



Faktenblatt

PLASTIKMÜLL IN DEN WELTMEEREN

Globale Entwicklungen

36 %
des produzierten
Plastiks werden
für kurzlebige
Verpackungen
eingesetzt.

Seit 1964 hat sich die Produktion von Plastik verzwanzigfacht. 2019 wurden ca. 370 Millionen Tonnen Plastik pro Jahr hergestellt.¹ Zu dieser Menge kommt Kunststoff hinzu, den diese Gesamtstatistiken meist außen vor lassen², z. B. synthetische Fasern (73,3 Millionen Tonnen im Jahr 2018)³ oder synthetischer Kautschuk für Reifen (6,4 Millionen Tonnen im Jahr 2010)⁴, sodass die Gesamtproduktion von Kunststoff bei fast 400 Millionen Tonnen pro Jahr liegt.⁵ Es wird damit gerechnet, dass sich die Menge produzierten Plastiks in den nächsten 20 Jahren noch verdoppeln wird.⁶ 36 Prozent, der damit größte Anteil produzierten Plastiks, werden für Verpackungen verwendet.⁷ Die Herstellung von Plastikverpackungen wächst derzeit um fünf Prozent jährlich.⁸

Bisher wurden weltweit insgesamt 8,3 Milliarden Tonnen Kunststoffe hergestellt. Davon landeten allein 4,9 Milliarden Tonnen auf Deponien oder in der Umwelt. Der Rest befindet sich in Gebäuden bzw. ist anderweitig im Gebrauch (Infrastruktur wie z. B. Rohre – 2,5 Milliarden Tonnen) oder wurde verbrannt (800 Millionen Tonnen).⁹ Global betrachtet werden 72 Prozent der gebrauchten Plastikverpackungen nicht wiederverwertet. 40 Prozent davon werden in Deponien abgelagert. 32 Prozent gelangen unkontrolliert in die Umwelt, wie z. B. in die Meere.¹⁰

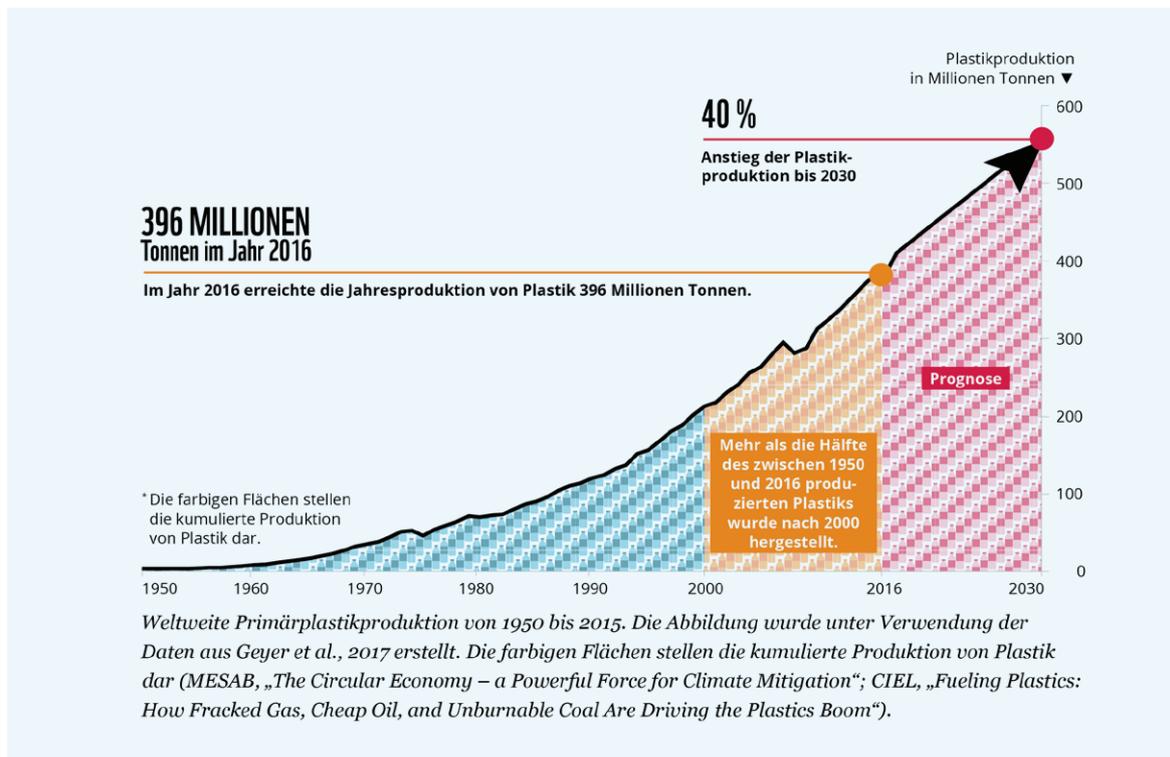


Abb. 1: Weltweite Plastikproduktion seit 1950 und Projektion von 2016 bis voraussichtlich 2030 (Stand 2019, in Mio. t). Quelle: WWF International¹¹

Eintrag von Plastikmüll in die Umwelt und in die Meere

Etwa **1/3** des
Plastik-Verpackungs-
mülls gelangt
unkontrolliert in
die Umwelt.

Der Eintrag von Kunststoffen in die Umwelt ist deshalb problematisch, weil sich deren Abbau extrem langsam vollzieht und sich Kunststoffe in der Umwelt anreichern. Die Schätzungen, wie lange der vollständige Abbau dauert, reichen je nach Art des Kunststoffs und der Umgebungsbedingungen (im Boden, Wasser, Eis etc.) von einigen Jahren bis zu 2.000 Jahren.¹²

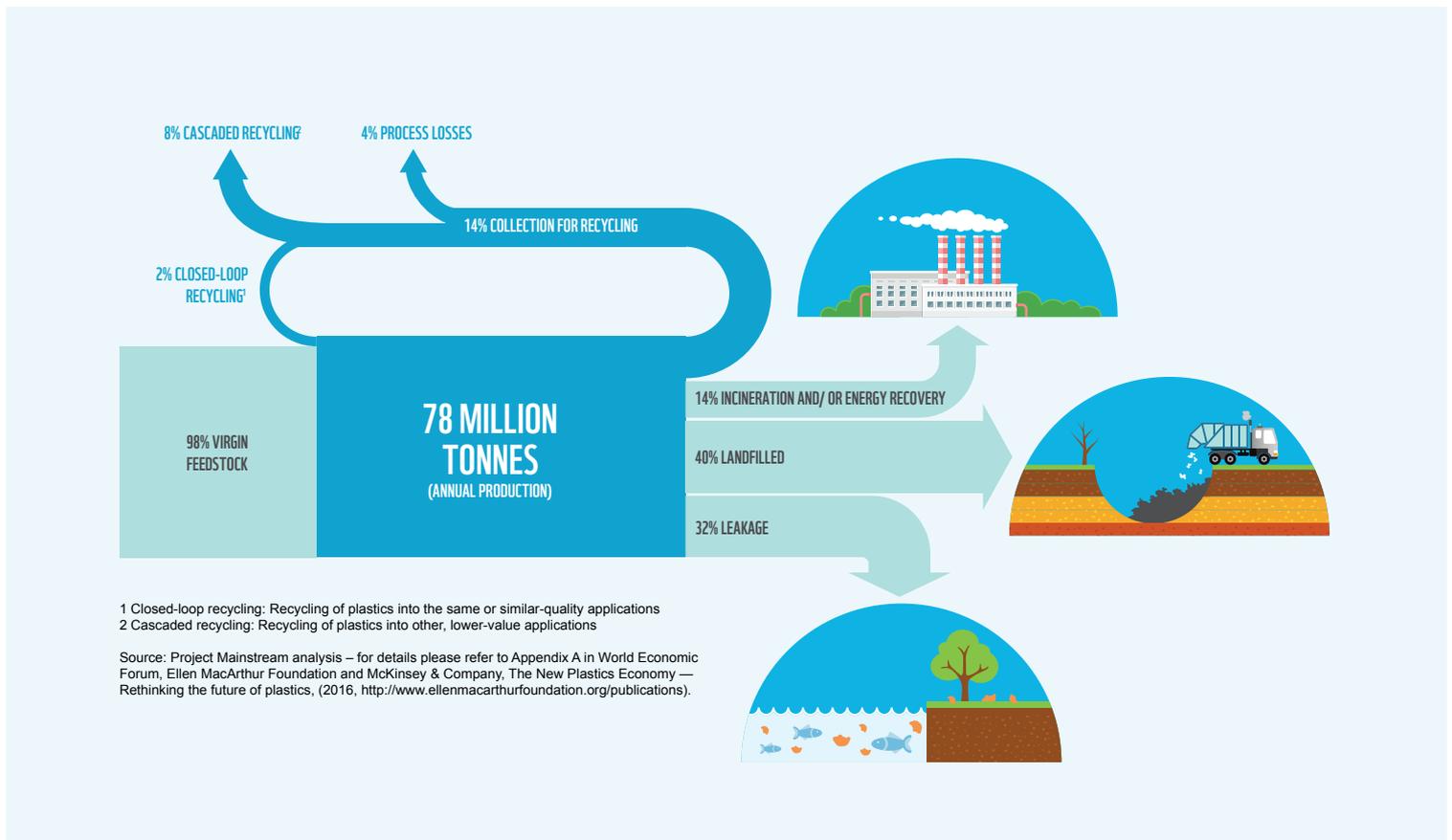


Abb. 2: Weltweiter Plastikreislauf von Verpackungsmaterialien (Stand 2013). Quelle: Ellen McArthur Foundation¹³

Eintrag von
19–23 Mio.
 Tonnen Plastikmüll
 in aquatische
 Ökosysteme

Die Schätzungen des globalen landbasierten Eintrags von Plastikmüll in die Meere reichen einer Veröffentlichung im Jahr 2015 zufolge von 4,8 bis 12,7 Millionen Tonnen pro Jahr.¹⁴ Eine andere Berechnung zum Eintrag in alle Gewässer geht davon aus, dass durch schlechtes Abfallmanagement 19 bis 23 Millionen Tonnen Plastikmüll 2016 in diese Ökosysteme eingetragen wurden.¹⁵

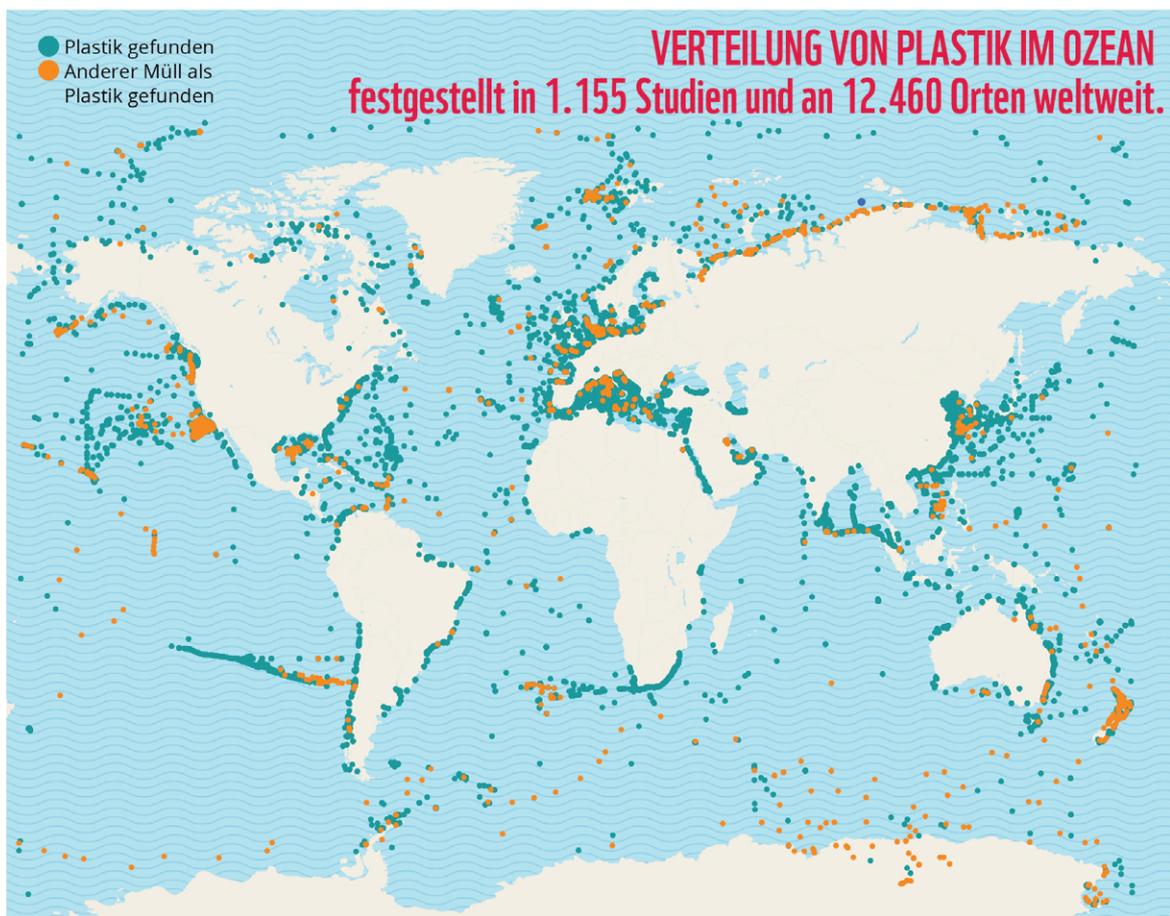
Die Mengen an Müll, die aus den Flüssen in die Meere gelangen, wurden bisher auf 0,8 bis 2,7 Millionen Tonnen pro Jahr geschätzt (Abb. 3).¹⁶ Den Hauptanteil des in die Meere gelangenden Plastikmülls haben Länder Südostasiens zu verantworten. Die Hälfte stammt aus China, Indonesien, den Philippinen, Thailand und Vietnam.¹⁷



Abb. 3: Insgesamt 1.656 Flüsse tragen zu mehr als 80 Prozent des Makroplastikeintrags der Flüsse in die Meere bei. Erläuterungen: $P(E)$: Wahrscheinlichkeit, dass Plastikmüll in die Ozeane gelangt. MT: Metrische Tonnen. Quelle: Meijer et al. 2021¹⁸

In einer Schätzung der OECD gelangen jährlich 6,1 Millionen Tonnen Plastik in Flüsse, wovon drei Millionen Tonnen die Meere und Küsten erreichen und 3,1 Millionen Tonnen in den Flüssen verbleiben.¹⁹

Grobe Schätzungen, wie viel Plastikmüll sich seit ca. 1950 in den Ozeanen und Meeren angesammelt hat, reichen von 86 bis zu 150 Millionen Tonnen.²⁰ Ein Teil des Mülls treibt auf dem Wasser und wird durch Meeresströmungen zusammengetrieben. Zwar gibt es keinen sichtbaren „Müllstrudel“, aber es gibt Regionen, wie z. B. im Pazifik, in denen Plastikmüll und Mikroplastik gehäuft anzutreffen sind.²¹ Ein großer Teil des Plastikmülls aber sinkt auf den Meeresboden hinab. Wissenschaftliche Schätzungen gehen von 70²² bis zu 94 Prozent aus.²³ Abbildung 4 zeigt, in welchen Regionen der Weltmeere Plastikmüll wissenschaftlich nachgewiesen werden konnte.^{24, 25}



Die weltweite Verteilung des in wissenschaftlichen Studien erfassten Plastikmülls im Meer. Die grünen Punkte zeigen an, wo Plastikmüll beobachtet wurde, und die orangefarbenen Punkte zeigen an, wo andere Arten von Abfällen gefunden wurden (z. B. Metall, Glas), aber kein Plastik.

Abb. 4: Weltweite Nachweise von Plastikmüll in wissenschaftlichen Studien. Quelle: Alfred-Wegener-Institut, WWF^{26, 27}

Eine aktuelle Studie (2021) identifiziert die am häufigsten gefundenen Plastikteile in einzelnen aquatischen Ökosystemen (Abb. 5). So treiben auf der Wasseroberfläche der offenen See in erster Linie verloren gegangene Fischernetze und Leinen. Plastikflaschen, Verschlüsse und Verpackungen hingegen sinken schneller hinab und befinden sich in der Wassersäule auf dem Weg zum Meeresboden.²⁸

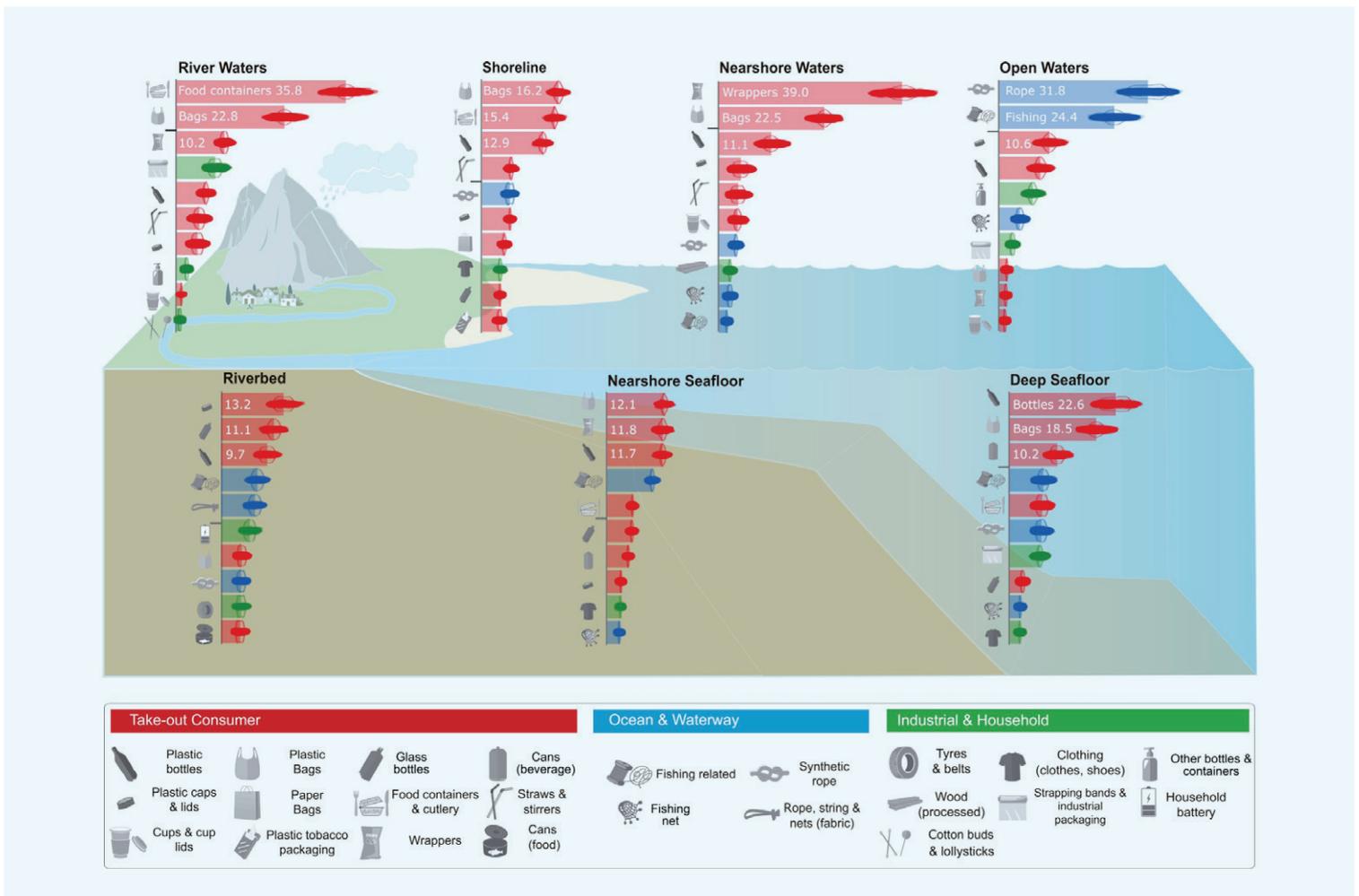


Abb. 5: Top-10-Kunststoffartikel in aquatischen Ökosystemen.

Quelle: Morales-Caselles et al. 2021²⁸

In der vergangenen Dekade wurde die Forschung zu Plastik deutlich intensiviert. Die publizierten Studien lassen zugleich große Unterschiede bei der Erhebung und Vergleichbarkeit von Daten erkennen. In einer 2019 veröffentlichten Studie machte die Weltnaturschutzorganisation (IUCN) darauf aufmerksam, dass eine standardisierte Datenerhebung und ein globaler Austausch nötig seien, damit sich die ermittelten Zahlen vergleichen lassen.²⁹

Jedes Jahr gelangt
in Deutschland fast
1/2 Mio. Tonnen
Plastikmüll in die
Umwelt, davon etwa
70 % Mikroplastik.

Ein Beispiel dafür, wie unzuverlässig die Datengrundlage ist, zeigt eine Veröffentlichung aus 2021, die die Zahlen dreier Studien zum globalen Plastikeintrag in die Umwelt durch Missmanagement von Abfall verglich. Sie kam zum Ergebnis, dass die Zahlen der Studien, die in insgesamt 94 Ländern erhoben wurden, von 25 bis 75 Prozent variierten.³⁰

Für Deutschland wurden im Sommer 2018 Gesamtzahlen zu den Einträgen von Kunststoffen in die Umwelt publiziert. Demnach werden jedes Jahr 446.000 Tonnen Plastikmüll freigesetzt, davon 74 Prozent Mikroplastik. Die Gesamtmenge der Einträge entsprechen 3,1 Prozent der deutschen Kunststoffproduktion.³¹ Business-as-usual-Szenarien sagen weiter steigende Einträge von Kunststoffmüll in die Umwelt voraus. Nach Schätzungen der OECD wird sich die unkontrollierte Freisetzung von Plastik in die Umwelt bis 2060 auf 44 Millionen Tonnen pro Jahr verdoppeln.³²

Geisternetze und Fischereigerät

Etwa **6 %**
aller Fischernetze
gehen verloren oder
werden in der
Umwelt entsorgt.

Als Geisternetze werden verloren gegangene Fischernetze bezeichnet, die im Meer treiben oder auf den Meeresgrund hinabgesunken sind. Nach Schätzungen gehen sechs Prozent aller Fischernetze verloren oder werden absichtlich der Umwelt überlassen. Im Pazifischen Müllstrudel machen Netze und Taue aus Fischerei und Schifffahrt fast die Hälfte des an der Wasseroberfläche schwimmenden Plastikmülls aus.³³

Bevor das GPS die Fischereiboote und -flotten bei ihrer Kursbestimmung zu unterstützen begann und dadurch in Karten eingezeichnete Wrackstandorte besser umfahren werden konnten, blieben deren Schleppnetze häufig an Wracks hängen. Gerade in den flachen Bereichen von Nord- und Ostsee treffen Taucher:innen bei der Suche nach Geisternetzen auf Wracks, die mit Netzen bedeckt sind. In der deutschen Ostsee gehen heute vor allem Stellnetze verloren. Ursachen sind neben Stürmen und Eis im Winter auch Unfälle auf See, das Überfahren durch andere Schiffe und das Verhaken der Netze an nicht verzeichneten Hindernissen am Grund. Gerade Stellnetze können sich in der Wassersäule immer wieder aufrichten. Daher stellen sie eine lang anhaltende Gefahr für Fische, Seevögel und Meeressäuger dar. In südlichen Ländern ist es mitunter noch Praxis, Fischernetze nicht wieder zurück an Land zu bringen. Besonders bei der illegalen Fischerei werden oft am Schiff befestigte Netze abgeschnitten, um der Verfolgung durch Polizei oder Marine besser entgehen zu können.

» [WWF-Informationen zu Geisternetzen](#) sind hier zusammengefasst.

Plastikmüll und die Covid-19-Pandemie

Etwa 8,4 Mio. Tonnen Plastikabfälle sind durch die Pandemie zusätzlich angefallen.

Unübersehbar hatte die Covid-19-Pandemie Auswirkungen auf die Menge anfallenden Plastikmülls. Hygiene-Einwegprodukte wie Schutzkleidung oder Atemmasken, aber auch Einwegverpackungen der Gastronomie und des Caterings füllten allerorts die Mülltonnen.

Berechnungen gehen davon aus, dass die Pandemie bis August 2021 in 193 Ländern 8,4 Millionen Tonnen Plastikabfälle nach sich zog, wobei der Eintrag in die Meere auf ca. 26.000 Tonnen geschätzt wird.³⁴ Schätzungen beziffern den jährlichen Ge- und Verbrauch von Gesichtsmasken in Asien auf knapp 290 Milliarden, in Europa auf 61 Milliarden Stück. Eine Abschätzung für fünf Städte Asiens errechnete für die Zeit der Pandemie eine Zunahme von Abfällen medizinisch genutzter Produkte um das Zehnfache.³⁵ Einen sicheren und umweltgerechten Umgang mit Abfällen können Krankenhäuser in armen Ländern in weniger als einem Drittel der Einrichtungen gewährleisten.³⁶

Da in vielen Entwicklungs- und Schwellenländern das Abfallmanagement oft unzureichend ist, gelangen viele dieser Hygieneabfälle auf wilde Deponien, in die Umwelt, also auch in die Meere. Die Menge der auf diese Weise „entsorgten“ Masken wird bei Berechnungen zu 46 Ländern jährlich auf 2,37 Millionen Tonnen geschätzt, wobei zwischen 150.000 und 390.000 Tonnen in die Meere gelangt sein dürften.³⁷

To-go-Essen und die Nutzung von Lieferdiensten sind international während der Pandemie um 45 % gestiegen.

Mit dem veränderten Konsumverhalten während der Pandemie hat auch die Menge an Plastikabfällen durch Einwegverpackungen zugenommen. Eine internationale Umfrage bei Konsument:innen ermittelte einen Zuwachs des Konsums verpackten Essens und der Nutzung von Lieferdiensten für Essen von über 45 Prozent. Damit wuchs der Berg von Essens- und Verpackungsabfällen um 43 bis 53 Prozent.³⁸ Auch in Deutschland ist das Aufkommen an Haushaltsabfällen während der Covid-Pandemie deutlich größer geworden. Pro Kopf stieg die Menge an Haushaltsabfällen im Jahr 2020 im Vergleich zum Vorjahr um 19 Kilogramm auf 476 Kilogramm.³⁹ Zuvor hatte die Steigerung von 2018 zu 2019 nur drei Kilogramm betragen. Allerdings ist die Gesamtmenge der Plastikproduktion global kurzzeitig im Jahr 2020 gegenüber 2019 um 2,2 Prozent im Zuge der Covid-Pandemie gesunken.⁴⁰

Mikroplastik

Eine verbindliche Definition von Mikroplastik gibt es derzeit nicht. Oft werden feste, wasserunlösliche Kunststoffpartikel als Mikroplastikpartikel bezeichnet, die einen Durchmesser von fünf Millimetern unterschreiten.⁴¹ Daneben gibt es aber noch flüssige, halbfeste oder dispergierte Kunststoffe, die in die Umwelt gelangen. Auch ihre Auswirkungen auf die Umwelt müssen berücksichtigt werden.⁴²



Abb. 6: Größenklassen von Plastik, Quelle: WWF⁴³

In Deutschland stammen elf Prozent des Mikroplastiks von Kunststoffpartikeln, die bewusst Produkten beigemischt werden, die ins Abwasser gelangen, und 89 Prozent von Abrieb und Verwitterung wie z. B. aus Autoreifen. Eine weitere Quelle ist die Fragmentierung von Makroplastik in kleinere Teile.⁴⁴ In einer Studie von 2020 wurden etwa 13.000 Plastikteilchen in einem Kilogramm Sediment vom Meeresgrund gefunden. Die Proben wurden in 5.000 Metern Tiefe in der arktischen Meeresregion nahe Grönland genommen und enthüllen die arktische Tiefsee als mögliches „Endlager“ für Mikroplastik.⁴⁵

Global wird die durch Zerfall von Makroplastik entstehende Menge von Mikroplastik auf 150.000 Tonnen in Flüssen und 100.000 Tonnen in Meeren geschätzt.⁴⁶

» Detailliertere Informationen zum Thema Mikroplastik finden Sie in diesem [Hintergrundpapier](#).

Auswirkungen von Plastik auf marine Arten und Ökosysteme

Bis 2050 ist eine Vervierfachung der Makroplastikkonzentration in den Ozeanen möglich.

Bis 2050 kann sich die Makroplastikkonzentration in den Ozeanen vervierfachen⁴⁷ und dort bis 2100 einen Anstieg des Mikroplastiks um das 50-fache nach sich ziehen.⁴⁸

Ab Schwellenwerten von ca. 7.000 bis ca. 12.100 Mikroplastikpartikeln pro Kubikmeter Wasser geht man momentan von erheblichen ökologischen Risiken aus.⁴⁹ Dieser Schwellenwert wurde in bestimmten Hotspots wie dem Mittelmeer, dem Ostchinesischen Meer und Gelben Meer⁵⁰ sowie in arktischem Meereis⁵¹ bereits überschritten. Es wird erwartet, dass die ökologischen Risiken der Mikroplastikverschmutzung an der Meeresoberfläche bis zum Ende des 21. Jahrhunderts weltweit beträchtlich steigen werden.⁵² Selbst die optimistischsten Szenarien gehen von einem erheblichen Anstieg aus. Ein Worst-Case-Szenario deutet sogar darauf hin, dass gefährliche Schwellenwerte der Verschmutzung in einem Meeresgebiet überschritten werden, das einer Fläche von mehr als der doppelten Größe Grönlands entspricht (s. Abb. 7).

Im Meer lebende Organismen sind verschiedenen Wechselwirkungen mit Plastik ausgesetzt. Die überwiegende Mehrheit dieser Wechselwirkungen betrifft Verzehr, Verfangen oder das Abschneiden von der Versorgung mit Sauerstoff, Licht oder Nahrung durch Bedeckung mit Plastik. Es werden auch schwimmende Plastikteile besiedelt, was eine Verbreitung dieser Arten in neuen Gebiete möglich macht.

Für 88 % der untersuchten marinen Arten und Seevögel hat Plastik nachteilige Effekte.

In einigen Studien wurden Auswirkungen der Wechselwirkung mit Plastik wie Verletzung, Tod, Bewegungseinschränkung, veränderte Nahrungsaufnahme, Wachstum, Immunreaktion, veränderte Fortpflanzung, Entwicklung und Zellfunktionen untersucht. Ob die Wechselwirkungen mit Plastik Schäden verursachen, wurde für 297 Arten analysiert. Dabei zeigten sich für 88 Prozent der untersuchten Arten nachteilige Effekte für den jeweiligen Organismus.⁵³ Dieser Prozentsatz stammt zwar nur von einer begrenzten Stichprobe von Arten, deckt aber viele verschiedene Artengruppen ab. Als Tendenz kann festgestellt werden, dass Plastik negative Auswirkungen auf die meisten marinen Arten hat.

Globale Risiken der Mikroplastikverschmutzung auf der Grundlage eines Worst-Case-Szenarios (inakzeptabler Wert (PNEC) = $7,99 \cdot 10^3 \text{ MP m}^{-3}$), dargestellt in einem Vier-Panel-Plot, wobei jedes Panel einem bestimmten Jahr entspricht. Dazu wurden zellen-spezifische ($1^\circ \text{ mal } 1^\circ$) Risikoschätzungen berechnet und eine Visualisierung der Daten erstellt. Die Risikoschätzungen wurden mit Farbcodes dargestellt. Solange der Risikoquotient unter dem Wert 1 liegt (bläuliche Farbtöne), gehen die politischen Entscheidungsträger davon aus, dass kein Risiko durch Mikroplastik besteht. Übersteigt der Risikoquotient den Wert von 1 (rötliche Farbtöne), besteht ein Risiko (Everaert et al., 2020).

Risikoquotient

keine Daten
0,00 – 0,25
0,25 – 0,50
0,50 – 0,75
0,75 – 1,00
1,00 – 6,00
6,00 – 15,00
15,00 – 27,00
27,00 – 41,00
41,00 – 70,00
70,00 – 200,00

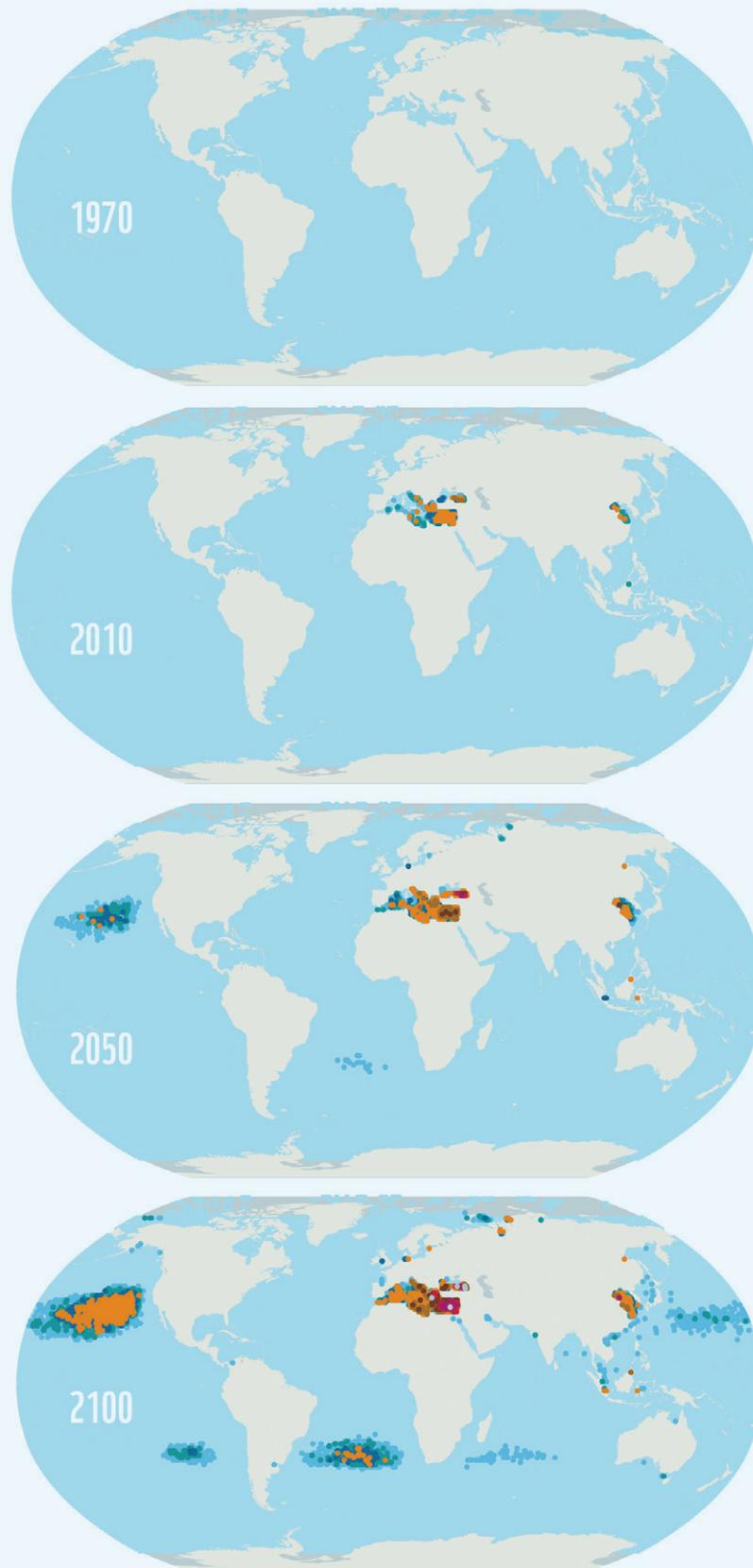


Abb. 7: Überschreitungen der Risikoschwellen bei Mikroplastik-konzentrationen in den Ozeanen⁵⁴

*Abb. 8: Fisch mit
verschluckten
Mikroplastik-Pellets*



© IMAGO/Pacific Press Agency

Für diese negativen Auswirkungen gibt es etliche Beispiele. In Seilen, Netzen, Reusen oder Schnüren aufgegebener, verlorener oder weggeworfener Fischereigeräte verfangen und strangulieren sich Meerestiere. Die Folgen sind: Wunden, Bewegungseinschränkung, behinderte Nahrungsaufnahme, Tod. Überdies verwenden Vögel den Meeresmüll zum Nestbau, wodurch sich Eltern und Jungtiere gefährden.

**Etwa 90 % aller
52 % aller Meeres-
schildkröten nehmen
Plastik auf.**

Meerestiere und Seevögel aller Art nehmen Plastik auf – vom Plankton an der Basis bis hin zu den Raubtieren am Ende der Nahrungskette. Dies kann den Tieren ernsthaft schaden. Als Nahrung suggeriert der Müll den Tieren ein falsches Sättigungsgefühl, es beeinträchtigt das Verdauungssystem, führt zu Verstopfung und inneren Verletzungen. Die Aufnahme von Plastik bei Seevögeln ist weltweit verbreitet und nimmt zu. Studien schätzen, dass schon heute bis zu 90 Prozent aller Seevögel⁵⁵ und 52 Prozent aller untersuchten Meeresschildkröten Plastik verzehren.⁵⁶ 2023 wurde erstmalig über durch Plastik hervorgerufene Gewebeschädigungen im Verdauungstrakt von Seevögeln („Plasticosis“) in der freien Natur berichtet.⁵⁷

Auswirkungen von Plastik auf terrestrische Ökosysteme

Es ist davon auszugehen, dass die Verschmutzung mit Plastik auch negative Auswirkungen auf terrestrische Ökosysteme hat. Studien zeigen, dass Mikroplastik in Böden deren physikalische und chemische Eigenschaften verändert.⁶² Mikroplastik verursacht weniger Nachwuchs bei Bodennematoden.⁶³ Experimente mit Reis⁶⁴ und Bohnen⁶⁵ haben gezeigt, dass deren Wachstum unter dem Einfluss von Mikroplastik leidet.

Wie marine Arten verfangen sich auch auf dem Land oder in Süßwasser-Ökosystemen lebende Tiere in Schnüren und Netzen und tragen Schaden davon, wenn sie Plastikteile verschlucken. Bei einer breit angelegten Untersuchung auf Basis von Citizen Science hat sich gezeigt, dass besonders Vögel betroffen sind. Bei 60 Prozent der Beobachtungen erwies sich der Kontakt mit Plastikteilen als tödlich für die Tiere.⁶⁶

Berichte – beispielsweise über Elefanten auf einer Mülldeponie in Sri Lanka – geben Hinweise darauf, dass Landtiere durch die Aufnahme von Plastikmüll gestorben sind.⁶⁷

Plastik und Klimaschutz

Plastik trägt auch direkt und indirekt zum Voranschreiten des Klimawandels bei. So beginnen die meisten Kunststoffe ihren Lebenszyklus als Erdöl und setzen vor allem während des Herstellungsprozesses Treibhausgase frei.

**1,8 Mrd. Tonnen
Treibhausgase
entstehen weltweit
jedes Jahr durch
den Lebenszyklus
von Plastik.**

Derzeit entstehen durch den gesamten Lebenszyklus von Plastik weltweit jährlich 1,8 Milliarden Tonnen Treibhausgase, das sind 3,4 Prozent der weltweiten Treibhausgasemissionen. Etwa 90 Prozent entstehen durch die Produktion aus fossilen Energieträgern.⁶⁸

In Deutschland gelangten 2019 durch Produktion und Verbrennung von Plastik über 15 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente in die Atmosphäre.⁶⁹

In einem Business-as-usual-Szenario werden die Treibhausgasemissionen im Zusammenhang mit der Produktion, dem Gebrauch und der Entsorgung von Plastik bis zu 19 Prozent des globalen Treibhausgas-Budgets beim Verfolgen des 1,5-Grad-Ziels ausmachen.⁷⁰

Auch direkte Auswirkungen von Plastik auf das Klima sind möglich. Denn hohe Mikroplastikkonzentrationen wurden auch im Meereis gefunden. Das macht Arktis und Antarktis zu sogenannten Senken für Mikroplastik⁷¹, die in dieser Eigenschaft in ihrem Eis das Mikroplastik aufnehmen. Das kann bei höheren Konzentrationen die Helligkeit der Eisoberfläche und damit ihre Reflexionsfähigkeit verringern, was zu erhöhter Strahlungsaufnahme und Erwärmung führt. Dieser sogenannte Albedo-Effekt hat womöglich Auswirkungen auf die Geschwindigkeit, mit der das Eis schmilzt.⁷²

Wirtschaftliche Folgen

Letztlich wird auch die Wirtschaft zum Opfer verschmutzter und vergifteter mariner Ökosysteme. Tatsächlich verlieren touristisch erschlossene Regionen an Qualität oder der Fischfang leidet, da Plastikmüll aus den Netzen entfernt werden muss. An Schiffstechnik kann Schaden entstehen, zum Beispiel, wenn sich Taue in Schiffsschrauben verfangen oder Plastikmüll Ansaugeneinrichtungen verstopft. Für die Reinigung von Stränden und Küstenstreifen ist ein erheblicher wirtschaftlicher Aufwand zu leisten.⁷³

Plastikmüll führt auch zu gesamtgesellschaftlichen und erheblichen wirtschaftlichen Schäden.

Gesamtgesellschaftliche Kosten entstehen vornehmlich durch die Schäden an Ökosystemen. Hinzu kommen Kosten, die der Klimawandel verursacht, und solche zur Beseitigung des Plastikmülls. Erschwerend kommt hinzu, dass Plastik in sehr langen Zeiträumen, also Hunderten von Jahren, abgebaut wird und sich dessen schädliche Wirkung gleichermaßen entsprechend kumuliert⁷⁴

Dies verursacht auch erhebliche ökonomische Kosten. Allein die Kosten für durch Plastikmüll verursachte reduzierte Ökosystemleistungen wie z. B. reduzierte Erträge aus der Fischerei betragen 2,56 Billionen Dollar für den Zeitraum von 2021 bis 2040.⁷⁵

Dazu kommen Kosten für die ökologischen Folgen des Plastikmülls an Land wie die Belastung des Grundwassers durch frei werdende Schadstoffe aus wilden Müllkippen oder die gesundheitlichen Kosten der offenen Verbrennung von Plastikmüll.⁷⁶

Die Ursachen

Zu **82%** ist eine schlechte Abfallwirtschaft für den Eintrag von Plastik in die Umwelt verantwortlich.

Den Löwenanteil beim unregulierten Eintrag von Plastik in die Umwelt verantwortet mit 82 Prozent das unzureichende Abfallmanagement. Auf der anderen Seite tragen marine Aktivitäten nur mit einem Prozent zur Umweltverschmutzung durch Plastik bei (s. Abb. 10).⁷⁷ Trotzdem gehört zur ganzen Wahrheit, dass Taue und verloren gegangene Netze fatale Folgen für die Meerestiere haben.

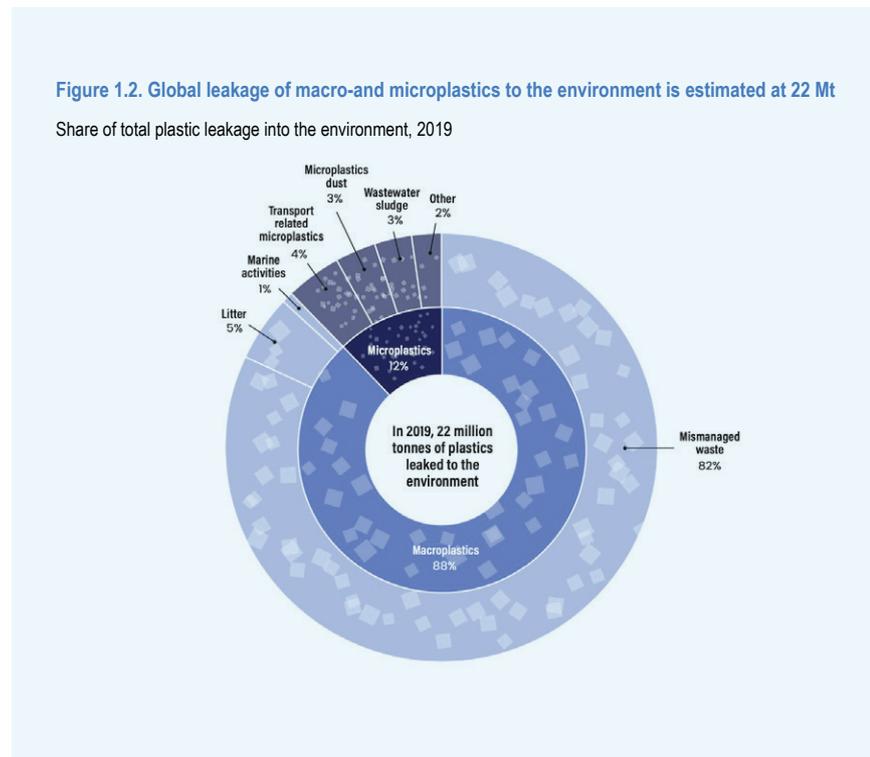


Abb. 10: globale Quellen des Eintrags von Plastikmüll in die Umwelt. Quelle: OECD⁷⁸

Hauptursache für den Eintrag von Plastikmüll in die Meere sind die fehlenden Strukturen zum Sammeln und Verarbeiten von Abfällen. In den ärmeren Ländern werden weniger als 50 Prozent der Abfälle von einem Abfallmanagement erfasst. In vielen ländlichen Regionen wird Abfall überhaupt nicht gesammelt.

Mindestens zwei Milliarden Menschen entbehren jegliche Infrastruktur für eine kontrollierte Abholung von Abfällen.⁷⁹ Schätzungen gehen davon aus, dass 79 Millionen Tonnen Plastikabfälle unkontrolliert bleiben. Davon gelangen 34 Millionen Tonnen auf wilde Müllkippen. 26 Millionen Tonnen werden offen in unkontrollierten Feuern verbrannt.⁸⁰

Mit der offenen Verbrennung von Müll, darunter auch Plastikmüll und Elektroschrott, gelangen enorme Mengen Schadstoffe in die Umwelt und gefährden die Gesundheit von Menschen. Weltweit gesehen stammen 29 Prozent der globalen Emissionen an Feinstaub, zehn Prozent der Quecksilberemissionen, 39 Prozent der oft krebserregenden Polycyclischen Aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) und etwa 50 Prozent der Salzsäureemissionen aus der offenen Verbrennung von Müll.⁸¹

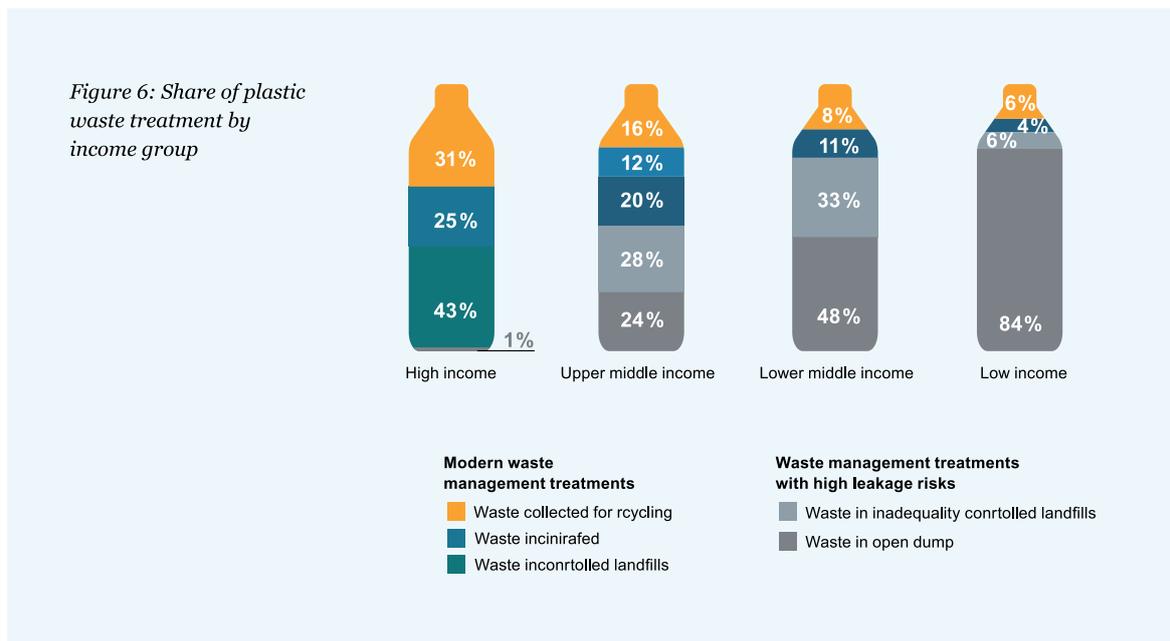


Abb. 11: Anteilmäßige Plastikmüllentsorgung nach Einkommensgruppe. Quelle: WWF⁸²

Müllsammler, die zumeist aus den ärmsten Teilen der Bevölkerung stammen, sammeln in einigen Ländern 20 bis 30 Prozent aller Abfälle ein und verkaufen sie als Rohstoffe.⁸³ Weltweit arbeiten 15 Millionen Menschen in diesem sogenannten informellen Sektor.⁸⁴ Allerdings sind 80 Prozent der Plastikabfälle so minderwertig, dass sich deren Einsammeln gar nicht lohnt.⁸⁵

Eine Studie von Ocean Conservancy⁸⁶ geht den Ursachen in den betreffenden Ländern in Südostasien auf den Grund. Demnach stammen 75 Prozent des in die Meere eingetragenen Mülls aus Abfällen, die erst gar nicht eingesammelt wurden. 25 Prozent Abfall gelangen in die Meere, obwohl sie zuvor gesammelt wurden. Dieser Teil wurde illegal „entsorgt“ oder ungesichert deponiert. Vieles davon wurde in der Nähe von Flüssen aufbewahrt oder direkt über die Flüsse „beseitigt“, sodass der Müll diesen Weg zum Meer nimmt.⁸⁷

Insgesamt wurde die Menge des Plastikmülls, die gar nicht oder nicht umweltgerecht entsorgt wird, im Jahr 2016 auf 91 Millionen Tonnen geschätzt. Wenn sich bei Vermeidung und Abfallmanagement nichts drastisch ändert, wird diese Menge auf 239 Millionen Tonnen im Jahr 2040 wachsen.⁸⁸

Handel mit Plastikmüll

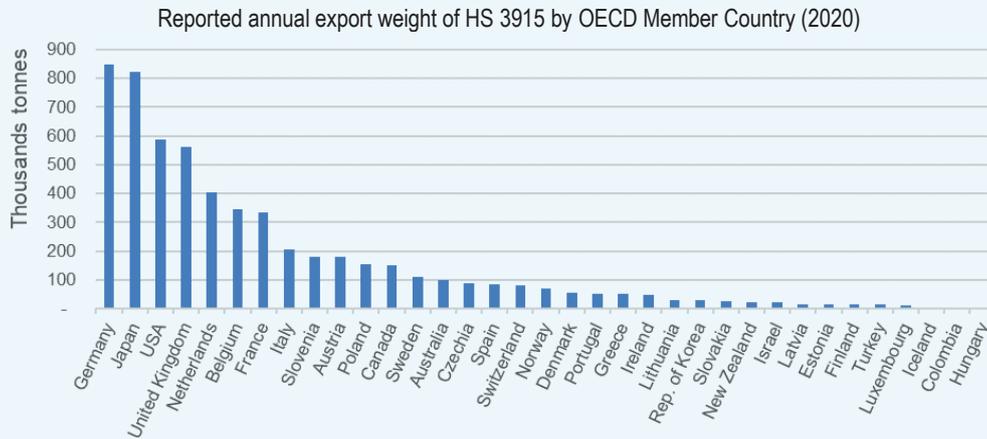
Zwischen 1992 und 2018 importierte China bis zu 45 Prozent des weltweiten Plastikmülls und machte die weltweite Plastikmüllwirtschaft abhängig von Chinas Recyclingsektor.⁸⁹ Seit Anfang 2018 bestehen in China neue Regularien, die vorsehen, dass neben anderen Abfällen auch kein Plastikabfall mehr importiert werden darf. Seither wird nach neuen Wegen und Destinationen gesucht, um den Plastikabfall in andere Länder zu verschiffen. 2020 warnte Interpol vor einem dramatischen Anstieg des illegalen Handels mit Plastikmüll.⁹⁰

Ein Ländervergleich von 2020 zeigt, dass Deutschland Exportweltmeister in Sachen Plastikmüll ist, gefolgt von Japan und den USA. Der Hauptteil der Exporte aus Deutschland geht in europäische Länder wie in die Niederlande oder nach Polen. Hauptexportländer außerhalb der EU sind die Türkei und Malaysia.⁹¹ Die Exporte aus Deutschland nehmen aber ab. Sie haben sich von ca. einer Million Tonnen 2019 auf 766.200 Tonnen im Jahr 2021 reduziert.⁹²

766.200 Tonnen
Plastikmüll wurden
im Jahr 2021
von Deutschland ins
Ausland exportiert.

Das EU-Parlament hat am 17.1.2023 einer Verschärfung der Regeln für den Export von Abfällen zugestimmt. Demnach soll der Export von Abfällen verboten und stärker kontrolliert werden, was auch den Export von Plastikabfällen umfasst.⁹³

Figure 3.4. 2020 exports of OECD Member Countries



Note: UN Comtrade has not yet published annual export data from Chile, Costa Rica or Mexico in 2020.

Abb. 12: Export von Plastikmüll aus OECD-Ländern. Quelle: OECD⁹⁴

Lösungsansätze

Der Report „Breaking the Plastic Wave“⁹⁵ hat 2020 ein globales Szenario entwickelt, wie sich die Einträge von Kunststoffen in die Umwelt reduzieren lassen (s. Abb. 13). Dabei spielen Vermeidung, Substitution von Kunststoffen, Verbesserung des Recyclings und eine Verbesserung der Entsorgung die wichtigsten Rollen. Diese Lösungsansätze können aber nur umgesetzt werden, wenn dazu internationale und nationale gesetzliche Rahmenbedingungen geschaffen und bestehende verbessert werden.

Am 2. März 2022 hat die Umweltversammlung der Vereinten Nationen (UNEA) in Nairobi einstimmig beschlossen, dass bis 2024 ein weltweit verbindlicher Vertrag ausgearbeitet werden soll, um die Plastikverschmutzung zu beenden.⁹⁶

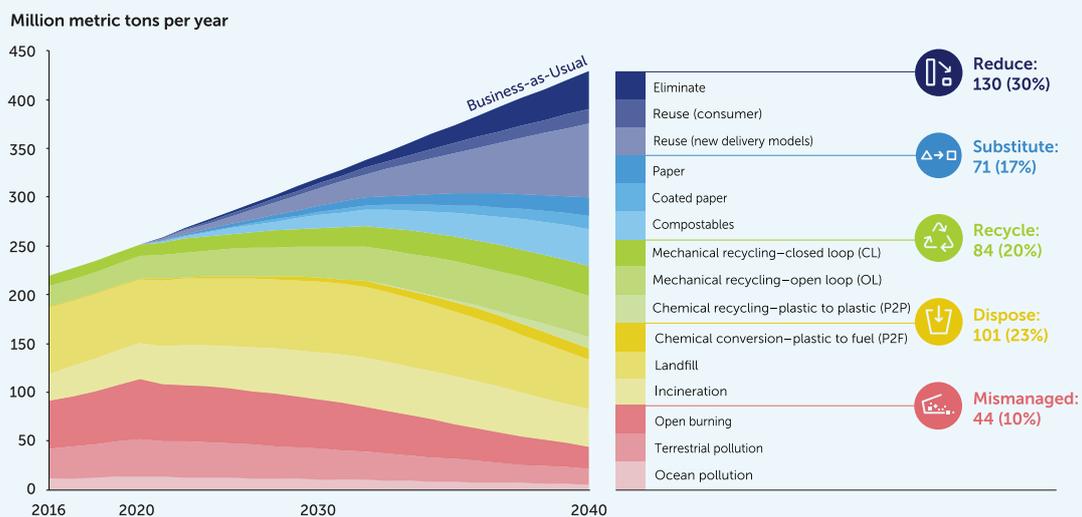
In der Resolution mit dem Namen „End Plastic Pollution: Towards an International Legally Binding Instrument“ sind die Elemente festgelegt, die der gemeinsame Vertrag beinhalten soll. Auf Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse sollen Ziele zur Bekämpfung der Plastikverschmutzung – vor allem in den Meeren – festgelegt werden, die für alle Staaten rechtsverbindlich sein sollen. Dafür, dass sich auch ärmere Staaten die

Umsetzung der Regeln leisten können, sollen finanzielle Mechanismen geschaffen werden. Kooperationsmaßnahmen sollen die Staaten dabei unterstützen, das weltweite Plastikverschmutzungsproblem nicht nur national, sondern international zu lösen.

Darüber hinaus soll der Vertrag Standards und Maßnahmen fixieren, die den gesamten Lebenszyklus von Kunststoffen abdecken – vom Rohstoff über das Produktdesign bis hin zum Recycling.

Figure 5: Plastic fate in the System Change Scenario: a 'wedges' analysis

There is a credible path to significantly reduce plastic leakage to the ocean but only if all solutions are implemented concurrently, ambitiously, and starting immediately



This 'wedges' figure shows the share of treatment options for the plastic that enters the system over time under the System Change Scenario. Any plastic that enters the system has a single fate, or a single 'wedge.' The numbers include macroplastic and microplastic.

*Abb. 13: Systemwandelszenario „Breaking the Plastic Wave“.
Quelle: Systemiq⁹⁷*

Vermeidung

**Um 30 %
könnte die Vermeidung
von Einwegartikeln
und Verpackungen
Plastikmüll
reduzieren.**

Zu den günstigsten Maßnahmen gehört die Vermeidung von Einwegartikeln und Verpackungen. Im Systemwandelszenario wird diesem Komplex ein Anteil von möglichen 30 Prozent an der Reduzierung des Eintrags von Kunststoffmüll beigemessen.⁹⁸

Neben der Reduktion des Verpackungseinsatzes stehen hier vor allem Mehrwegmodelle im Vordergrund. Dabei werden für den Verkauf oder die Anlieferung von Waren Behälter verwendet, die mehrfach nutzbar sind. Eine Übersicht der wichtigsten Mehrwegmodelle hat die Ellen MacArthur Foundation zusammengestellt.⁹⁹ Obwohl Mehrwegbehälter vor erneuter Nutzung gereinigt werden müssen, verbessern sich ihre Ökobilanzen vor allem mit steigender Häufigkeit der Nutzung.¹⁰⁰

Einige Staaten sind dazu übergegangen, bestimmte Einwegprodukte aus Kunststoff zu verbieten. Dies betrifft insbesondere Plastiktüten, aber auch Kunststoffprodukte wie z. B. Strohhalme. Was in verschiedenen Ländern verboten wird und wie diese damit umgehen, haben die Vereinten Nationen einer Bewertung unterzogen.¹⁰¹

Vielfach wird Plastik durch anderes Material wie Papier und Pappe ersetzt, was in Ländern mit schlecht funktionierender Abfallwirtschaft zumindest die Einträge biologisch nicht abbaubarer Kunststoffe verhindert. Da aber auch die Herstellung von Substituten die Umwelt belastet, sollte anhand des konkreten Anwendungsfalls bewertet werden, ob nicht statt eines einfachen Materialaustauschs der grundsätzliche Verzicht auf Einwegprodukte und -verpackungen die bessere Lösung ist. Ein Beispiel ist die Bewertung verschiedener Verpackungslösungen durch das Projekt Innoredux.¹⁰²

- » Für den Hotelsektor hat der WWF in [dieser Studie](#) Lösungen entwickelt, wie auf Einwegprodukte und -verpackungen verzichtet werden kann.

Erweiterte Produzentenverantwortung

Unternehmen müssen Verantwortung für ihren Verpackungsmüll übernehmen.

Viele Länder schaffen es nicht, Müllsammlung, Entsorgung und Recycling dauerhaft zu finanzieren. Während in den Industrieländern die Entsorgung von Siedlungsabfällen mit vier Prozent die kommunalen Budgets belastet, sind es in Entwicklungsländern bis zu 20 Prozent.¹⁰³ Stellt man alle Kosten für das Abfallmanagement in den Entwicklungs- und Schwellenländern möglichen Erlösen aus der Kompostierung, dem Recycling von Kunststoffen oder der energetischen Nutzung gegenüber, so lassen sich diese Kosten nur zu fünf bis 20 Prozent, maximal zu 30 Prozent aus den Erlösen decken.¹⁰⁴

Neben Verboten und gesetzlichen Regelungen ruhen Erwartungen auf marktbasierter Instrumenten, die helfen sollen, die Entsorgung und Verwertung von Abfällen zu finanzieren. Die UNEP macht wegen der Verwendung von Verpackungen den Nahrungsmittel- und Konsumgütersektor für zwei Drittel der durch Plastikmüll entstehenden Umweltkosten verantwortlich.¹⁰⁵

In Deutschland und vielen weiteren europäischen Ländern wird mit gesetzlichen Regelungen auf nationaler Ebene die Verantwortung für die Entsorgung von Produkten und Verpackungen mittlerweile auf die Hersteller oder Inverkehrbringer übertragen. Diese Systeme der „Erweiterten Produzentenverantwortung“ werden von vielen Organisationen als wichtige Lösungsansätze zur Finanzierung der Abfallentsorgung betrachtet, um die Hersteller und Herausgeber von Verpackungen an den Entsorgungskosten zu beteiligen.¹⁰⁶ Die gesetzlichen Rahmen für die „Erweiterte Produzentenverantwortung“ sind von Land zu Land verschieden und haben unterschiedliche Geltungsbereiche, z. B. für Elektroschrott oder bestimmte Verpackungen.¹⁰⁷ Auch in Schwellenländern wie Jordanien oder Chile werden Initiativen zur Umsetzung einer „Erweiterten Produzentenverantwortung“ für Verpackungen umgesetzt.¹⁰⁸

» Hier sind [nähere Informationen des WWF zur „Erweiterten Produzentenverantwortung“](#) und einzelne Länderstudien sind hier verfügbar.

Recycling

Um die Müllprobleme in den Griff zu bekommen, wird zudem das Recycling, vor allem das des Verpackungsmülls, diskutiert. Beim mechanischen Recycling werden Kunststoffe gereinigt, eingeschmolzen und der Industrie als Pellets oder Granulate zur Verfügung gestellt. Hinter dem Begriff „chemisches Recycling“ verbergen sich viele unterschiedliche Ansätze der Reinigung oder Umwandlung von Kunststoff-Polymerketten.

Bisher allerdings sind die Recyclingraten von Kunststoffverpackungen noch gering. Bezieht man die Verluste bei Reinigung und Aufbereitung in die Gesamtbetrachtung mit ein, so werden weltweit nur neun Prozent der Kunststoffabfälle recycelt.¹⁰⁹

**Nur 30 %
der Kunststoff-
verpackungsabfälle
in Deutschland
werden recycelt.**

Auch in einem Land wie Deutschland, in dem Verpackungsabfälle getrennt von anderem Müll eingesammelt werden, ist die Verpackungswirtschaft weitgehend linear (s. Abb. 14). Geht man von den Recycling-erzeugnissen aus, werden nur 30 Prozent der Kunststoffverpackungsabfälle tatsächlich in Deutschland recycelt, davon zehn Prozent im offenen Kreislauf und nur 20 Prozent als Ersatz für Neuplastik. Weitere 18 Prozent der Kunststoffverpackungsabfälle werden zum Recycling exportiert. Geht man davon aus, dass die exportierten Abfälle tatsächlich vollständig recycelt werden, ergäbe dies eine nominale Recyclingquote von 48 Prozent.¹¹⁰

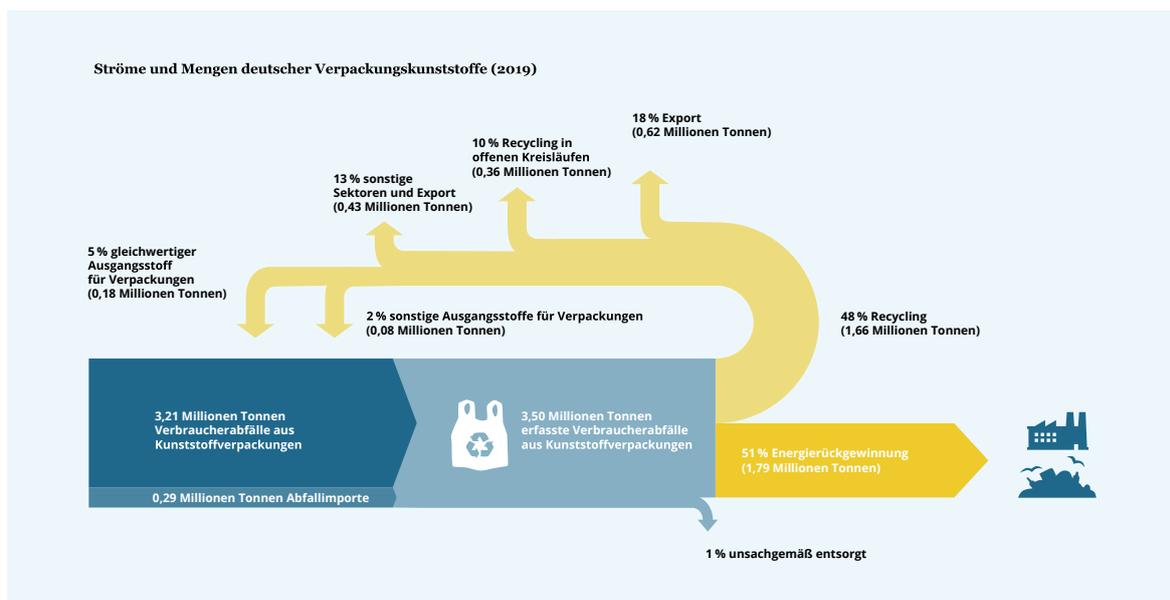


Abb. 14: Stoffströme von Kunststoffverpackungen in Deutschland.
Quelle: Systemiq/WWF¹¹¹

Um die Recyclingfähigkeit von Plastikverpackungen zu erhöhen, sind prozessspezifische Anpassungen nötig, indem man z. B. Verpackungen aus PE, PP, PS und PET transparent hält, auf Farbpigmente verzichtet sowie Füllstoffe, Additive, Barrieren, Kleber und Etikettierung beachtet.¹¹²

Derzeit ist die Neigung noch gering, die Umweltverträglichkeit von Kunststoffen durch Innovationen zu verbessern. Bei den zu Patenten angemeldeten Innovationen ist der Anteil umweltrelevanter Patente mit 1,2 Prozent bisher marginal.¹¹³

Beim chemischen Recycling gibt es eine Vielzahl von Verfahren mit unterschiedlichen Ansätzen, wie zum Beispiel die Reinigung von Kunststoffpolymeren mit chemischen Reinigungsmitteln, die Herstellung von Syntheseölen aus Kunststoffen oder die vollständige Zerlegung der Polymere in einzelne Monomere, die erneut zur Kunststoffproduktion genutzt werden können. Eine Übersicht und Bewertung der Verfahren gibt eine Studie von Eunomia.¹¹⁴

Bisher ist offen, ob es sich bei chemischem Recycling um eine großtechnisch anwendbare, umweltverträgliche Methode zur Verwertung von Kunststoffen handelt.

- » [Die Position des WWF zu chemischem Recycling befindet sich hier.](#)
- » Die Potenziale beim Recycling von Kunststoffverpackungen in Deutschland sowie alternative Maßnahmen zur Reduzierung des Verpackungsmülls aus Plastik hat der WWF 2021 [in einer eigenen Studie](#) zusammengefasst.

Biologisch abbaubare Kunststoffe

Bei biologisch abbaubaren Kunststoffen handelt es sich um Materialien wie PLA (Polylactide oder auch Polymilchsäuren genannt) oder stärkebasierte Kunststoffe, die sich je nach Beschaffenheit in unterschiedlichen Zeiträumen unter verschiedenen Bedingungen zersetzen.¹¹⁵

Zur Definition der biologischen Abbaubarkeit von Kunststoffen wurden verschiedene Normen und Zertifizierungssysteme geschaffen. Eine Übersicht wurde von European Bioplastics zusammengestellt.¹¹⁶ Eine Studie von Lott et al. zeigt allerdings, wie ungenau zum Beispiel der Begriff „marine biodegradable“ in der Praxis ist. Die Wissenschaftler:innen demonstrierten bei einem dreijährigen Feldexperiment, wie unterschiedlich der Abbauprozess in Abhängigkeit vom marinen Standort (klimatische Zone, Freiwasser und Meeresgrund) unter natürlichen Bedingungen tatsächlich verläuft.¹¹⁷

Biologisch abbaubare Kunststoffe dürfen keine Wegwerfprodukte legitimieren.

Der Einsatz von biologisch abbaubaren Kunststoffen für Verpackungen ist stark umstritten.¹¹⁸ So wird befürchtet, dass der Einsatz von Biokunststoffen für Verpackungen die Wegwerfmentalität noch fördert. In Deutschland existiert zudem für Verpackungen aus bioabbaubaren Kunststoffen kein geeigneter Entsorgungsweg. Die Bundesgütegemeinschaft Kompost lehnt die Entsorgung von bioabbaubaren Kunststoffen über die Biotonne ab.¹¹⁹

Sinnvoll wäre der Einsatz von biologisch abbaubaren Kunststoffen bei Anwendungen, bei denen Material unweigerlich in die Umwelt gelangt, etwa bei Saatgutbeschichtungen in der Landwirtschaft, Folie von Spülmaschinentabs im Haushalt oder auch Borsten der Kehrmaschinen auf unseren Straßen. Eine Übersicht der Anwendungen hat das Projekt BioSinn zusammengestellt.¹²⁰

Überwachung von Müllablageplätzen

Bei Müll, der nah an Flüssen, Kanälen oder am Meer gesammelt wird, ist zu befürchten, dass er von Starkregen oder Wind ins Wasser getragen wird. Mit Satellitenbildern lassen sich Deponien unweit von Gewässern identifizieren, sodass sie vor Abtrag gesichert oder saniert werden können. Mit dem Tool „Global Plastic Watch“ hat der WWF in Vietnam 198 solcher potenziell gefährlichen Abfallsammelstellen entdeckt, von denen sich 20 Prozent näher als 250 Meter zum nächsten Gewässer befinden.¹²¹

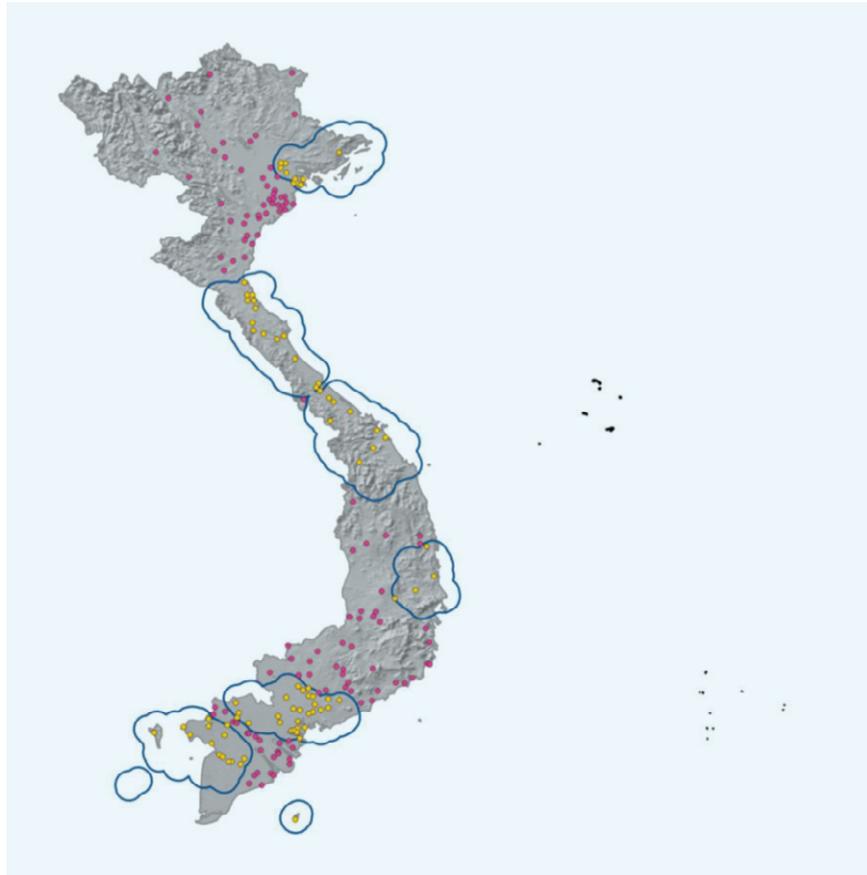


Abb. 15: Aufgespürte Müllablageplätze (gelbe und rote Punkte) in Vietnam. Blaue Linien: WWF-Projektregionen. Quelle: WWF¹²²

Das macht der WWF

Für den WWF steht im Vordergrund, dass zunächst der Eintrag von Plastikmüll an der Quelle gestoppt werden muss. Dabei arbeitet der WWF auf drei Ebenen:

- » **Internationales Abkommen:** Der WWF setzt sich auf internationaler Ebene dafür ein, dass in den kommenden Verhandlungsrunden ein wirkungsvolles Abkommen bis 2024 beschlossen wird, um den Eintrag von Plastik in die Umwelt zu stoppen und Einweglösungen durch ressourcenschonende Lösungen zu ersetzen.
- » **Erweiterte Produzentenverantwortung:** Auf der nationalen Ebene unterstützt der WWF die Etablierung einer „Erweiterten Produzentenverantwortung“ für Unternehmen, die Plastik und Verpackungen herstellen bzw. diese in Verkehr bringen. Da die Abfallsammlensysteme in den meisten Ländern unterfinanziert sind, muss die Wirtschaft die Kosten für Sammlung, Sortierung und Verwertung von Verpackungsmüll übernehmen. In gleichem Maße setzt sich der WWF dafür ein, dass auf Länderebene gesetzliche Rahmenwerke für bessere Regelungen in der Abfall- und Kreislaufwirtschaft geschaffen werden.
- » **Regionale Modellprojekte:** Mit regionalen Modellprojekten schafft der WWF Vorbilder für die Vermeidung von Einwegprodukten und Verpackungen sowie Lösungen für eine verbesserte Abfallwirtschaft. Im Rahmen der Plastic-Smart-Cities-Initiative¹²³ werden Städte für eine Reduzierung des Eintrags von Plastikmüll gewonnen.

International ist der WWF mit eigenen Niederlassungen und Projektbüros auch in jenen Staaten vertreten, aus denen der meiste Plastikmüll in die Meere gelangt. In diesen Ländern führt der WWF lokale Projekte gegen die Vermüllung der Meere durch. Hierfür einige Beispiele:

- » **Getrennte Abfallerfassung in der Provinz Long An im Mekongdelta (Vietnam):** Vom WWF wurde ein Modellprojekt zur getrennten Abfallerfassung in der Provinzhauptstadt Tân An durchgeführt. Dieses Projekt wurde in anderen Städten und Regionen vorgestellt und soll nun auf die gesamte Provinz Long An übertragen werden. Unterbunden wird damit die unregelmäßige Deponierung von Plastikabfällen, die bei Überflutungen in Flüsse und Meere gelangen.

- » Weitere Informationen zu diesem Projekt gibt es hier:
<https://www.wwf.de/themen-projekte/meere-kuesten/plastik/unsere-ozeane-versinken-im-plastikmuell/projekt-long-an/>
- » Reduzierung des Eintrags von Plastikmüll auf der Touristeninsel Phú Quốc (Vietnam): Noch fehlt auf der Insel ein funktionierendes Abfallwirtschaftssystem. Der WWF betreibt daher Öffentlichkeitsarbeit zu diesem Thema, regt Touristenbetriebe zur Abfallvermeidung an und startet Modellprojekte zur Verbesserung der Abfallentsorgung. Überdies arbeitet er mit Fischereibetrieben zusammen und reinigt Korallenriffe von Müll.

Weitere Informationen zu diesem Projekt gibt es hier:
<https://www.wwf.de/themen-projekte/meere-kuesten/plastik/unsere-ozeane-versinken-im-plastikmuell/projekt-phu-quoc/>



Abb. 16: Gemeinsam mit staatlichen Institutionen und der lokalen Bevölkerung organisiert der WWF in Vietnam Müllsammelaktionen.

© Melanie Gömmel / WWF

Abb. 17: Gemeinsam mit Fischern birgt der WWF verlorene Netze aus der Ostsee und verhindert so den weiteren Zerfall zu Mikroplastik.



- » Das WWF-Projekt „Geisternetze“ ortet und birgt verloren gegangene Fischernetze aus der Ostsee. Dabei kommen neue Methoden der Sonarerkundung zur Anwendung, die auch im Mittelmeer getestet werden. Zudem wurde eine App entwickelt, mit der Taucher Geisternetze melden können. Für die Politik wurden Vorschläge entwickelt, wie eine regelmäßige Bergung verlorener Netze, Taue und Leinen zur Wiederherstellung sauberer Küstengewässer beitragen kann.

Weitere Informationen gibt es hier:

<https://www.wwf.de/themen-projekte/projektregionen/ostsee/geisternetze/projektfortschritt-geisternetze>

- » Gegen den Eintrag von Mikroplastik durch synthetische Textilien hat der WWF Deutschland beim Verbundprojekt des Bundesministeriums für Bildung und Forschung „TextileMission“ mitgearbeitet. Gemeinsam mit dem Bundesverband der Deutschen Sportartikel-Industrie, zwei Hochschulen und einem Sportartikelhersteller verfolgte das Projekt das Ziel, jenen Eintrag von Mikroplastik in die Umwelt zu senken, der bei der Wäsche synthetischer Sport- und Outdoorbekleidung in den Haushalten frei wird. Mit der Entwicklung nachhaltiger Textilien und technologisch optimierter Kläranlagen leistet das Projekt einen wichtigen Beitrag zum Meeresschutz.

Informationen zu diesem Projekt gibt es hier:

<https://textilemission.bsi-sport.de/>

Weiterführende WWF-Informationen

Auswirkungen von Plastik auf marine Arten und Ökosysteme

- » Webseite: <https://www.wwf.de/themen-projekte/plastik/plastikkrisen-bedrohung-ganzer-oekosysteme/die-fuenf-effekte-der-plastikkrisen>
- » Studie (Zusammenfassung auf Deutsch): https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Plastik/WWF-Auswirkungen_von_Plastikverschmutzung_im_Ozean_auf_marine_Arten_Biodiversitaet_und_Oekosysteme.pdf
- » Studie (auf Englisch): https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Plastik/WWF-Impacts_of_plastic_pollution_in_the_ocean_on_marine_species_biodiversity_and_ecosystems.pdf

Mikroplastik

- » Webseite WWF-Hintergrundpapier: <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF-Hintergrundpapier-Mikroplastik.pdf>

Geisternetze

- » Webseite: <https://www.wwf.de/themen-projekte/projektregionen/ostsee/geisternetze/projektfortschritt-geisternetze>
- » GhostDiver App: <https://www.wwf.de/themen-projekte/projektregionen/ostsee/geisternetze/ghostdiver-app>
- » Broschüre: <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF-Broschuere-Geisternetze-Gefahr-fuer-Tier-und-Mensch.pdf>

Verpackungen

- » Webseite: <https://www.wwf.de/themen-projekte/plastik/verpackungswende-jetzt>
- » Studie: https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Unternehmen/WWF-Studie-Verpackungswende_jetzt_-_So_gelingt_der_Wandel_zu_einer_Kreislaufwirtschaft_fuer_Kunststoffe_in_Deutschland.pdf

- » Onlinekurs: <https://www.wwf-akademie.de/catalog/view/course/id/421>

Mehrweg

- » Webseite: <https://www.wwf.de/themen-projekte/plastik/mehrweg>
- » Studie: <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Plastik/WWF-Erhebung-Mehrweg-in-der-deutschen-Gastronomie.pdf>
- » WWF-Faktenblatt: <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Plastik/WWF-Faktenblatt-Mehrweg.pdf>
- » Mehrwegreporter: <https://mehrwegmap.wwf.de/>

Tourismus und Hotels

- » Webseite: <https://www.wwf.de/themen-projekte/plastik/plastik-muell-gift-fuer-die-natur-und-fuers-touristische-geschaeft>
- » Studie: https://www.wwf.de/fileadmin/user_upload/WWF-Plastik-studie-Hotelma%C3%9Fnahmen.pdf
- » WWF-Ratgeber für Touristen:
<https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF-Touristen-Ratgeber-Plastik-2020.pdf>

Erweiterte Produzentenverantwortung (EPR)

- » Webseite mit Studien zum Download (auf Englisch):
https://wwf.panda.org/wwf_news/?356332/Extended-Producer-Responsibility-Project

No Plastic in Nature Initiative (WWF International)

- » Webseite: https://wwf.panda.org/discover/our_focus/markets/no_plastic_in_nature_new/

Quellen

- 1 <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2020/>
- 2 Boucher, J. und Friot, D. (2017): Primary Microplastics in the Oceans: A Global Evaluation of Sources. Gland, Switzerland: IUCN. S. 9. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2017-002-En.pdf>
- 3 Textile Exchange (2019): Preferred Fiber & Materials Market Report 2019. S. 6.
- 4 ETRma (2011): European Tyre & Rubber Industry. Statistics. Ausgabe 2011. Nr. 3. <https://www.etrma.org/statistics/>
- 5 UNEP (2018): Single-use Plastics: A Roadmap for Sustainability. S. 7. <https://www.unep.org/resources/report/single-use-plastics-roadmap-sustainability>
- 6 http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_New_Plastics_Economy.pdf
- 7 https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25496/singleUsePlastic_sustainability.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 8 Ellen MacArthur Foundation, World Economic Forum und McKinsey & Company (2016): "The New Plastics Economy – Rethinking the Future of Plastics," S. 24. <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>
- 9 Geyer, R., Jambeck, J. R., Law, K. L. (2017): Production, use, and fate of all plastics ever made. *Sci Adv* 3 (7), e1700782.
- 10 Ellen MacArthur Foundation, World Economic Forum und McKinsey & Company (2016): "The New Plastics Economy – Rethinking the Future of Plastics," S. 24. <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>
- 11 WWF (2019): Report – Solving Plastic Pollution Through Accountability, S. 12. <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF-Plastikreport.pdf>
- 12 Bertling, J. et al. (2018): 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.
- 13 Ellen MacArthur Foundation, World Economic Forum und McKinsey & Company (2016): "The New Plastics Economy – Rethinking the Future of Plastics," S. 24. <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>
- 14 *Science* (347), Plastic waste inputs from land into the ocean, S. 769.
- 15 Borrelle, S. B., Ringma, J., Law, K. L. et al. (2020): Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aba3656>
- 16 Meijer, L. J. J., van Emmerik, T., van der Ent, R., Schmidt, C. et al. (2021): More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8087412/>
- 17 McKinsey & Company und Ocean Conservancy (2015): Stemming the Tide: Land-based strategies for a plastic-free ocean, S. 3.
- 18 Meijer, L. J. J., van Emmerik, T., van der Ent, R., Schmidt, C. et al. (2021): More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8087412/>
- 19 OECD (2022): Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/de747aef-en>
- 20 https://www.wissenschaftsjahr.de/2016-17/fileadmin/meere_ozeane/Downloads/160913_Dossier_Plastikmuell_im_Meer.pdf
- 21 Ebd. S. 66.
- 22 <https://worldoceanreview.com/de/wor-1/verschmutzung/muell/>
- 23 <http://www.eunomia.co.uk/reports-tools/plastics-in-the-marine-environment/>
- 24 Tekman, M. B., Walther, B. A., Peter, C., Gutow, L. und Bergmann, M. (2022): Impacts of plastic pollution in the oceans on marine species, biodiversity and ecosystems, S. 1–221, WWF Germany. https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Plastik/WWF-Impacts_of_plastic_pollution_in_the_ocean_on_marine_species_biodiversity_and_ecosystems.pdf
- 25 <https://litterbase.awi.de>
- 26 Tekman, M. B., Walther, B. A., Peter, C., Gutow, L. und Bergmann, M. (2022): Impacts of plastic pollution in the oceans on marine species, biodiversity and ecosystems, S. 1–221, WWF Germany. https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Plastik/WWF-Impacts_of_plastic_pollution_in_the_ocean_on_marine_species_biodiversity_and_ecosystems.pdf
- 27 <https://litterbase.awi.de>
- 28 Morales-Caselles, C., Viejo, J., Martí, E. et al. (2021): An inshore-offshore sorting system revealed from global classification of ocean litter. <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00720-8>
- 29 Boucher, J., Dubois, C., Kounina, A. und Puydarrieux, P. (2019). Review of plastic footprint methodologies: Laying the foundation for the development of a standardised plastic footprint measurement tool. <https://portals.iucn.org/library/node/48510>
- 30 Edelson, M., Håbesland, D., Traldi R. (2021): Uncertainties in global estimates of plastic waste highlight the need for monitoring frameworks. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X21007542?via%3Dihub>
- 31 Bertling, J. et al. (2018): 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.
- 32 OECD (2023): Global Plastics Outlook. Policy Scenarios to 2060.

- 33 Richardson, K., Hardesty, B. D. und Wilcox, C. (2019): Estimates of fishing gear loss rates at a global scale: A literature review and meta-analysis. *Fish and Fisheries*, 20(6), <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/faf.12407>
- 34 Peng, Y., Wu, Peipei, Schartup, Amina T., Zhang, Yanxu (2021): Plastic waste release caused by COVID-19 and fate in the global ocean. *PNAS*, 118.
- 35 WHO (2022): Global analysis of healthcare waste in the context of COVID-19.
- 36 Ebd.
- 37 Chowdhury, H., Chowdhury, T, Sait, Sadiq M. (2021): Estimating plastic pollution from COVID-19 face masks in coastal regions. *Marine Pollution Bulletin*, 168.
- 38 Filho, Walter Leal et al. (2021): COVID-19 and waste production in households: A trend analysis.
- 39 https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/12/PD21_584_321.html;jsessionid=590F6A30C8C239429620101AE5A61F5E.live721
- 40 OECD (2022): *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options*, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/de747aef-en>
- 41 Arthur et al. 2009: Arthur, C.; Baker, J. und H. Bamford (2009): Proceedings of the international Research Workshop on the occurrence, Effects and Fate of Microplastic. Marine Debris. Sept 9–11, 2008. NOAA Technical Memorandum NOS-QR&R-30 Sources of microplastics relevant to marine protection in Germany; UBA Texte 64/2015, S. 10.
- 42 Bertling, J. et al. (2018): *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, S. 6.*
- 43 https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Plastik/WWF-Auswirkungen_von_Plastikverschmutzung_im_Ozean_auf_marine_Arten_Biodiversit%C3%A4t_und_%C3%96kosysteme.pdf
- 44 Ebd., S. 12.
- 45 Tekman, M. B.: Tying up Loose Ends of Microplastic Pollution in the Arctic: Distribution from the Sea Surface through the Water Column to Deep-Sea Sediments at the HAUSGARTEN Observatory. *Environmental Science & Technology* 2020 54 (7), S. 4079-4090. DOI: 10.1021/acs.est.9b06981
- 46 OECD (2022): *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options*, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/de747aef-en>
- 47 Lebreton, L., Egger, M., Slat, B. (2019): A global mass budget for positively buoyant macroplastic debris in the ocean. *Sci Rep* (1).
- 48 M., Koelmans, A. A., Mees, J., Vandegehuchte, M., Janssen, C. R. (2018): Risk assessment of microplastics in the ocean: Modelling approach and first conclusions. *Environ Pollut* 242 (Pt B).
- 49 Everaert, G. et al. (2020): Risks of floating microplastic in the global ocean. *Environ Pollut* 267.
- 50 Ebd.
- 51 Katlein, C., Krumpen, T., Bergmann, M., Hehemann, L., Gerdt, G. (2018): Arctic sea ice is an important temporal sink and means of transport for microplastic. *Nature Communications* 9 (1).
- 52 Everaert, G. et al. (2020): Risks of floating microplastic in the global ocean. *Environ Pollut* 267.
- 53 2021. LITTERBASE: Online Portal for Marine Litter, Alfred Wegener Institute Helmholtz Centre for Polar and Marine Research. <https://litterbase.awi.de>
- 54 Everaert, G. et al. (2020): Risks of floating microplastic in the global ocean. *Environ Pollut* 267, 115499
- 55 Wilcox, C., Van Sebille, E., Hardesty, B. D. (2015): Threat of plastic pollution to seabirds is global, pervasive, and increasing. *Proc Nat Acad Sci* 112 (38).
- 56 Schuyler, Q. A. et al. (2016): Risk analysis reveals global hotspots for marine debris ingestion by sea turtles. *Glob Chang Biol* 22 (2).
- 57 Charlton-Howard, H. S. (2023): 'Plasticosis': Characterising macro- and microplastic-associated fibrosis in seabird tissues. *Journal of Hazardous Materials*, 450.
- 58 https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Plastik/WWF-Auswirkungen_von_Plastikverschmutzung_im_Ozean_auf_marine_Arten_Biodiversit%C3%A4t_und_%C3%96kosysteme.pdf
- 59 Thompson, R. (2015): Impacts of discarded plastic bags on marine assemblages and ecosystem functioning. *Environ Sci Technol* 49 (9).
- 60 Balestri, E., Menicagli, V., Vallerini, F., Lardicci, C. (2017): Biodegradable plastic bags on the seafloor: A future threat for seagrass meadows? *Sci Total Environ* 605–606.
- 61 Rochman, C. M., 2015. The complex mixture, fate and toxicity of chemicals associated with plastic debris in the marine environment. In: Bergmann, M., Gutow, L., Klages, M. (Eds.), *Marine Anthropogenic Litter*. Springer, Berlin, S. 117–140.
- 62 Z. B. Carson, H. S., Colbert, S. L., Kaylor, M. J., McDermid, K. J. (2011): Small plastic debris changes water movement and heat transfer through beach sediments. *Mar Pollut Bull* 62 (8).
- 63 Schöpfer, L. et al. (2020): Microplastics effects on reproduction and body length of the soil-dwelling nematode *Caenorhabditis elegans*. *Front Environ Sci* 8

- 64 Wu, X. et al. (2020): Metabolomics revealing the response of rice (*Oryza sativa* L.) exposed to polystyrene microplastics. *Environ Pollut* 266 (Pt 1).
- 65 Jiang, X. et al. (2019): Ecotoxicity and genotoxicity of polystyrene microplastics on higher plant *Vicia faba* *Environ Pollut* 250.
- 66 Blettler, Martin C. M., Mitchell, Clara (2021): Dangerous traps: Macroplastic encounters affecting freshwater and terrestrial wildlife. *Science of the Total Environment*, 798.
- 67 <https://www.geo.de/natur/tierwelt/elefanten-sterben-an-plastik-von-muelldeponie-31538740.html>
- 68 OECD (2022): Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/de747aef-en>
- 69 WWF Report „Verpackungswende jetzt“: https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Unternehmen/WWF-Studie-Verpackungswende_jetzt_-_So_gelingt_der_Wandel_zu_einer_Kreislaufwirtschaft_f%C3%BCr_Kunststoffe_in_Deutschland.pdf
- 70 https://www.pewtrusts.org/-/media/assets/2020/07/breakingtheplasticwave_report.pdf
- 71 Peeken, I. et al. (2018): Arctic sea ice is an important temporal sink and means of transport for microplastic. *Nat Commun* 9 (1).
- 72 Geilfus, N. X. et al. (2019): Distribution and impacts of microplastic incorporation within sea ice. *Mar Pollut Bull* 145.
- 73 UNEP (2009): Marine Litter. A Global Challenge, S. 14.
- 74 <https://media.wwf.no/assets/attachments/Plastics-the-cost-to-society-the-environment-and-the-economy-WWF-report.pdf>
- 75 <https://www.unep.org/resources/turning-off-tap-end-plastic-pollution-create-circular-economy>, S. 9.
- 76 Ebd.
- 77 OECD (2022): Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/de747aef-en>
- 78 OECD (2022): Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/de747aef-en>
- 79 ISWA (2015): Global Waste Management Outlook, S. 52.
- 80 OECD (2022): Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/de747aef-en>
- 81 Cogut, Alexander (2017): Open Burning of Waste - A Global Health Disaster. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:202548765>
- 82 WWF (2019): WWF Report – Solving Plastic Pollution Through Accountability, S. 12.
- 83 Kaza, Silpa, Lisa Yao, Perinaz Bhada-Tata und Frank Van Woerden (2018): What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Urban development series, Washington, DC: World Bank.
- 84 OECD (2022): Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/de747aef-en>
- 85 McKinsey & Company und Ocean Conservancy (2015): Stemming the Tide: Land-based strategies for a plastic-free ocean, S. 3.
- 86 McKinsey & Company und Ocean Conservancy (2015): Stemming the Tide: Land-based strategies for a plastic-free ocean
- 87 Ebd., S. 14.
- 88 The Pew charitable Trusts, Systemiq (2020): Breaking the Plastic Wave.
- 89 INTERPOL (2018): Report Criminal Trends – Plastic waste https://www.interpol.int/content/download/15587/file/INTERPOL%20Report%20_criminal%20trends-plastic%20waste.pdf
- 90 INTERPOL (2018): Report Criminal Trends – Plastic waste https://www.interpol.int/content/download/15587/file/INTERPOL%20Report%20_criminal%20trends-plastic%20waste.pdf
- 91 OECD (2022): Monitoring trade in plastic waste and scrap. OECD Environment Working Papers Nr. 194, S. 15.
- 92 https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2022/06/PD22_N035_51.html
- 93 European Parliament (2022): Revision of the EU's Waste Shipment Regulation. [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI\(2022\)729330](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI(2022)729330)
- 94 OECD (2022): Monitoring trade in plastic waste and scrap. OECD Environment Working Papers Nr. 194, S. 15.
- 95 PEW, Systemiq (2020): „Breaking the Plastic Wave: A Comprehensive Assessment of Pathways Towards Stopping Ocean Plastic Pollution.“
- 96 <https://www.unep.org/news-and-stories/story/what-you-need-know-about-plastic-pollution-resolution>
- 97 PEW, Systemiq (2020): „Breaking the Plastic Wave: A Comprehensive Assessment of Pathways Towards Stopping Ocean Plastic Pollution.“
- 98 Ebd.
- 99 <https://emf.thirdlight.com/link/rzv910prtxn-tfiulo/@/#id=1>
- 100 <https://drive.google.com/file/d/1opgKG9Xr63-vIT-yTlhMp85-PZz6ltgf/view>
- 101 https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27113/plastics_limits.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- 102 <https://www.plastik-reduzieren.de/deutsch/verpackungslabor/infografiken-und-%C3%B6kobilanzen/>
- 103 Kaza, Silpa, Lisa Yao, Perinaz Bhada-Tata und Frank Van Woerden (2018): What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Urban development serien, Washington, DC: World Bank.
- 104 Pfaff-Simoneit (2012): Entwicklung eines sektoralen Ansatzes zum Aufbau von nachhaltigen Abfallwirtschaftssystemen in Entwicklungsländern vor dem Hintergrund von Klimawandel und Ressourcenverknappung. Dissertation Universität Rostock, S. 118.
- 105 UNEP und GRID-Arendal (2016): Marine Litter Vital Graphics. United Nations Environment Programme and GRID-Arendal. Nairobi and Arendal, S. 18.
- 106 Z. B.: ISWA (2015): Global Waste Management Outlook, S. 235.
- 107 Watkins, E. et al. (2017): EPR in the EU Plastics Strategy and the Circular Economy: A focus on plastic packaging.
- 108 Cyclos GmbH (2018): Extended Producer Responsibility. Presentation.
- 109 OECD (2022): Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/de747aef-en>
- 110 WWF Deutschland (2021): WWF Report „Verpackungswende jetzt.“ https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Unternehmen/WWF-Studie-Verpackungswende_jetzt_-_So_gelingt_der_Wandel_zu_einer_Kreislaufwirtschaft_f%C3%BCr_Kunststoffe_in_Deutschland.pdf
- 111 Ebd., S. 14.
- 112 Christiani, Joachim (2018): Wissensforum Biobasierte Kunststoff-Verpackungen. https://veranstaltungen.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/veranstaltungen/Biobasierte_Kunststoff-Verpackungen_2018/14_Christian.pdf
- 113 OECD (2022): Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/de747aef-en>
- 114 <https://www.eunomia.co.uk/reports-tools/final-report-chemical-recycling-state-of-play/>
- 115 Übersicht: <https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/materials/biodegradable/>
- 116 https://docs.european-bioplastics.org/2016/publications/fs/EUBP_fs_standards.pdf
- 117 Lott, Christian et al. (2021): Half-Life of Biodegradable Plastics in the Marine Environment Depends on Material, Habitat, and Climate Zone. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2021.662074/full>
- 118 Ebd.
- 119 https://www.kompost.de/fileadmin/user_upload/Dateien/HUK-Dateien/2019/Q2_2019/Position_verbaende_baw_2019-final.pdf
- 120 <https://renewable-carbon.eu/publications/product/biosinn-products-for-which-biodegradation-makes-sense-pdf/>
- 121 <https://www.wwf.de/themen-projekte/projektregionen/mekong-region/vietnam-muellhalden-entdecken-aus-dem-all>
- 122 Ebd.
- 123 <https://plasticsmartcities.org/>

Weitere Informationen



www.facebook.com/wwfde



www.youtube.com/user/WWFDeutschland/



www.instagram.com/wwf_deutschland/



twitter.com/WWF_Deutschland

Herausgeber	WWF Deutschland
Stand	November 2023
Autor:innen	Dr. Bernhard Bauske, Caroline Kraas
Kontakt	meeresschutz@wwf.de
Redaktion	Thomas Köberich
Layout	Anna Risch (post@annarisch.de)
Titelbild	© Guilhem Banc-Prandi WeSea

© 2023 WWF Deutschland, Berlin.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers.