend in die thermische Verwertung zu lenken. Im Jahr 2017 ist dies zu 97 Prozent gelungen[11], obwohl die Ausbringung auf landwirtschaftliche Böden bisher nicht verboten war, wie es etwa in der Schweiz oder in manchen österreichischen Bundesländern der Fall ist.

Dennoch gelangen in Europa jedes Jahr bis zu 400.000 Tonnen Mikroplastik in landwirtschaftliche Böden[12]. Regenwürmer fressen es und arbeiten es tief in die Erde ein. Der Weg des Kunststoffs beginnt über den Kompost, der in Supermärkten ebenso wie in Privathaushalten anfällt. Fehlwürfe sind hier vor allem Plastikbeutel und -verpackungen. Jede Tonne Kompost aus Haushalten enthielt bis zu 440.000 Mikroplastikteilchen[13]. Hunderttausende Tonnen verdorbener Lebensmittel auch aus Supermärkten werden mitsamt der Verpackung geschreddert, da die maschinelle Entfernung ungenügend funktionierte oder das Auspacken zu aufwendig und „nicht rentabel" ist. Die Stadtwerke bekommen von den Entsorgungsunternehmen die geschredderten Abfälle und fügen sie dem Klärschlamm als Biomasse zu. Logisch, der Input ist entscheidend: Die Verwertung verpackter Lebensmittel bedarf vorher einer Entpackung auch durch Privatverbraucher, denn die maschinelle Entfernung funktioniert nie zu 100 Prozent!

Eines der größten Umweltprobleme weltweit

Große oder kleine Plastikstücke können von Tieren aufgenommen werden und im Verdauungstrakt Verletzungen verursachen oder Hungergefühle blockieren. Die fortschreitende Zerkleinerung von Mikroplastik erhöht vermutlich die Aufnahme in Organismen. Es gelangt nachweislich in Zellen und lagert sich in Gewebe ein. Mikroplastik birgt noch andere Gefahren, da es mit Additiven wie giftigen Weichmachern oder Flammschutzmitteln versetzt ist. Von einigen weiß man, dass sie krebserregend sind, sich im Körper akkumulieren oder hormonähnliche Wirkungen haben. Zudem lagert es zusätzlich toxische Stoffe oder Hormone aus der Umgebung an, die im veränderten Milieu im Körper wieder abgegeben werden können. Nicht zuletzt können sich auch noch Biofilme um einzelne Partikel bilden, die so Vehikel für Bakterien und Viren darstellen. Tierstudien haben Mikroplastik bereits in Leber, Lymphknoten und Blut gefunden. Haben Regenwürmer Kunststoffpartikel im Darm, wachsen sie langsamer und sterben früher. Regenwürmer werden von Hühnchen verzehrt und Hühnchen von uns. Aber auch in Fisch, Meeresfrüchten, Bier und Honig ist Mikroplastik. Wiener Forscher haben im menschlichen Kot rund 200 Partikel pro Stuhlgang gefunden. Interessanterweise handelt es sich dabei vor allem um Verpackungskunststoffe. Ein großer Teil wird ausgeschieden,

aber ein Teil verbleibt im Körper. Ob dieser kleinere Teil sich in unseren Organen ansammelt oder was er dort genau anrichtet, weiß man noch nicht.

Refuse, reduce, recycle!

Das Duale System gibt es seit 1991. Die anfängliche Kennzeichnungspflicht mit dem Grünen Punkt wurde abgeschafft, denn inzwischen müssen alle Verkaufsverpackungen am Dualen System teilnehmen.
© Stephanie Heyl

Politik und Wirtschaft in der EU haben bereits Aktionspläne verabschiedet, um Plastikmüll zu reduzieren und zu vermeiden. Laut einer Forderung des Vizepräsidenten der EU-Kommission, Frans Timmermanns, soll es bis 2030 nur noch recyclingfähigen Kunststoff geben. Auch die Forschung an Ersatzmaterialien wie Bioplastik läuft auf Hochtouren. Biokunststoffe werden oft als nachhaltiger Gegenentwurf zu erdölbasiertem Plastik gesehen. Allerdings ist nicht definiert, ob es sich dabei um Kunststoffe handelt, die komplett biologisch abbaubar sind oder auf der Basis biobasierter nachwachsender Rohstoffe erzeugt wurden. Bonner Forscher haben die Klimabilanz biobasierter Kunststoffe per Computersimulation untersucht und festgestellt, dass dafür vermehrt Waldflächen zu Ackerflächen umgewandelt werden müssten und so höhere Mengen CO_2 in die Atmosphäre gelangen würden. Eine negativere Klimabilanz wäre auf kurze Sicht die Folge. Nimmt man jedoch als Rohstoff pflanzliche Abfälle, sieht die Bilanz schon deutlich positiver aus. Außerdem verbleibt auch biologisch abbaubares Plastik Monate oder Jahre in der Umwelt und ist schwer recycelbar. Das gesamte Abfallmanagement müsste erst an das neue Material angepasst werden. Biologischer Abbau ist erst vorteilhaft, wenn ein Zusatznutzen entsteht. Sonst ist eine Kreislaufwirtschaft in Form von Recycling ökologisch und ökonomisch sinnvoller.

Seit China Anfang 2018 den Müllimport aus Deutschland gestoppt hat, müssen wir neue Ideen entwickeln, was mit dem Plastik passieren soll. Manche Unternehmen sehen Kunststoffabfall als neuen Rohstoff und recyceln ihn. Beim Plastik ist Recycling besonders sinnvoll, da der Rohstoff Erdöl immer knapper wird. Acht Millionen Tonnen Kunststoff sammeln wir Deutsche jährlich in Gelben Säcken. Die Recyclingquote lag laut Bundesministerium 2017 bei 46 Prozent, 2018 bei 49,7 und aktuell bei 58,5 Prozent. Im Jahr 2022 soll laut neuem Verpackungsgesetz eine Quote von 63 Prozent erreicht werden. Der Rest wird entweder thermisch verwertet, also verbrannt, oder nach Vietnam oder Malaysia exportiert. Eine werkstoffliche Verwertung ist einer thermischen jedoch immer vorzuziehen, da die Energie nicht verloren ist, die bei der Herstellung hineingesteckt wurde. Aufgrund aufwendiger Verschlüsse etwa bei Kunststoffflaschen und der Materialvielfalt ist Kunststoff schwer zu sortieren und zu recyceln. Oft handelt es sich um Verbundmaterialien, bei denen unterschiedliche Kunststoffe miteinander vereint sind. Verfügbare Trennverfahren sind sehr teuer und versagen bei Plastikverbunden, in denen Kunststoffe mit ähnlicher Dichte verarbeitet wurden.

Lösungsansätze in Baden-Württemberg

Es gibt zahlreiche Bestrebungen und gestartete Aktivitäten in Baden-Württemberg, die Flut von Kunststoffverpackungen zu verringern, die Recyclingquoten zu erhöhen sowie den Eintrag von Plastik in die Umwelt zu reduzieren. So errang etwa das Unternehmen J. RETTENMAIER & SÖHNE GmbH + Co KG (JRS) aus Rosenberg den 3. Platz des Umwelttechnikpreises BW 2019 in der Kategorie Materialeffizienz. JRS entwickelte mit VIVAPUR®CS SENSORY 15S einen Mikroplastik-Ersatz in Kosmetikartikeln auf der Basis von Pflanzenfasern. Das Motto des Betriebs „Cradle to cradle" (von der Wiege zur Wiege) bezeichnet eine konsequente Kreislaufwirtschaft, in der sich die Produkte in den biologischen Kreislauf wieder zurückführen lassen.

Jochen Mößlein aus Freiburg hat für die Firma Polysecure ein System erarbeitet, wie sich mehr Kunststoff recyceln lässt. Das Unternehmen arbeitet eng mit Großhändlern und Verpackungsherstellern zusammen und entwickelte spezielle Marker, die auf Verpackungen aufgebracht werden und mit deren Hilfe eine bessere Trennung der verschiedenen Kunststoffe in den Sortieranlagen möglich ist.

Aus alten Kunststoffverpackungen oder Dämmmaterial neue Produkte herstellen, das schafft das CreaSolv®-Verfahren.
© Andreas Mäurer, Fraunhofer IVV

Das Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV in Freising hat einen lösemittelbasierten Ansatz entwickelt, aus gebrauchten Verpackungen recycelte Kunststoffe in Neuware-Qualität herzustellen. Sie sollen für einen erneuten Einsatz als hochwertige Packstoffe geeignet sein. Beim CreaSolv®-Prozess handelt es sich nicht um chemisches, sondern physikalisches Recyceln, da die Polymerketten erhalten bleiben und nur der feste in einen flüssigen Zustand überführt wird. Der Zielkunststoff wird mit einem selektiven Lösemittel gelöst und Fremdstoffe wie Additive werden aus der Polymerlösung entfernt. Das reine Polymer wird nun ausgefällt und zu Granulat verarbeitet, das Neuware-Eigenschaften besitzt. Es kann dann einem neuen Zyklus in der Produktion zugeführt werden. Das Lösemittel wird ebenfalls gereinigt und wiederverwendet.

Im November 2018 ging bereits eine Pilotanlage in Indonesien in Betrieb. Das Ziel ist nun im Rahmen des Projekts „Circular Packaging" gemeinsam mit der Firma Lober GmbH Abfallentsorgung KG eine großtechnische Demonstrationsanlage in

industriellem Maßstab im Sinne der Kreislaufwirtschaft zu errichten. Ab 2021 soll Lober die erste kommerzielle Anlage für Verpackungsabfall aus Haushalts- und Unternehmensverbräuchen in Europa betreiben. Das Projekt schließt gleichzeitige Tests zur Wirtschaftlichkeit mit potenziellen Abnehmern für die Produktmuster mit ein. Es wird vom BMBF mit 3,2 Millionen Euro gefördert. Längerfristig soll die Technologie auch auf andere Abfälle, etwa Plastikmüll aus dem Meer, übertragen werden.

Kunststoff als nachhaltiger Werkstoff

Im Sinne einer Kreislaufwirtschaft: Mit dem CreaSolv®-Verfahren hergestelltes hochwertiges Granulat mit Neuware-Qualität.
© Fraunhofer IVV

Seit Januar 2019 nimmt in Deutschland das neue Verpackungsgesetz Hersteller und Unternehmer in die Pflicht, sich verstärkt am Recycling zu beteiligen. Der Grüne Punkt zur Kennzeichnung von Wertstoffen entfällt, seit alle Verpackungen in die Rücknahme des Dualen Systems eingehen müssen. Bereits am 12. Juli 2017 trat das neue Verpackungsgesetz in Kraft. Die Stiftung Zentrale Stelle Verpackungsregister (ZSVR) ist die Zentrale Stelle gemäß § 24 Verpackungsgesetz. Zur Umsetzung des Verpackungsgesetzes hat die ZSVR eine Internetplattform geschaffen, das Verpackungsregister LUCID. Und seit Januar 2019 sind nun die Registrierung und die Mengenmeldung in der Datenbank der ZSVR obligatorisch für alle Unternehmen, die ihre Waren in Verpackung in Verkehr bringen. Die Datenbank LUCID mit ökologischer Lenkungswirkung unter der Rechtsaufsicht des Umweltbundesamts ist öffentlich einsehbar. Länderübergreifende Ansätze zur Reduzierung von Plastikeinträgen könnten erheblich zur Verbesserung beitragen. Die Politik muss Anreize für Recycling und Pfandsystemen schaffen und Produkte verbieten, die oft in der Natur landen. Wissenschaftler müssen die Abbaubarkeit von Polymeren optimieren sowie die Recyclingfähigkeit von Produkten steigern. Jeder von uns kann Littering vermeiden (Wegwerfen von Müll in die Umgebung) und verpackungsfrei einkaufen. Zukünftig muss die Abfallvermeidung an erster Stelle stehen und langlebige Produkte müssen Einwegprodukte ersetzen. Der Verband der Kunststofferzeuger PlasticsEurope sagt: „Kunststoffe sind nachhaltige Werkstoffe in allen Phasen ihres Lebens. Sie tragen zur Ressourcenschonung bei, indem sie Gebäude isolieren und Autos mit Leichtbauweise versehen.“ Werden sie recycelt, tragen sie doppelt dazu bei!

Literatur:

[1] Gesamtverband Kunststoffverarbeitende Industrie (abgerufen am 2.10.2019)
http://www.gkv.de/de/service/presse/kunststoffverarbeitung-in-deutschland-legt-erneut-zu.html

[2] ZDF: Wissenschaftler warnen: Zuviel Mikroplastik im Boden (abgerufen am 2.10.2019)
https://www.zdf.de/nachrichten/heute/zu-viel-mikroplastik-im-boden-100.html

[3] LUBW: Mikrokunststoffe: Grundlagen und Sachstand (PDF vom Oktober 2015)

[4] LUBW: Mikroplastik in Binnengewässern in Süd- und Westdeutschland (PDF von 2018)

[5] Europäisches Parlament: Plastikmüll und Recycling in der EU: Zahlen und Fakten (vom 19.12.2018)
http://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20181212STO21610/plastikmull-und-recycling-in-der-eu-zahlen-und-fakten

[6] Bayerisches Landesamt für Umwelt: Mikroplastik in Gewässern (PDF von Juni 2016)

[7] BR: Mikroplastik erstmals in Menschen gefunden (vom 24.10.2018, abgerufen am 2.10.2019)
https://www.br.de/nachrichten/wissen/mikroplastik-erstmals-in-menschen-gefunden,R7DSGT9

[8] Fraunhofer UMSICHT: Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik (PDF vom Juni 2018)

[9,10] LUBW: Mikrokunststoffe: Grundlagen und Sachstand (PDF vom Oktober 2015)

[11] Landtagsanfrage zu Mikroplastik der Fraktion GRÜNE (PDF vom 8.8.2018)

[12] Deutschlandfunk Kultur: Endstation Acker – Plastik auf dem Land (abgerufen am 3.10.2019)
https://www.deutschlandfunk.de/endstation-acker-plastik-auf-dem-land.740.de.html?dram:article_id=426951

[13] Christian Laforsch, Universität Bayreuth Studie: Identification and quantification of macro- and microplastics on an agricultural farmland (18.12.2018)

Weiterführende Literatur:

Mikroplastik kompakt: Wissenswertes für alle (essentials), Andreas Fath, Verlag Springer Spektrum (April 2019)

www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/254486/mikro_kunststoffe.pdf?command=downloadContent&filename=mikro_kunststoffe.pd

www.umweltbundesamt.at/aktuell/presse/lastnews/news2018/news_181023/

www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/274206/

www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/verpackungsverbrauch-in-deutschland-weiterhin-sehr

www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zu_mikroplastik-192185.html

www.fona.de/mediathek/pdf/Ressourceneffiziente_Kreislaufwirtschaft.pdf

www.kompost.de/fileadmin/user_upload/Dateien/HUK-Dateien/2018/Q4_2018/Kunststoffe_in_Kompost_und_Gaerprodukten_HUK_Q4_2018.pdf

www.ivv.fraunhofer.de/de/recycling-umwelt/creasolv.html

www.ivv.fraunhofer.de/de/presseinformationen/circular-packaging.html

www.biooekonomie.de/nachrichten/bioplastik-pro-und-contra

www.biooekonomie.de/nachrichten/bioplastik-ist-grundsaetzlich-recycelbar

www.biooekonomie.de/nachrichten/bioplastik-abbau-dauert-sehr-lange

www.themenspezial.eskp.de/plastik-in-gewaessern/inhalt/

www.zdf.de/nachrichten/heute/zu-viel-mikroplastik-im-boden-100.html

www.zdf.de/dokumentation/planet-e/planet-e-der-plastik-fluch-100.html

www.deutschlandfunk.de/endstation-acker-plastik-auf-dem-land.740.de.html?dram:article_id=426951

www.spiegel.de/wissenschaft/technik/plastikmuell-deutschland-recycelt-nur-5-6-prozent-des-abfalls-a-1248715.html

Dossier

15.11.2019
Stephanie Heyl
© BIOPRO Baden-Württemberg GmbH

Weitere Artikel in diesem Dossier

31.10.2023
Mikroplastik-Abfälle sind Wertstoffe am falschen Ort

13.01.2022
Sprossenschützer aus heimischem Holz – einfach aber effektiv

16.01.2020
Recycling der Zukunft – markiertes Plastik als Kreislaufprodukt

Weitere Informationen:

J. RETTENMAIER & SÖHNE GmbH + Co KG

Polysecure GmbH

Zum Weiterlesen:

Mikro-Kunststoffe: Grundlagen und Sachstand

Fraunhofer IVV – CreaSolv® Prozess

Kunststoffe in Kompost und Gärprodukten