

Die Plastikwelle stoppen

EINE UMFASSENDE BEWERTUNG DER LÖSUNGSANSÄTZE ZUR EINDÄMMUNG DER PLASTIKVERSCHMUTZUNG DER MEERE

THE PEW CHARITABLE TRUSTS

SYSTEMIQ

Partner bei der Ideenentwicklung

UNIVERSITY OF OXFORD

UNIVERSITY OF LEEDS

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION

Common Seas

ZUSAMMENFASSUNG
BERICHT

Über die Pew Charitable Trusts

Die Pew Charitable Trusts verfolgen einen wissensbasierten Ansatz, um die großen Herausforderungen der Gegenwart zu lösen. Pew bedient sich dabei einer rigorosen, analytischen Vorgehensweise, um Verbesserungen bei der öffentlichen Politik zu erreichen, die Öffentlichkeit zu informieren und dem gesellschaftlichen Engagement neue Impulse zu geben. Die USA und die Welt haben sich weiterentwickelt, doch wir bleiben dem Hauptanliegen unserer Gründer treu: Innovation. Heute ist Pew eine globale Forschungs- und Public Policy-Organisation, die nach wie vor als unabhängige, überparteiliche und gemeinnützige Organisation im Dienste der Öffentlichkeit tätig ist.

Motiviert durch das Interesse der Gründer an Forschung, praktischem Wissen und Dienst an der Öffentlichkeit, umfasst unser Portfolio Meinungsforschung, Kunst und Kultur, Bürgerinitiativen sowie umwelt-, gesundheits-, staats- und verbraucherpolitische Initiativen.

Unser Ziel ist es, positive Entwicklungen im Sinne der Öffentlichkeit anzustoßen, und deshalb befassen wir uns mit einigen wenigen zentralen Fragen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Projekten, die zu direkten Ergebnissen führen, neue Ideen fördern, Partner an Bord holen, Parteinahme oder Wunschdenken vermeiden und messbare Ergebnisse erzielen können, die dem Interesse der Gesellschaft dienen.

Erfahren Sie mehr unter: https://www.pewtrusts.org/en

Für weitere Informationen kontaktieren Sie uns:
PreventingOceanPlastics@pewtrusts.org

Über SYSTEMIQ

SYSTEMIQ Ltd. ist eine zertifizierte B-Corp mit Niederlassungen in London, München und Jakarta. Das Unternehmen wurde 2016 mit dem Ziel gegründet, die Vereinbarungen des Pariser Klimaabkommens und die nachhaltigen Entwicklungsziele der Vereinten Nationen voranzutreiben, indem ein Wandel der Märkte und Geschäftsmodelle in drei wichtigen Wirtschaftssystemen vollzogen wird: Landnutzung, Materialien und Energie. Seit 2016 ist SYSTEMIQ an mehreren Systemwandel-Initiativen im Zusammenhang mit Kunststoffen und Verpackungen beteiligt, unter anderem an der Initiative New Plastics Economy (Ellen MacArthur Foundation) und Project STOP (ein Städtepartnerschaftsprogramm, das sich auf die Beseitigung der Kunststoffverschmutzung in Indonesien konzentriert). Im Mittelpunkt unserer Arbeit steht die Überzeugung, dass die Herausforderungen auf Systemebene nur mit einer intelligenten Kombination aus Politik, Technologie, Finanzierung und Verbraucherengagement bewältigt werden können. Bei der globalen Herausforderung der Kunststoffproblematik ist dies nicht anders.

Erfahren Sie mehr unter: https://www.systemiq.earth/

Für weitere Informationen kontaktieren Sie uns:
OceanPlastics@systemiq.earth

Umschlag: Willyam Bradberry/Shutterstock

Inhaltsverzeichnis

VORWORT		**4**
EXPERTENGREMIUM		**5**
UNTERSTÜTZUNG		**6**
ZEIT FÜR EINEN PARADIGMENWECHSEL FÜR PLASTIK		**8**
FAKTEN IM ÜBERBLICK: „DIE PLASTIKWELLE STOPPEN“ IN ZAHLEN		**12**
ÜBER DIESES PROJEKT		**14**
ZEHN KRITISCHE ERGEBNISSE		**16**
1.	Business-as-Usual führt dazu, dass 2040 fast die dreifache Plastikmenge in die Meere eingetragen wird	17
2.	Die derzeitigen Verpflichtungen sind für das Ausmaß der Herausforderung nicht ausreichend	19
3.	Einzellösungsstrategien können die Plastikverschmutzung nicht aufhalten	20
4.	Bestehende vor- und nachgelagerter Lösungen können das Problem zu 80 Prozent lösen	22
5.	Innovation ist ein entscheidender Faktor, um die Kunststoffverschmutzung in Zukunft auf nahezu Null zu senken	39
6.	Die Lösung ist wirtschaftlich tragfähig, jedoch ist eine größere Umlenkung der Kapitalinvestitionen erforderlich	40
7.	Die Lösung bringt eine neue Kunststoffwirtschaft hervor – mit Chancen und Risiken für die Branche	41
8.	Lösungen sollten je nach geographischem Kontext und Kunststoffkategorie differenziert werden	42
9.	Der Systemwandel bietet einen Zusatznutzen für Klima, Gesundheit, Arbeitsplätze und Arbeitsbedingungen	43
10.	Bei einer Verzögerung von fünf Jahren bei der Umsetzung würden zusätzlich 80 Millionen Tonnen Plastik in die Meere gelangen	45
ALLE INTERESSENGRUPPEN SPIELEN EINE ROLLE		**46**
FAZIT		**48**
ENDNOTEN		**50**
DANKSAGUNGEN		**52**
PARTNER BEI DER IDEENENTWICKLUNG		**54**

Vorwort

In den vergangenen Jahren hat eine wachsende Anzahl von Studien und Berichten weltweit das Bewusstsein hinsichtlich der enormen Herausforderung, die die Plastikverschmutzung der Meere darstellt, geschärft. In diesem Zusammenhang haben zahlreiche führende Vertreter aus Industrie, Politik und Zivilgesellschaft jedoch eine problematische Lücke ausgemacht: das Fehlen einer evidenzbasierten Roadmap, die mögliche Lösungsansätze beschreibt und aufeinander abgestimmte Maßnahmen vorantreibt.

Als erster Schritt zur Erstellung einer solchen Roadmap haben sich die Pew Charitable Trusts und SYSTEMIQ zusammengeschlossen, um gemeinsam, aufbauend auf früheren Forschungsarbeiten, ein erstes Modell des globalen Kunststoffsystems zu erstellen. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass es evidenzbasierte, umfassende, integrierte und wirtschaftlich attraktive Lösungsansätze gibt, mit denen sich die Menge des in die Meere gelangenden Plastikmülls erheblich reduzieren ließe.

Es ist erstaunlich, wie schnell das Thema der Plastikverschmutzung der Meere Bestandteil der politischen Tagesordnung wurde und im öffentlichen Bewusstsein an Aufmerksamkeit gewonnen hat. Doch selbst jetzt, da die Welt beginnt, das enorme Ausmaß der Herausforderung zu begreifen, sind sich die wichtigsten Akteure angesichts der Lösungswege uneins. Im Vorfeld unserer Arbeit „Die Plastikwelle stoppen: Eine umfassende Bewertung der Lösungsansätze zur Eindämmung der Plastikverschmutzung der Meere" haben wir eine große Gruppe verschiedener Akteure aus Wissenschaft, Industrie, Politik und Nichtregierungsorganisationen befragt, die das Problem ausnahmslos als solches erkannten und Handlungsbereitschaft zeigten – aber oftmals widersprüchliche Lösungsansätze vertraten.

In der Folge haben wir das vielleicht umfassendste Instrument zur Modellierung des Kunststoffsystems entwickelt, um eine globale Analyse zu erstellen, die die verschiedenen Strategien zur Reduzierung des Plastikeintrags in die Meere bewertet und die damit verbundenen wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Auswirkungen der einzelnen Lösungen quantifiziert. Letztendliches Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, der Politik, der Industrie, den Investoren und den Vertretern der Zivilgesellschaft Orientierungshilfen in einem hart umkämpften, oftmals datenarmen und komplexen Terrain an die Hand zu geben. Unsere Analyse umfasst eine Reihe zentraler Ergebnisse, die einen Beitrag dazu leisten könnten, Veränderungen innerhalb des globalen Systems zu definieren, die verhindern könnten, dass weiterhin Plastikmüll in die Meere gelangt.

An den Forschungsarbeiten, auf die sich der vorliegende Bericht stützt, waren 17 auf dem Forschungsgebiet der Kunststoffverschmutzung spezialisierte Experten aus einem sowohl fachlich als auch geographisch breit aufgestelltem Spektrum beteiligt. Durchgeführt wurden sie von unseren beiden unabhängigen Organisationen in Zusammenarbeit mit vier Partnerinstitutionen – der University of Oxford, der University of Leeds, der Ellen MacArthur Foundation und Common Seas.

Für die Entwicklung des Modells und seine Bestückung mit Daten stützte sich das Projektteam darüber hinaus auf wichtige Publikationen, Analysen und Berichte und zog mehr als 100 unabhängige Experten zurate. Die Experten stammten aus der Kunststofflieferkette, der Wissenschaft und der Zivilgesellschaft. Weder sie noch ihre Institutionen befürworten notwendigerweise die Ergebnisse des vorliegenden Berichts.

„Die Plastikwelle stoppen" knüpft an zwei Berichte der Ellen MacArthur Foundation an, die den Ansatz der Kreislaufwirtschaft aufzeigen, deren Ziel es ist, Abfall komplett zu eliminieren und die kontinuierliche Nutzung von Ressourcen durch Wiederverwendung, Weiterverwendung und Recycling (*Reusing, Redesigning, Recycling*) zu fördern. Das Konzept hat über das gesamte globale Kunststoffsystem hinweg beispiellose Unterstützung gefunden. Durch die Betonung des systemischen Zusammenhangs zwischen einer besseren Kunststoffkonzipierung, Wiederverwendung, verbesserter Recyclingwirtschaft und verstärkten Sammelanreizen lieferten diese beiden Berichte ein zentrales Thema für die in „Die Plastikwelle stoppen" analysierte Problemstellung: Wie lässt sich das Konzept der Kreislaufwirtschaft – parallel zu einer verstärkten Reduzierung von Kunststoffen, einem zunehmenden Einsatz von Materialalternativen und einer verbesserten Abfallwirtschaft – so anwenden, dass diese drängende Umweltproblematik effizient angegangen wird.

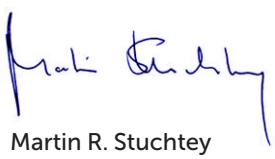
In Indonesien kommt das Modell im Rahmen der öffentlich-privaten Zusammenarbeit „Global Plastic Action Partnership" bereits auf nationaler Ebene zur Anwendung. Wir hoffen, dass die Ergebnisse von „Die Plastikwelle stoppen" führenden Politikern, Entscheidungsträgern und Unternehmen auf der Suche nach Lösungen zur Eindämmung der Kunststoffverschmutzung der Meere als Wegweiser dienen können. Zudem kann dieses Modell von Interessengruppen laufend aktualisiert werden, um Lösungen für das Problem der Kunststoffverschmutzung anzustoßen.

Das Problem der Verschmutzung der Meere durch Plastikmüll wurde innerhalb weniger Jahrzehnte geschaffen. Und wir haben allen Grund zu der Annahme, dass es sich auch innerhalb von Jahrzehnten – und vielleicht sogar noch schneller – lösen lässt. Doch für eine solche Lösung müssen Politiker, Entscheidungsträger, Unternehmer und Investoren den Wechsel von einer schrittweisen zu einer systemischen Veränderung vollziehen.

Eines unserer Ergebnisse ist dabei besonders eklatant: Mit dem gegenwärtigen Kurs, nennen wir ihn *Business-as-Usual*, könnte sich der jährliche Eintrag von Kunststoff in die Meere bis 2040 nahezu verdreifachen. Und selbst wenn alle derzeitigen Verpflichtungen von Industrie und Regierungen erfüllt werden, würde die Verringerung des jährlich in die Meere eingetragenen Kunststoffabfalls im Vergleich zum *Business-as-Usual*-Szenario gerade einmal 7 Prozent betragen.

Gleichzeitig zeigen wir auf, dass sich der Plastikeintrag in die Meere im Vergleich zum derzeitigen Kurs innerhalb von 20 Jahren um etwa 80 Prozent verringern ließe, wenn weltweit alle derzeit verfügbaren Technologien, Managementpraktiken und politischen Ansätze umgesetzt und offensive Investitionen getätigt werden würden – einschließlich Reduzierung, Recycling und Ersatz von Plastik. Hinzu kommt, dass die in dem vorliegenden Bericht empfohlenen neuen Lösungsansätze Verbrauchern den gleichen praktischen Nutzen bieten wie Kunststoffe heute – jedoch mit geringeren Kosten für die Gesellschaft.

Wir hoffen, dass die Konzepte, Daten und Analysen von „Die Plastikwelle stoppen" Entscheidungsträgern, die für die Ergreifung von Maßnahmen in Industrie und Politik zuständig sind, als Informationsquelle dienen werden. Die zentrale Botschaft des Berichts lautet, dass die Lösung des Problems der Plastikverschmutzung durch das Ergreifen wohldosierter Maßnahmen in die Geschichte eingehen könnte – nämlich als Paradebeispiel für die menschliche Fähigkeit, Systeme zu überdenken und neu auszurichten, um Leben, Lebensgrundlagen und Umwelt nachhaltig zu unterstützen und zu schützen.



Martin R. Stuchtey
Gründer & Managing Partner
SYSTEMIQ



Tom Dillon
Vizepräsident & Leiter Umwelt
The Pew Charitable Trusts

Expertengremium

Die vorliegende Arbeit wurde in Zusammenarbeit mit einem Expertengremium entwickelt, in dem alle relevanten Disziplinen und Regionen vertreten waren:



Richard Bailey
Professor für Umweltsysteme
University of Oxford



Julien Boucher
Mitbegründer
Quantis and Shaping Environmental Action



Jill Boughton
Gründerin
Waste2Worth Innovations



Arturo Castillo
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Imperial College London



Mao Da
Geschäftsführer
Shenzhen Zero Waste



Enzo Favoino
Forscher
Scuola Agraria del Parco di Monza



Malati Gadgil
Unabhängige Beraterin
Informeller Sektor der Abfallwirtschaft



Linda Godfrey
Hauptforscherin
Council for Scientific and Industrial Research



Jutta Gutberlet
Professorin
University of Victoria



Edward Kosior
Hauptgeschäftsführer
Nextek



Crispian Lao
Gründungspräsident
Philippine Alliance for Recycling and Material Sustainability



Daniela Lerario
Triciclos Brazil



Ellie Moss
Senior-Beraterin
Encourage Capital



Daniella Russo
Mitbegründerin und CEO
Think Beyond Plastic



Ussif Rashid Sumaila
Professor
University of British Columbia



Richard Thompson
Professor
University of Plymouth



Costas Velis
Dozent
University of Leeds

Unterstützung



Inger Andersen, UN-Untergeneralsekretärin und Exekutivdirektorin, Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP)

„Die Plastikwelle stoppen: Eine umfassende Bewertung der Lösungsansätze zur Eindämmung der Plastikverschmutzung der Meere" erscheint zu einem wichtigen Zeitpunkt, um die weltweite Diskussion mit Fakten zu unterfüttern und Entscheidungsträgern ein Instrument an die Hand zu geben, mit denen sie die Optionen abwägen können, die den langfristigen Eintrag von Kunststoffen und Mikroplastik in die Meere stoppen. Durch die Bereitstellung einer Evidenzbasis für einen gangbaren Weg in die Zukunft verdeutlicht die Studie überzeugend die Notwendigkeit eines systemweiten Wandels und dringender Maßnahmen über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg. Sie gibt neue Impulse, indem sie aufzeigt, dass der prognostizierte Eintrag von Kunststoffen mit bestehenden Lösungen um 82 % reduziert werden kann. Die nächsten zwei Jahre werden entscheidend sein, um die Welt auf den richtigen Weg, hin zu einer gegen Null gehenden Plastikverschmutzung zu bringen. Wir müssen einen raschen Wandel vorantreiben; wir müssen jetzt handeln!"



Marisa Drew, Departement Impact Advisory and Finance, Credit Suisse

„Trotz der zunehmenden Sensibilisierung und der weltweiten Bemühungen, Plastikproduktion und -verbrauch zu verringern und die Menge der Kunststoffabfälle in den Meeren zu reduzieren, weist die derzeitige Entwicklung auf einen fatalen Ausgang hin, wenn es nicht gelingen sollte, Industrie, Zivilgesellschaft und Regierungen zu mobilisieren, um diese Umweltkatastrophe zu verhindern. Dieser hervorragend recherchierte und im Peer-Review geprüfte Bericht von The Pew Charitable Trusts und SYSTEMIQ kann als Roadmap für die Investitionen und Innovationen dienen, die für die Bewältigung dieser Herausforderung erforderlich sind. Der Bericht zeigt uns zudem, dass schon heute wirtschaftlich tragfähige Lösungen vorhanden sind, die umsetzbar sind, wenn alle relevanten Interessengruppen entlang der Wertschöpfungskette rasch und entschlossen handeln."



Juliet A. Gerrard, wissenschaftliche Hauptberaterin der neuseeländischen Premierministerin

„Es handelt sich hier um eine wegweisende Arbeit zu einem Thema mit weltweiter Bedeutung. Sie kann den verschiedenen Ländern als Leitfaden für ihre Koordination und Kooperation auf dem Weg zur Bewältigung des Kunststoffproblems dienen."



Von Hernandez, Globaler Koordinator, Break Free From Plastic

„Break Free From Plastic" (BFFP) begrüßt „Die Plastikwelle stoppen" als hilfreichen Beitrag zur weltweiten Diskussion über diese rasch wachsende Bedrohung für die Gesundheit von Mensch und Ökosystem. „Die Plastikwelle stoppen" zeigt, dass es nur einen Ausweg aus der Kunststoffkrise geben kann, wenn wir eine Priorität auf umgehende Maßnahmen zur Reduzierung der Menge des verwendeten und produzierten Kunststoffs legen. Der Bericht verdeutlich, dass die bestehenden Verpflichtungen des privaten Sektors und die öffentliche Politik zur Begrenzung der Verschmutzung durch Kunststoffe völlig unzureichend sind. Es wird außerdem klar, dass die Expansionspläne der Industrie noch größere Mengen an Kunststoffverschmutzung, Treibhausgasemissionen und irreversiblen Schäden am Meer verursachen werden. Wir stimmen zwar den allgemeinen Empfehlungen des Berichts zu, die einen radikalen Systemwandel im weltweiten Umgang mit Kunststoffen fordern, sind aber nicht damit einverstanden, dass bestimmte im Bericht analysierte Technologien – darunter Verbrennung, chemisches Recycling und Kunststoff-zu-Treibstoff – Teil dieser Lösung sind, da sie das Problem, unserer Ansicht nach, nur in die Länge ziehen. Vor allem sollte dieser Bericht den Regierungen als Weckruf dienen: Sie müssen eingreifen, um die Ausweitung der Kunststoffproduktion zu stoppen. Nur dann können wir allmählich einen signifikanten und anhaltenden Rückgang des Eintrags von Plastik in die Meere und die Umwelt erwarten."



Ihre Exzellenz Frau Thilmeeza Hussain, Botschafterin der Malediven in den USA und Ständige Vertreterin der Malediven bei den Vereinten Nationen

„Dieser Bericht ist ein wichtiger Beitrag zum Verständnis des Problems der Plastikverschmutzung der Meere und liefert viele wichtige Denkanstöße und Vorschläge, die Diplomaten und andere Akteure bei der Entscheidung darüber, wie die Weltgemeinschaft dieses drängende Problem wirksam angehen kann, berücksichtigen müssen."



Ramon Laguarta, Vorsitzender und Chief Executive Officer, PepsiCo

„Die Bewältigung der Herausforderungen rund um den Kunststoffabfall ist komplex und muss dringend angegangen werden. Gefordert ist jetzt ein schnelleres, gemeinsames Handeln und eine Veränderung der Art und Weise, wie die Gesellschaft mit Einwegkunststoffen umgeht. Dieser Bericht fordert ein umgehendes und entschlossenes Handeln bei den weltweiten Bemühungen, die Plastikflut im Meer einzudämmen. Er verdeutlich, dass wir durch verstärkte branchenübergreifende Zusammenarbeit einen Systemwandel herbeiführen, eine Kreislaufwirtschaft für Verpackungen aufbauen und die Wende im Hinblick auf den Plastikmüll im Meer erreichen können."



Ellen MacArthur, Gründerin und Vorsitzende des Kuratoriums der Ellen MacArthur Foundation

„Die Plastikwelle stoppen" durchleuchtet das globale Kunststoffsystem mit einem noch nie dagewesenen Detaillierungsgrad und bestätigt, dass sich die jährlichen Kunststoffeinträge in die Meere ohne grundlegende Veränderungen bis 2040 nahezu verdreifachen könnten. Um das Ruder im Hinblick auf Kunststoffabfälle und Umweltverschmutzung herumzureißen, müssen wir unsere Anstrengungen radikal verstärken und den Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft beschleunigen. Wir müssen nicht benötigte Kunststoffe eliminieren und die Verwendung von Neukunststoff drastisch reduzieren. Wir müssen innovativ sein, um neue Materialien und Geschäftsmodelle zu erschaffen, die sich auf Wiederverwendungs- und Nachfüllsysteme stützen. Und wir brauchen eine verbesserte Infrastruktur, um sicherzustellen, dass alle von uns verwendeten Kunststoffe einer Kreislaufwirtschaft zugeführt werden, statt als Abfall die Umwelt zu verschmutzen. Die Frage ist nicht, ob eine Kreislaufwirtschaft für Kunststoffe möglich ist, sondern was wir gemeinsam unternehmen, um sie zu verwirklichen."



Grant Reid, CEO, Mars Inc.

„Wir begrüßen die inhaltliche Tiefe und Genauigkeit dieses Berichts, der die Maßnahmen aufzeigt, mit denen der Plastikverschmutzung der Meere Einhalt geboten werden kann. Mars engagiert sich, Teil dieses notwendigen und tiefgreifenden Systemwandels zu sein. Wir handeln, indem wir unnötige Verpackungen abschaffen, Wiederverwendungsmodelle in Betracht ziehen, die Dinge im Sinne des Kreislaufprinzips neu konzipieren und investieren, um den Kreislauf des Verpackungsabfalls mit Recyclingsystemen zu schließen, die sowohl für die Unternehmen als auch für die Menschen funktionieren. Es gibt viel zu tun und deshalb müssen wir als globale Gemeinschaft zusammenarbeiten wie nie zuvor."



Erin Simon, Leiterin, Plastik und Wirtschaft, World Wildlife Fund

„Wenn wir die Plastikverschmutzung der Meere deutlich reduzieren wollen, brauchen wir einen innovativen und rigorosen Ansatz, mit dem die von uns entwickelten Strategien Früchte tragen. Diese Forschungsarbeit tut genau das. Die Ausarbeitung eines Modellierungsansatzes, der die Verschmutzung durch Plastik ganzheitlich betrachtet, versetzt uns in die Lage, die ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Auswirkungen der betrachteten Strategien besser zu messen und von allen Beteiligten ein höheres Maß an Ambitionen und ein sofortiges Handeln einzufordern. Die fundierten Einblicke helfen Unternehmen, Regierungen und anderen Interessenvertretern dabei, ihre Bemühungen im Kampf gegen die Kunststoffverschmutzung auszuweiten. Nach wie vor müssen die Strategien vor Ort überwacht und bewertet werden, um zu gewährleisten, dass wir als Gesellschaft unsere ehrgeizigen Ziele erreichen."



Andrew Steer, Präsident und CEO, World Resources Institute

„Die Meere füllen sich mehr und mehr mit Plastik, das Meereslebewesen und Milliarden von Menschen, die das Meer als Nahrungsgrundlage, Lebensunterhalt und Erholungsmöglichkeit brauchen, schädigt. Das ist sowohl vollkommen unnötig als auch inakzeptabel. Dieser neue wichtige Bericht, „Die Plastikwelle stoppen", stellt wichtige Lösungen vor, die den Kunststoffeintrag in den kommenden 20 Jahren um 80 % verringern können. Es ist dringend notwendig, dass führende Vertreter aus Industrie und Politik diesen Empfehlungen folgen – und zwar ab heute."



Laura Tuck, Vizepräsidentin für nachhaltige Entwicklung, Weltbank*

„Das Kunststoffproblem wurde in der Zeit eines Menschenlebens erschaffen und könnte innerhalb einer Generation gelöst werden. Dies ist die klare Botschaft von „Die Plastikwelle stoppen" – ein zum passenden Zeitpunkt erscheinender, umfassender Blick auf das, was wir über alle Gesellschaftsschichten hinweg tun müssen, um das von uns angerichtete Chaos wieder zu bereinigen. Die gute Nachricht dabei ist, dass wir bereits die notwendigen Lösungen haben, um die Herausforderung anzugehen. Doch wir werden eine Koalitionen aus verschiedenen Interessengruppen bilden müssen, damit alle Aspekte der hier präsentierten Agenda in Angriff genommen werden können."

* Zum 1. April 2020 aus der Weltbank ausgeschieden



Melati Wijsen, Gründerin, Bye Bye Plastic Bags

„Seit ich mit 12 Jahren angefangen habe, mich gegen die Plastikverschmutzung einzusetzen, habe ich zahlreiche Maßnahmen kommen und gehen sehen. Da ich auf Bali in Indonesien geboren und aufgewachsen bin, habe ich quasi miterlebt, wie das Problem der Plastikprodukte mit mir heranwuchs. Deshalb haben wir schon früh gesehen, wie wichtig Daten und Konsistenz sind. Ich freue mich besonders, dass mein Heimatland das in „Die Plastikwelle stoppen" präsentierte Modell bereits umgesetzt hat. Der einzige Weg nach vorn lautet Zusammenarbeit und Beharrlichkeit. Lassen Sie uns bei der Plastikverschmutzung ein für alle Mal die Wende einläuten."



Zeit für einen Paradigmen-wechsel für Plastik

Plastikmüll im thailändischen Pattaya
Leonid Danilov / Pexels

Die Kunststoffverschmutzung schreitet immer rascher voran und erreicht immer gravierendere Ausmaße. Die Lösung für dieses Problem liegt in der Schaffung einer intelligenten und nachhaltigen Kunststoff-Kreislaufwirtschaft.

Die im 19. Jahrhundert aufgekommene Kunststoffproduktion stieg im 20. Jahrhundert sprunghaft an – von 2 Millionen Tonnen im Jahr 1950[1] auf 348 Millionen Tonnen im Jahr 2017,[2] um sich schließlich zu einem globalen Industriezweig im Wert von 522,6 Milliarden US-Dollar,[3] zu entwickeln. Dabei wird erwartet, dass sich ihre Kapazität bis 2040 noch einmal verdoppeln wird.[4] Im gleichen Maße, wie die Produktion und die Verwendung von Kunststoffen in die Höhe geschnellt sind, hat auch die Verschmutzung durch Kunststoffe zugenommen – und damit auch die Plastikmenge im Meer[5], die rund 150 Millionen Tonnen betragen könnte.[6]

Und dennoch bleibt es schwierig, eine einheitliche globale Strategie zur Lösung dieses drängenden Problems zu finden, denn bislang wurden sehr unterschiedliche Lösungsvorschläge auf den Tisch gebracht: von der vollständigen Abschaffung von Plastik bis hin zu seiner Umwandlung in Treibstoff, von der Entwicklung biologisch abbaubarer Materialalternativen bis hin zum Recycling von Plastik als Basis für neue Produkte. Dabei birgt jede Lösung Vor- und Nachteile. Die Wirksamkeit der einzelnen Lösungen und die damit einhergehenden wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Auswirkungen zu verstehen, ist entscheidend, um Fortschritte bei der Eindämmung der Plastikverschmutzung der Meere zu erzielen.

Von Korallenriffen[7] bis zu Tiefseegräben[8], von entlegenen Inseln[9] bis zu den Polen[10] verändert Plastik Lebensräume, schadet der Tierwelt und kann die Funktion und die Leistungen des Ökosystems beeinträchtigen[11]. Es sind bereits mehr als 800 durch die Plastikverschmutzung der Meere in Mitleidenschaft gezogene Arten bekannt, darunter alle Meeresschildkrötenarten[12], mehr als 40 Prozent der Walarten und 44 Prozent der Seevogelarten[13]. Es wurde zudem festgestellt, dass Kunststoffe über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg Folgen für die menschliche Gesundheit haben, von den Auswirkungen der Rohstoffgewinnung und -produktion für Anliegergemeinden[14] über Chemikalien in Lebensmittelverpackungen[15] bis hin zu den gesundheitlichen Folgen einer unsachgemäßen Abfallentsorgung[16].

Die Plastikverschmutzung ist nicht nur eine ökologische Katastrophe, sondern auch ein ökonomisches Desaster – Kunststoffe mit einem ökonomischen Wert von mehreren Milliarden Dollar werden nach einem einmaligen, kurzen Gebrauch einfach „weggeworfen". Dies ist der Nebeneffekt der grundlegenden Schwachstellen eines überwiegend linearen Kunststoffsystems, in dem 95 Prozent des Gesamtwertes der Plastikverpackungen – 80 bis 120 Milliarden US-Dollar pro Jahr – nach einem kurzen Einweggebrauch für die Wirtschaft verloren gehen[17]. Doch obwohl die Herausforderung enorm ist, gibt unser Bericht Anlass zu Optimismus, denn er zeigt, dass eine deutliche Reduzierung des prognostizierten Plastikeintrags – ohne Gefährdung des gesellschaftlichen oder wirtschaftlichen Nutzens – möglich ist, wenn wir mit sofortiger Wirkung geeignete Maßnahmen für das gesamte Kunststoffsystem ergreifen.

Aus unserer Analyse ergeben sich zehn kritische Ergebnisse, die im Folgenden zusammengefasst werden. Weitere Einzelheiten zu jedem Ergebnis werden im nächsten Abschnitt behandelt.

1 **Wenn keine Maßnahmen ergriffen werden, wird sich der jährliche Plastikeintrag in die Meere bis 2040 nahezu verdreifachen und damit auf 29 Millionen Tonnen pro Jahr anwachsen (Schwankungsbereich: 23 Millionen – 37 Millionen Tonnen pro Jahr), was 50 kg Plastik pro Meter Küstenlinie weltweit entspricht.** Diese Entwicklung wird schwerwiegende Folgen für Menschen, Ökosysteme und Unternehmen haben. Mit dem Business-as-Usual-Szenario (BAU-Szenario) werden im Jahr 2040 wahrscheinlich etwa 4 Milliarden Menschen an kein organisiertes Abfallentsorgungssystem angeschlossen sein, was ein wesentlicher Faktor für den massiven Plastikeintrag in die Meere ist. Die Kosten der Untätigkeit sind für alle Beteiligten hoch. Besonders hoch ist das finanzielle Risiko in Höhe von 100 Milliarden US-Dollar pro Jahr, dem Unternehmen ausgesetzt sind, wenn die Regierungen von ihnen verlangen, nicht nur für die Kosten der Abfallentsorgung in den erwarteten Mengen, sondern auch für die Recyclingfähigkeit aufzukommen.

2 **Politik und Industrie setzen verstärkt auf neue Maßnahmen und freiwillige Initiativen, die jedoch oft zu eng gefasst sind oder sich auf Länder mit geringem Plastikeintrag konzentrieren**. Bis 2040 dürften die derzeitigen Verpflichtungen von Politik und Industrie das jährliche Austreten von Plastik in die Meere im Vergleich zum BAU-Szenario um gerade einmal 7 Prozent (±1 Prozent) verringern. Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine weitaus größere Bandbreite an Maßnahmen auf Systemebene erforderlich ist, um der Herausforderung der Plastikverschmutzung zu begegnen. Die politischen Entscheidungen der Regierungen und die Führungsrolle der Konsumgüterunternehmen werden entscheidend sein, um die vorgelagerten Maßnahmen zur Reduzierung, Wieder- und Weiterverwendung voranzutreiben. Regierungen und Investoren sollten zudem rasch handeln, um die geplante Ausweitung der Kapazitäten der Kunststoffproduktion einzuschränken, damit der Status quo nicht noch weiter zementiert wird.

3 **Es gibt keine Patentlösung, um der Plastikverschmutzung der Meere Einhalt zu gebieten. Vor- und nachgelagerte Lösungen sollten gemeinsam implementiert werden.** Bisher konzentrierte sich die Debatte in weiten Teilen entweder auf „vorgelagerte" Lösungen (d. h. vor der Nutzung durch den Verbraucher z. B. neues Materialdesign, Vermeidung von Kunststoffen, Kunststoffalternativen) oder auf „nachgelagerte" Lösungen (d. h. nach der Nutzung durch den Verbraucher, z. B. Recycling und Entsorgung). Unsere Analyse zeigt, dass dies eine falsche Dichotomie ist. Die „Einzellösungs"-Strategien sind für sich allein betrachtet nicht einmal imstande, den jährlichen Plastikeintrag in die Meere bis 2040 unter das Niveau von 2016 zu bringen. Eine ambitionierte Recyclingstrategie, zum Beispiel mit einem Ausbau der Sammel-, Sortier- und Recycling-Infrastruktur in Verbindung mit einem recyclingfreundlichen Verpackungsdesign, reduziert den Eintrag bis 2040 im Vergleich zum BAU-Szenario um 38 Prozent (±7 Prozent), was immer noch 65 Prozent (±15 Prozent) über dem Niveau von 2016 liegt. Ein integrierter Ansatz mit neuen Wegen, die den gleichen Nutzen wie heutige Kunststoffe bieten, ist notwendig.

4 **Industrie und Politik verfügen heute über die Lösungen, um die jährliche Eintragsmenge von Plastik vom Land in die Meere bis 2040 um etwa 80 Prozent (82 ±13 Prozent) unter das prognostizierte BAU-Niveau zu senken und gleichzeitig andere gesellschaftliche, wirtschaftliche und ökologische Ziele zu erreichen.** In unserem Systemwandel-Szenario wird die Kunststoffnachfrage des BAU-Szenarios um 30 Prozent (Schwankungsbereich: 27 Prozent - 32 Prozent) reduziert, 17 Prozent (Schwankungsbereich: 15 Prozent - 18 Prozent) werden ersetzt, 20 Prozent (Schwankungsbereich: 18 Prozent - 21 Prozent) werden recycelt, 23 Prozent (Schwankungsbereich: 22 Prozent - 26 Prozent) werden entsorgt und für 10 Prozent (Schwankungsbereich: 9 Prozent - 12 Prozent) besteht weiterhin ein ungenügendes Abfallmanagement. Es ist nicht der Mangel an technischen Lösungen, der uns daran hindert, das Problem der Plastikverschmutzung anzugehen, sondern vielmehr die unangemessenen gesetzlichen Rahmenbedingungen, Geschäftsmodelle und Finanzierungsmechanismen. Es sind nicht immer Anreize vorhanden, um Veränderungen schnell genug voranzutreiben. Eine Reduzierung der Kunststoffproduktion – durch die Abschaffung, die Erweiterung der Wiederverwendungsmöglichkeiten für die Verbraucher oder neue Dienstleistungssysteme – ist die aus ökologischer, wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Sicht attraktivste Lösung.

Sie bietet die stärkste Reduzierung der Kunststoffverschmutzung, stellt oftmals eine Nettoeinsparung dar und bietet das größte Potenzial bei der Reduzierung von Treibhausgasemissionen.

5 **Um über das Systemwandel-Szenario hinauszugehen und die pro Jahr verbleibenden 5 Millionen Tonnen (Schwankungsbereich: 4 Millionen - 7 Millionen Tonnen pro Jahr) an Kunststoffeinträgen in Angriff zu nehmen, sind erhebliche Innovationen über die gesamte Kunststoffwertschöpfungskette hinweg erforderlich.** Um die Plastikverschmutzung der Meere auf nahezu Null zu senken, sind technologische Fortschritte, neue Geschäftsmodelle, beträchtliche Ausgaben und – vor allem – eine Beschleunigung der vorgelagerten Innovation notwendig. Dies erfordert eine gezielte und gut finanzierte Forschungs- & Entwicklungs-Agenda mit ehrgeizigen Zielsetzungen, um Länder mit mittlerem/niedrigem Einkommen dabei zu unterstützen, das nicht nachhaltige lineare Wirtschaftsmodell der Länder mit hohem Einkommen ganz zu überspringen. Die wichtigste Rolle werden hier Innovationen spielen, die in ländlichen/abgelegenen Regionen greifen, die mehrschichtige und Mischkunststoffe abschaffen und die neue Reifenbauarten mit geringerem Reifenabrieb bei gleichzeitiger Wahrung der Sicherheitsstandards hervorbringen.

6 **Das Systemwandel-Szenario ist für Regierungen und Verbraucher wirtschaftlich tragfähig, jedoch ist eine erhebliche Umlenkung der Kapitalinvestitionen erforderlich.** Der Barwert der weltweiten Investitionen in die Kunststoffindustrie zwischen 2021 und 2040 kann von 2,5 Billionen US-Dollar (±800 Milliarden US-Dollar) auf 1,2 Billionen US-Dollar (±300 Milliarden US-Dollar) gesenkt werden. Doch das Systemwandel-Szenario erfordert eine erhebliche Verlagerung der Investitionen weg von der Produktion und Verarbeitung von Neukunststoff, die als ausgereifte Technologien und „sichere" Investitionen gelten, hin zur Schaffung neuer Dienstleistungssysteme, Kunststoffalternativen, Recyclinganlagen und Sammelinfrastrukturen, d. h. teilweise weniger ausgereifte Technologien, die somit als risikoreicher angesehen werden. Diese Verlagerung erfordert staatliche Anreize und die Übernahme von Risiken durch Industrie und Investoren. Die globalen Gesamtkosten, die den Regierungen durch die Bewirtschaftung von Kunststoffabfällen im Systemwandel-Szenario zwischen 2021 und 2040 entstehen, werden auf 600 Milliarden US-Dollar (Schwankungsbereich: 410 Milliarden US-Dollar - 630 Milliarden US-Dollar) Barwert geschätzt, im Vergleich zu den Kosten von 670 Milliarden US-Dollar (Schwankungsbereich: 450 Milliarden US-Dollar - 740 Milliarden US-Dollar) für die Betreibung eines Systems mit hohem Plastikeintrag innerhalb des BAU-Szenarios.

7 **Die Verringerung der Plastikeinträge ins Meer um etwa 80 Prozent (82 ±13 Prozent) wird eine neue Kunststoff-Kreislaufwirtschaft hervorbringen, die große Chancen – und Risiken – für die Branche birgt.** Derzeit stellt die Plastikverschmutzung angesichts der sich ändernden gesetzlichen Vorgaben und der wachsenden Missbilligung seitens der Verbraucher ein beträchtliches Risiko für Hersteller und Verwender von Neukunststoffen dar. Aber es gibt auch beträchtliche Chancen für Unternehmen, die ihrer Zeit voraus sind, d. h. Unternehmen, die bereit sind, ihre Wertschöpfung auf dem Prinzip der Kreislaufwirtschaft aufzubauen, und die ihre Einnahmen aus dem Materialkreislauf und nicht aus der Gewinnung und Umwandlung fossiler Brennstoffe generieren. Basierend auf besseren Designkonzepten, Materialien, Dienstleistungsmodellen, Sortier- und Recyclingtechnologien und intelligenten Sammel- und Lieferkettenmanagementsystemen können umfangreiche neue Wertschöpfungsquellen geschaffen werden. Im Rahmen des Systemwandel-Szenarios könnten wir die weltweit wachsende Nachfrage nach „Kunststoffnutzen" im Jahr 2040 mit ungefähr der gleichen Kunststoffmenge im System wie heute und einer um 11 Prozent (±1 Prozent) geringeren Produktion von Neukunststoffen decken. Dieses Szenario entkoppelt das Wachstum des Kunststoffsektors faktisch vom Wirtschaftswachstum.

8 **Ein Systemwandel würde unterschiedliche Umsetzungsprioritäten für verschiedene Regionen und verschiedene Kunststoffkategorien erfordern.** Länder mit hohem Einkommen sollten der Senkung des Gesamtkunststoffverbrauchs, der Unterbindung von Mikroplastikeinträgen, der Verbesserung der Produktdesignkonzepte und der Erhöhung der Recyclingquoten Vorrang geben. Das Hauptaugenmerk der Länder mit mittlerem/niedrigem Einkommen sollte auf der Ausweitung der formellen Abfallsammlung, einer maximalen Reduzierung und dem verstärkten Ersatz von Kunststoffen, Investitionen in die Sortier- und Recyclinginfrastruktur und der Reduzierung von Plastikeinträgen nach der Abfallsammlung liegen. Weltweit oberste Priorität hat die Reduzierung vermeidbarer Kunststoffe, von denen im BAU-Szenario bis 2040 weltweit 125 Millionen Tonnen (Schwankungsbereich: 110 Millionen Tonnen - 142 Millionen Tonnen) anfallen werden. In ähnlicher Weise sollten wir weltweit den Lösungen für die Kunststoffkategorien mit den höchsten Eintragsmengen Vorrang einräumen. Flexible Verpackungen (Tüten, Verpackungsfolien, Beutel usw.) sowie mehrschichtige und Mischkunststoffe (Portionsbeutel, Windeln, Getränkekartons usw.) machen mit 47 Prozent (Schwankungsbereich: 34 Prozent - 58 Prozent) bzw. 25 Prozent (Schwankungsbereich: 17 Prozent - 34 Prozent) der Eintragsmenge im Vergleich zu ihrer Produktionsmenge einen überproportionalen Anteil der Plastikverschmutzung aus.

9 **Das Angehen des Problems des Plastikeintrags in die Meere im Rahmen des Systemwandel-Szenarios hat zahlreiche positive Auswirkungen auf Klima, Gesundheit, Arbeitsplätze, Arbeitsbedingungen und Umwelt und leistet somit einen Beitrag zum Erreichen der von den Vereinten Nationen formulierten nachhaltigen Entwicklungsziele.** Das Szenario führt im Jahr 2040 zu 25 Prozent (±11 Prozent) weniger kunststoffbedingten Treibhausgasemissionen, wenngleich dies im Vergleich zu heute noch immer einen Anstieg bedeutet. Der Höhepunkt der Produktion von Neukunststoff wird 2027 erreicht. Darüber hinaus steigt die direkte Beschäftigung in der Kunststoffwertschöpfungskette netto um 700.000 Arbeitsplätze (Schwankungsbereich: 541.000-795.000), fast alle davon in Ländern mit mittlerem/niedrigem Einkommen. Die Steigerung des Materialwerts von Kunststoff durch eine recyclingfreundliche Auslegung kann zudem die Lebensbedingungen der 11 Millionen Müllsammler weltweit verbessern, die 2016 für 60 Prozent (Schwankungsbereich: 56 Prozent - 65 Prozent) des weltweiten Plastikrecyclings verantwortlich waren, da hierdurch sowohl die Werterhaltung des Kunststoffs erhöht als auch die Arbeitsbedingungen verbessert werden. Auch Gesundheitsrisiken werden gemindert, unter anderem durch die Reduzierung der offenen Verbrennung von 109 Millionen Tonnen (Schwankungsbereich: 108 Millionen-111 Millionen) Kunststoffabfällen pro Jahr.

10 **Jetzt ist die Zeit, um zu handeln: Wenn wir willens sind, die Kunststoffeinträge signifikant zu reduzieren, gibt es bereits Lösungen, die wir nur noch ergreifen müssen. Eine Verzögerung um weitere fünf Jahre würde dazu führen, dass bis 2040 zusätzlich ~80 Millionen Tonnen Plastik ins Meer gelangen.** Sämtliche Bausteine des Systemwandel-Szenarios sind heute vorhanden oder befinden sich kurz vor Abschluss ihrer Entwicklung. Verzögerungen bei der Umsetzung der acht Eingriffe würden die Welt wahrscheinlich von dem Weg hin zu einer Reduzierung des Plastikeintrags auf nahezu Null abbringen. Die nächsten zwei Jahre sind entscheidend, wenn bis 2025 wichtige Meilensteine erreicht werden sollen: Einstellung der Produktion vermeidbarer Kunststoffe, Anreize für Verbraucher zur Wiederverwendung, Verbesserung der Kennzeichnung und Erprobung von Innovationen wie z. B. neue Dienstleistungssysteme. Diese Schritte bilden die Grundlage für alle bis 2040 erforderlichen systemischen Lösungen.



Ein Fischer in Sri Lanka holt mit seinem synthetischen Fischernetz gefangenen Fisch ein. In diesen teilweise absichtlich im Meer entsorgten Netzen verfangen sich Meereslebewesen und erleiden teils tödliche Verletzungen

SmallWorldProduction/Adobe Stock

FAKTEN IM ÜBERBLICK

„Die Plastikwelle stoppen“ in Zahlen

Ausmaß des Problems

11 Millionen Tonnen
Plastik wurden 2016 **in die Meere eingetragen**

40 %
des derzeitigen globalen Kunststoffabfalls **landen in der Umwelt**

7 %
Verringerung des Plastikeintrags, wenn alle **derzeitigen Verpflichtungen von Politik und Industrie** bis 2040 umgesetzt werden

500.000
Menschen müssten bis 2040 täglich angeschlossen werden, um die Lücke bei der Abfallsammlung zu schließen

11 %
der Kunststoffeinträge im Jahr 2016 sind **Mikroplastik**

2x 3x 4x
Im BAU-Szenario wird sich die Kunststofferzeugung bis 2040 **verdoppeln**, der Plastikeintrag in die Meere wird sich nahezu **verdreifachen** und die Plastikmenge in den Meeren wird sich mehr als **vervierfachen**

45 %
der heutigen Kunststoffeinträge stammen aus **ländlichen Gebieten**, in denen die Abfallsammelwirtschaft nicht funktioniert

21 %
der Kunststoffe sind im Jahr 2016 **wirtschaftlich wiederverwertbar** (aber nur 15 % werden tatsächlich recycelt)

19 %
beträgt der Anteil des CO_2-Budgets, den die Kunststoffindustrie im BAU-Szenario bis 2040 verwendet, um unter 1,5 °C zu bleiben

80 %
beträgt der Anteil der Einträge von **flexiblen und mehrschichtigen Kunststoffen** im Jahr 2016

Das Systemwandel-Szenario verringert die Kunststoffverschmutzung um 80 % bis 2040:

Dies erfolgt durch die sofortige Umsetzung von acht einander ergänzenden Systemeingriffen innerhalb der gesamten Kunststoff-Wertschöpfungskette



* Abhängig von einer Dekarbonisierung der Energiequellen

Der integrierte Systemwandel bietet soziale, ökologische und wirtschaftliche Vorteile

80 %
weniger Kunststoffeinträge in die Meere bis 2040 im Vergleich zum BAU-Szenario

70 Milliarden USD
Einsparungen für Regierungen über 20 Jahre im Vergleich zum BAU-Szenario

700.000
zusätzliche Arbeitsplätze bis 2040 im Vergleich zum BAU-Szenario

25 %
Reduzierung der jährlichen Treibhausgasemissionen um 25 % bis 2040 im Vergleich zum BAU-Szenario

55 %
Verringerung der **Nachfrage nach Neukunststoff** bis 2040 im Vergleich zum BAU-Szenario

195 Millionen Tonnen
weniger andere Umweltverschmutzungen (Land und Atmosphäre)

Über das Projekt



Unter Wasser schwimmende Plastiktüte in Frankreich
damedia/Adobe Stock

Der vorliegende Bericht stellt einen machbaren und sinnvollen Weg zur gemeinsamen Lösung des Problems der Kunststoffverschmutzung vor. Der Bericht, der von The Pew Charitable Trusts und SYSTEMIQ mit einem Gremium von 17 internationalen Experten, der University of Oxford, der University of Leeds, der Ellen MacArthur Foundation und Common Seas ausgearbeitet wurde, präsentiert ein neues Modell, mit dem die wichtigsten Kunststoffströme und -mengen innerhalb des globalen Kunststoffsystems quantifiziert, die Menge der zwischen 2016 und 2040 gemäß sechs Szenarien (siehe Kasten 1) erwarteten Verschmutzung der Meere durch Kunststoffe geschätzt und die jeweiligen wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Auswirkungen dieser Szenarien bewertet werden sollen. Mit dieser Analyse möchten wir Entscheidungsträgern eine neue Evidenzbasis bieten, wenn sie ihre Antworten auf diese aufkommende globale Herausforderung ausrichten, Kosten-Nutzen-Abwägungen bewerten und Lösungen umsetzen.

Von den 335 Millionen Tonnen Kunststoff, die 2016 weltweit produziert wurden[18], stehen insgesamt 215 Millionen Tonnen im Blickpunkt unserer Analyse (wir konzentrieren uns auf Kunststoffe, die besonders häufig in die Meere eingetragen werden). Dieser Ansatz deckt die überwiegende Mehrheit landseitiger Quellen von Plastikeinträgen in die Meere ab, darunter sowohl Makroplastik (>5 mm) als auch vier Quellen von Mikroplastik (<5 mm). Meerseitige Eintragsquellen werden ebenfalls berücksichtigt, allerdings aufgrund eingeschränkter Datenverfügbarkeit nur qualitativ.

Unser Projekt soll sich mit sieben strategischen Fragen befassen, die bisher noch keine Antwort gefunden haben:

1. Sind wir auf dem richtigen Weg, um der Plastikverschmutzung ein Ende zu setzen?
2. Welche Auswirkungen hat dies für Wirtschaft, Umwelt und Menschen?
3. Verfügen wir über die notwendige Technologie, um das Problem zu lösen?
4. Welchen Ausweg gibt es?
5. Was wird dies kosten, und wer wird die Last tragen?
6. Ist die Lösung für Bürger, Unternehmen, Regierungen und Ökosysteme attraktiv?
7. Wo fangen wir an?

Unser Ziel ist es, den Ausblick und die Schlussfolgerungen dieser Analyse in die weltweite Diskussion und Planung im Hinblick auf diese drängende Herausforderung einfließen zu lassen. Wir sind zu dem Schluss gekommen, dass die internationale Gemeinschaft mit einer ambitionierten und systemweiten Strategie die wachsenden Kunststoffabfallquellen eindämmen und die Meeresverschmutzung verhindern kann.

Dieser auf die wesentlichen Punkte zusammengefasste Bericht gibt einen Überblick über die sechs Szenarien, erläutert unsere zehn kritischen Ergebnisse und umreißt die Schlüsselrollen der verschiedenen Interessengruppen. Alle Ergebnisse der stochastischen Modellierung werden mit 95-prozentigen Konfidenzintervallen im Abschnitt „Zeit für einen Paradigmenwechsel für Plastik" vorgestellt. Einzelheiten zu den Berechnungen der Messunsicherheit finden Sie in Abschnitt 5 im technischen Anhang.

Die vollständige Codebasis, alle Eingabedateien und Rohdaten für Modellläufe sind unter https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.3929470 erhältlich.

Weitere Informationen sind auf Anfrage erhältlich. Den vollständigen Bericht „Die Plastikwelle stoppen" finden Sie unter pewtrusts.org/breakingtheplasticwave oder systemiq.earth/breakingtheplasticwave.

Kasten 1: Modellierte Szenarien

In diesem Bericht werden sechs mögliche Szenarien zur Bekämpfung der Plastikverschmutzung der Meere analysiert, die jeweils auf unterschiedlichen Kombinationen von Systemeingriffen – oder eben einem Fehlen selbiger – basieren:

1. Business-as-Usual
Geht davon, dass es keinerlei Eingriffe im Hinblick auf die aktuelle Kunststoffpolitik, -wirtschaft, -infrastruktur oder -materialien gibt und sich weder die kulturellen Normen noch das Verhalten der Verbraucher ändern.

2. Derzeitige Verpflichtungen
Geht davon aus, dass alle großen Verpflichtungen, die der öffentliche Sektor und der private Sektor bereits zwischen 2016 und 2019 eingegangen sind, umgesetzt und durchgesetzt werden. Zu diesen Verpflichtungen gehören bestehende Verbote/Abgaben auf bestimmte Kunststoffprodukte sowie Ziele im Bereich Recycling und Wiederverwertbarkeit.

3. Sammeln und Entsorgen
Geht von einer ehrgeizigen globalen Ausweitung der Abfallsammeldienste und einer Erhöhung der weltweiten Kapazität der geplanten und bewirtschafteten Mülldeponien und -verbrennungsanlagen aus.

4. Recycling
Geht von einem ambitionierten Ausbau und Investitionen in die Infrastruktur für Abfallsammlung und -sortierung, werkstoffliches Recycling und das chemische Recycling von Kunststoff zu Kunststoff aus.

5. Reduzieren und Ersetzen
Geht von einer drastischen Reduzierung des Plastikverbrauchs durch Abschaffung, ambitionierte Einführung von Wiederverwendung und neuen Dienstleistungsmodellen sowie Investitionen in Kunststoffalternativen aus. Dieser Ansatz erfordert starke politische Eingriffe, um bestimmte Einwegkunststoffe zu verbieten und Anreize für eine Reduzierung und ein für die Wiederverwendung ausgelegtes Produktdesign zu schaffen.

6. Systemwandel-Szenario
Geht davon aus, dass acht Systemeingriffe gleichzeitig und zielgerichtet sowohl für Makro- als auch für Mikroplastik zur Anwendung kommen. Dieses Szenario nutzt die Synergien zwischen vor- und nachgelagerten Eingriffen und ist das einzige, das beide Aspekte umfasst.

Zehn kritische Ergebnisse



Plastikmüll auf einem See
Sergey/Adobe Stock

Der Plastikeintrag in die Meere wird sich bis 2040 voraussichtlich nahezu verdreifachen. Ohne rigorose Maßnahmen gegen die Plastikverschmutzung werden pro Meter Küstenlinie 50 Kilogramm (kg) Plastik in die Meere gelangen. Unsere Analyse zeigt unter anderem, dass sich der jährliche Plastikeintrag in die Meere unter Einsatz der vorhandenen Technologien bis 2040 im Vergleich zum „Business as Usual"-Szenario um 80 Prozent verringert lässt. Das Verständnis der Wirksamkeit verschiedener Lösungsansätze und der damit verbundenen wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Auswirkungen ist entscheidend, um Fortschritte bei der Eindämmung der Plastikverschmutzung der Meere zu erzielen.

An dieser Stelle erläutern wir die 10 kritischen Ergebnisse unseres Berichts:

ERGEBNIS 1

Business-as-Usual führt dazu, dass 2040 fast die dreifache Plastikmenge in die Meere eingetragen wird

Unseren Schätzungen zufolge sind 2016 11 Millionen Tonnen Plastik vom Land aus in die Meere gelangt, zusätzlich zu den geschätzten 150 Millionen Tonnen Plastik, die sich bereits dort befinden[19]. Im Rahmen des Business-as-Usual (BAU)-Szenarios wird sich der Eintrag von Kunststoffen in die Meere bis 2040 voraussichtlich auf 29 Millionen Tonnen pro Jahr erhöhen und sich damit nahezu verdreifachen. Dies entspricht 50 kg Kunststoff pro Meter Küstenlinie weltweit. Da Plastik über Hunderte von Jahren oder länger im Meer verweilt und möglicherweise nie biologisch abgebaut wird, könnte die kumulierte Menge an Plastik in den Meeren in den nächsten 20 Jahren um 450 Millionen Tonnen anwachsen - mit schwerwiegenden Folgen für den Zustand der Meere und die menschliche Gesundheit.

Vier erschwerende Entwicklungen treiben die Zunahme der Plastikverschmutzung weiter voran: das anhaltende Bevölkerungswachstum, der steigende Pro-Kopf-Plastikverbrauch, der zum Teil durch die zunehmende Produktion von billigem Neukunststoff befeuert wird, die Verlagerung auf geringwertige/nicht wiederverwertbare Materialien und der wachsende Anteil des Plastikverbrauchs in Ländern mit niedrigen Abfallsammelquoten. Im Rahmen des BAU-Szenarios könnte das gesamte Kunststoffabfallaufkommen bis 2040 um das Zweifache ansteigen. Gleichzeitig werden etwa 4 Milliarden Menschen wahrscheinlich an keine organisierten Abfallsammeldienste angeschlossen sein. Da die Infrastruktur der Abfallentsorgung nicht in der Lage ist, mit diesem exponentiellen Wachstum Schritt zu halten, ist zu erwarten, dass die Plastikabfälle von 91 Millionen Tonnen im Jahr 2016 auf 239 Millionen Tonnen im Jahr 2040 steigen werden (siehe Abbildung 1).

Abbildung 1: Verbleib aller Kunststoffabfälle im Business-as-Usual-Szenario

Die Menge des unsachgemäß entsorgten Kunststoffabfalls wird von 91 Millionen Tonnen im Jahr 2016 auf 239 Millionen Tonnen bis 2040 anwachsen

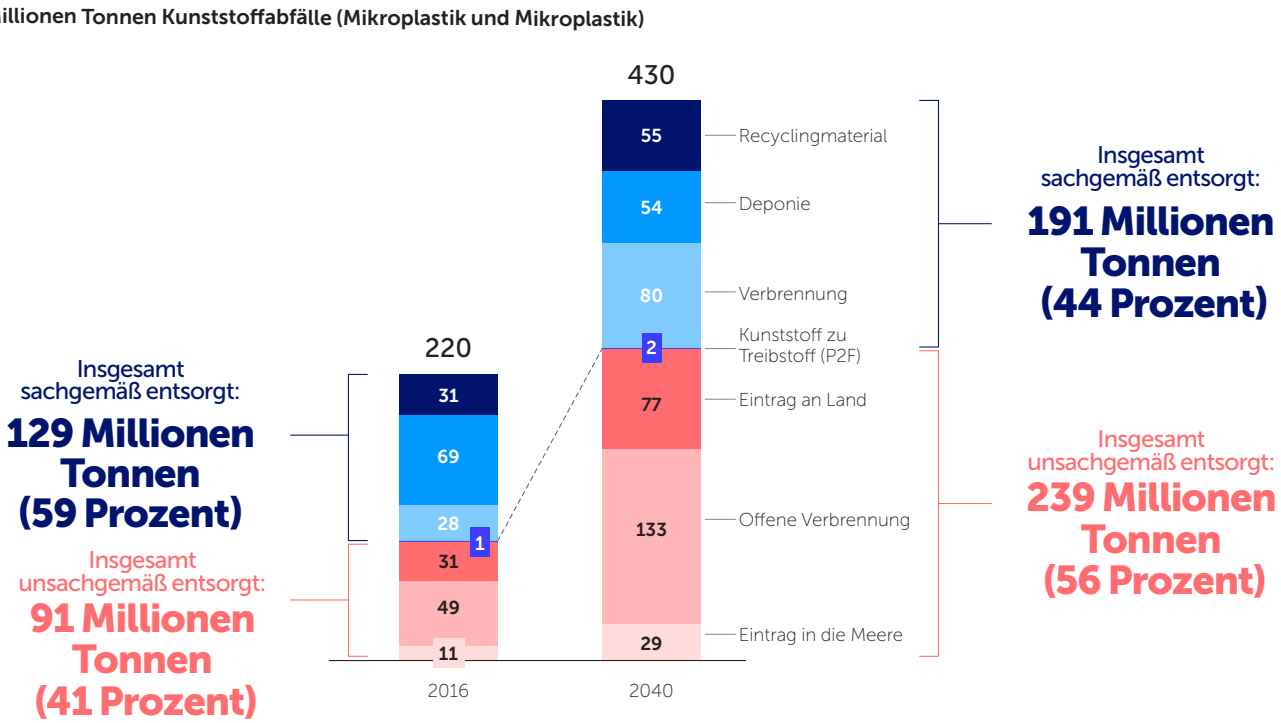
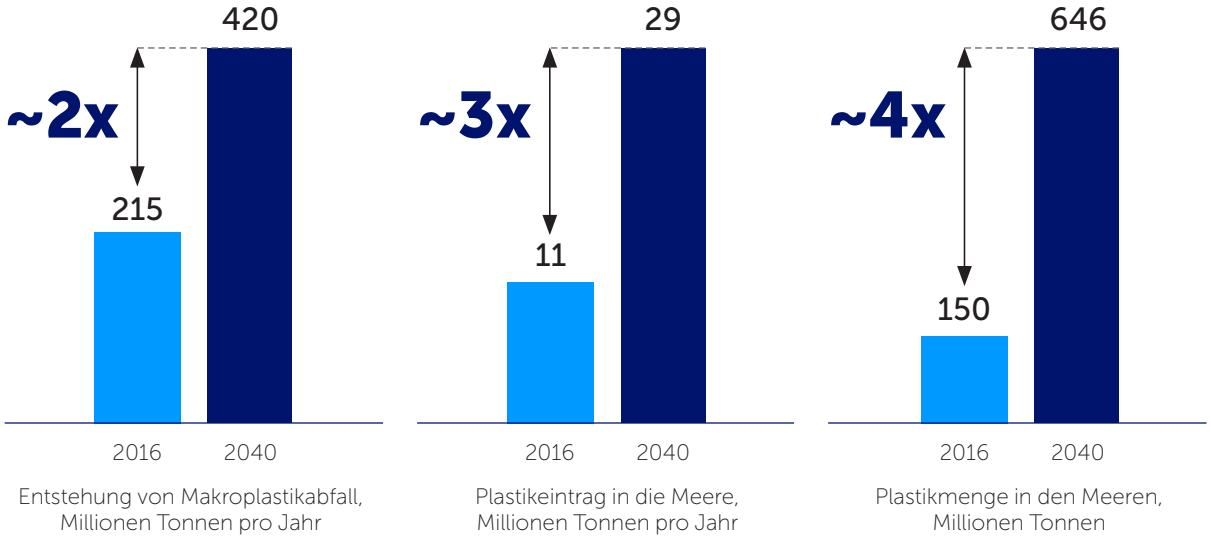


Abbildung 2: Business-as-Usual-Projektionen für kritische Kunststoffindikatoren

In den nächsten 20 Jahren wird sich das Aufkommen an Kunststoffabfällen verdoppeln, Kunststoffeinträge in die Meere werden sich fast verdreifachen und die Kunststoffmenge in den Meeren[20] wird sich mehr als vervierfachen



Entstehung von Makroplastikabfall, Millionen Tonnen pro Jahr

Plastikeintrag in die Meere, Millionen Tonnen pro Jahr

Plastikmenge in den Meeren, Millionen Tonnen

Das BAU-Szenario birgt zahlreiche Risiken. Die Kosten des Nichthandelns sind sowohl für die Meeresumwelt als auch für die menschliche Gesundheit, die Gesellschaft und die Wirtschaft hoch. Die direkten Bedrohungen für Meeresfauna und -flora, die Verbreitung invasiver Arten und die Kontaminierung der Nahrungsketten der Meere durch zusätzliche 450 Millionen Tonnen Plastikmüll könnten die Produktivität von Fischerei und Aquakultur verringern und die Funktion der aquatischen Ökosysteme sowie die wissenschaftlichen und kulturellen Ökosystemdienstleistungen der Meeresumwelt beeinträchtigen. Auch die erhöhte Plastikproduktion und ein unsachgemäßes Abfallmanagement stellen eine Gefahr für die menschliche Gesundheit dar. Einige der größten Risiken ergeben sich hierbei aus der offenen Abfallverbrennung, die im BAU-Szenario voraussichtlich von 49 Millionen Tonnen im Jahr 2016 auf 133 Millionen Tonnen im Jahr 2040 ansteigen wird und sich somit fast verdreifacht. Hierdurch erhöht sich wiederum die Freisetzung schwer abbaubarer, giftiger Chemikalien, die das Risiko von Herz-Kreislauferkrankungen, Krebs, Atemwegsinfektionen, Asthma, Beeinträchtigungen der Fortpflanzungsfähigkeit und Schädigungen des Zentralnervensystems erhöhen können[21]. Darüber hinaus haben verschiedene Studien Mikroplastik in Lebensmitteln gefunden. Auch im Gewebe von wirbellosen Land- und Meerestieren, Fischen und sogar beim Menschen wurde Mikroplastik nachgewiesen[22]. Es steht zu erwarten, dass das BAU-Szenario zu einer 2,4-fachen Zunahme des primären Mikroplastikeintrags in die Meere führen würde. Die möglichen Langzeitfolgen sind noch zu untersuchen.

Im BAU-Szenario würden sich die kunststoffbedingten Emissionen bis 2040 auf 2,1 $GtCO_2e$ verdoppeln, was 19 Prozent des gesamten jährlich zulässigen Emissionsbudgets entspricht, wenn wir die globale Erwärmung auf 1,5 °C begrenzen wollen.

Die derzeitigen Methoden des End-of-Life-(Fehl)-Managements für diese Produkte haben einen hohen Preis, der sich nicht in dem niedrigen Preis für Neukunststoff widerspiegelt. Zu den sozioökonomischen Auswirkungen gehören der Wertverlust von Landflächen in der Nähe von Plastikverschmutzung und die verminderte Lebensqualität für Küstengemeinden. Für Unternehmen, die auf saubere Meere angewiesen sind, gibt es zudem direkte, materielle Risiken durch Plastikmüll im Meer. Die Plastikverschmutzung ist bei Fischerei- und Tourismusbetrieben sowie Infrastrukturbetreibern unter anderem für finanzielle Einbußen in Höhe von jährlich schätzungsweise 13 Milliarden US-Dollar verantwortlich[23]. Gleichzeitig stellen strengere Vorschriften und eine mögliche Abstrafung seitens der Verbraucher ein enormes Risiko für Unternehmen mit plastikintensivem ökologischem Fußabdruck dar, da sie Gefahr laufen, ihre gesellschaftliche Akzeptanz zu verlieren[24]. Im BAU-Szenario könnten diese Unternehmen finanziellen Belastungen ausgesetzt sein, sei es durch Steuern auf Neukunststoffe oder Gebühren für die erweiterte Herstellerverantwortung zur Deckung der Kosten für Sammlung und sichere Entsorgung. Dabei handelt es sich um ein finanzielles Risiko in Höhe von insgesamt 100 Milliarden US-Dollar pro Jahr, was bei margenschwachen Unternehmen 25 Prozent des Umsatzes entspricht[25].

Die Fortsetzung des BAU-Kurses würde zudem die Anstrengungen zur Eindämmung des Klimawandels weiter gefährden und ist mit den Zielen des Pariser Klimaabkommens unvereinbar. Wir schätzen, dass sich die durch den Lebenszyklus von Kunststoffen verursachten Emissionen von 1,0 Gigatonnen CO_2-Äquivalent ($GtCO_2e$) im Jahr 2016 auf 2,1 $GtCO_2e$ im Jahr 2040 verdoppeln würden. Bei einem erklärten Klimaziel mit einer Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C macht dies 19 Prozent (gegenüber 3 Prozent heute) des gesamten jährlich zulässigen Emissionsbudgets aus[26].

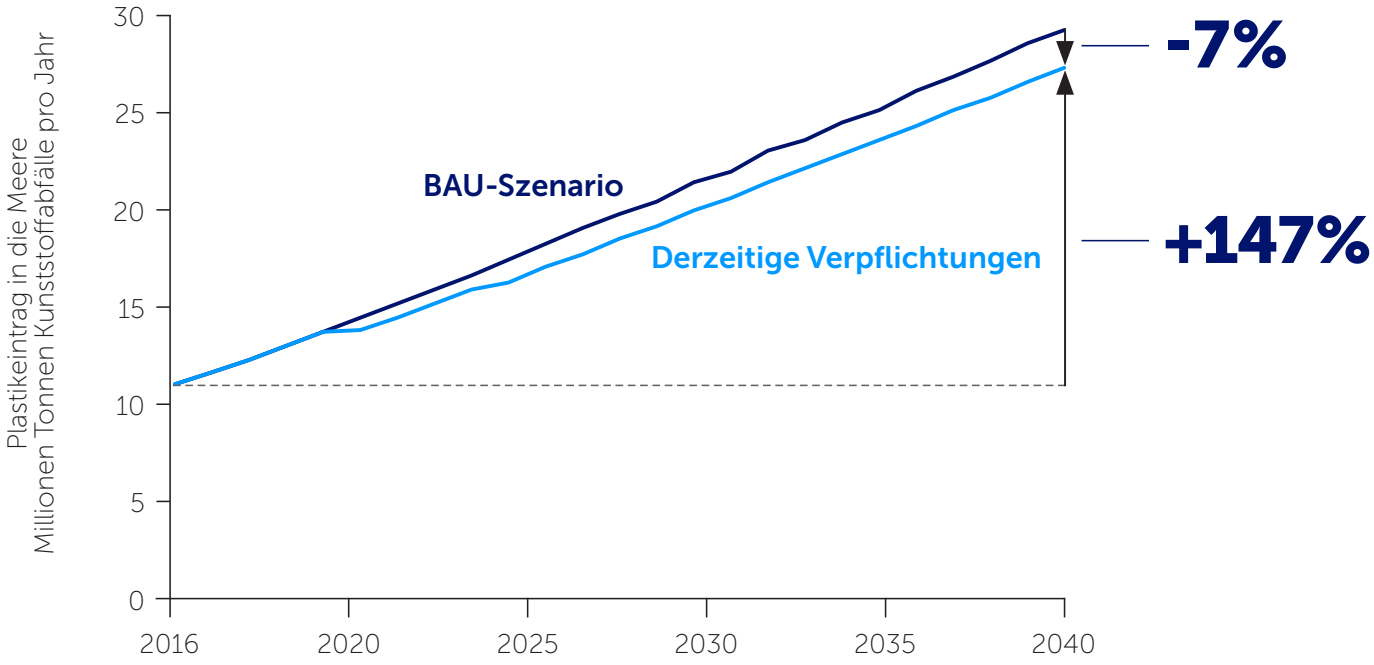
ERGEBNIS 2

Die derzeitigen Verpflichtungen sind für das Ausmaß der Herausforderung nicht ausreichend

Der zunehmende öffentliche Druck im Hinblick auf die Plastikverschmutzung der Meere hat zahlreiche Regierungen und Unternehmen dazu veranlasst, Verpflichtungen einzugehen, die vom Verbot bestimmter Kunststoffe über die Festlegung ambitionierterer Recycling-Ziele, die Einführung von Produktstandards, eine erweiterte Herstellerverantwortung, Investitionen in die Recycling-Infrastruktur bis hin zu einer Verhängung von Handelsbeschränkungen für Plastikabfälle reichen. Unseren Schätzungen zufolge wird das „Szenario der derzeitigen Verpflichtungen" aufgrund politischer Auflagen bis 2040 zu einer Verringerung der Kunststoffproduktion und des Kunststoffverbrauchs um jährlich 19 Millionen Tonnen führen, während sich der Recyclinganteil bis 2025 aufgrund der von mehr als 400 Unternehmen eingegangenen Verpflichtungen jährlich um 5,4 Millionen Tonnen erhöhen wird. Das bedeutet, dass selbst bei vollständiger Umsetzung der derzeitigen Verpflichtungen seitens der Regierungen und der Industrie der Eintrag von Plastik in die Meere im Jahr 2040 wahrscheinlich nur 7 Prozent niedriger sein wird als im BAU-Szenario (siehe Abbildung 3). Unterdessen werden Hunderte von Milliarden Dollar in neue Produktionsanlagen für Neuplastik investiert, so dass der Status quo mit jedem Tag stärker zementiert wird und die weltweite Kunststoffproduktion im nächsten Jahrzehnt voraussichtlich um 40 Prozent steigen wird[27]. Unsere Analyse zeigt, dass Neuplastik selbst bei einer Umsetzung aller derzeitigen Verpflichtungen wahrscheinlich weiterhin ein billiger Rohstoff bleibt, was einen anhaltend hohen Verbrauch nach sich ziehen wird.

Abbildung 3: Landgseitige Kunststoffeinträge bei den BAU- und Derzeitige Verpflichtungen-Szenarien

Die derzeitigen Verpflichtungen von Industrie und Politik erreichen im Vergleich zum Business-as-Usual-Szenario nur 7 Prozent weniger Kunststoffeinträge in die Meere



Die Bestrebungen der Regierungen sind breitgefächert und können bei einer vollständigen Umsetzung Wirkung zeigen. Statt systemweite Richtlinien zu erlassen und systemweite Standards zu setzen, konzentrieren sich die meisten neuen Verordnungen jedoch auf spezifische Punkte. Dabei gehen sie weder auf das prognostizierte Wachstum der Kunststoffproduktion ein noch ergreifen sie Maßnahmen, um hier bremsend einzuwirken. Die Gesamtwirkung aller geltenden nationalen und kommunalen Rechtsvorschriften für einzelne Gebrauchsgegenstände, wie Strohhalme, Plastiktüten, Rührstäbchen, Plastikbecher, Wattestäbchen und Plastikflaschen, summieren sich einfach nicht zu einer signifikanten Verringerung der Gesamtmenge des weltweit erzeugten und in die Meere eingetragenen Plastikmülls. Erschwerend kommt hinzu, dass die Infrastruktur für die Abfallsammlung in den vergangenen zwei Jahrzehnten im Verhältnis zum Kunststoffabfallaufkommen, das sich unseren Schätzungen zufolge mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 4 bis 7 Prozent erhöht hat, nicht hinreichend gewachsen ist. Die Regierungen müssten jetzt handeln, um den weiteren Ausbau der Kunststoffproduktion einzudämmen, systemweite Standards, Ziele und Anreize zu setzen, um die vorgelagerte Reduzierung, die Wiederverwendung, passende Materialalternativen und recyclingfreundliches Verpackungsdesign voranzutreiben, und gleichzeitig in die nachgelagerte Infrastruktur für Abfallsammlung und Recycling zu investieren.

Die Industrie ist im Rahmen des New Plastics Economy Global Commitment, der Alliance to End Plastic Waste und anderer Instrumente verschiedene Verpflichtungen eingegangen. Der Schwerpunkt liegt dabei jedoch vor allem auf der Recyclingfähigkeit, den Recyclingzielen und anderen nachgelagerten Lösungen, doch auch im Hinblick auf vorgelagerte Lösungen sind erhebliche Anstrengungen erforderlich. Die Unternehmen, die das Global Commitment unterzeichnet haben, haben sich verpflichtet, bis 2025 zu 100 Prozent wiederverwendbare, recycelbare oder kompostierbare Verpackungen zu verwenden und Maßnahmen zu ergreifen, um auf problematische oder unnötige Plastikverpackungen zu verzichten und von Einweg- auf Mehrwegmodelle umzusteigen. Jedoch haben sie sich bislang noch keinen spezifischen Zielen hinsichtlich Eliminierung oder Wiederverwendung verpflichtet. Um die Plastikverschmutzung effizient zu reduzieren, sollten Unternehmen, die bislang noch keine Verpflichtungen eingegangen sind (d. h. bislang noch die überwiegende Mehrheit), diesen Schritt vollziehen und die entsprechende Umsetzung sicherstellen. Die Industrie sollte Geschäftsmodelle, Produkte und Materialien in großem Maßstab so umgestalten, dass das Wirtschaftswachstum explizit vom Wachstum der Kunststoffindustrie abkoppelt wird, und gleichzeitig ihre Bemühungen im Hinblick auf Reduzierung, Nachfüllsysteme und neue Dienstleistungsmodelle deutlich verstärken.

ERGEBNIS 3

Einzellösungsstrategien können die Plastikverschmutzung nicht aufhalten

Es wurden bereits zahlreiche Strategien vorgeschlagen, um den Eintrag von Plastik in die Meere zu reduzieren oder sogar komplett zu unterbinden. Doch es gibt keine Patentlösung, die dies bis 2040 effektiv bewerkstelligen könnte. Unsere Modellierung zeigt, dass bis 2040 keine der Einzellösungsstrategien in der Lage ist, den Plastikeintrag in die Meere unter das Niveau von 2016, geschweige denn auf nahezu Null abzusenken, ohne dabei an wesentliche technische, wirtschaftliche, soziale oder ökologische Grenzen zu stoßen. Behauptungen, nach denen wir die Plastikverschmutzung bekämpfen können, indem wir uns ausschließlich auf die Abfallwirtschaft oder ausschließlich auf die Reduzierung und den Ersatz konzentrieren, mögen zwar verlockend klingen, sind aber bestenfalls die halbe Wahrheit.

Obwohl die Ausweitung des Recyclings eine entscheidende Bedeutung hat, ist es weder technisch noch finanziell machbar, die Plastikverschmutzung durch eine vollständige Erfassung aller Kunststoffmaterialien im Recyclingprozess zu stoppen.

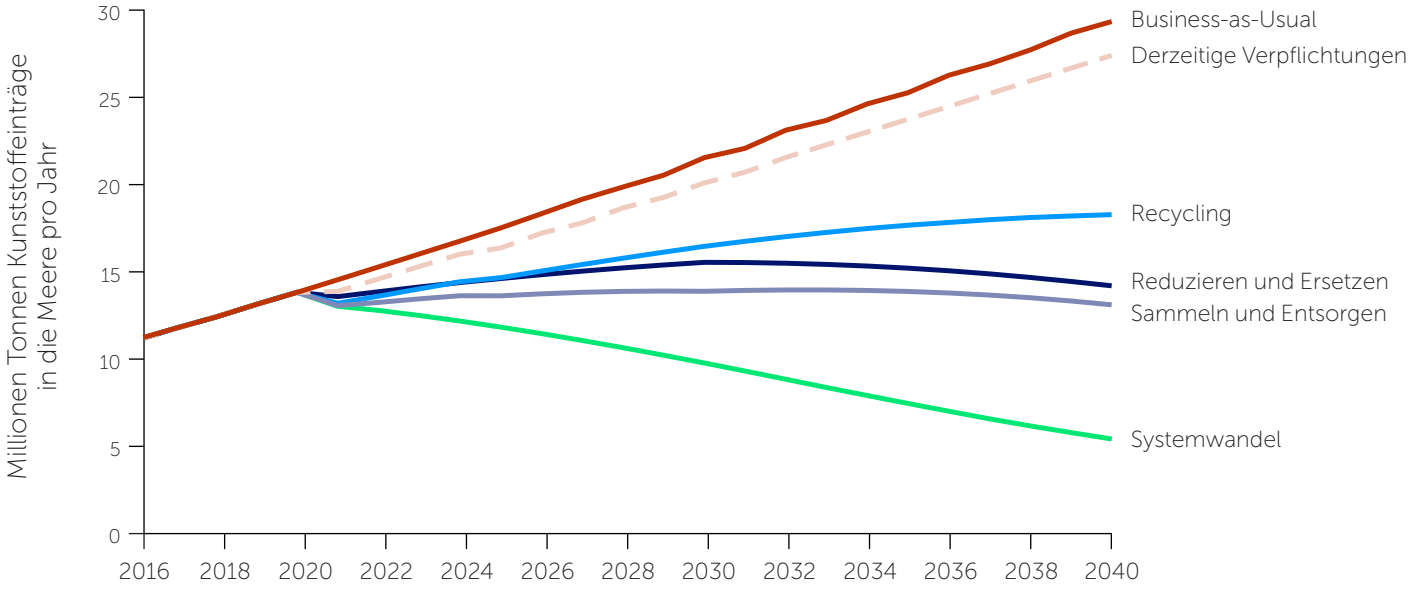
Vorgelagerte Lösungen, die darauf abzielen, die Verwendung von Plastik zu reduzieren oder zu ersetzen, sind zwar wichtig, sollten aber mit Bedacht skaliert werden, um unbeabsichtigte soziale oder ökologische Folgen zu begrenzen. Auch nachgelagerte Lösungen sind von wesentlicher Bedeutung, gelangen aber durch die begrenzte Wirtschaftlichkeit, ihre negativen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt und das realistische Tempo der Infrastrukturentwicklung an ihre Grenzen. Ihr Einsatz sollte daher gegen verschiedene Kompromisse abgewogen und sorgfältig kontrolliert werden. Um die beabsichtigten Ergebnisse zu erzielen, sollten verschiedene Lösungen aus allen genannten Ansätzen kombiniert werden.

Um das Potenzial der wichtigsten Einzellösungsstrategien zu analysieren, haben wir drei solcher Szenarien modelliert, die sich auf eine ambitionierte Umsetzung von vor- oder nachgelagerten Maßnahmen konzentrieren – das Sammeln und Entsorgen-Szenario, das Recycling-Szenario und das Reduzieren und Ersetzen-Szenario. Um Lösungen miteinander zu vergleichen, die auf sehr unterschiedliche Dimensionen abzielen – Umwelt (Umweltverschmutzung und Treibhausgasemissionen), Wirtschaft, Leistung (Gesundheit, Sicherheit, Produktschutz) und Verbraucherakzeptanz – wurden für die drei Szenarien „rote Linien" definiert, die ihre maximalen vorhersehbaren Wachstums- und Umsetzungsgrenzen widerspiegeln. Unsere Ergebnisse zeigen, dass – obwohl alle drei Szenarien im Vergleich zum BAU-Szenario oder dem Szenario der derzeitigen Verpflichtungen eine signifikante Verringerung des Plastikeintrags in die Meere bis 2040 darstellen, wie Abbildung 4 zeigt – keines von ihnen einen glaubwürdigen Weg hin zu einer weitgehend vollständigen Unterbindung des Eintrags von Kunststoffen bietet.
Unsere Analyse zeigt, dass bei einer Strategie, die sich ausschließlich auf die Sammlung und Entsorgung konzentriert, bis 2040 wahrscheinlich immer noch 13 Millionen Tonnen Plastik pro Jahr ins Meer gelangen würden, d. h. 18 Prozent mehr als im Jahr 2016. Unsere Analyse verdeutlicht zudem die unüberwindbaren Grenzen dieses Ansatzes – und nicht zuletzt, dass dieses Szenario Regierungen von 2021 bis 2040 im Vergleich zum BAU-Szenario 130 Milliarden US-Dollar (Barwert) mehr kosten würde. Es darf nicht außer Acht gelassen werden, dass bei jedem Versuch, das Problem der Plastikverschmutzung allein durch Abfallmanagement zu lösen, eine riesige Lücke bei der Abfallsammlung geschlossen werden müsste. Es wird erwartet, dass die Zahl der Menschen, die an Abfallsammeldienste angeschlossen werden müssen, bis 2040 auf etwa 4 Milliarden ansteigen wird, wobei diese Menschen hauptsächlich in Ländern mit mittlerem/niedrigem Einkommen und/oder in ländlichen Gebieten leben. Die Schließung dieser Lücke bei der Abfallsammlung würde bedeuten, dass bis 2040 täglich und pro Tag etwa 500.000 Menschen an Abfallsammeldienste angeschlossen werden müssten. In Anbetracht der im Rahmen des BAU-Szenarios prognostizierten Zunahme von Kunststoffproduktion und -verbrauch wird die Sammlung des gesamten Plastikabfalls zwischen 2021 und 2040 510 Milliarden US-Dollar kosten. Erschwerend kommt hinzu, dass Plastik nicht isoliert gesammelt werden kann, d. h. es müssten auch andere Abfallströme gesammelt werden. Infolgedessen belaufen sich die tatsächlichen Ausgaben, die für das Abfallmanagement auf die Regierungen zukommen, auf 3,1 Billionen US-Dollar.
Die Umsetzung einer Lösung, die ausschließlich auf dem Abfallmanagement basiert, ist daher höchst unwahrscheinlich – es sei denn, sie geht mit einer signifikanten Reduzierung des Abfalls im System einher.

Eine Strategie, die sich ausschließlich auf Recycling konzentriert – einschließlich eines ambitionierten Recyclingkonzepts mit Ausbau der Infrastruktur für Sammlung, Sortierung, werkstoffliches Recycling und chemisches Recycling von Kunststoff zu Kunststoff – würde dazu führen, dass bis 2040 jährlich 18 Millionen Tonnen Plastik ins Meer gelangen würden. Dieser Wert läge 65 Prozent über dem Niveau von 2016 und würde die Regierungen zwischen 2021 und 2040 insgesamt 140 Milliarden US-Dollar (Barwert) mehr als das BAU-Szenario kosten. Obwohl die Ausweitung des

Abbildung 4: Landseitige Kunststoffeinträge bei verschiedenen Szenarien

Das Systemwandel-Szenario würde im Vergleich zum Business-as-Usual-Szenario eine 80-prozentige Reduzierung der jährlichen Plastikeinträge in die Meere erreichen und damit alle anderen modellierten Szenarien übertreffen



Die Grafik zeigt das in verschiedenen Szenarien über die Zeit hinweg erwartete Ausmaß von Kunststoffeinträgen in die Meere. Die Grafik zeigt, dass die vorgelagerten Lösungsansätze (Reduzieren & Ersetzen-Szenario) und die nachgelagerten Lösungsansätze (Sammeln & Entsorgen-Szenario und Recycling-Szenario) die jährlichen Eintragsmengen im Vergleich zum BAU-Szenario zwar reduzieren, aber nicht unter das Niveau von 2016 absenken. Nur das Szenario mit integrierten vor- und nachgelagerten Lösungsansätzen (Systemwandel-Szenario) kann die Eintragsniveaus deutlich reduzieren.

Recyclings eine entscheidende Bedeutung hat, ist es weder technisch noch finanziell machbar, die Plastikverschmutzung durch eine vollständige Erfassung aller Kunststoffmaterialien im Recyclingprozess zu stoppen. Wir schätzen, dass 54 Prozent der Kunststoffe für ein wirtschaftliches, werkstoffliches Recycling ausgelegt werden könnten (gegenüber aktuell 21 Prozent), was zu einer werkstofflichen Recyclingquote von 33 Prozent führen würde (nach Verlusten und Infrastrukturbeschränkungen). Darüber hinaus schätzen wir, dass 20 Prozent des gesamten Makroplastiks für das chemische Recycling in Frage kommen könnten, was zu einer chemischen Recyclingquote von 6 Prozent führen würde (nach Verlusten und Infrastrukturbeschränkungen und ohne Berücksichtigung der Entsorgung durch die Umwandlung in Treibstoffe). Zurückzuführen ist dieses Ergebnis auf die Effizienz des werkstofflichen Recyclings für bestimmte Kunststoffe, auf Regionen, in denen chemisches Recycling wahrscheinlich nicht wirtschaftlich ist, und auf Kunststoffarten, die für diese Technologie nicht in Frage kommen und bei denen auch Beschränkungen hinsichtlich der Geschwindigkeit des Infrastrukturausbaus berücksichtigt wurden.

Eine Strategie, die sich ausschließlich auf Recycling stützt, würde dazu führen, dass bis 2040 jährlich 18 Millionen Tonnen Kunststoff in die Meere gelangen, d. h. 65 Prozent über dem Niveau von 2016. Eine solche Strategie würde die Regierungen zwischen 2021 und 2040 140 Milliarden US-Dollar (Barwert) mehr als das BAU-Szenario kosten.

Letztlich würde eine ausschließlich auf Reduzieren und Ersetzen gestützte Strategie dazu führen, dass bis 2040 jährlich 14 Millionen Tonnen Plastik in die Meere gelangen würden, d. h. 28 Prozent mehr als im Jahr 2016. Isoliert durchgeführt ist es wenig wahrscheinlich, dass sich der Plastikeintrag durch Reduzieren und Ersetzen bis 2040 auf Null drosseln lässt, da es zahlreiche Anwendungsgebiete von Kunststoff gibt, die sich innerhalb sozialer, politischer, ökologischer und wirtschaftlicher Grenzen sowie innerhalb des gegebenen Zeitrahmens nur schwer reduzieren oder ersetzen lassen.

Um zu quantifizieren, wie hoch die Kosten zwei dieser Szenarien wären, wenn wir sie so „forcieren" würden, dass sie bis 2040 eine ähnliche Größenordnung an Plastikeinträgen in die Meere erreichen wie das Systemwandel-Szenario (5 Millionen Tonnen pro Jahr), haben wir auch die Auswirkungen übergeordneter technischer, ökologischer oder sozialer Zwänge modelliert. Die Ergebnisse zeigen, dass die Kosten (Barwert), die für die Regierungen durch die Forcierung des Sammeln- und Entsorgen-Szenarios und des Recycling-Szenarios entstehen, schätzungsweise 820 Milliarden US-Dollar bzw. 850 Milliarden US-Dollar betragen. Im Vergleich dazu belaufen sich die Kosten für das integrierte Systemwandel-Szenario, das bis 2040 zudem geringfügig niedrigere Treibhausgasemissionen verursacht als die beiden Einzellösungsstrategien, auf 600 Milliarden US-Dollar.

Die Schlussfolgerung dieser Analyse liegt auf der Hand: Ein systemweites Problem erfordert systemweite Veränderungen. Um der Plastikverschmutzung der Meere ein Ende zu setzen, ist ein integriertes Portfolio aus vor- und nachgelagerten Lösungen – oder Systemeingriffen – erforderlich.

ERGEBNIS 4

Durch die Anwendung bestehender vor- und nachgelagerter Lösungen lässt sich das Problem zu 80 Prozent lösen

Die drastische Reduzierung des durch das Kunststoffsystem erzeugten, unsachgemäß entsorgten Abfalls ist eine komplexe Herausforderung auf Systemebene, die Eingriffe auf Systemebene erfordert. Unser Systemwandel-Szenario zeigt einen gangbaren und attraktiven Weg auf, mit dem sich die Plastikverschmutzung der Meere unterbinden ließe. Dabei kommen acht bestehende Systemeingriffe (siehe Kasten 2) gleichzeitig, zielgerichtet und mit sofortiger Wirkung zur Anwendung. Um den Erfolg zu gewährleisten, sollten diese Systemeingriffe stets in Kombination und sofern möglich sowohl für Makro- als auch für Mikroplastik angewendet werden, wobei der Schwerpunkt auf vermeidbaren Einwegkunststoffen liegen sollte. Bis 2040 werden mit dem Systemwandel-Szenario im Vergleich zum BAU-Szenario 30 Prozent des Kunststoffbedarfs reduziert, 17 Prozent der Kunststoffe werden ersetzt, 20 Prozent recycelt und 23 Prozent in kontrollierten Anlagen entsorgt. Die übrigen 10 Prozent werden nach wie vor nicht sachgemäß entsorgt (siehe Abbildung 5).

Alle im Rahmen des Systemwandel-Szenarios vorgestellten Lösungen existieren bereits. Ihre Umsetzung ist technisch machbar, wirtschaftlich tragfähig und sozial verträglich. Es ist nicht der Mangel an technischen Lösungen, der uns daran hindert, das Problem der Plastikverschmutzung anzugehen, sondern vielmehr die unzulänglichen gesetzlichen Rahmenbedingungen, Geschäftsmodelle, Anreize und Finanzierungsmechanismen. Wenn wir diese Hindernisse überwinden, können wir das volle Potenzial des integrierten Lösungsansatzes des Systemwandel-Szenarios ausschöpfen und bis 2040 eine rund 80-prozentige Verringerung des jährlichen Kunststoffeintrags in die Meere erreichen.

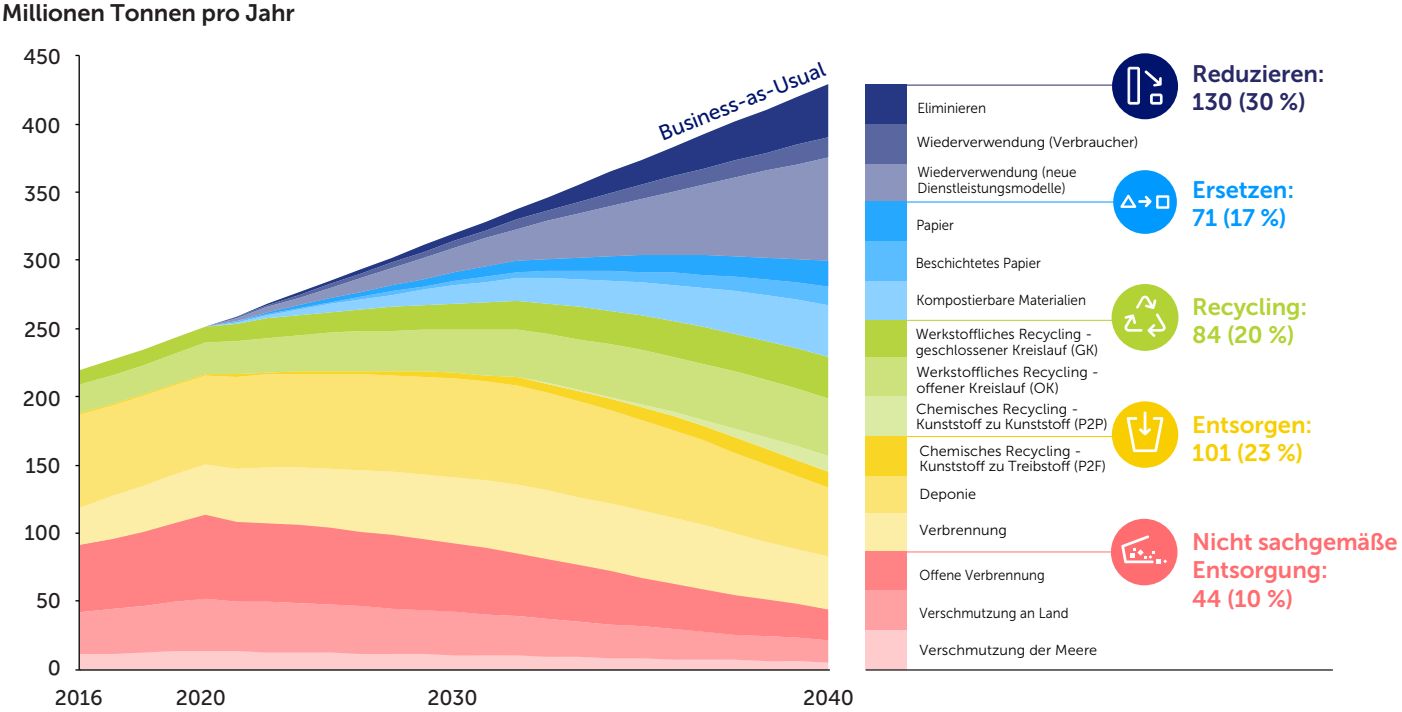
Prioritätensetzung für die in diesem Bericht diskutierten Lösungen

Im Rahmen des Systemwandel-Szenarios hängt die Gesamtreduzierung des Plastikeintrags in die Meere davon ab, dass alle Systemeingriffe zielstrebig und gleichzeitig durchgeführt werden. In der Praxis müssen dort, wo Finanzierung und Investitionen begrenzt sind, bei den einzelnen Eingriffen unter Umständen Prioritäten gesetzt werden. Aus unserer Analyse lassen sich einige allgemeine Leitlinien zur Prioritätensetzung ableiten:

- Eine Reduzierung der Kunststoffproduktion – durch die zunehmende Eliminierung von Plastik, die Ausweitung der Wiederverwendungsmöglichkeiten für den Verbraucher oder neue Dienstleistungssysteme – ist aus ökologischer, wirtschaftlicher und sozialer Sicht die attraktivste Lösung. Sie birgt das größte Potenzial zur Reduzierung der Plastikverschmutzung, stellt oftmals eine Nettoeinsparung dar und bietet zudem die größte Möglichkeit zur Verringerung der Treibhausgasemissionen.

Abbildung 5: Plastik-Verbleib im Systemwandel-Szenario: eine „Keil"-Analyse

Es gibt einen Weg, den Eintrag von Plastik in die Meere deutlich zu reduzieren, aber nur, wenn alle Lösungen gleichzeitig, ambitioniert und mit sofortiger Wirkung umgesetzt werden



Diese „Keile"-Darstellung zeigt den Anteil der Entsorgungs- oder Wiederaufbereitungsmöglichkeiten für den Kunststoff, der im Laufe der Zeit im Rahmen des Systemwandel-Szenarios in das System gelangt. Kunststoff, der in das System gelangt, hat ein „Einzelschicksal" bzw. einen eigenen „Keil". Die Zahlen umfassen Makro- und Mikroplastik.

- Werkstoffliches Recycling ist aus wirtschaftlicher, klimatischer und technologischer Sicht attraktiver als das chemische Recycling oder Kunststoffalternativen. Um tragfähig zu sein, sollten und können Kunststoffe für das Recycling konzipiert werden und - was wichtig ist - werkstofflich recycelt werden, wo immer dies möglich ist. Für jede Tonne werkstofflich recyceltes Ausgangsmaterial werden im Vergleich zur Neukunststoffproduktion gerade einmal 48 Prozent der Treibhausgasemissionen ausgestoßen. Zudem muss weniger Neumaterial gewonnen werden und die Kreislaufwirtschaft wird gefördert.
- Der Ersatz von Kunststoff durch Kunststoffalternativen sollte von Fall zu Fall und je nach gewünschten Anwendungsgebieten und geografischem Kontext bewertet werden. Ersatzstoffe sind in der Regel teurer als Kunststoffe und ihre Kohlenstoffintensität kann je nach Art des jeweiligen Materials/des geografischen Kontexts besser oder schlechter sein. Die Entwicklung von Produkten für die Wiederverwendung ist einem einfachen Ersatz durch ein anderes Einwegmaterial vorzuziehen. Wo der Einsatz von Nachfüllsystemen nicht möglich ist, können Kunststoffalternativen für bestimmte Anwendungen überaus effizient sein.
- Das chemische Recycling von Kunststoff zu Kunststoff ermöglicht die Rückführung von Rohmaterial in den petrochemischen Prozess zur Herstellung von neuwertigem Kunststoff, wodurch sich der Bedarf an Rohstoffgewinnung verringert. Dies könnte eine wirtschaftliche Senke für geringwertige Kunststoffe schaffen, wo andere Lösungen nicht greifen. Bislang hat sich das chemische Recycling jedoch noch nicht im großen Maßstab bewährt. Im Vergleich zum werkstofflichen Recycling sind die Kosten, der Energiebedarf und die Treibhausgasemissionen höher. Auch wenn seine Durchführbarkeit im großen Maßstab entwickelt und bewertet werden sollte, sollte seine Ausweitung mit der Dekarbonisierung der Energiequellen verbunden werden. Gleichzeitig sind die natürlichen Vorlaufzeiten und Grenzen neuer Technologien zu berücksichtigen.
- Eine kontrollierte Entsorgung (z. B. Deponierung, Verbrennung und Recycling von Kunststoff zu Treibstoff) sollte das letzte Mittel sein, da es sich hierbei um keine Lösung im Sinne der Kreislaufwirtschaft handelt. Sowohl der hohe Ressourcenbedarf als auch der langfristige ökologische Fußabdruck sind problematisch. Auch die wirtschaftlichen Kosten sind hoch, wenn die vollen Systemkosten, z. B. für die Sammlung und die externen Effekte, z. B. Landnutzungsänderungen und Emissionen, angemessen berücksichtigt werden.

Eine Reduzierung der Kunststoffproduktion – durch die Abschaffung, die Erweiterung der Wiederverwendungsmöglichkeiten für die Verbraucher oder neue Dienstleistungssysteme – ist die aus ökologischer, wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Sicht attraktivste Lösung. Sie bietet die stärkste Reduzierung der Kunststoffverschmutzung, stellt oftmals eine Nettoeinsparung dar und bietet das größte Potenzial bei der Reduzierung von Treibhausgasemissionen.

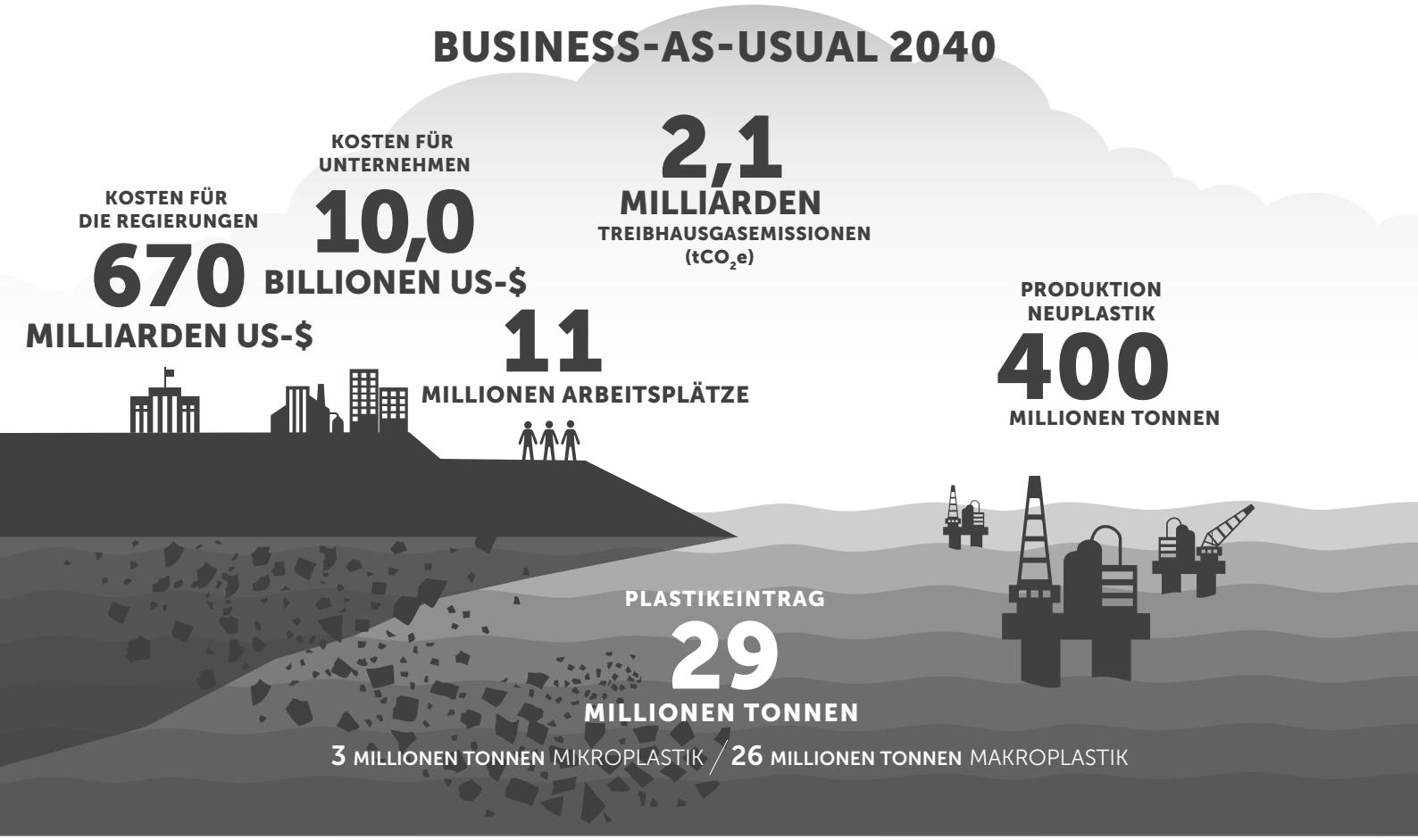
Kasten 2. Systemwandel-Szenario

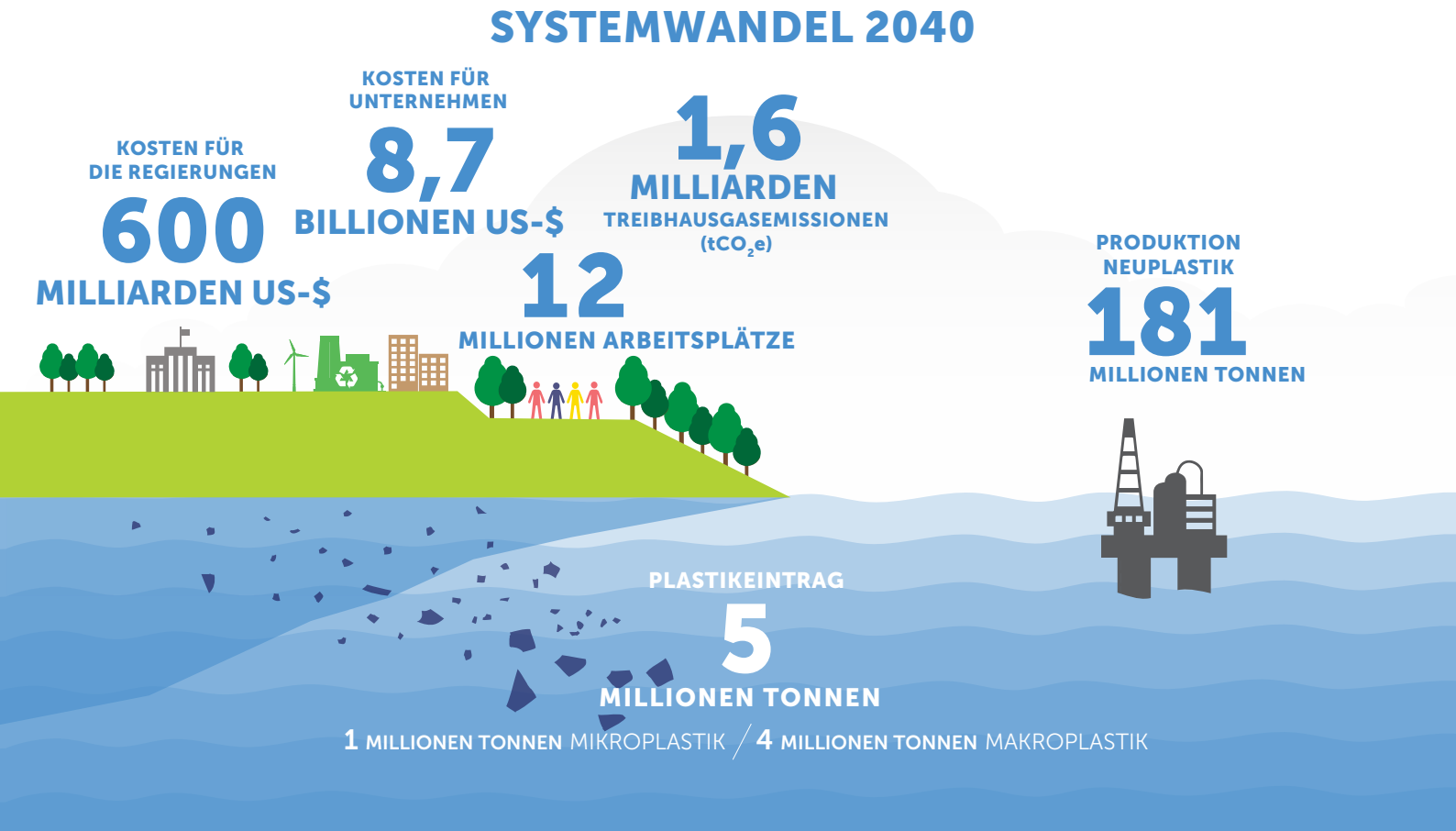
Gleichzeitige, zielgerichtete und globale Implementierung von mehreren, einander ergänzenden Systemeingriffen mit folgenden Zielsetzungen:

- **Reduzierung der Zunahme von Kunststoffproduktion und Kunststoffverbrauch,** um fast **ein Drittel** des prognostizierten Kunststoffabfallaufkommens durch Eliminierung, Wiederverwendung und neue Dienstleistungssysteme.
- **Ersatz von Kunststoff durch Papier und kompostierbare Materialien,** um **ein Sechstel** des prognostizierten Kunststoffabfallaufkommens umzustellen.
- **Design von recyclingfreundlichen Produkten und Verpackungen,** um den Anteil des wirtschaftlich wiederverwertbaren Kunststoffs von geschätzten 21 Prozent auf 54 Prozent zu erhöhen.
- **Ausweitung der Abfallsammelquoten in Ländern mit mittlerem/niedrigem Einkommen** auf 90 Prozent in allen städtischen Gebieten bzw. 50 Prozent in ländlichen Gebieten sowie Unterstützung des informellen Sammelsektors.
- **Verdoppelung der werkstofflichen Recyclingkapazität weltweit** auf 86 Millionen Tonnen pro Jahr.
- **Ausbau des chemischen Recyclings von Kunststoff zu Kunststoff,** unter Umständen bis zu einer weltweiten Kapazität von bis zu 13 Millionen Tonnen pro Jahr.
- **Bau von Anlagen zur Entsorgung** der 23 Prozent der Kunststoffe, die nicht wirtschaftlich recycelt werden können, als Übergangsmaßnahme.
- **Verringerung der Exporte von Kunststoffabfällen um 90 Prozent** in Länder mit niedrigen Sammelquoten und hohen Eintragsmengen.
- **Implementierung bekannter Lösungen für vier Mikroplastik-Quellen (<5mm)** - Reifen, Textilien, Körperpflegeprodukte und Basispellets, um den jährlichen Eintrag von Mikroplastik in die Meere bis 2040 um 1,8 Millionen Tonnen pro Jahr (von 3 Millionen Tonnen auf 1,2 Millionen Tonnen) zu reduzieren.

Das Kunststoffsystem verändern: besser für Wirtschaft, Umwelt und Menschen

Die Fortsetzung unseres derzeitigen „Business-as-Usual"-Kurses wird den jährlichen Eintrag von Plastik in die Meere bis 2040 fast verdreifachen, mit schwerwiegenden ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Auswirkungen. Mit einer ab 2020 über das gesamte globale Kunststoffsystem hinweg abgestimmten Handlungsstrategie ist eine sauberere, nachhaltigere Zukunft mit geringeren Kosten für die Regierungen und reduzierten Treibhausgasemissionen möglich.





Weiter **ERGEBNIS 4**

Systemwandel-Szenario Makroplastik-Eingriffe

SYSTEMEINGRIFF 1

Reduzierung der Zunahme der Kunststoffproduktion und des Kunststoffverbrauchs, um bis 2040 fast ein Drittel des prognostizierten Kunststoffabfallaufkommens zu vermeiden

Wir gehen davon aus, dass es sowohl sozial verträglich als auch technisch und wirtschaftlich machbar ist, den Kunststoffverbrauch bis 2040 im Vergleich zum BAU-Szenario um 30 Prozent zu verringern – unter Vermeidung von 125 Millionen Tonnen Makroplastikabfällen – bevor eine Umstellung auf Einweg-Kunststoffalternativen in Betracht gezogen wird. Dies bedeutet, dass der weltweite Plastikverbrauch pro Person im Vergleich zu dem im Rahmen des BAU-Szenarios erwarteten Anstieg von 58 Prozent in etwa gleich bleibt und das Wirtschaftswachstum effektiv von dem Wachstum des Kunststoffsektors entkoppelt wird.

Der Schwerpunkt liegt auf der Abkehr von Kunststoffen mit kurzer Gebrauchsdauer, wie z. B. Verpackungen und Einwegartikel, bei denen es sich um geringwertige Verwendungsarten handelt und die eine der Hauptursachen für die Plastikverschmutzung der Meere sind. Dieser Systemeingriff erfordert keine Verringerung des allgemeinen Verbrauchs, sondern vielmehr eine Eliminierung von vermeidbaren Kunststoffen und eine Verlagerung hin zu Produkten und Leistungen, die auf Wiederverwendung basieren und einen gleichwertigen Nutzen bieten.

Um die bis 2040 maximal mögliche Verringerung zu berechnen, haben wir drei Ansatzpunkte analysiert: (a) Eliminierung, (b) Wiederverwendung – Verbraucher und (c) Wiederverwendung – neue Dienstleistungsmodelle, wie in Tabelle 1 dargestellt. Um das Potenzial der Ansatzpunkte zur Reduzierung des Plastikabfalls abzuschätzen, wurden sie jeweils anhand von vier Kriterien bewertet: technische Reife, Leistung, Komfort und Kosten. Die Ergebnisse zeigen, dass der Ansatzpunkt der neuen Dienstleistungsmodelle am aufwendigsten ist, weil er die Einführung neuer Dienstleistungen und Infrastrukturen erfordert. Er bietet mit 18 Prozent das größte Reduzierungspotenzial, verglichen mit 8 Prozent für den Ansatzpunkt der Eliminierung bzw. 4 Prozent für den Ansatzpunkt der Wiederverwendung seitens der Verbraucher. Ansatzpunkte zur Reduzierung sind aus wirtschaftlicher Sicht am attraktivsten und stellen oft eine Lösung mit Nettoeinsparungen dar. Durch die Eliminierung von Kunststoffen, z. B. durch Regulierung und Reduzierung überflüssiger Verpackungen, ließen sich nach einer Übergangszeit die vollen Kosten für 1 Tonne Kunststoff in der Business-as-Usual (BAU)-Kunststoff-Wertschöpfungskette, d. h. 2.241 US-Dollar, einsparen.

Unsere Analyse deutet darauf hin, dass ein enormes Potenzial zur Abfallreduzierung vorhanden ist, wenn man sich auf sechs Kunststoffanwendungsbereiche konzentriert, die voraussichtlich 86 Prozent der bis 2040 erreichbaren Gesamtreduzierung ausmachen – flexible mehrschichtige und Mischkunststoffe, Business-to-Business-Verpackungen, Folien, Flaschen, Einkaufstüten und Einwegartikel für die Gastronomie (siehe Abbildung 6). Die derzeitigen nationalen und regionalen Produktverbote und Vorschriften konzentrieren sich jedoch überwiegend auf Einkaufstüten und Einwegbesteck[28], zwei Anwendungsbereiche, die in unserer Analyse zusammen gerade einmal 10 Prozent des gesamten Plastikabfallstroms bzw. 16 Prozent der potenziellen Kunststoffreduzierung ausmachen. Die anderen vier Anwendungsbereiche stellen daher eine enorme, bislang noch nicht ausgeschöpfte Chance dar, wobei Portionsbeutel und flexible mehrschichtige/Mischkunststoffverpackungen (wie z. B. für Shampoo- und Würzmittel-Portionsbeutel, Chips- und Süßwarenverpackungen) mit 26 Millionen Tonnen pro Jahr das höchste Potenzial zur Reduzierung bieten.

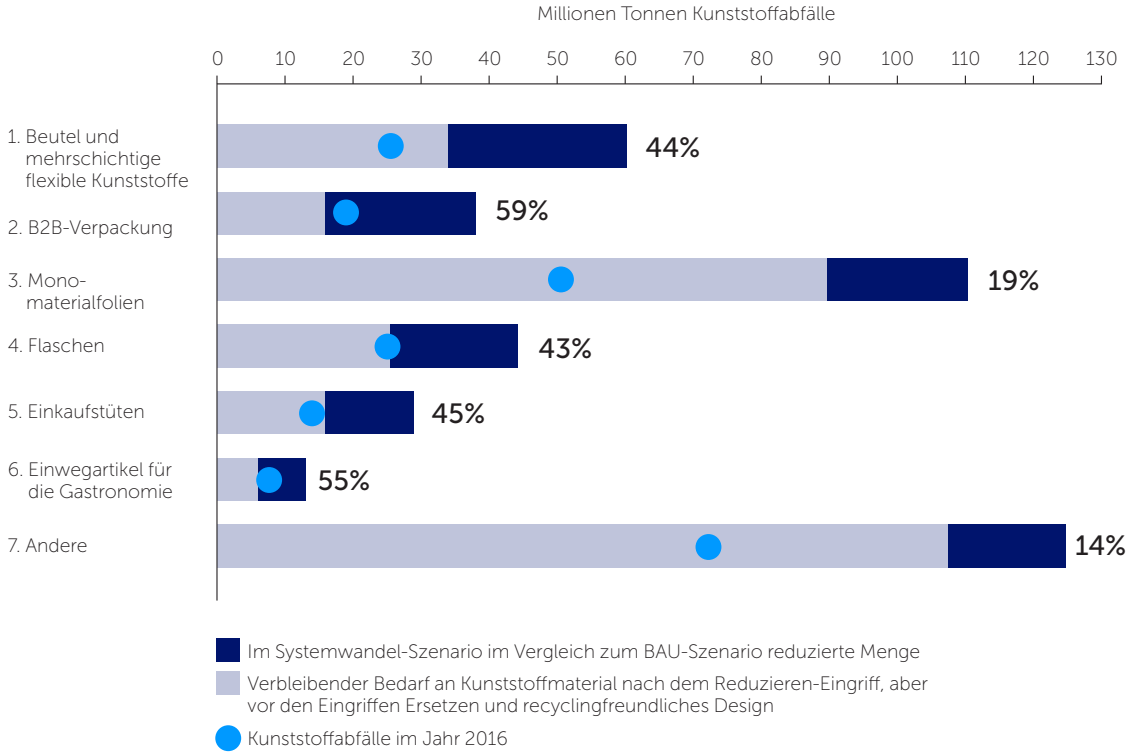
Über das Verbot von Plastikprodukten hinaus lässt sich durch den Ausbau attraktiver, weitaus abfallärmerer Lösungen, insbesondere durch neue Dienstleistungsmodelle, eine enorme Abfallreduzierung erzielen. Die Produkte würden vielmehr durch Dienstleistungsangebote als durch weiter steigende Mengen an Einwegverpackungen angeboten, wobei zum einen traditionelle Lieferwege wie lokale Märkte, Straßenverkäufer und

Tabelle 1. Definition und Beispiele für die drei modellierten Reduzieren-Lösungsansätze

	Definition	Beispiele
Eliminieren	Politische Maßnahmen, Innovationen, Veränderungen des Verbraucherverhaltens und Anreize, die zu einer geringeren Materialnachfrage oder zur Neugestaltung von Produkten bei vermeidbaren Kunststoffen mit geringem Nutzwert führen und **keinen Ersatz erfordern**	Neugestaltung überflüssiger Verpackungen, wie z. B. doppelte Plastikfolien und „Mogelpackungen" mit geringer Füllhöhe; Entwicklung verpackungsfreier Produkte; Verringerung des Verbrauchs und der Fertigung von vermeidbaren Tüten und Folien; Erhöhung des Nutzens pro Verpackung; Verlängerung der Lebensdauer von Haushaltswaren
Wiederverwenden - Verbraucher	Ersatz von Einwegprodukten und -verpackungen durch **wiederverwendbare Artikel, die dem Benutzer gehören und für die er selbst verantwortlich ist**	Mehrwegartikel im Eigentum von Verbrauchern (z. B. Wasserflaschen, wiederverwendbare Taschen) oder im Eigentum von Institutionen (z. B. Besteck, Geschirr, Kunststoffpaletten)
Wiederverwenden - neue Dienstleistungsmodelle	**Dienstleistungen und Unternehmen, die Versorgungsleistungen erbringen,** die bisher durch Einwegkunststoffe erbracht wurden, werden auf neue Weise und mit reduziertem Materialbedarf erbracht	Nachfüllspender (z. B. Flaschen, mehrschichtige/Mischkunststofffolien und -beutel), Abonnementdienste, Konzentrat-Kapseln, Rücknahmeservice mit Reverse Logistik und Waschen, Package-as-a-Service-Modelle (z. B. gemeinsames Eigentum an Mitnahmebehältern)

Abbildung 6: Pro Jahr im Vergleich zum Business-as-Usual-Szenario reduzierte Kunststoffmasse und verbleibender Materialbedarf nach angewandtem Reduzieren-Eingriff, für die sechs wichtigsten Produktanwendungen, geordnet nach absolut reduzierter Masse, 2040

Sechs Produktanwendungen stellen die große Mehrheit der vermeidbaren Kunststoffe dar



Die Zahlen neben den Balken spiegeln den prozentualen Anteil des Kunststoffs im BAU-Szenario im Jahr 2040 für jede der Produktkategorien wider, die im Systemwandel-Szenario reduziert werden. Der verbleibende Materialbedarf, in Hellblau, bezieht sich auf den Zustand vor der Anwendung der Maßnahmen des Materialersatzes (siehe Systemeingriff 2) und vor der Umsetzung der Maßnahmen des recyclingfreundlichen Designs (siehe Systemeingriff 4).

Nachfüllsysteme für Glas- oder Plastikflaschen genutzt werden würden, die bereits eine große Marktreichweite haben. Zum anderen könnten auch neue, digital gestützte Technologien und Dienstleistungen zum Einsatz kommen. In Ländern mit mittlerem/niedrigem Einkommen könnte dieser Ansatz den direkten Übergang zu attraktiven, abfallarmen Alternativen beschleunigen. Unsere Analyse zeigt, dass bessere, erschwingliche Lösungen gefunden werden können, z. B. für Beutelverpackungen, einem nicht wiederverwertbaren Kunststoffverpackungsformat, das in vielen Ländern mit mittlerem/niedrigem Einkommen verwendet wird und derzeit eine sehr hohe Wahrscheinlichkeit hat, in das Ökosystem eingetragen zu werden.

Eine Beschleunigung dieses Systemeingriffs würde eine Vielzahl von politischen, wirtschaftlichen und innovationsfördernden Anstrengungen erfordern. So müssten Normen und Anforderungen für Kunststoffverpackungen verabschiedet werden, die sich auf die Abschaffung vermeidbarer Verpackungen konzentrieren und die Verwendung derjenigen Kunststoffe regeln, bei denen eine hohe Wahrscheinlichkeit besteht, dass sie in die Meere gelangen. Multinationale Unternehmen müssten sich langfristigen quantitativen Zielen verpflichten, um ihren Kunststoffverbrauch zu drosseln sowie Nachfüllverpackungen und andere innovative Geschäftsmodelle zu entwickeln. Zudem wäre eine staatliche Politik erforderlich, die die Last der Abfallverursachung auf die Hersteller verlagert und gleiche Wettbewerbsbedingungen für neue Geschäftsmodelle schafft. Nach einer anfänglichen Übergangszeit bietet dieser Systemeingriff erhebliche Kosteneinsparungen, sowohl durch die Senkung der Ausgaben für Einwegverpackungen als auch durch die verringerte Belastung der Abfallentsorgungssysteme.

SYSTEMEINGRIFF 2

Kunststoff durch Papier und kompostierbare Materialien ersetzen und bis 2040 ein Sechstel der prognostizierten Kunststoffabfallmenge umstellen

Unseren Schätzungen zufolge können 17 Prozent der Kunststoffabfälle des BAU-Szenarios bis 2040 ersetzt werden: 4,5 Prozent durch Papier, 3,5 Prozent durch beschichtetes Papier und 9 Prozent durch kompostierbare Materialien. Dies entspricht 71 Millionen Tonnen Plastikmüll, der bis 2040 jährlich vermieden werden kann. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass das Kunststoffabfallaufkommen nach der Umsetzung der beiden Systemeingriffe Reduzieren und Ersetzen bis 2040 ohne unzumutbare Kompromisse bei Kosten, Nutzen oder Leistung annähernd auf dem heutigen globalen Niveau gedeckelt werden könnte. Und dies trotz steigender Bevölkerungszahlen und wirtschaftlicher Entwicklung. Dieses Ergebnis entspricht einem absoluten Rückgang der Kunststoffabfälle in Ländern mit hohem Einkommen (-27 Prozent), jedoch einem absoluten Anstieg der Kunststoffabfälle in Ländern mit mittlerem/niedrigem Einkommen im Vergleich zu heute (durchschnittlich +26 Prozent), bedingt durch das Bevölkerungswachstum und unter der Annahme, dass die Kunststoffproduktion und der Kunststoffverbrauch pro Kopf auf dem heutigen Niveau bleiben.

Die Verwendung von Kunststoffalternativen wird sowohl bei der Herstellung als auch bei der End-of-life-Entsorgung erhebliche wirtschaftliche Kosten verursachen und einen Ausgleich zwischen

Umweltauswirkungen und anderen Kompromissen darstellen. Da Kunststoffalternativen pro Tonne Kunststoffnutzen 1,7 bis 2 Mal höhere Produktionskosten als Neukunststoff haben, wurden Ersatzmaterialien nur dann ausgewählt, wenn sie Kunststoff ersetzen, der nicht reduziert oder werkstofflich recycelt werden kann. Darüber hinaus wurden nur Materialien ersetzt, bei denen man davon ausgeht, dass sie im Jahr 2040 mit geringerer Wahrscheinlichkeit in die Umwelt eingetragen werden; so sollten beispielsweise kompostierbare Materialien in Ländern mit mittlerem/niedrigem Einkommen vollständig kompatibel und für den heimischen Kompost oder dezentrale Kompostierungsstellen zertifiziert sein, deren Infrastruktur rasch ausgebaut werden sollte.

Fünfundneunzig Prozent der möglichen Kunststoffalternativen bei diesem Systemeingriff gehen auf sechs wichtige Produkteinsatzgebiete zurück, für die es bereits in gewissem Umfang bekannte Materialalternativen gibt: Monomaterialfolien; Beutel und Mehrschichtfolien; Plastiktüten; Töpfe, Wannen und Schalen, andere starre Monomaterialverpackungen und Einwegartikel für den Gastronomiebedarf. Die drei modellierten Kunststoffalternativen – Papier, beschichtetes Papier und kompostierbare Materialien – wurden ausgewählt, weil es sich hierbei um die am weitesten verbreiteten Materialalternativen handelt, die derzeit als Ersatz für problematische Kunststofffolien und Mehrschichtfolien zur Verfügung stehen. Sie sollten nicht als Vorhersagen von Änderungen oder Empfehlungen betrachtet werden, sondern als Hinweis auf die mögliche zukünftige Skalierung der bereits auf dem Markt vorhandenen Kunststoffalternativen.

Bei sorgfältiger Durchführung ist es möglich, die materiellen Anforderungen des Ersetzen-Systemeingriffs zu erfüllen, allerdings bedürfen unbeabsichtigte Folgen einer genauen Überwachung. Alle Kunststoffalternativen haben Auswirkungen auf die Umwelt und müssen am Ende ihrer Lebensdauer sorgfältig entsorgt werden. Sie bergen jeweils Chancen, Risiken und Kompromisse, die von Fall zu Fall gehandhabt und bewertet werden müssen. Lokale Behörden, Marken und Hersteller sollten im Vorfeld einer Umstellung die örtlichen Bedingungen und Kompromisse für alle Materialalternativen berücksichtigen, z. B. durch eine vollständige Lebenszyklusanalyse. Zu den lokalen Erwägungen gehören die Nachhaltigkeit der Rohstoffbeschaffung, die Kapazität für Sammlung, Recycling oder eine sichere und effiziente Kompostierung, der Treibhausgas-Fußabdruck und die Wahrscheinlichkeit, dass Materialien in die Umwelt eingetragen werden.

Eines der Hauptrisiken besteht darin, dass die positiven Effekte von Papier zunichte gemacht werden, wenn seine verstärkte Verwendung zur Entwaldung führt – ein Aspekt, der wiederum die Bedeutung einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung verdeutlicht. Die Beschaffung kompostierbarer Materialien könnte auch eine Veränderung der Landnutzung bewirken, wenn sie nicht ganzheitlich erfolgt. Eine mögliche Lösung ist die Verwendung von Nebenprodukten und Rückständen aus der Holz- und Agrarindustrie sowie alternative Faserquellen aus Pflanzen, die in entlegenen Landstrichen angebaut werden. Kompostierbarer Kunststoff wird bereits aus Methan aus Mülldeponien[29] und Lebensmittelabfällen[30] gewonnen.

Der Ersetzen-Systemeingriff könnte eine wichtige Rolle bei der Verringerung der Plastikverschmutzung der Meere spielen und im Vergleich zum BAU-Szenario bis 2040 sogar die Gesamt-Treibhausgasemissionen reduzieren, sofern eine Umstellung auf recyceltes und nachhaltig beschafftes Papier erfolgt. Doch die Beschleunigung der Bereitstellung von Kunststoffalternativen in dem nötigen Umfang erfordert wirtschaftliche Anreize, die über den gesamten Lebenszyklus hinweg für einen Ausgleich der Wettbewerbsbedingungen zwischen Kunststoff und anderen Materialien sorgen, wie z. B. die Abschaffung von Subventionen für die Öl- und Gasförderung, Steuern auf Neukunststoffe oder Systeme der erweiterten Herstellerverantwortung mit gestaffelten Gebühren für verschiedene Verpackungsformate. Darüber hinaus ist eine Finanzierung von Innovationen im Bereich neuer Materialien, Verpackungsdesigns und Barrierebeschichtungen erforderlich. Es muss die nachhaltige Beschaffung von Biomasse zertifiziert werden. Gleichzeitig müssen die Marken und Hersteller sich strengen Kriterien verpflichten, um zu gewährleisten, dass Materialalternativen Recyclingmaterial enthalten und nachhaltig beschafft wurden.

Kasten 3: Die Frage der Kunststoffalternativen

- **Senkt Plastik nicht die Verkehrsemissionen?** Kunststoff ist zwar leicht, aber die Treibhausgasemissionen beim Transport hängen in erster Linie von dem Gewicht des Inhalts einer Verpackung und dem Platz, den die Waren in Lastwagen oder in den Transportkisten einnehmen, ab. Die von uns modellierten Materialalternativen haben, sofern sie klug eingesetzt werden, in der Produktions- und End-of-Life-Entsorgungsphase insgesamt einen geringeren Treibhausgas-Fußabdruck als Kunststoff, was zu Emissionseinsparungen führen würde. Daher dürfte eine Gewichtszunahme von 30 bis 50 Prozent durch die Umstellung auf Papier oder kompostierbare Verpackungen die Gesamtemissionen nicht wesentlich erhöhen. Bei sehr viel schwereren Materialalternativen, wie z. B. Glas, erfordert die Bewältigung von Emissionskompensationen eine Verringerung der Transportwege, eine Dekarbonisierung des Transports oder die Umstellung auf Modelle der Wiederverwendung.
- **Haben Kunststoffalternativen die gleichen Barriereeigenschaften?** Kunststoff hat gute Barriereeigenschaften (wichtig für die Haltbarkeit von Lebensmitteln). Deshalb haben wir Kunststoffalternativen für länger haltbare Produkte verwendet, die lokal oder mit kürzeren Lieferketten hergestellt werden können. Einige Materialalternativen mit angemessenen Barriereeigenschaften sind bereits verfügbar oder werden gerade auf den Markt gebracht.
- **Werden die Lebensmittelpreise ohne Plastik nicht in die Höhe schnellen?** In unserer Analyse werden 17 Prozent der Verpackungen ersetzt, so dass es theoretisch möglich ist, die gesamten Ersatzmaßnahmen nur auf Non-Food-Verpackungen anzuwenden. Wenn sich die Hersteller jedoch für die Verwendung von Materialalternativen bei Lebensmittelverpackungen entscheiden, machen diese nur einen kleinen Bruchteil der gesamten Produktkosten aus.
- **Würden wir hierdurch nicht neue Abfallströme schaffen?** Papiersammlung und -recycling sind bereits heute weit verbreitet. Möglicherweise müssen Papierbeschichtungen für das Recycling optimiert werden oder Recyclingunternehmen müssen ihre Praktiken anpassen. Kompostierbare Verpackungen könnten zu neuen Abfallformaten führen und eine weltweite Ausweitung kompatibler Kompostierungssysteme notwendig machen.
- **Entsprechen die Kunststoffalternativen den Sicherheitsstandards für den Lebensmittelkontakt?** Sowohl bei Kunststoffen als auch bei anderen Materialien gibt es Risiken; die Lebensmittelsicherheit ist ein Bereich, der einer besseren Regulierung und weiterer Forschung bedarf.

SYSTEMEINGRIFF 3

Recyclingfreundliches Design von Produkten und Verpackungen, um den Anteil des wirtschaftlich wiederverwertbaren Kunststoffs bis 2040 von geschätzten 21 Prozent auf 54 Prozent zu erhöhen

Viele Plastikartikel sind derzeit so ausgelegt, dass das Recycling schwierig, unwirtschaftlich oder sogar unmöglich ist. Die Mischung von Polymeren, Additiven und Farbstoffen ergibt geringwertige Kunststoffe, mindert die Qualität des recycelten Outputs und schränkt die Brauchbarkeit als recyceltes Material ein. Dieses Problem wird durch das zentralisierte Design und die Produktion von Massenprodukten für globale Märkte noch weiter verschärft, was mit den lokalen Abfallwirtschaftssystemen, in die diese Produkte nach der Benutzung eingeführt werden, nicht kompatibel ist. Infolgedessen werden derzeit nur 15 Prozent des Kunststoffs recycelt, wobei diese Zahl je nach Typ erheblich schwankt.

Die spezifische Auslegung von Kunststoffen für die Recyclingfähigkeit erhöht diesen Prozentsatz durch zwei unabhängige, aber synergetische Vorteile: (1) Erhöhung des Anteils an wiederverwertbarem Kunststoff und (2) Verbesserung der Wirtschaftlichkeit (und damit der Wahrscheinlichkeit) von Recyclingaktivitäten. Flexible und Mischkunststoffe machen derzeit 59 Prozent der Kunststoffproduktion aus, sind aber für 80 Prozent der Makroplastikeinträge verantwortlich (siehe Abbildung 7), was verdeutlicht, dass diese Formate durch eine Neugestaltung gezielt gefördert werden müssen. Eine Umstellung von Mischmaterialien auf Monomaterialien kann bei der Erhöhung der Recyclingfähigkeit von Materialien eine entscheidende Rolle spielen, während die Entfernung von Pigmenten aus Kunststoffen den Wert des Recyclats um etwa 25 Prozent steigern kann. Darüber hinaus ist die spezifische Auslegung von Kunststoffen für die Recyclingfähigkeit gemäß den lokalen Gegebenheiten ein effizientes Mittel, um ihren Eigenwert zu erhöhen und die Rentabilität der werkstofflichen Recyclingindustrie zu verbessern.

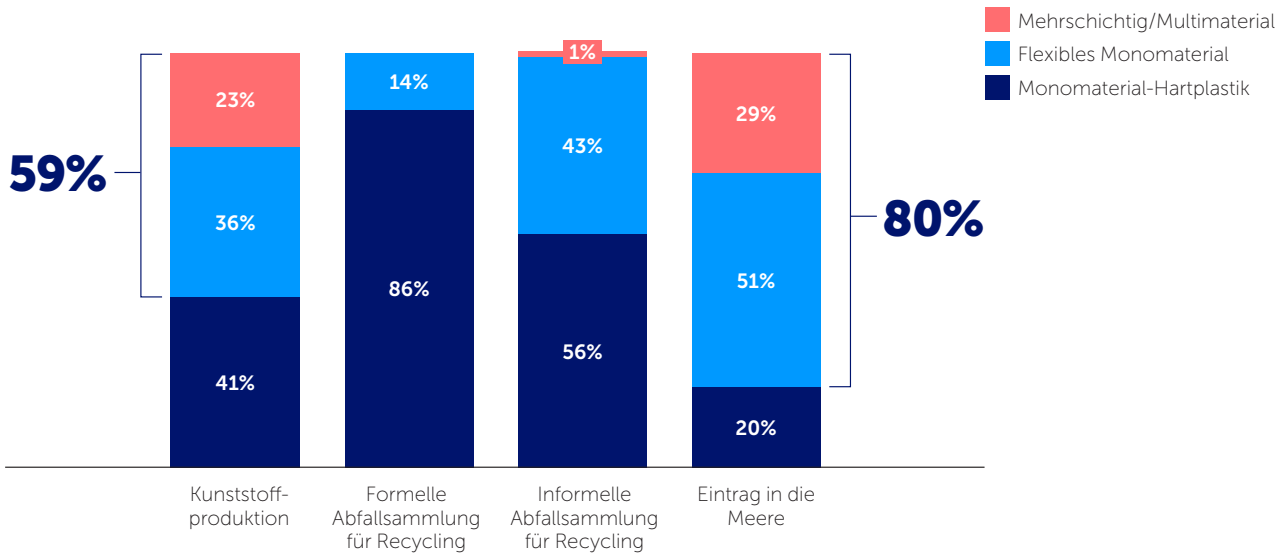
Unser Modell verdeutlicht, dass dieser Systemeingriff sowohl die Ausbeute als auch den Wert des recycelten Kunststoffs erhöhen kann, indem er die Wirtschaftlichkeit um 120 US-Dollar pro Tonne verbessert und die Rentabilität des Recyclings somit praktisch verdoppelt. Dabei gelten für die Erhöhung der Recyclingfähigkeit fünf Prinzipien:

1. Umstellung von 50 Prozent der flexiblen Mischkunststoffe auf flexible Monomaterial-Kunststoffe bis 2030 und 100 Prozent bis 2040.
2. Umstellung von 5 Prozent der Haushaltsgüter aus gemischtem Hartkunststoff auf Monomaterial-Hartkunststoff bis 2030 und 10 Prozent bis 2040.
3. Neue Konzepte für Farbstoffe, Kunststoffpigmente und Additive (oder ihre komplette Abschaffung), damit das Recyclat mit Neumaterial konkurrieren kann und ein Kreislaufmodell zwischen Kunststoff und Produkt entsteht.
4. Erhöhung von Homogenität und Sortenreinheit des Recycling-Inputs und Beseitigung problematischer, schwer zu recycelnder Polymere und Verpackungsformate, die den Abfallstrom verunreinigen.
5. Verbesserung der Kennzeichnung, um die Recyclinganstrengungen der Verbraucher sowie der Sammel-, Sortier- und Recyclingunternehmen selbst zu maximieren.

Zusammengenommen könnten die fünf genannten Prinzipien zur Erhöhung der Recyclingfähigkeit den Anteil der Kunststoffe, die wirtschaftlich werkstofflich wiederverwertbar sind, deutlich anheben. In Ländern mit hohem Einkommen könnten bis 2040 schätzungsweise 54 Prozent der Kunststoffabfälle innerhalb der Grenzen des Systems wirtschaftlich recycelbar sein, gegenüber aktuell 21 Prozent. Voraussetzung sind jedoch rigorose politische Maßnahmen, die die Verwendung von recycelten Polymeren fördern und ihren Wert steigern und die gleichzeitig die Hersteller dazu verpflichten, recyclingfähige Produkte zu entwerfen. Dazu gehören Systeme der erweiterten Herstellerverantwortung, Designstandards, Recyclingziele, Ziele für den Mindestgehalt an Recyclingmaterial, Steuern auf die Verwendung von Neuplastik und gesetzliche Auflagen für bestimmte Pigmente, Polymere und Additive. Die Industrie sollte in Abstimmung mit Recycling- und Sortiertechnikunternehmen neue Verpackungskonzepte erarbeiten, wobei der Schwerpunkt auf Produkten liegen sollte, die den Recyclingspezifikationen entsprechen, ohne die Produktsicherheit, -stabilität oder -reinheit zu beeinträchtigen.

Abbildung 7: Globale Produktions-, Sammel- und Eintragsmengen nach Kunststoffkategorie, Business-as-Usual, 2016

Flexible Monomaterialien und mehrschichtige/Multimaterialien machen 59 Prozent der Kunststoffproduktion aus, sind aber zu 80 Prozent für den Eintrag von Plastik in die Meere verantwortlich



SYSTEMEINGRIFF 4

Ausweitung der Abfallsammelquoten in Ländern mit mittlerem/niedrigem Einkommen auf 90 Prozent in allen städtischen Gebieten und 50 Prozent in ländlichen Gebieten bis 2040 und Unterstützung des informellen Sammelsektors

Unseren Schätzungen zufolge werden derzeit 22 Prozent (47 Millionen Tonnen) des gesamten jährlichen Kunststoffabfallaufkommens nicht gesammelt. Im Rahmen des BAU-Szenarios könnte diese Zahl bis 2040 auf 34 Prozent (143 Millionen Tonnen) anwachsen. Bis 2040 müssen etwa 4 Milliarden Menschen an Abfallsammeldienste angeschlossen werden (2 Milliarden, die aktuell noch nicht angeschlossen sind [31], und 1,7 Milliarden durch Bevölkerungswachstum). Das bedeutet, dass täglich etwa 500.000 Menschen an Abfallsammeldienste angeschlossen werden müssen - jeden einzelnen Tag bis 2040. Die überwiegende Mehrheit dieses Personenkreises befindet sich in Ländern mit mittlerem/niedrigem Einkommen. Die Schließung dieser Lücke ist eine der Maßnahmen, die für eine sinnvolle Reduzierung der Plastikverschmutzung der Meere am dringendsten erforderlich ist – und sie erfordert erhebliche finanzielle Mittel und Innovationen. Das Systemwandel-Szenario könnte jedoch die Sammelquoten bis zum Jahr 2040 im Vergleich zum BAU-Szenario deutlich erhöhen (von 63 Prozent auf 82 Prozent), ohne dass die Menge des zu sammelnden Abfalls – dank der Eingriffe im Rahmen des Systems „Reduzieren und Ersetzen" – signifikant zunimmt.

Im Systemwandel-Szenario gehen wir davon aus, dass sich die Sammelquoten (formell und informell) in städtischen Gebieten von Ländern mit mittlerem/niedrigem Einkommen auf 90 Prozent und in ländlichen Gebieten auf 50 Prozent erhöhen könnten. Um diese Quote zu erreichen, bedarf es weltweit enormer Ressourcen seitens der Regierungen und der Industrie. Länder mit hohem Einkommen sind wahrscheinlich in der Lage, diese zusätzlichen Kosten aufzufangen, wohingegen Länder mit mittlerem/niedrigem Einkommen sehr viel größere Schwierigkeiten haben werden. Dabei ist zu beachten, dass ländliche Gebiete, in denen die Abfallsammlung schwierig und kostspielig ist, weltweit 28 Prozent des Abfalls erzeugen, aber einen unverhältnismäßig hohen Anteil an der Menge des nicht gesammelten Abfalls (57 Prozent) und des ins Meer eingetragenen Plastiks (45 Prozent) ausmachen. Es ist daher von entscheidender Bedeutung, dass sich die Ausweitung der Abfallsammeldienste sowohl auf ländliche als auch auf städtische Gebiete konzentriert.

Die Verbesserung der Steuerung und Regelung ist ein wichtiges Instrument zur Erhöhung der Effizienz der Abfallsammlung. Unser Modell schätzt beispielsweise, dass 25 Prozent des Makroplastikabfalls, der jedes Jahr in die Wasserwege gelangt, von den Abfallsammelfahrzeugen direkt dort abgeladen werden. Wir schätzen, dass diese direkte Deponierung von bereits gesammeltem Abfall durch die Kombination von bestehenden technologischen Innovationen und einer stärkeren behördlichen Aufsicht um 80 Prozent reduziert werden könnte.

Weltweit werden fast 60 Prozent des gesamten recycelten Kunststoffs durch den informellen Sektor gesammelt. Im Jahr 2016 wurden auf diese Weise schätzungsweise 27 Millionen Tonnen Plastik gesammelt, die andernfalls ins Meer hätten gelangen können. Damit spielt der informelle Sektor eine entscheidende Rolle bei der Reduzierung der Verschmutzung der Meere. Doch dieser Beitrag wird weitgehend nicht anerkannt. Die unterbezahlten Abfallsammler arbeiten häufig unter unsicheren und gesundheitsgefährdenden Bedingungen. Wenn man diese informelle Müllsammlung aufgrund schlechter Arbeitsbedingungen zu verhindern sucht, entzieht man diesen Unternehmern ihre Lebensgrundlage und verliert den Nutzen ihrer Arbeit. Umgekehrt ist die Förderung des informellen Recyclingsektors als kosteneffiziente Dienstleistung des Abfallmanagements mit teilweise nicht hinnehmbar gefährlichen Arbeitsbedingungen verbunden. Anstatt eine dieser beiden Optionen vorzuschlagen, geht das Systemwandel-Szenario davon aus, dass der informelle Recyclingsektor mit der gleichen Geschwindigkeit wachsen wird wie die Weltbevölkerung in den Städten; dies bedeutet bis 2040 eine 60-prozentige Zunahme sowohl der Zahl der Abfallsammler als auch des von ihnen gesammelten Makroplastiks.

Um die angestrebten Sammelquoten und den Ausbau zu erreichen, die in diesem Systemeingriff modelliert wurden, sind neben Innovation und Technologie, auch eine stärkere Steuerung und Regelung sowie Investitionen erforderlich. Neue Modelle für die Abfalllagerung, eine verbesserte Kommunikation mit den Abfallerzeugern und eine bessere Logistik für die Abfallsammler könnten die mikroökonomische Tragfähigkeit der Abfallsammlung in weniger zugänglichen Gebieten verbessern. Und obwohl bereits jetzt die Abladung von Abfällen in der Natur in vielen Ländern illegal ist, sind hier Fortschritte erforderlich, um die Einhaltung der geltenden Vorschriften zu verbessern. Das größte Hemmnis besteht jedoch darin, dass Investitionen oft dort am nötigsten sind, wo am wenigsten finanzielle Ressourcen zur Verfügung stehen. Es ist wenig wahrscheinlich, dass die milliardenschweren Investitionen in Infrastruktur und Ausrüstung - ganz zu schweigen von den Betriebsausgaben, die notwendig sind, um die Sammelsysteme am Laufen zu halten - durch die Besteuerung in Ländern mit mittlerem/niedrigem Einkommen verfügbar werden. Damit die marktgetriebene Sammlung expandieren kann, muss der Wert des Materials höher sein als die Kosten seiner Sammlung. Diese Anforderung kann erfüllt werden, indem die Verwendung von Recyclingmaterial vorgeschrieben wird, mehr Kunststoff recyclingfreundlich gestaltet wird (siehe Systemeingriff 3) und lokale oder regionale Märkte geschaffen und entwickelt werden, um dem informellen Recyclingsektor einen besseren Marktzugang zu ermöglichen.

SYSTEMEINGRIFF 5

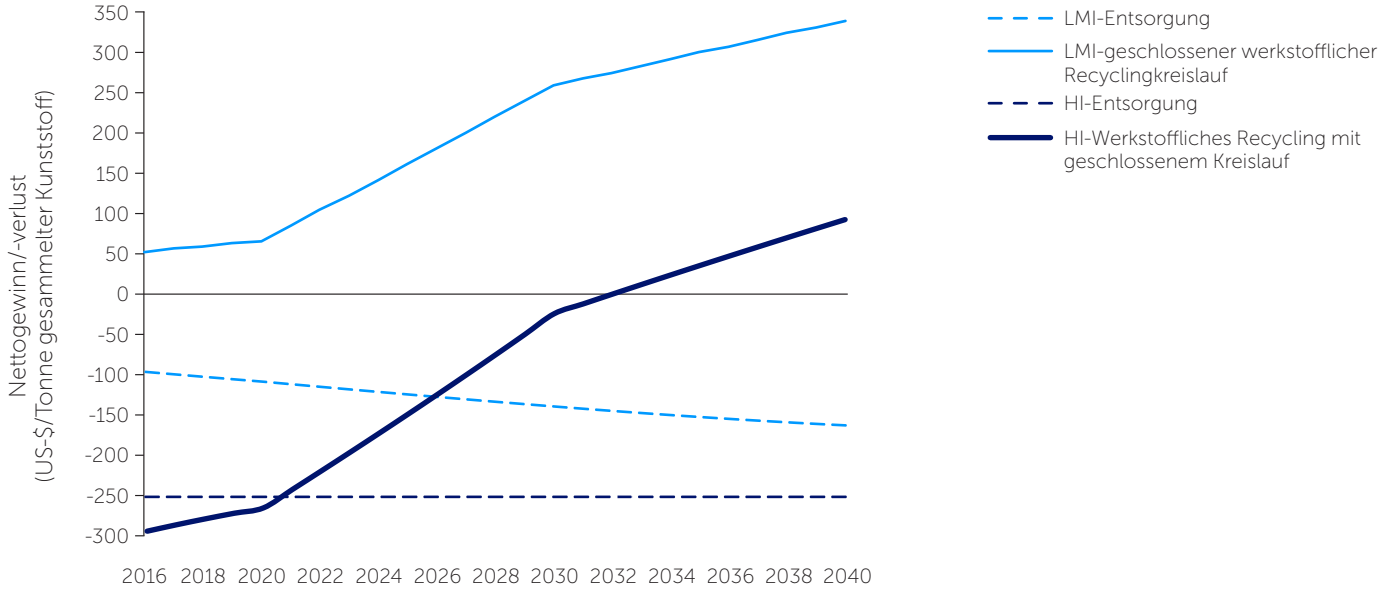
Verdoppelung der werkstofflichen Recyclingkapazität weltweit auf 86 Millionen Tonnen pro Jahr bis 2040

Das heutige Kunststoff-Recyclingsystem ist ungenügend: Zwanzig Prozent des Kunststoffs gelangen in Recyclingsysteme – und nach Berücksichtigung von Sortier- und Recyclingverlusten werden nur 15 Prozent der weltweiten Kunststoffabfälle tatsächlich recycelt. Unseren Schätzungen zufolge könnte die werkstoffliche Recyclingkapazität bis 2040 weltweit auf 86 Millionen Tonnen Kunststoffabfall pro Jahr ansteigen, so dass 33 Prozent des gesamten kommunalen Kunststoffabfalls werkstofflich recycelt werden könnten (nach Anwendung der Reduzieren- und Ersetzen-Keile). Um diese Kapazität zu erreichen, müssen zwischen 2021 und 2040 weltweit 107 Recyclinganlagen mit einer Kapazität von 20.000 Tonnen pro Jahr in Betrieb genommen werden. Jede Tonne recyceltes Ausgangsmaterial kompensiert im Vergleich zur Produktion von Neukunststoff 48 Prozent der Treibhausgasemissionen (1,9 tCO_2e pro Tonne).

Durch die sich hieraus ergebende Erhöhung der Recyclingmenge könnte es gelingen, im Vergleich zum BAU-Szenario bis 2040 14 Prozent der Nachfrage nach Neukunststoffen zu ersetzen, was einer Verringerung der CO_2-Emissionen um jährlich 59 Millionen Tonnen entspricht. Doch aufgrund der Grenzen bei der Ausweitung der Sammlung, der Beschränkungen bei der Frage,

Abbildung 8: Entwicklung der Nettosystemverluste/-gewinne nach Technologie, 2016-2040

Ein geschlossener werkstofflicher Recyclingkreislauf könnte ohne Subventionen in allen Regionen netto rentabel sein



Werkstoffliches Recycling könnte im Laufe der Zeit sowohl in den LMI als auch in den HI profitabel werden, während die Entsorgung (Verbrennung/Deponie) immer Nettokosten verursachen wird. Der Nettogewinn/-verlust umfasst die gesamten Kosten des Lebenszyklus, einschließlich der Kosten für Sammlung und Sortierung. Die Einnahmen basieren auf einem Durchschnittspreis von hochwertigen Kunststoffen (PET, HDPE und PP). Steuern/Subventionen oder Deponiegebühren sind nicht enthalten. Die Materialverluste während des gesamten Lebenszyklus wurden berücksichtigt, indem der Nettogewinn/-verlust in Abhängigkeit von einer Tonne gesammeltem Kunststoff dargestellt wurde. Beim werkstofflichen Recycling in den MNE wird von einer informellen Abfallsammlung ausgegangen, während die Berechnung in den HI anhand der Kosten für die formelle Sammlung erfolgt. Die Entsorgungskosten steigen im Laufe der Zeit an, um den steigenden Kosten pro Tonne Sammlung mit zunehmender Erfassung Rechnung zu tragen.

welche Materialien und Produkte gewinnbringend recycelt werden können, und aufgrund der technischen Grenzen im Zusammenhang mit Materialverlusten werden selbst bei diesem ambitionierten Szenario 67 Prozent der Kunststoffabfälle nicht (werkstofflich) recycelt. Mit anderen Worten, die Antwort auf unser Problem der Kunststoffverschmutzung kann nicht nur Recycling heißen.

Abfallrecycling ist heute weniger wirtschaftlich als Abfalldeponierung oder -verbrennung, doch birgt es das Potenzial, künftig über alle wirtschaftlichen Modelle hinweg um 350-540 US-Dollar pro Tonne rentabler zu sein (siehe Abbildung 8), da es im Gegensatz zu Deponierung und Verbrennung Einnahmen generiert. Recycling hat das Potenzial, die Gewinnschwelle zu erreichen und sogar über sämtliche Modelle hinweg netto rentabel zu werden, wenn das Konzept des recyclingfreundlichen Designs umgesetzt, die Technologie optimiert und die Sammelsysteme verbessert und erweitert werden.

Eine Verbesserung der Recyclingwirtschaft kann eine verstärkte Materialrückgewinnung bewirken. Doch wenn das Recycling darüber hinaus auch den Eintrag von Kunststoffen ins Meer verringern soll, muss eine rentable Recycling- und Sortierindustrie aufgebaut werden, die die Kosten für die Abfallsammlung decken und an den Orten mit dem höchsten Plastikeintrag in die Meere in großem Maßstab implementiert werden kann.

Damit ein Material als wiederverwertbar gelten kann, muss ein System vorhanden sein, mit dem es gesammelt, sortiert, wiederaufbereitet und zu einem neuen Produkt verarbeitet werden kann – und zwar im großen Maßstab und wirtschaftlich. Mit jedem Wiederaufbereitungszyklus wird das Material in Mitleidenschaft gezogen, so dass selbst ein speziell für das Recycling ausgelegtes Produkt nur für eine begrenzte Zeit aus den Entsorgungswegen ferngehalten wird. Auch Verunreinigungen verhindern, dass Materialien über längere Zeit im Recyclingprozess verbleiben können. Darüber hinaus sind einige Kunststoffe innerhalb vernünftiger Systemzwänge nicht wirtschaftlich wiederverwertbar, da für bestimmte Produkttypen, z. B. kleine, leichte Gegenstände mit hohen Sammel- und Trennungskosten, zusätzliche Kosten anfallen.

Trotz der Anwendungsgrenzen des werkstofflichen Recyclings spielt es eine wichtige Rolle. Wenn es gewinnbringend arbeitet, kann das Recycling finanzielle Anreize für die Beteiligten setzen, um eine zusätzliche Materialrückgewinnung zu finanzieren. Darüber hinaus bietet das Recycling im Vergleich zu Abfalldeponien oder -verbrennung Vorteile hinsichtlich der Treibhausgasemissionen, da weniger Neukunststoff produziert und weniger Rohstoffe gewonnen werden müssen. Die Kapazität der Deponien ist begrenzt und vielerorts bereits stark ausgelastet, was wiederum von einer Erhöhung der Abfallsammelquoten abschreckt; Recycling kann diesem Trend entgegenwirken, indem es deponieabhängige Abfälle aus dem Abfallstrom herausnimmt.

Heute richten sich zahlreiche Anstrengungen und Verpflichtungen der Industrie auf die Recyclingfähigkeit. Doch das werkstoffliche Recycling hat aufgrund einer Verquickung verschiedener Faktoren – insbesondere der fragilen wirtschaftlichen Lage – traditionell Probleme. Diese Fragilität beruht auf den schwankungsanfälligen und niedrigen Preisen für recycelten Kunststoff, Qualitätsschwankungen und niedrigen Entsorgungskosten. Der Schlüssel zur Beschleunigung dieses Systemeingriffs liegt in einer Verbesserung der Recyclingwirtschaft. Eine Möglichkeit wäre, die Nachfrage nach recyceltem Kunststoff anzukurbeln, z. B. indem sichergestellt wird, dass schnelllebige Konsumgüter freiwillige öffentliche Verpflichtungen und politische Auflagen in Bezug auf den Recyclinganteil erfüllen. Recycling kann zudem finanziell wettbewerbsfähiger gemacht werden, wenn Neukunststoffe und Deponien/Verbrennung durch Besteuerung teurer werden. Gesetze, die die Nachfrage ankurbeln, langfristige Vereinbarungen sowohl mit dem privaten als auch dem öffentlichen Sektor, um die Nachfrage nach recycelten Polymeren zu garantieren und Investitionsrisiken zu mindern, sowie Anreize und politische Maßnahmen zur Verbesserung der Sammelsysteme könnten eine Rolle spielen.



Kunststoff-Recycling-Anlage

Albert Karimov/Shutterstock

SYSTEMEINGRIFF 6

Ausbau des chemischen Recyclings von Kunststoff zu Kunststoff, potenziell bis zu einer weltweiten Kapazität von bis zu 13 Millionen Tonnen pro Jahr

Aufgrund der Grenzen des werkstofflichen Recyclings für einige Kunststoffarten werden neue Recyclingtechnologien entwickelt, mit denen minderwertige Kunststoffe, wie Folien und Mischmaterialien, und verunreinigte Kunststoffe wiederaufbereitet werden können. Der Begriff chemisches Recycling bezieht sich auf all jene Wiederaufbereitungstechnologien, bei der chemische Mittel oder Verfahren zum Einsatz kommen, um Kunststoff in seine chemischen Bestandteile zu zerlegen, die zur Herstellung neuer Kunststoffe oder anderer Materialien verwendet werden können. Wir schätzen, dass das chemische Recycling bis zum Jahr 2040 eine weltweite Kapazität von 26 Millionen Tonnen pro Jahr erreichen könnte, gegenüber aktuell 1,4 Millionen Tonnen. Davon wird etwa die Hälfte wieder in Kunststoffe umgewandelt (die andere Hälfte wird in Treibstoff umgewandelt). Die Ausweitung der Kunststoff-zu-Kunststoff-Komponente auf 13 Millionen Tonnen pro Jahr (6 Prozent des gesamten Kunststoffabfalls) entspricht der Inbetriebnahme von etwa 32 Kunststoff-zu-Kunststoff-Recyclinganlagen (mit einer Kapazität von jährlich jeweils 20.000 Tonnen) pro Jahr im Zeitraum von 2021 bis 2040.

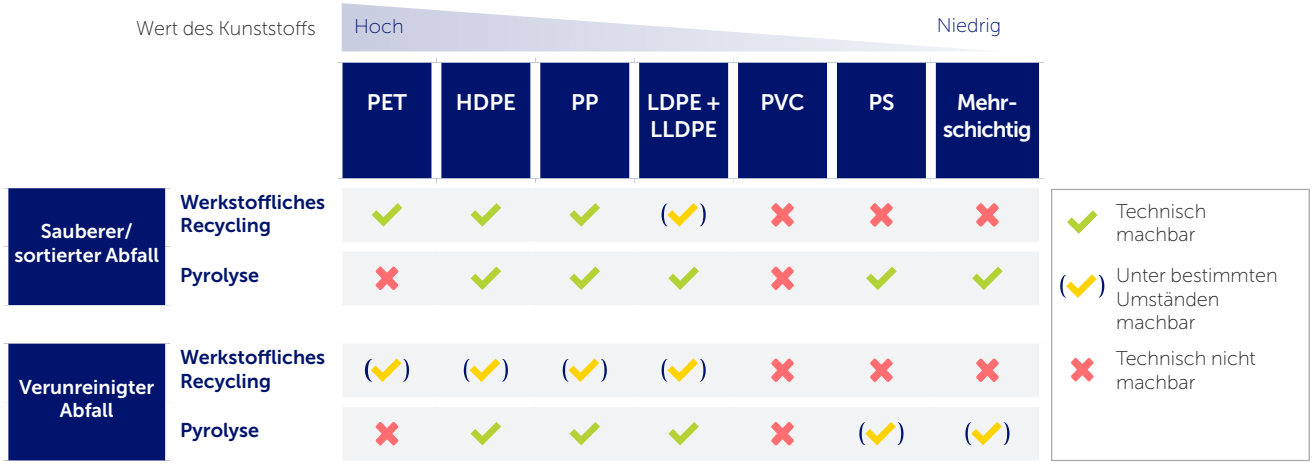
Die wirtschaftliche Gesamtbetrachtung des chemischen Recyclings von Kunststoff zu Kunststoff mittels Pyrolyse deutet darauf hin, dass nur Länder mit mittlerem/niedrigem Einkommen (LMI) in den Jahren 2016 bis 2040 ein System mit Nettogewinn erreichen könnten. In Ländern mit hohem Einkommen ist diese Technologie derzeit nur deshalb rentabel, weil das Sammeln und Sortieren staatlich subventioniert wird und zusätzliche Einnahmen aus Deponiegebühren erzielt werden. Entscheidend ist, dass das chemische Recycling, das einen Beitrag dazu leistet, dass Plastik nicht in die Umwelt gelangt, rentabel genug sein muss, um die Sammelkosten zu decken; andernfalls wird das Ausgangsmaterial aus bereits für Deponien gesammelten Kunststoffen stammen und nicht aus unsachgemäß entsorgten Abfällen, die andernfalls ins Meer gelangen. Für chemisches Recycling sollte stets nur Ausgangsmaterial verwendet werden, das nicht reduziert, ersetzt oder werkstofflich recycelt werden kann (siehe Abbildung 9).

Das chemische Recycling ist eine umstrittene Technologie, da sie sich bislang noch in einem frühen Entwicklungsstadium befindet, einen hohen Energiebedarf und hohe Treibhausgasemissionen aufweist. Zudem können noch keine genauen Angaben über ihre negativen und positiven Auswirkungen gemacht werden. Eine Reihe von Bedenken bezüglich des chemischen Recyclings sind zu prüfen. Unsere Analyse zeigt jedoch, dass das chemische Recycling eine Rolle bei der Eindämmung des Plastikeintrags in die Meere spielen könnte, da es eine wirtschaftliche Senke für bestimmte geringwertige Kunststoffarten schaffen kann, die einen hohen Anteil an der Kunststoffverschmutzung ausmachen und nicht ohne weiteres reduziert, ersetzt oder werkstofflich recycelt werden können. Es erweitert die Materialoptionen über die von dem werkstofflichen Recycling tolerierten Materialien hinaus. Im Gegensatz zum werkstofflichen Recycling bleibt bei pyrolysebasierten Kunststoff-zu-Kunststoff-Technologien das Polymer nicht erhalten. Stattdessen wird es aufgespalten, was unendliche Wiederaufbereitungszyklen ermöglicht. Das chemische Recycling durch Pyrolyse steht in Synergie mit dem werkstofflichen Recycling, da beide Verfahren mit jeweils unterschiedlichen Ausgangsmaterialien arbeiten. Durch ihren gleichzeitigen Einsatz wird die Wirtschaftlichkeit beider Verfahren verbessert. Bislang hat sich das chemische Recycling jedoch noch nicht in großem Maßstab bewährt. Obwohl seine Durchführbarkeit in großem Maßstab entwickelt und evaluiert werden sollte, muss die Ausweitung dieser Technologie von der Dekarbonisierung der Energiequellen abhängig gemacht werden. Gleichzeitig sind die natürlichen Vorlaufzeiten und Grenzen neuer Technologien zu berücksichtigen.

Die Ausweitung des chemischen Recyclings von Kunststoff zu Kunststoff in großem Maßstab wird wahrscheinlich erst 2030 einsetzen, wobei die Ausweitung des Recyclings von Kunststoff zu Treibstoff hier bereits den Weg ebnet. Obwohl die Technologien zur Umwandlung in Treibstoff bzw. in Kunststoff einander ähnlich sind, hat das chemische Recycling von Kunststoff zu Kunststoff einen fokussierteren Abnehmermarkt, der einen großen Maßstab voraussetzt. Sollte das Recycling von Kunststoff zu Treibstoff nicht zu einem allmählichen Übergang zum chemischen Recycling von Kunststoff zu Kunststoff führen, würden wir Gefahr laufen, in einer Technologie mit hohen Treibhausgasemissionen zu verharren, die die lineare Wirtschaft der fossilen Brennstoffe ohne die Vorteile des Kunststoff-zu-Kunststoff-Recyclings aufrechterhalten würde.

Abbildung 9: Vergleich der Ausgangsstofftoleranz beim werkstofflichen Recycling im Vergleich zur Pyrolyse

Chemisches Recycling erhöht Ausgangsstofftoleranz



Werkstoffliches Recycling umfasst sowohl offene als auch geschlossene Recyclingkreisläufe. Verunreinigung wird definiert als Verunreinigung durch andere Abfälle (d. h. organische Stoffe) oder Tinten, Additive und gemischte Polymere. Werkstoffliches Recycling von LDPE/LLDPE ist meist ein offener Recyclingkreislauf.

Es ist hier wichtig, dass sich die Fördermaßnahmen auf das chemische Recycling von Kunststoff zu Kunststoff konzentrieren, um die Kreislaufwirtschaft voranzutreiben. Folgende Maßnahmen kämen infrage: Finanzierung von Forschung und Entwicklung sowie von Infrastruktur, gesetzliche Rahmenbedingungen zur Steigerung der Nachfrage nach recyceltem Material, gut durchdachte Abnahmevereinbarungen, um das Investitionsrisiko zu senken, und Rückverfolgbarkeitsmechanismen zur Zertifizierung von recyceltem Material.

SYSTEMEINGRIFF 7

Als Übergangsmaßnahme: Bau von Anlagen zur Entsorgung der 23 Prozent des Kunststoffs, die nicht wirtschaftlich recycelt werden können

Deponien, Verbrennungsanlagen und das chemische Recycling von Kunststoff zu Treibstoff sollten nur als letzte Möglichkeit in Anspruch genommen werden – nachdem die Keile „Reduzieren", „Ersetzen" und „Recycling" ihr volles Potenzial ausgeschöpft haben –, insbesondere weil sie erhebliche Gesundheits- und Umweltrisiken bergen. Die Annahme, dass die End-of-life-Entsorgung von Kunststoffabfällen im Jahr 2040 nicht mehr erforderlich sein wird, ist jedoch vermutlich unrealistisch. Unser Modell zeigt, dass 39 Prozent der Makroplastiks, das vom Land aus ins Meer gelangt, aus Abfällen stammen, die gesammelt und anschließend nicht sachgerecht entsorgt wurden. 2016 waren dies 3,8 Millionen Tonnen Makroplastikmaterial, die ins Meer gelangt sind. Der Aufbau einer Entsorgungskapazität zur Schließung dieser Eintragsstellen könnte als Übergangslösung notwendig sein.

Unser BAU-Szenario geht davon aus, dass die Menge an Makroplastikabfällen, die 2016 auf Müllkippen oder hygienisch bedenklichen Deponien abgeladen wurde, 49 Millionen Tonnen bzw. 23 Prozent des gesamten Makroplastikabfalls ausmacht und dass diese Zahl ohne Systemeingriff bis 2040 voraussichtlich auf 100 Millionen Tonnen pro Jahr anwachsen wird. Die Verringerung der Anzahl offener Deponien weltweit ist eines der Kernziele vieler Regierungen – und zwar nicht nur, weil Deponien zu einer erheblichen Verschmutzung durch Kunststoffe führen, sondern auch aufgrund ihrer Treibhausgasemissionen und ihrer negativen Folgen für die Gesundheit. Das Systemwandel-Szenario geht davon aus, dass der Anteil der auf Müllkippen gelagerten Kunststoffe von 23 Prozent im Jahr 2016 auf 10 Prozent im Jahr 2040 gesenkt werden kann.

Unter Verwendung der Daten vergangener Entwicklungen haben wir zudem die Menge der zu entsorgenden Kunststoffrestabfälle projiziert. Dabei konnten wir zeigen, dass diese Zahl im Rahmen des Systemwandel-Szenarios im Vergleich zum BAU-Szenario bis 2040 von jährlich 54 Millionen Tonnen auf Deponien und jährlich 80 Millionen Tonnen in der Verbrennung auf 50 Millionen Tonnen pro Jahr bzw. 39 Millionen Tonnen pro Jahr reduziert werden könnte. Das Systemwandel-Szenario verdeutlicht, dass der weltweite Ausbau von Deponien bis 2030 mit jährlich 73 Millionen Tonnen neu gebauter Deponiekapazitäten ihren Höhepunkt erreichen kann. Beide Methoden der Entsorgung haben ihre Vor- und Nachteile. Deponien sind kosteneffizient, aber wenn sie nicht effektiv mit einer täglichen Zwischenabdeckung gehandhabt werden, können Kunststoffabfälle genauso leicht in die Umwelt gelangen wie bei einer offenen Deponie, während Mikroplastik durch die Deponieabdichtungen hindurchsickern und das Grundwasser verunreinigen kann. Verbrennungsanlagen können biologisches Material effizient stabilisieren und sowohl das Volumen (um 90 Prozent) als auch die Masse (um 80 Prozent) reduzieren. Jedoch setzen sie neben einigen Emissionen nichtfossilen Ursprungs aus biogenen Abfällen Treibhausgase in die Atmosphäre frei (so genanntes „skyfill"), und benötigen kontinuierlich neues Ausgangsmaterial, um weiterzubrennen. Da ihre Lebensdauer etwa 25 Jahre (oder länger) beträgt, erzeugen Verbrennungsanlagen zudem einen „Lock-in"-Effekt, der möglicherweise neueren Technologien im Wege steht oder mit dem Abfallrecycling konkurriert[35].

Während Verbrennungsanlagen gewisse Einnahmen generieren, ist dies bei Deponien nicht der Fall. Bei beiden Lösungen entstehen Nettokosten für die Regierungen. Da es nur wenige Marktanreize dafür gibt, diese Anlagen sachgerecht zu betreiben, erfordern beide Entsorgungsformen eine starke öffentliche Steuerung und Lenkung, um die Schäden für Mensch und Umwelt so gering wie möglich zu halten.

SYSTEMEINGRIFF 8

Reduzierung der Kunststoffabfall-Exporte in Länder mit geringer Abfallsammelrate und hohen Eintragsquoten um 90 Prozent bis 2040

Die Exporte von Kunststoffabfällen aus Ländern mit hohem Einkommen in Länder mit mittlerem/niedrigem Einkommen beliefen sich im Jahr 2016 auf 3,5 Millionen Tonnen. Die genauen Auswirkungen dieser Exporte auf die Verschmutzung der Meere durch Plastikabfälle lassen sich nur schwer beziffern, da es nur wenige Hinweise auf den Verbleib der exportierten Plastikabfälle gibt. Vereinzelte Belege lassen vermuten, dass 5 bis 20 Prozent des exportierten Altkunststoffs nur einen geringen Wert haben und oft durch offenes Verbrennen oder illegale Deponierung nicht sachgerecht entsorgt werden[36]. Ein Teil dieser Gesamtmenge wird mit Sicherheit in die Meere eingetragen.

Von entscheidender Bedeutung ist, dass die Verluste oder Reste aus der Sortierung und dem Recycling in den Ländern mit mittlerem/niedrigem Einkommen nicht von den Herkunftsländern mit hohem Einkommen gemeldet werden. Daher werden fälschlicherweise 100 Prozent des zum Recycling exportierten Kunststoffs zu den Recyclingquoten des Herkunftslandes hinzugerechnet. Diese administrativ bedingte Diskrepanz erzeugt den irreführenden Eindruck einer hohen Ressourceneffizienz in Ländern mit hohem Einkommen, obwohl es Belege dafür gibt, dass ein Teil des Abfallmaterials in den Zielländern zum Schaden der lokalen Bevölkerung in die Umwelt gelangt.

Der Aufbau einer näher am Ort der Abfallentstehung angesiedelten Kreislaufwirtschaft kann in Ländern, die zuvor große Mengen Kunststoff importiert haben, zur Schaffung einer nachhaltigen Senke für Material und zur Entstehung einer Infrastruktur beitragen, mit der diese Länder ihren eigenen Abfall entsorgen können. Daher ist dieser Systemeingriff trotz der spärlichen Daten, die zur Quantifizierung seiner Auswirkungen verfügbar sind, von zentraler Bedeutung, um die Menge des in die Meere eingetragenen Plastiks langfristig zu reduzieren. Wir schätzen, dass 90 Prozent der Exporte von Kunststoffabfällen bis 2040 reduziert werden könnten, wenn geeignete politische Maßnahmen umgesetzt werden und eine Infrastruktur aufgebaut wird, um lokal oder regional einen sachgerechten Umgang mit diesem Kunststoff zu gewährleisten.

Der Aufbau einer näher am Ort der Abfallentstehung angesiedelten Kreislaufwirtschaft kann in Ländern, die zuvor große Mengen Kunststoff importiert haben, zur Schaffung einer nachhaltigen Senke für Material und zur Entstehung einer Infrastruktur beitragen, mit der diese Länder ihren eigenen Abfall entsorgen können.

Systemwandel und die Zukunft von Kunststofferzeugnissen

Eine Umstellung des Kunststoffsystems würde dazu führen, dass viele der Einweg-Plastikprodukte, die wir heute kennen und verwenden, ganz verschwinden oder durch wiederverwendbare Artikel und neue Dienstleistungsmodelle ersetzt würden. Nicht wiederverwertbare und schwer wiederzuverwertende Kunststoffe könnten durch Papier oder kompostierbare Materialien ersetzt werden, wobei die verbleibenden Kunststoffabfälle in viel höheren Mengen wiederverwertet würden, wodurch die Umwelt viel weniger durch Kunststoff belastet würde.

% des Business-as-Usual-Bedarfs der folgenden Produkte:

Reduziert **Ersetzt** **Recycelt** **Entsorgt** **Unsachgemäß entsorgt**

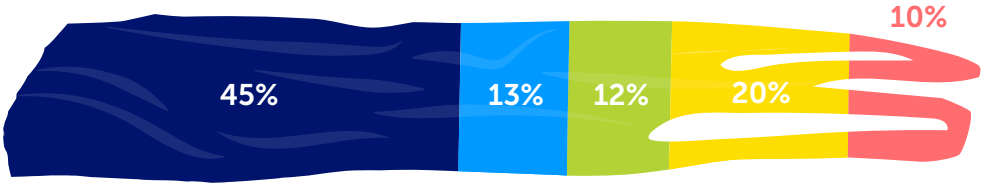
Fünf Produkttypen/-anwendungsbereiche sind für **85 %** aller heute in die Meere gelangenden Kunststoffe verantwortlich. Wenn im gesamten globalen Kunststoffsystem entsprechende Maßnahmen ergriffen werden, würden viele dieser Kunststoffprodukttypen/-anwendungen bis 2040 abgeschafft, ersetzt oder recycelt werden.

Monomaterialfolien (z. B. Frischhaltefolie, Schlauchbeutelfolie, Palettenumwicklung)



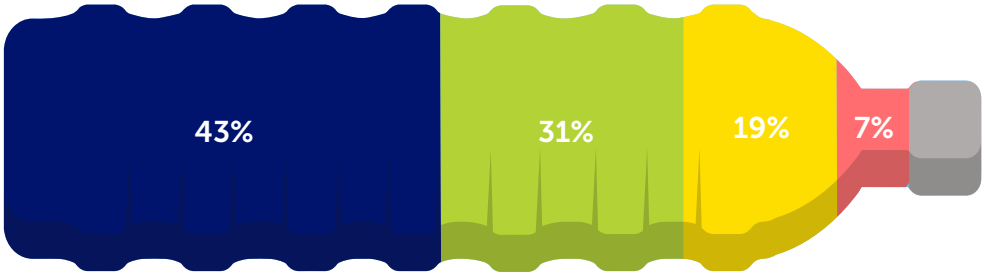
58 % der Monomaterialfolien können durch Reduzierungsmaßnahmen und Ersatz durch Papier und kompostierbare Materialalternativen vermieden werden.

Tragetaschen (z. B. Einkaufstaschen, Einkaufstüten)



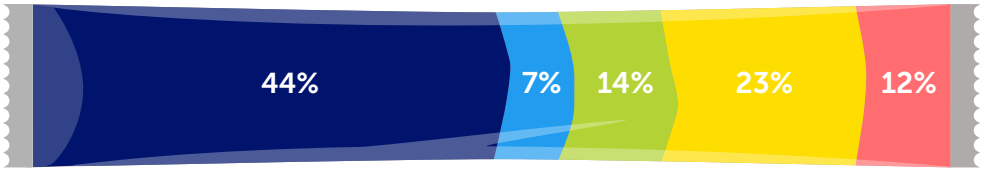
45 % der Tüten können durch Verbote, Anreize und Wiederverwendungsmodelle vermieden werden.

Flaschen (z. B. Wasserflaschen, Getränke, Reinigungsmittel)



Die Recyclingrate von Monomaterial-Hartkunststoff würde sich im Vergleich zu heute **verdoppeln**.

Beutel und Mehrschichtfolien (z. B. Portionsbeutel für Würzmittel und Shampoo, Kaffee, Chips und Süßigkeiten)



Im Jahr 2016 wurden **48 %** dieser Kunststoffprodukte unsachgemäß entsorgt. Im Rahmen des Systemwandel-Szenarios könnte die Quote der nicht sachgemäßen Entsorgung für diese Produkte auf **12 %** sinken.

Haushaltswaren (Mono- und Multimaterial-Kunststoffartikel, z. B. Kugelschreiber, Spielzeug, Kämme, Zahnbürsten, Gebrauchsgüter, Eimer)



Die Recyclingrate von Haushaltswaren würde sich im Vergleich zu heute **fast vervierfachen**.

Treibhausgasemissionen der Eingriffe des Systemwandel-Szenarios

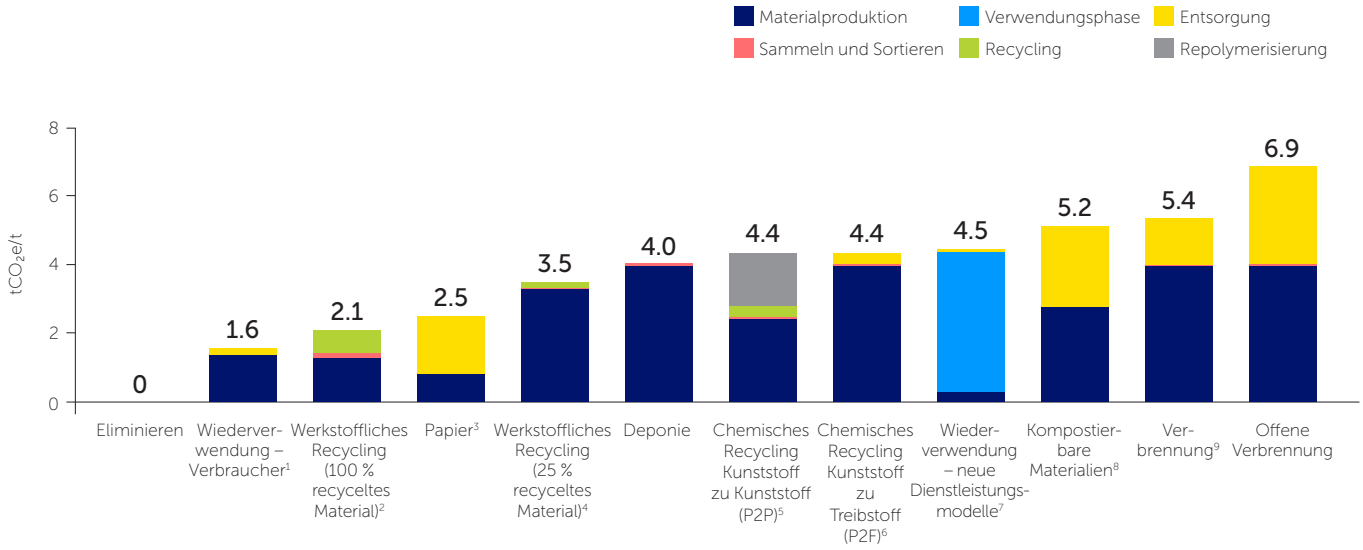
Die acht integrierten Systemeingriffe des Systemwandel-Szenarios führen im Vergleich zum BAU-Szenario über den Zeitraum 2021-2040 kumulativ zu 14 Prozent niedrigeren kunststoffbedingten Treibhausgasemissionen (und zu 25 Prozent niedrigeren jährlichen Emissionen im Jahr 2040). Dabei weisen die verschiedenen Lösungen sehr unterschiedliche Treibhausgasemissions-Profile auf (siehe Abbildung 10). Gleichzeitig wird bei einer Eliminierung von vermeidbaren Kunststoffen mit geringem Nutzen durch Verbote und Anreize davon ausgegangen, dass diese keine Emissionen verursachen. Die Wiederverwendung erzeugt nur 1,6 Tonnen CO_2e pro Tonne Kunststoffnutzen, während Kompostierung, Verbrennung und offene Verbrennung mit 5,2, 5,4 bzw. 6,9 Tonnen CO_2e pro Tonne Kunststoffnutzen die höchsten Mengen emittieren, obwohl die Emissionen durch Kompostierung mit der richtigen Beschaffungs- und Kompostierungsinfrastruktur im Laufe der Zeit deutlich sinken könnten.

Obwohl das Systemwandel-Szenario eine deutliche Verbesserung gegenüber dem BAU-Szenario darstellt, verbraucht es noch immer 15 Prozent des CO_2-Budgets von 2040, während die Kunststoff-Wertschöpfungskette heute 3 Prozent der globalen Emissionen verursacht. Es wird daher von wesentlicher Bedeutung sein, über die im Szenario modellierten Systemeingriffe hinauszublicken und Wege zu finden, mit denen sich Reduzierung und Wiederverwendung über das modellierte Niveau hinaus skalieren lassen, um die potenziellen CO_2-Einsparungen auszuschöpfen. Zudem müssen Technologien vorangetrieben werden, die die Produktion von Kunststoffen und Kunststoffalternativen über die Annahmen in unserem Modell hinaus dekarbonisieren. Die Ausweitung kohlenstoffintensiver End-of-Life-Technologien wie Verbrennung und chemisches Recycling muss begrenzt werden und schließlich ist der Schwerpunkt auf einen breiter angelegten Systemwandel zu legen, zu dem sowohl ein reduzierter Verbrauch als auch die lokale Beschaffung und die Dekarbonisierung des Transports zählen.

Die nachstehende Infografik zeigt die kombinierten Auswirkungen der Umsetzung aller Systemeingriffe im Bereich Makroplastik auf fünf Produkttypen/Anwendungen im Rahmen des Systemwandel-Szenarios.

Abbildung 10: Treibhausgasemissionen durch 1 Tonne Kunststoff

Unterschiedliche Optionen der Abfallbewirtschaftung haben sehr unterschiedliche Auswirkungen auf den Treibhauseffekt



1. Die Produktions- und Entsorgungsemissionen basieren darauf, wie viel weniger Abfall produziert würde (65 % weniger). Der Begriff „Entsorgung" in diesem Lösungsansatz umfasst alle Emissionen am Ende des Produktlebenszyklus, einschließlich Sammlung, Sortierung und Recycling.
2. Gültig sowohl für das Recycling im geschlossenen als auch im offenen Kreislauf. Dabei wird von 100 Prozent recyceltem Material ausgegangen, was die Sammlung und Sortierung einer größeren Abfallmenge erfordert, um Verluste auszugleichen.
3. Die durchschnittlichen Emissionen innerhalb des Lebenszyklus von Verpackungen aus Papier oder beschichtetem Papier pro Tonne, multipliziert mit einer durchschnittlichen Zunahme des Materialgewichts von Kunststoff zu Papier mit dem Faktor 1,5. Die Emissionen unterscheiden sich je nach Art der Gewinnung des Papiers. Die Entsorgung umfasst alle Emissionen am Ende des Lebenszyklus, einschließlich Recycling, die wir bei diesem Lösungsansatz nicht unterscheiden.
4. Gültig sowohl für das Recycling im geschlossenen als auch im offenen Kreislauf. Dies setzt einen Recyclinganteil von 25 % voraus, was die Sammlung und Sortierung einer größeren Abfallmenge erfordert, um Verluste auszugleichen. Die restlichen 75 % werden durch die Produktion von Neukunststoff erfüllt.
5. Die Emissionen umfassen sowohl die Repolymerisation von Naphtha als auch den Pyrolyseprozess selbst. Es ist anzumerken, dass die verfügbaren Daten für Treibhausgasemissionen für diese Technologie begrenzt sind.
6. Beinhaltet nicht die Emissionen aus der Verbrennung des Treibstoffs, da wir davon ausgehen, dass er den regulären Treibstoff mit einem ähnlichen Treibhausgas-Fußabdruck ersetzt. Es ist anzumerken, dass die verfügbaren Daten für Treibhausgasemissionen für diese Technologie begrenzt sind.
7. NDM=Neue Dienstleistungsmodelle. Die Produktions- und Entsorgungsemissionen basieren darauf, wie viel weniger Abfall anfallen würde (88 % weniger). Der Begriff „Entsorgung" in diesem Lösungsansatz umfasst alle Emissionen am Ende des Lebenszyklus, einschließlich Sammlung, Sortierung und Recycling; es wurde angenommen, dass die Emissionen in der Nutzungsphase die gleichen sind wie bei traditionellen Kunststoffen, obwohl sie in der Praxis viel niedriger sein könnten, sobald die NDM eine gewisse Größenordnung erreichen.
8. Lebenszyklus-Emissionen von PLA pro Tonne.
9. Die Emissionen für die Verbrennung wurden angepasst, indem die Emissionen berücksichtigt wurden, die bei der Erzeugung einer entsprechenden Energiemenge mit durchschnittlichen Emissionen entstanden wären.

Die mit jedem Lösungsansatz verbundenen Treibhausgasemissionen werden von dem Punkt, an dem Kunststoffabfälle anfallen, bis zur Produktion von 1 Tonne Kunststoffnutzen berechnet. Eine Tonne Kunststoffnutzen ist definiert als das Material/die Dienstleistung, das/die erforderlich ist, um den Verbrauchern den Gegenwert von 1 Tonne Kunststoff zu liefern.

Systemeingriffe Mikroplastik

Implementierung aller bekannten Lösungen für vier Mikroplastik-Quellen (< 5mm) – Reifen, Textilien, Körperpflegeprodukte und Basispellets –, um den jährlichen Eintrag von Mikroplastik in die Meere bis 2040 um 1,8 Millionen Tonnen pro Jahr zu reduzieren

Elf Prozent (1,3 Millionen Tonnen) des gesamten Kunststoffs, der 2016 in die Meere gelangt ist, stammt aus den vier Hauptquellen von Mikroplastik, die wir für das Modell ausgewählt haben: Reifenabrieb/-staub, Pelletverluste, textile Mikrofasern und Mikroplastikinhaltsstoffe in Körperpflegeprodukten. Im Rahmen des Systemwandel-Szenarios, in dem wir alle bekannten signifikanten Lösungen für Mikroplastik in großem Maßstab umsetzen (unter Einbeziehung aller relevanten Systemeingriffe), können die Mikroplastikeinträge bis 2040 um 1,8 Millionen Tonnen pro Jahr (von 3 Millionen Tonnen auf 1,2 Millionen Tonnen) reduziert werden, was im Vergleich zum BAU-Szenario einer Verringerung um 59 Prozent entspricht.

Mikroplastik wird in unserem Bericht als Kunststoffpartikel mit einer Größe zwischen 1 Mikrometer (*µm*) und 5 mm definiert, die als mikroskopisch kleine Teilchen in die Umwelt gelangen – allgemein als primäres Mikroplastik bezeichnet[37]. Nicht eingeschlossen ist hierbei sekundäres Mikroplastik, das durch den Abbau von unsachgemäß entsorgten Makroplastikabfällen entsteht, da diese Masse bereits in unserer Analyse zum Makroplastik berücksichtigt wurde. Von den ~20 potenziellen Quellen für primäres Mikroplastik stellen die vier von uns modellierten Quellen schätzungsweise 75-85 Prozent des gesamten Mikroplastikeintrags dar. Von diesen vier Quellen war Reifenabrieb mit 78 Prozent der modellierten Eintragsmasse im Jahr 2016 der massenmäßig größte Verursacher von Mikroplastik in den Meeren; Pellets tragen mit 18 Prozent und Textilien und Körperpflegeprodukte mit zusammen 4 Prozent zum Mikroplastikeintrag bei. Hinsichtlich der Anzahl der Mikroplastikpartikel, die ins Meer gelangen, gibt es ein abweichendes Muster, wobei Reifen und Textilien die Haupteintragsquellen sind.

Wir schätzen, dass die Einträge von Mikroplastik aus den genannten vier Quellen im Rahmen des BAU-Szenarios von 1,3 Millionen Tonnen im Jahr 2016 auf 3,0 Millionen Tonnen im Jahr 2040 ansteigen könnten. Wir schätzen weiterhin, dass 26 Prozent des insgesamt freigesetzten Mikroplastiks (bei Herstellung oder Nutzung, auf den Straßen, in den Abwasserleitungen oder in der Umwelt) letztendlich in die Meere gelangen. Weitere 63 Prozent des freigesetzten Mikroplastiks gelangen in andere Umgebungen, z. B. in den Boden oder in die Luft. Elf Prozent des 2016 freigesetzten Mikroplastiks wurden schätzungsweise bei der Abwasserbehandlung aufgefangen und auf geordnete Deponien oder in die Verbrennung weitergeleitet.

Länder mit hohem Einkommen waren 2016 für etwa ein Drittel (34 Prozent) aller Mikroplastik-Emissionen verantwortlich. Auf Pro-Kopf-Basis sind die Mikroplastik-Emissionen in die Meere in Ländern mit hohem Einkommen 3,4-mal so hoch wie im Rest der Welt, was hauptsächlich auf ein höheres Fahraufkommen, den Plastikverbrauch und das Waschen von Textilien zurückzuführen ist. Tatsächlich ist Mikroplastik in Ländern mit hohem Einkommen für 61 Prozent der Einträge verantwortlich, was die Lösung dieses Problems in diesem Kontext zu einer Priorität macht.

Die Lösungen sollten sich auf die Reduzierung von Mikroplastik an ihrer Quelle konzentrieren, da dies kosteneffizienter und besser durchführbar ist als die Sammlung von Mikroplastikpartikeln, die sich bereits in der Umwelt befinden. Umgesetzt werden könnte dieser Ansatz durch Innovationen bei Reifenbauarten und Textildesign, eine Verkehrswende zur Verringerung der mit dem Auto zurückgelegten Gesamtstrecke, eine Verringerung der Kunststoffproduktion, regulatorische und unternehmerische Maßnahmen zur Verhinderung von Pelletverlusten und ein Verbot von Mikroplastik-Inhaltsstoffen in Körperpflegeprodukten. Durch die Umsetzung der entsprechenden Vorschriften und die Überwachung und Durchsetzung von Präventionsmaßnahmen innerhalb der gesamten Lieferkette ließe sich der Pelletverlust bis 2040 ohne weiteres in den Griff bekommen. In ähnlicher Weise haben die Einträge von Mikroplastik durch Textilien ein großes Verbesserungspotenzial, das durch die Umstellung auf Garne mit geringerem Faserverlust ausgeschöpft werden könnte. Mikroplastik-Inhaltsstoffe in Körperpflegeprodukten könnten, wie bereits in mehreren Ländern geschehen, ohne gesellschaftliche Risiken verboten werden.

Im Gegensatz dazu werden zusätzliche Innovationen erforderlich sein, um den durch Reifen verursachten Mikroplastikeintrag deutlich zu reduzieren. Tatsächlich sind Reifen für 93 Prozent des 2040 nach der Umsetzung aller Systemeingriffe verbleibenden Eintrags von Mikroplastik in die Meere verantwortlich. Die wirksamsten Eingriffe bestehen in der Reduzierung der gefahrenen Kilometer und der Verringerung des Reifenabriebs. Derzeit verfügbare Reifen weisen hinsichtlich ihrer Lebensdauer eine hohe Bandbreite auf, d. h. durch die Wahl weniger verschleißanfälliger Typen und Marken in Kombination mit der Förderung umweltfreundlicher Fahrgewohnheiten lässt sich die Mikroplastikverschmutzung durch Reifen erheblich reduzieren.

Doch selbst wenn alle bekannten Lösungen zielstrebig umgesetzt werden, bleiben die Mikroplastik-Emissionen im Jahr 2040 ähnlich hoch wie die Eintragsmenge von 2016. Im Rahmen des Systemwandel-Szenarios wird erwartet, dass Mikroplastik im Jahr 2040 mit bis zu 23 Prozent einen beträchtlichen Anteil des verbleibenden Kunststoffeintrags in die Meere ausmachen wird. Dieses Ergebnis lässt sich darauf zurückführen, dass es für bestimmte Mikroplastikquellen im Vergleich zum Makroplastik weniger bekannte Lösungen gibt.

Es sind neue Lösungen erforderlich, um die Einträge weiter zu reduzieren als in diesem Szenario modelliert. Dies betrifft insbesondere Reifen, aber auch andere, an dieser Stelle nicht modellierte Mikroplastikquellen. Um ein vollständiges Bild des Problems der Mikroplastikverschmutzung zu erhalten, sind zusätzliche Forschungsanstrengungen zum Thema Mikroplastikemissionen und -wege erforderlich.

Die Lösungen sollten sich auf die Reduzierung von Mikroplastik an ihrer Quelle konzentrieren, da dies kosteneffizienter und besser durchführbar ist als die Sammlung von Mikroplastikpartikeln, die sich bereits in der Umwelt befinden. Umgesetzt werden könnte dieser Ansatz durch Innovationen bei Reifenbauarten und Textildesign, eine Verkehrswende zur Verringerung der mit dem Auto zurückgelegten Gesamtstrecke, eine Verringerung der Kunststoffproduktion, regulatorische und unternehmerische Maßnahmen zur Verhinderung von Pelletverlusten und ein Verbot von Mikroplastik-Inhaltsstoffen in Körperpflegeprodukten.

Mikroplastik und die Meere

Etwa 11 Prozent des heutigen gesamten Eintrags von Kunststoffen in die Meere stammen aus nur vier Quellen für Mikroplastik – Reifenabrieb, Basispellets, Textilien und Körperpflegeprodukte –, die in Form von Mikropartikeln (<5 mm) in die Umwelt freigesetzt werden.

Rasche Maßnahmen und Innovationen sind erforderlich, um zu verhindern, dass sie in die Meere und in die Umwelt im weiteren Sinne gelangen.



In welchem Umfang trägt Mikroplastik zur Plastikverschmutzung der Meere bei?

Die vier Mikroplastikquellen, die wir analysiert haben, verursachen derzeit jährlich etwa **1,3 Millionen Tonnen** Mikroplastikeintrag in die Meere und werden bis 2040 auf **3 Millionen Tonnen** anwachsen.

2016



Reifenabrieb ist massenmäßig für **78 %** der Einträge von Mikroplastik verantwortlich

~1.2000.000 BILLIONEN PARTIKEL



Pellets sind massenmäßig für **18 %** der Einträge von Mikroplastik verantwortlich

~10 BILLIONEN PARTIKEL



Textilien und Körperpflegeprodukte sind zusammengenommen massenmäßig für **4 %** der Einträge von Mikroplastik verantwortlich

~144.000 BILLIONEN PARTIKEL

Woher stammen die Einträge von Mikroplastik?

Das analysierte Mikroplastik stammt zu etwa **60 % der gesamten Einträge** aus Ländern mit hohem Einkommen

Der Eintrag von Mikroplastik beträgt in Ländern mit **hohem Einkommen**

365 Gramm

pro Kopf



Der Eintrag von Mikroplastik beträgt in Ländern mit **mittlerem/niedrigem Einkommen**

109 Gramm

pro Kopf

2040 Systemwandel-Szenario

Wie können wir den Eintrag von Mikroplastik reduzieren?

Mit einer konzertierten Aktion ab 2020 über das gesamte Kunststoffsystem hinweg kann der Eintrag von Mikroplastik verringert werden, und zwar um...

~1,8 Millionen Tonnen pro Jahr oder **59 % bis 2040**

im Vergleich zum Business-as-Usual-Szenario.

Lösungen umfassen:



Verbesserte(s) Bauweise/ Design von Reifen und Textilien



Verkehrsverlagerungen im Transportwesen zur Reduzierung der pro Kopf gefahrenen Kilometer



Verminderte Kunststoffproduktion



Regulatorische und unternehmerische Maßnahmen zur Verhinderung von Pelletverlust



Erweiterung der Abwasseraufbereitung



Verbot der Verwendung von Mikroplastik-Inhaltsstoffen in Körperpflegeprodukten

Zusätzliche Innovationen sind notwendig, um die verbleibenden 41 % der Kunststoffeinträge zu reduzieren, insbesondere bei der Reifenbauweise

Meerseitige Eintragsquellen

Es besteht Unsicherheit darüber, wie viel Plastik aus meerseitigen Quellen in die Meere gelangt. Geschätzt wird jedoch, dass diese Quelle für 10 bis 30 Prozent des gesamten Makroplastikeintrags verantwortlich ist[38]. Die meerseitigen Quellen der Plastikverschmutzung der Meere werden in diesem Bericht als das gesamte Plastik definiert, das von Seeschiffen in die Umwelt gelangt (einschließlich Fischfanggeräten und Schiffsabfällen). Sie gehören zu den sichtbarsten und schädlichsten Mitverursachern der Plastikverschmutzung der Meere[39]. Obwohl das Fehlen belastbarer Schätzungen der verschiedenen meerseitigen Eintragsquellen der Einbeziehung dieser Kategorie in unsere quantitative Analyse im Wege steht, ist die Bekämpfung dieser Form der Verschmutzung dringend notwendig.

Ausgediente, verlorene oder anderweitig weggeworfene Fanggeräte (ALDFG) zählen im Vergleich zu allen anderen Quellen der Plastikverschmutzung zu den schädlichsten Verschmutzungsformen für die Meeresökosysteme[40]. Mehrere Studien haben bereits den Versuch unternommen, die jährlichen Eintragsmengen zu quantifizieren, wobei die Schätzungen zwischen 640.000 Tonnen und 1,15 Millionen Tonnen liegen. Es steht zu erwarten, dass ihre Menge infolge der Zunahme des Fischereiaufwands und der Aquakultur weiter steigen wird[41]. Es wird geschätzt, dass jedes Jahr 29 Prozent der Fangleinen, 8,6 Prozent der Fallen und Reusen und 5,7 Prozent der Netze verloren gehen[42]. Eine spezifischere Bewertung der unterschiedlichen Fangnetztypen zeigt, dass Kiemennetze am stärksten gefährdet sind. Grundschleppnetze gelten als risikoarm, während Ringwaden und pelagische Schleppnetze das geringste Risiko aufweisen[43].

Es gibt zwei Hauptkategorien bei den Lösungsansätzen, um die Menge von ALDFG in der Meeresumwelt zu reduzieren: Prävention und Abhilfemaßnahmen. Die präventiven Maßnahmen (z. B. die erweiterte Herstellerverantwortung für Fanggeräte, Hafengebührensysteme, die Anreize für die Abfallrückgabe schaffen, Systeme zur Kennzeichnung von Fanggeräten sowie strengere und besser durchgesetzte Vorschriften zur Bekämpfung der illegalen, nicht gemeldeten und unregulierten Fischerei) werden voraussichtlich eine erhebliche Wirkung entfalten, sofern sie umfassend umgesetzt werden. Auch Abhilfemaßnahmen (z. B. Anreize zur Meldung und Bergung von ALDFG, Programme zur Aufdeckung und Meldung von ALDFG und Initiativen zur Reduzierung ausgedienter und weggeworfener Fischernetze, in denen sich weiterhin Meereslebewesen verfangen können, bekannt als sogenannten „Geisternetze") sind darüber hinaus notwendig.

Schiffsabfälle, d. h. die vorsätzliche Verklappung von Kunststoffabfällen durch Seeschiffe, ist mit einigen Ausnahmen völkerrechtswidrig (MARPOL-Anlage V). Dennoch geht man davon aus, dass diese Praxis weit verbreitet ist. Es gibt Anzeichen dafür, dass sie aufgrund der Ausweitung der Handelsschifffahrt in den letzten 50 Jahren sogar zugenommen hat. Schätzungen der bisher umfassendste Forschungsarbeit zufolge belaufen sich Schiffsabfälle in der Europäischen Union jährlich auf 54.000 bis 67.000 Tonnen Plastik, was 35 Prozent der gesamten meerseitigen Quellen entspricht. Die verfügbaren Maßnahmen zur Bekämpfung von Verschmutzungen durch Schiffsabfälle lassen sich unterteilen in landseitige (z. B. Verringerung des Verbrauchs, Ersatz von Kunststoffen durch Materialien, die sich im Meerwasser zersetzen) und meerseitige Maßnahmen (z. B. gezielte Inspektionen in den Häfen und auf Schiffen, finanzielle Anreize für die Abfallentsorgung im Hafen, Harmonisierung der Abfallinformationen und Durchsetzung der MARPOL-Anlage V). Eine verbesserte Datenerfassung in Häfen und auf Schiffen sowie eine verstärkte internationale Zusammenarbeit sind für ein besseres Verständnis dieses globalen Problems unerlässlich.



Fische, die in verlorengegangenen, kommerziellen Fischernetzen gefangen sind
Josephine Julian/Adobe Stock

ERGEBNIS 5

Innovation ist ein entscheidender Faktor, um die Kunststoffverschmutzung in Zukunft auf nahezu Null zu senken

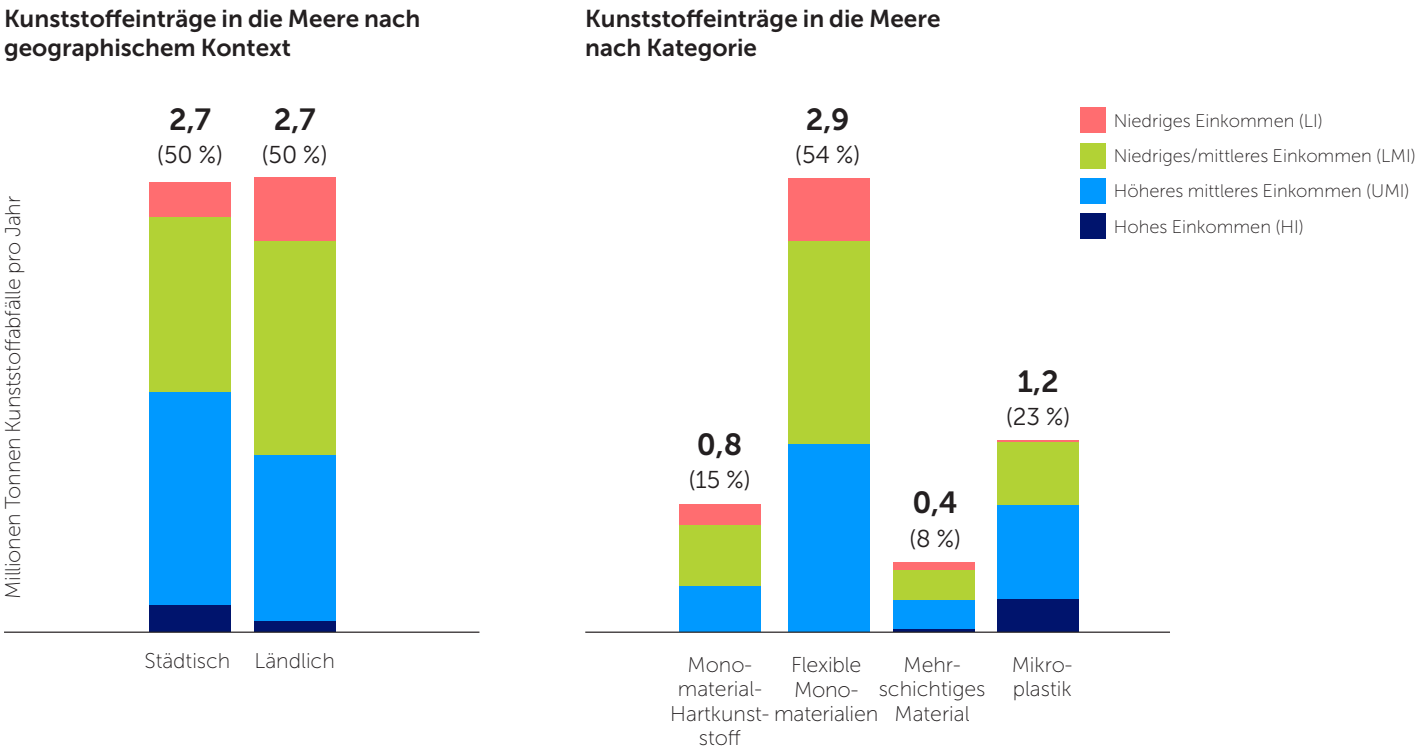
Das Systemwandel-Szenario beschreibt einen gangbaren Weg, um die Plastikverschmutzung der Meere drastisch zu reduzieren, wobei eine nahezu komplette Unterbindung des Eintrags von Plastik in die Meere das eigentliche Ziel ist. Um diese Perspektive umzusetzen, muss die Innovationslücke geschlossen werden – und zwar mit einer zielgerichteten, gut finanzierten Forschungs-& Entwicklungs-Agenda, die durch andere ambitionierte Impulse zu ergänzen ist.

Selbst bei einer gleichzeitigen Umsetzung der wichtigsten bekannten Systemeingriffe würden bis 2040 jährlich immer noch schätzungsweise 5 Millionen Tonnen Kunststoff in die Meere gelangen. Die jährlichen Treibhausgasemissionen lägen noch immer 54 Prozent über den Werten von 2016, während die kumulierte, zwischen 2016 und 2040 in die Meere eingetragene Kunststoffmenge 248 Millionen Tonnen betragen würde. Die Schließung der Lücke bis hin zu einem nahezu gegen Null gehenden Plastikeintrag erfordert zusätzliche Investitionen und Innovationen im Bereich Forschung & Entwicklung, die über die heute bekannten Lösungen hinausgehen. Gefördert werden müssen intelligente politische Maßnahmen, alternative Geschäftsmodelle, neue Materialalternativen und Nachfüllsysteme sowie eine effektivere und schnellere Ausweitung von Reduzierung, Sammlung und Recycling, Kompostierung und kontrollierten Entsorgungssystemen, insbesondere in den Ländern mit mittlerem/niedrigem Einkommen. Der Schwerpunkt sollte darauf liegen, die Länder mit mittlerem/niedrigem Einkommen dabei zu unterstützen, das nicht nachhaltige lineare Wirtschaftsmodell der Länder mit hohem Einkommen ganz zu überspringen. Die Ausgaben für Forschung und Entwicklung könnten 100 Milliarden US-Dollar pro Jahr übersteigen, was mehr als einer Vervierfachung der heutigen jährlichen Ausgaben von 22 Milliarden US-Dollar entspräche[46].

Für ein besseres Verständnis derjenigen Bereiche, in denen Innovationen die größte Wirksamkeit entfalten könnten, zeigt Abbildung 11 die nach der Umsetzung sämtlicher Eingriffe des Systemwandel-Szenarios verbleibenden Einträge. Es sollten neue Lösungen entwickelt werden, die sich speziell auf folgende Punkte konzentrieren: 1) Sammlung, insbesondere in ländlichen und abgelegenen Gebieten; 2) flexible Kunststoffe und Mischmaterialien (62 Prozent der verbleibenden Einträge), mit Schwerpunkt auf alternativen Dienstleistungssystemen und Materialalternativen und der Aufwertung vorhandener Materialien; und 3) Mikroplastikeintrag durch Reifen (21 Prozent der verbleibenden Einträge). Andere bislang noch nicht angegangene Aspekte sind weitere Möglichkeiten zur Skalierung der Reduzierungs-, Ersatz- und Recyclinglösungen, Methoden zur Erreichung einer 100-prozentigen Abfallsammlung, Durchbrüche in der Grünen Chemie und neue Lösungen, die auf Technologie, Verhalten und Geschäftsmodelle abzielen.

Abbildung 11: Verbleibende Einträge im Jahr 2040 nach geografischem Kontext und Kunststoffkategorie im Systemwandel-Szenario

Flexible Monomaterialien weisen unverhältnismäßig hohe Einträge auf, nachdem Eingriffe des Systemwandel-Szenarios implementiert wurden, d. h. hier muss der Innovationsschwerpunkt gesetzt werden.



ERGEBNIS 6

Die Lösung ist wirtschaftlich tragfähig, jedoch ist eine größere Umlenkung der Kapitalinvestitionen erforderlich

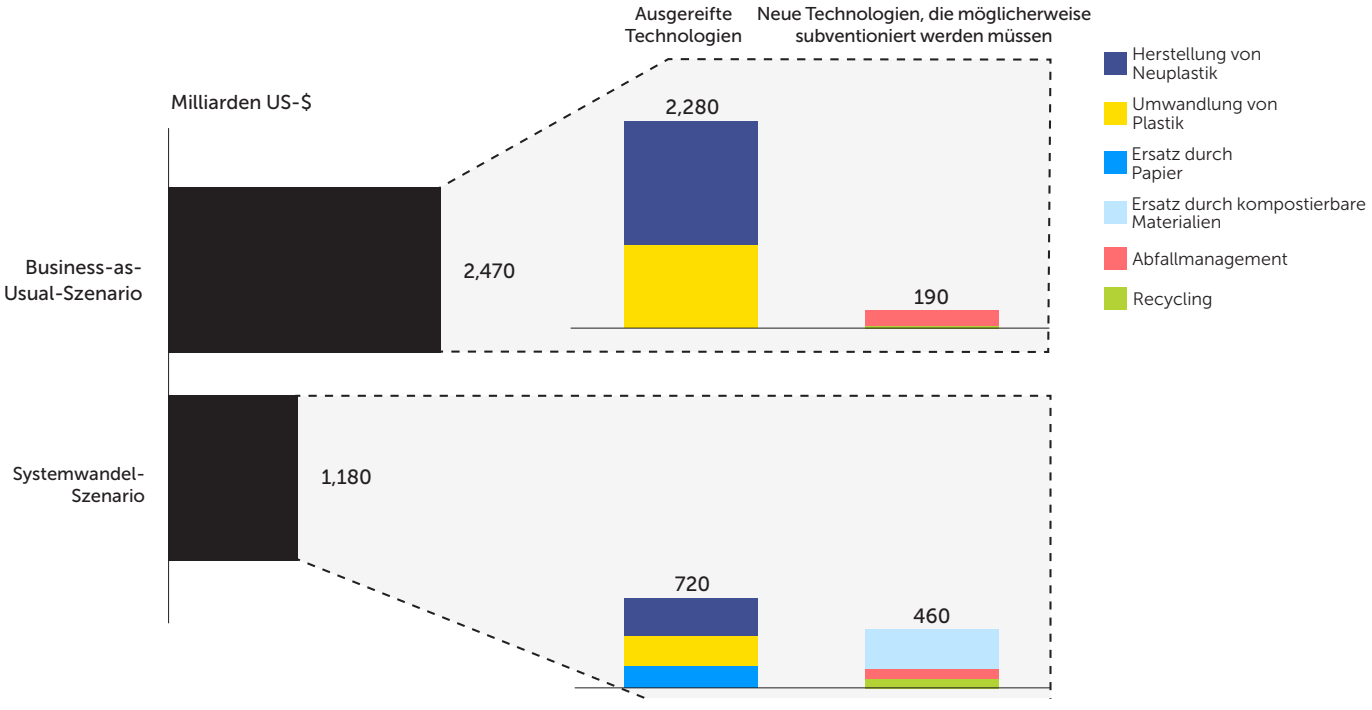
Das Systemwandel-Szenario ist sowohl für die Regierungen als auch für die Verbraucher wirtschaftlich tragfähig, jedoch ist eine umfassende Neuausrichtung der Kapitalinvestitionen erforderlich. Obwohl der Barwert der weltweiten Investitionen in die Kunststoffindustrie zwischen 2021 und 2040 von 2,5 Billionen US-Dollar auf 1,2 Billionen US-Dollar gesenkt werden kann, erfordert das Systemwandel-Szenario auch eine erhebliche Verlagerung der Investitionen weg von Produktion und Umwandlung von Neukunststoff – ausgereifte Technologien, die als „sichere" Investitionen gelten – hin zur Einführung neuer Dienstleistungsmodelle, Materialalternativen, Recycling- und Sammelinfrastrukturen, bei denen es sich oftmals um weniger ausgereifte/finanziell tragfähige Technologien handelt (siehe Abbildung 12). Dieser Übergang wird nur mit staatlichen Anreizen und der Übernahme von Risiken durch Industrie und Investoren möglich sein. Die derzeitige petrochemische Industrie profitiert zudem von globalen Subventionen für fossile Brennstoffe, die für 2017 auf 53 Milliarden US-Dollar geschätzt werden[47]; die Abschaffung dieser Subventionen wird wahrscheinlich von maßgeblicher Bedeutung für das Gelingen des Übergangs sein. Obwohl Investitionen im Rahmen des BAU-Szenarios als weniger risikoreich wahrgenommen werden, zeigt unsere Analyse, dass die Risiken in Wirklichkeit deutlich höher sein könnten als derzeit von den Finanzmärkten erwartet wird, da Politik, Technologien, Markeninhaber und Verbraucherverhalten sich in Richtung einer Kunststoff-Kreislaufwirtschaft entwickeln.

Die für die Regierungen für Entsorgung und Verwertung von Kunststoffabfällen anfallenden Gesamtkosten im Systemwandel-Szenario mit geringen Einträgen werden für den Zeitraum zwischen 2021 und 2040 auf 600 Milliarden US-Dollar Barwert geschätzt, verglichen mit den Kosten von 670 Milliarden US-Dollar für die Verwaltung eines Systems mit hohen Kunststoffeinträgen im Rahmen des BAU-Szenarios. Weltweit könnten die Regierungen somit 70 Milliarden US-Dollar einsparen und gleichzeitig die Kunststoffverschmutzung verringern (wobei die Kosten in Ländern mit mittlerem/niedrigem Einkommen, verteilt über 20 Jahre, 36 Milliarden US-Dollar höher sind als im BAU-Szenario).

Das Systemwandel-Szenario erfordert eine erhebliche Verlagerung der Investitionen weg von Produktion und Umwandlung von Neukunststoff, hin zur Einführung neuer Dienstleistungsmodelle, Materialalternativen, Recycling- und Sammelinfrastrukturen, bei denen es sich häufig um weniger ausgereifte/finanziell tragfähige Technologien handelt.

Abbildung 12: Barwert der zwischen 2021 und 2040 erforderlichen globalen Kapitalinvestitionen in verschiedenen Szenarien

Das Systemwandel-Szenario erfordert weniger Kapitalinvestitionen als das Business-as-Usual-Szenario, jedoch sind die Investitionen risikoreicher



Die Werte in dieser Abbildung stellen den Barwert aller pro Szenario erforderlichen Kapitalinvestitionen zwischen 2021 und 2040 dar.

ERGEBNIS 7

Die Lösung bringt eine neue Kunststoffwirtschaft hervor – mit Chancen und Risiken für die Branche

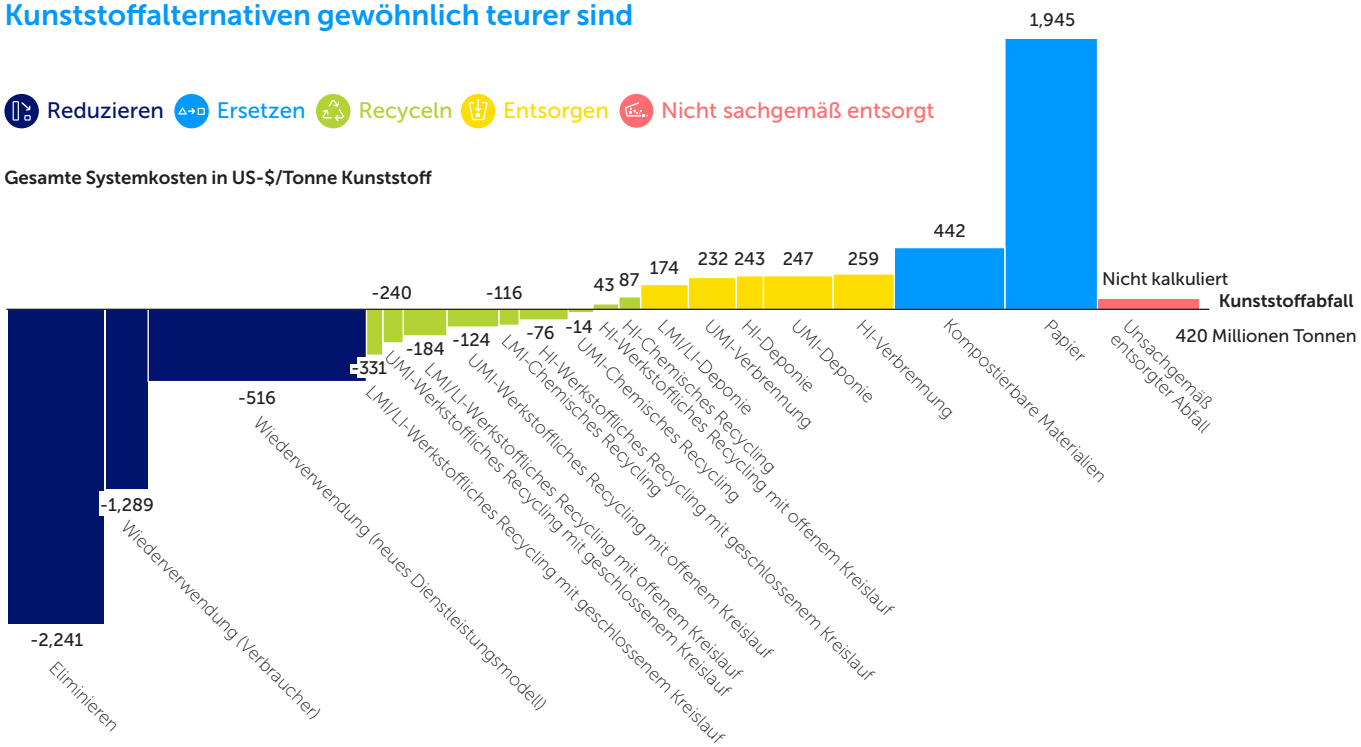
Die Plastikverschmutzung stellt aufgrund der Änderungen der gesetzlichen Rahmenbedingungen und der wachsenden Sensibilisierung der Verbraucher ein hohes Risiko für Hersteller und Anwender von Neukunststoff dar. Gleichzeitig ist dies eine einzigartige Chance für Unternehmen, die ihrer Zeit voraus sind und die Bereitschaft haben, neue Methoden, Modelle und Materialien einzusetzen. Mit der Einleitung des Systemwandels im Sinne einer Reduzierung des Plastikeintrags um etwa 80 Prozent wird sich eine Kunststoff-Kreislaufwirtschaft entwickeln, bei der die Wertschöpfung der Unternehmen auf dem Materialkreislauf und nicht auf der Gewinnung und Umwandlung fossiler Brennstoffe beruht. Durch ein verbessertes Design, bessere Materialien, Dienstleistungsmodelle und Sortier- und Recyclingtechnologien und intelligente Sammel- und Lieferkettenmanagementsysteme können große neue Wertschöpfungsquellen geschaffen werden. Beispielsweise wird im Rahmen des Systemwandel-Szenarios erwartet, dass die Nachfrage nach Recyclingmaterial um das 2,7-fache ansteigen wird, was der Abfallwirtschaft eine immense wirtschaftliche Chance eröffnet.

Unsere Analyse zeigt, dass wir durch die integrierte Anwendung vor- und nachgelagerter Eingriffe im Rahmen des Systemwandel-Szenarios die wachsende globale Nachfrage nach Kunststoff im Jahr 2040 mit ungefähr der gleichen Kunststoffmenge im System wie heute und mit einer um 11 Prozent niedrigeren Produktion von Neukunststoffen bedienen könnten. Dadurch wird das Wachstum des Kunststoffsektors im Wesentlichen vom Wirtschaftswachstum abgekoppelt. Dies ist zwar eine gute Nachricht, doch gleichzeitig werden Hunderte von Milliarden Dollar in Produktionsanlagen für Neukunststoffe investiert, was die abfall- und emissionsintensive Entwicklung mit jedem Tag weiter zementiert. Die Kunststoffproduktion wird zum neuen Wachstumsmotor für die petrochemische Industrie, was die Entstehung einer „Kunststoffblase" befürchten lässt, durch die sich neue Investitionen als *Stranded Assets* erweisen könnten. Investoren sollten möglichst nach Chancen in der neuen Kunststoffwirtschaft Ausschau halten und sich dringend mit den potenziellen Risiken im Zusammenhang mit bestehenden Investitionen auseinandersetzen.

Wie aus Abbildung 13 hervorgeht, sind Reduzierungsmaßnahmen aus wirtschaftlicher Sicht am attraktivsten und stellen oftmals eine Lösung mit Nettoeinsparungen dar. Recyclinglösungen können bis 2040 ebenfalls eine Nettoeinsparung darstellen, sofern unterstützende Maßnahmen – einschließlich einer Verbesserung von Design, Umfang und Technologien – ergriffen werden. Ersatz ist die teuerste Option, nicht zuletzt, weil mehr als eine Tonne Papier benötigt wird, um eine Tonne Kunststoff zu ersetzen.

Abbildung 13: Kosten und Mengen pro Entsorgungs-/ Wiederaufbereitungstyp im Systemwandel-Szenario, 2040

Lösungsansätze zur Reduzierung sind oft am wirtschaftlichsten zu implementieren, während Kunststoffalternativen gewöhnlich teurer sind



Die X-Achse des Diagramms zeigt die Masse der Kunststoffabfälle pro Entsorgungs-/ Wiederaufbereitungstyp im Rahmen des Systemwandel-Szenarios im Jahr 2040. Die Y-Achse stellt die wirtschaftlichen Nettokosten (US-$) dieses Entsorgungs-/ Wiederaufbereitungstyps, einschließlich Opex und Capex, für die gesamte Wertschöpfungskette dar, die für den jeweiligen Typ erforderlich ist (z. B. umfassen die Kosten für werkstoffliches Recycling die Kosten für Sammlung und Sortierung). Negative Kosten auf der linken Seite stellen eine Einsparung für das System im Vergleich zum BAU-Szenario dar, während positive Kosten die Nettokosten für das System für diesen Entsorgungs-/ Wiederaufbereitungstyp widerspiegeln. Kosten nahe 0 bedeuten, dass ihre Umsetzung nahezu „kostenneutral" für das System ist. Subventionen, Steuern oder andere „künstliche" Kosten wurden ausgeschlossen; dies spiegelt die techno-ökonomischen Kosten jeder einzelnen Aktivität wider. Die ausgewiesenen Kosten spiegeln nicht unbedingt die heutigen Kosten wider, sondern die Kosten, die nach der Implementierung der Systemeingriffe erreicht werden könnten, einschließlich des recyclingfreundlichen Designs und anderer Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz.

ERGEBNIS 8

Lösungen sollten je nach geographischem Kontext und Kunststoffkategorie differenziert werden

Es überrascht kaum, dass unsere Modellergebnisse zeigen, dass der Systemwandel von verschiedenen Prioritäten bei Implementierung und Lösungsansätzen abhängt, entsprechend dem jeweiligen geographischen Kontext und der jeweiligen Kunststoffkategorien. Diese Erkenntnis ergibt sich aus den grundlegend verschiedenen Kontexten und Ausgangslagen in den Regionen der Welt: Unterschiedliche Abfallzusammensetzung, politische Regimes, Arbeits- und Kapitalkosten, Infrastruktur, Bevölkerungsdemografie und Verbraucherverhalten. Abbildung 14 hebt die dringendsten Lösungen hervor, die erforderlich sind, um die im Systemwandel-Szenario modellierten Ergebnisse in jedem der drei grob definierten Kontexte zu erreichen.

Oberste Priorität hat überall die Reduzierung vermeidbarer Kunststoffe – deren Menge sich im Rahmen des BAU-Szenarios unseren Schätzungen zufolge bis 2040 auf 125 Millionen Tonnen belaufen wird. Alle Regionen sollten dabei die Priorität auf Lösungen für diejenigen Kunststoffkategorien legen, die die höchste Eintragsquote aufweisen. Flexible Verpackungen (Tüten, Folien, Beutel usw.), mehrschichtige und Mischkunststoffe (Portionsbeutel, Windeln, Schachteln usw.) und Mikroplastik machen im Vergleich zu ihrer Produktionsmenge mit 47 Prozent, 25 Prozent bzw. 11 Prozent der Einträge einen unverhältnismäßig hohen Anteil an der weltweiten Kunststoffverschmutzung aus. Gewisse Systemeingriffe sind jedoch für bestimmte Einkommensgruppen, städtische oder ländliche Umgebungen und Kunststoffkategorien in höherem Maße anwendbar, wie in Abbildung 15 zusammengefasst ist.

Abbildung 14: Vorrangige Lösungen für verschiedene geografische Kontexte

	1 Wirtschaft mit hohem Einkommen	2 Einkommen der oberen Mittelklasse	3 Einkommen der unteren Mittelklasse	4 Wirtschaft mit niedrigem Einkommen
S Städtische Gebiete	Kontext 1S	2S	3S	4S
L Ländliche Gebiete	1L	2L	3L	4L

Wichtigste Lösungen für Länder mit hohem Einkommen:

- Bekämpfung des Eintrags von Mikroplastik
- Innovation und Politik für Reduzierung und Ersatz
- Verstärkte Trennung an der Quelle und Recycling
- Verringerung der Exporte in Länder mit niedrigem Einkommen
- Bekämpfung meerseitiger Eintragsquellen

Wichtigste Lösungen für städtische Gebiete in Ländern mit mittlerem/ geringem Einkommen:

- Investitionen in formelle Sammlung
- Investitionen in die Sortier- und Recycling-Infrastruktur
- Erhebliche Reduzierung und Ersatz
- Recyclingfreundliches Design: Erhöhung des Anteils von hochwertigem Kunststoff
- Reduzierung des Eintrags nach der Sammlung
- Verbot der Einfuhr von Plastikmüll

Wichtigste Lösungen für ländliche Gebiete in Ländern mit mittlerem/ geringem Einkommen:

- Erhebliche Investitionen in die Sammlung
- Unterstützung des informellen Sektors durch Aufwertung des Materials
- Erhebliche Reduzierung und Ersatz
- Reduzierung des Eintrags nach der Sammlung

Flexible Verpackungen sowie mehrschichtige und Mischkunststoffe machen mit 47 Prozent bzw. 25 Prozent der Eintragsmenge im Vergleich zu ihrer Produktionsmenge einen überproportionalen Anteil der Plastikverschmutzung aus.

Abbildung 15: Relevanz der Systemeingriffe nach geografischem Kontext und Plastikkategorie

Hochgradig anwendbar | In gewissem Maße anwendbar | Nicht anwendbar

	Systemeingriff	Wichtigste Einkommensgruppen				Stadt/ Land		Wichtigste Kunststoffkategorien				Hauptverantwortlicher Interessenvertreter
1	Verringerung der Zunahme des Kunststoffverbrauchs	HI	UMI	LMI	LI	S	L	Hart	Flex	Multi	Mikroplastik	Konsumgütermarken; Einzelhändler
2	Ersetzen von Kunststoffen durch geeignete Materialalternativen	HI	UMI	LMI	LI	S	L	Hart	Flex	Multi	Mikroplastik	Konsumgütermarken; Einzelhändler
3	Entwurf von recycling-freundlichen Produkten und Verpackungen	HI	UMI	LMI	LI	S	L	Hart	Flex	Multi	Mikroplastik	Konsumgütermarken
4	Ausweitung der Abfallsammelraten im Globalen Süden	HI	UMI	LMI	LI	S	L	Hart	Flex	Multi	Mikroplastik	Lokale Regierungen
5	Erhöhung der werk-stofflichen Recycling-kapazität weltweit	HI	UMI	LMI	LI	S	L	Hart	Flex	Multi	Mikroplastik	Unternehmen der Abfallwirtschaft
6	Globale Kapazität des chemischen Recyclings skalieren	HI	UMI	LMI	LI	S	L	Hart	Flex	Multi	Mikroplastik	Unternehmen der Abfallwirtschaft; petrochemische Industrie
7	Bau sicherer Abfallentsorgungsanlagen	HI	UMI	LMI	LI	S	L	Hart	Flex	Multi	Mikroplastik	Nationale Regierungen
8	Reduzierung der Plastikmüll-Exporte	HI	UMI	LMI	LI	S	L	Hart	Flex	Multi	Mikroplastik	Nationale Regierungen

ERGEBNIS 9

Der Systemwandel bietet einen Zusatznutzen für Klima, Gesundheit, Arbeitsplätze und Arbeitsbedingungen

Eine integrierte Strategie der Kreislaufwirtschaft kann bessere wirtschaftliche, ökologische und soziale Ergebnisse liefern als das BAU-Szenario. Die systemischen Verschiebungen in der Kunststoff-Wertschöpfungskette, die durch die Eingriffe im Rahmen des Systemwandel-Szenarios angestoßen werden, würden einen wichtigen Beitrag zur Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung leisten, die von den Mitgliedstaaten der Vereinten Nationen im Jahr 2015 verabschiedet wurde. Dabei gehen die Auswirkungen weit über das spezifische Ziel – die Vermeidung und Reduzierung der Verschmutzung der Meere – hinaus, denn sie umfassen weitere nachhaltige Entwicklungsziele in Bezug auf Armut, Gesundheit, Beschäftigung, Innovation, Klimawandel und mehr, wie in Abbildung 16 dargestellt.

Das Systemwandel-Szenario ist besser für die Gesellschaft, denn es schafft in Ländern mit mittlerem/niedrigem Einkommen bis 2040 netto 700.000 Arbeitsplätze im formellen Sektor, um der Nachfrage nach neuen Kunststoffdienstleistungen nachzukommen. Es bietet zudem eine positive soziale Perspektive für die weltweit tätigen 11 Millionen Müllsammler, die derzeit für 60 Prozent des weltweiten Kunststoffrecyclings verantwortlich sind und deren enormer Beitrag zur Vermeidung der Plastikverschmutzung der Meere weitgehend nicht anerkannt und unterbezahlt ist. Eine Erhöhung des Materialwerts von Kunststoff durch ein recyclingfreundliches Design sowie neue Technologien und proaktive Bemühungen zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen und eine für beide Seiten vorteilhafte Integration informeller Arbeiter in Abfallbewirtschaftungssysteme könnten die Lebensbedingungen der Müllsammler erheblich verbessern. Auch die Gesundheitsrisiken werden im Vergleich zum BAU-Szenario bis 2040 reduziert, darunter jährlich 109 Millionen Tonnen Kunststoffabfälle, die nicht in die offene Verbrennung gelangen, wodurch wiederum weniger Feinstaubpartikel, Karzinogene und Giftstoffe in die Luft gelangen.

Das Systemwandel-Szenario ist auch besser für die Wirtschaft, weil die Regierungen weltweit 70 Milliarden US-Dollar einsparen können. Gleichzeitig kann die Kunststoffverschmutzung reduziert werden (wie in Ergebnis 6 dargelegt). Für Unternehmen und andere Anbieter, die bereit sind, den Übergang zu einer Kunststoff-Kreislaufwirtschaft zu beschleunigen, eröffnet dieses Szenario Chancen innerhalb der gesamten Wertschöpfungskette (wie in Ergebnis 7 dargelegt).

Und das Systemwandel-Szenario ist auch besser für die Umwelt. Es verringert die schädlichen Auswirkungen auf Ökosysteme, Lebensräume und Wildtiere deutlich. Im Rahmen des Systemwandel-Szenarios können wir durch Reduzieren, Ersetzen und die Umstellung auf recycelten Kunststoff eine verdoppelte Nachfrage nach den von Kunststoff erbrachten Leistungen mit 11 Prozent weniger Neukunststoff als 2016 erbringen. Das Ausgangsmaterial würde sich von der heutigen Zusammensetzung von 95 Prozent Neukunststoffen auf 43 Prozent des Kunststoffnutzens durch Neukunststoffe im Jahr 2040 entwickeln. Die acht integrierten Eingriffe des Systemwandel-Szenarios führen von 2021 bis 2040 im Vergleich zum BAU-Szenario kumulativ zu 14 Prozent niedrigeren kunststoffbedingten Treibhausgasemissionen (und zu 25 Prozent niedrigeren jährlichen Emissionen im Jahr 2040). Dies wären jedoch immer noch 15 Prozent des CO_2-Budgets von 2040, verglichen mit den heutigen 3 Prozent der globalen Emissionen durch Kunststoff. Es ist daher maßgeblich, über die modellierten Eingriffe hinauszublicken und Wege für eine Reduzierung und Wiederverwendung in großem Maßstab zu finden, Technologien voranzutreiben, die Ersatzmaterialien weiter zu dekarbonisieren, die Ausweitung kohlenstoffintensiver End-of-Life-Technologien zu begrenzen und sich auf einen breiter angelegten Systemwandel zu konzentrieren, einschließlich eines reduzierten Verbrauchs, der lokalen Beschaffung und der Dekarbonisierung des Transports.

Abbildung 16: Auswirkungen des Systemwandel-Szenarios für die nachhaltigen Entwicklungsziele der Vereinten Nationen bis 2040

Das Systemwandel-Szenario ist besser als das BAU-Szenario – für Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt

Besser für die Wirtschaft



Schaffung von netto 700.000 Arbeitsplätzen in Ländern mit mittlerem/niedrigem Einkommen bis 2040



Geringere Belastung durch Chemikalien und Giftstoffe durch 82 % weniger offene Verbrennungen bis 2040



Größerer Anteil von Sammlung und Recycling durch den formellen Sektor

Besser für die Gesellschaft



Entwicklung besserer Kunststoffalternativen und Recyclingtechnologien



Verringerung der Regierungsausgaben für Abfall um 11 % zwischen 2021 und 2040



Entkopplung des Wirtschaftswachstums vom Wachstum des Kunststoffsektors

Besser für die Umwelt



Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 25 % bis 2040



Verringerung des Eintrag von Plastik in die Meere um 80 % bis 2040



Verringerung des Kunststoffeintrags in die Böden um mehr als 80 % bis 2040

Im Rahmen des Systemwandel-Szenarios können wir durch Reduzieren, Ersetzen und die Umstellung auf recycelten Kunststoff eine verdoppelte Nachfrage nach den von Kunststoff erbrachten Leistungen mit 11 Prozent weniger Neukunststoff als 2016 erbringen.

ERGEBNIS 10

Bei einer Verzögerung von fünf Jahren bei der Umsetzung würden zusätzlich 80 Millionen Tonnen Plastik in die Meere gelangen

Alle Elemente, die im Rahmen des Systemwandel-Szenarios modelliert wurden, sind heute bereits vorhanden oder befinden sich in der Entwicklung und sollten rasch ausgeweitet werden. Bei einer Verzögerung der Umsetzung um fünf Jahre könnten bis 2040 80 Millionen Tonnen mehr Kunststoffe in die Meere gelangen. Darüber hinaus könnten Verzögerungen bei der Umsetzung der Systemeingriffe dem globalen Ziel eines Eintragsniveau von nahezu Null im Wege stehen.

Die nächsten zwei Jahre sind entscheidend für die Umsetzung der ersten Etappe des Systemwandels, mit der bis 2025 wichtige Meilensteine erreicht werden können – darunter die Einstellung der Produktion vermeidbarer Kunststoffe, Anreize für die Verbraucher zur Wiederverwendung, Verbesserung der Kennzeichnung und Testen von Innovationen und neuen Dienstleistungsmodellen. Diese Schritte werden die Grundlage für die zweite und dritte Etappe bis 2025 und 2030 legen und die Umsetzung der innovativen und katalytischen systemischen Lösungen ermöglichen, die im Zeitraum von 2030 bis 2040 erforderlich werden, wie in Abbildung 17 dargestellt.

Es ist nicht der Mangel an technischen Lösungen, der uns daran hindert, das Problem der Kunststoffverschmutzung anzugehen, sondern eher die unzulänglichen gesetzlichen Rahmenbedingungen, Geschäftsmodelle und Finanzierungsmechanismen. Dabei haben wir die Lösungen heute in der Hand: Wenn wir die Plastikmenge in den Meeren deutlich reduzieren wollen, ist jetzt die Zeit gekommen, um zu handeln.

Abbildung 17: Drei zeitliche Ausblicke, die die Maßnahmen veranschaulichen, die schrittweise ergriffen werden könnten, um das Systemwandel-Szenario vollständig umzusetzen

1 2020-2022: Horizont 1
„Kein Bedauern"

- **Abschaffung von überflüssigen Verpackungen und vermeidbarem Kunststoffeinsatz**, z. B. Produktverbote, freiwillige Selbstverpflichtungen von Unternehmen
- Unterbindung einer weiteren Ausweitung der **Produktion von Neukunststoffen**
- Schaffung von Voraussetzungen **für Verhaltensänderungen der Verbraucher** durch verbesserte Kennzeichnung, wirtschaftliche Anreize und Kundenkommunikation
- **Test von Dienstleistungsinnovationen,** z. B. Wiederverwendung, Nachfüllung und neue Dienstleistungsmodelle
- **Recyclingfreundliches Design aktueller Verpackungen und Produkte;** Einführung von Standards mit erweiterter Herstellerverantwortung und Mindestverpflichtungen für den Anteil von Recyclingmaterial
- Investition in die **Sammelinfrastruktur** und Schaffung politischer Anreize, z. B. Pfandsysteme, gesetzliche Ziele
- **Verpflichtung zur Finanzierung** des Übergangs, als Signal für eine Geschäftsmöglichkeit für Innovatoren
- Umsetzung von Maßnahmen, um das Problem der **Mikroplastik-Quellen** anzugehen, z. B. Verbote von Mikroplastik-Inhaltsstoffen, verbindliche Lieferkettenstandards zur Vermeidung von Pelletverlust

2 2025: Horizont 2
„Katalysieren"

- **Gewährleistung von Konvergenz und Zusammenarbeit** zwischen Regierungen und Industrie, um die Handlungsunfähigkeit bei unterschiedlichen Visionen zu überwinden
- Rasche **Systeminnovationen,** einschließlich neuer Dienstleistungsmodelle (Wiederverwendung-Nachfüllung), Reverse Logistik, Anreize für die Verpackungsrücknahme
- **Innovation, um neue oder verbesserte Materialien und Technologien zu finden**, um den Wert nach der Verwendung zu erhöhen oder die Möglichkeiten kompostierbarer und biologisch unbedenklicher Materialien zu erweitern
- **Sicherung von Großinvestitionen für Abfall- und Recyclingsysteme**, um Verbesserungen anzustoßen und die Umsetzung zu beschleunigen
- **Erhöhung der gesetzlichen Zielvorgaben**, um weitere Fortschritte voranzutreiben (z. B. Ziele für Sammlung, Wiederverwendung, Recycling, Recyclingmaterial)
- **Modernisierung** von Polymertypen und Produktdesigns zur Erleichterung von Wiederverwendung und Recycling
- Innovationen im Bereich **Textilzusammensetzung** und **Reifendesign**

3 2030: Horizont 3
„Durchbruch"

- **Gobale Ausweitung von Systeminnovationen** (z. B. Wiederverwendung, neue Dienstleistungsmodelle, biologisch unbedenkliche Materialalternativen, Maßnahmen zur Minimierung von Mikroplastikeinträgen)
- **Umsetzung eines wertorientierten Systems** für die Rücknahme und die Wiederverwertung von Verpackungen; Verwendung von Kunststoffabfällen als Ausgangsmaterial auf der Grundlage eines erhöhten Materialwertes und politischer Innovationen
- **Anpassung der wirtschaftlichen Vorteile** für Unternehmen, die mit neuen, auf Wiederverwendung basierenden Geschäftsmodellen in die Kreislaufwirtschaft einsteigen
- **Bereitstellung von Verpackungen als Dienstleistung**, die auf Wiederverwendung basiert, z. B. durch innovative Finanzierungs- und Materialleasing-Modelle



Alle Interessen-gruppen spielen eine Rolle

Kapstadts Küstenlinie, Südafrika
Dan Grinwis/Unsplash

Es wird nicht einfach sein, alle acht Systemeingriffe umzusetzen und die Kunststoff-Wertschöpfungskette innerhalb von 20 Jahren umzugestalten. Um das ganze Potenzial der neuen Kunststoffwirtschaft auszuschöpfen, bedarf es entschlossener und kooperativer Maßnahmen: über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg, zwischen öffentlichen und privaten Akteuren, zwischen Regierungsebenen und über Grenzen hinweg.

Diese Zusammenarbeit ist entscheidend, denn viele Organisationen sind nur dann bereit zu handeln, wenn auch andere handeln. So sind zum Beispiel Konsumgüterunternehmen auf die Verfügbarkeit von recyceltem Kunststoff angewiesen, um ihren Recyclinganteil zu erhöhen, Recyclingunternehmen sind auf recyclingfreundliches Design und klare Kennzeichnungen angewiesen und Investoren benötigen einen Zugang zu günstigem Kapital. Der Erfolg jedes einzelnen Akteurs – und des Systems als Ganzes – hängt davon ab, wie die anderen handeln. Wir konzentrieren uns auf die Rolle von fünf wichtigen Interessengruppen, die diesen Übergang ermöglichen und beschleunigen können: Regierungen, Unternehmen, Investoren und Finanzinstitutionen, Zivilgesellschaft und Verbraucher.

Die Rolle der Regierungen

Um die im Rahmen des Systemwandel-Szenarios modellierten Ergebnisse zu erreichen, müssten die Geschäftsmodelle der Unternehmen, die Kunststoffe und Kunststoffalternativen herstellen und verwenden, grundlegend geändert, die Recycling- und Abfallentsorgungsindustrie überholt, die von den Investoren verwendeten Kriterien angepasst und das Verbraucherverhalten geändert werden. Obwohl all diese Veränderungen durchführbar sind, ist es unwahrscheinlich, dass sie zustande kommen – es sei denn, die Regierungen schaffen erhebliche Anreize für nachhaltigere Geschäftsmodelle und beseitigen den Kostenvorteil von Neuplastik gegenüber recycelten Materialien. Obwohl alle Akteure eine Rolle spielen, liegt es in den Händen der Politik, eine Reihe klarer und verlässlicher Anreize, Ziele und Definitionen zu schaffen, um die im Rahmen des Systemwandel-Szenarios erforderlichen Bedingungen herbeizuführen. Politische Instrumente zur Schaffung von Anreizen für einen Systemwandel lassen sich in vier Typen einteilen:

1. **Ausweitung der Verantwortung der Hersteller**, einschließlich der erweiterten Herstellerverantwortung, der Haftung für Umweltverschmutzung und der Mindestgarantiezeiten.
2. **Direkte Kontrollvorschriften, einschließlich des Verbots von Einwegkunststoffen und Mikroplastik-Inhaltsstoffen**, Regulierung von Polymertypen, Design- und Kennzeichnungsanforderungen, gesetzliche und regulatorische Ziele sowie Vorschriften für den Abfall- oder Recyclinghandel.
3. **Marktseitige Instrumente**, einschließlich Steuern auf Neukunststoffe oder schwer zu recycelnde Artikel, höhere Deponiegebühren, Pfand- und Rückgabesysteme und Recycling-Kreditsysteme.
4. **Unterstützende Initiativen seitens der Regierung**, darunter subventionierte Abfallverwertung, Finanzierung von Verbraucheraufklärung und -bildung, öffentliche Beschaffung wiederverwendbarer Artikel, Entwicklung und Finanzierung der notwendigen Infrastruktur für die Abfallwirtschaft, Finanzierung von Kunststoffalternativen und Mechanismen zur Senkung der Kapitalkosten und zur Verringerung des Investitionsrisikos.

Damit politische Lösungen ihre Wirksamkeit entfalten können, müssen sie angemessen durchgesetzt werden. Gleichzeitig müssen ihre Ergebnisse durch eine bessere Integration über die verschiedenen Regierungsabteilungen hinweg verstärkt werden. Den Regierungen kommt auch eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung von Finanzierungsmechanismen zur Unterstützung einer angemessenen Infrastruktur für die Abfallwirtschaft zu, insbesondere hinsichtlich Sammlung, Sortierung und Entsorgung.

Die Rolle der Unternehmen

Den Unternehmen kommt bei der Umsetzung des Systemwandel-Szenarios eine entscheidende Rolle zu. Die spezifischen Maßnahmen, die die Unternehmen ergreifen müssen, hängen davon ab, an welcher Stelle sie innerhalb der Lieferkette stehen und ob sie sich in Volkswirtschaften mit hohem oder mittlerem/niedrigem Einkommen befinden. Unternehmen, die den Wandel mittragen und sich künftig als Marktführer in einem Umfeld positionieren, in dem die Plastikverschmutzung nahezu gegen Null geht, bieten sich unternehmerische Chancen:

1. **Hersteller und Verarbeiter von Kunststoffen** sollten sich auf eine Welt mit sehr viel weniger Neukunststoff einstellen, indem sie nachdrücklicher neue Wertschöpfungsquellen erschließen und radikale Innovationen für mehr recycelbare und recycelte Kunststoffe vornehmen. Sie sollten das Risiko von Plastikeinträgen in die Umwelt verringern, indem sie eine 100-prozentige Sammelrate erreichen und in Regionen, in denen die Herstellerverantwortung nicht vorgeschrieben ist, freiwillig für die Sammlung aufkommen.
2. **Markeninhaber, Unternehmen und Einzelhändler für schnelllebige Konsumgüter** sollten eine Vorreiterrolle innerhalb des Wandlungsprozesses einnehmen und sich verpflichten, mindestens ein Drittel der Kunststoffnachfrage durch Eliminierung, Wiederverwendung und neue Dienstleistungsmodelle zu reduzieren. Sie sollten die Neugestaltung von Produkten und Innovationen in der Lieferkette in Angriff nehmen, indem sie über Lieferketten hinweg an nachhaltiger Beschaffung, effektivem End-of-Life-Recycling und Materialalternativen für die Kompostierung arbeiten. Sie sollten darüber hinaus den Anteil des Recyclingmaterials und die Recyclingfähigkeit maximieren, indem sie Produkte entwickeln, die zu 100 Prozent wiederverwendbar, recyclingfähig oder kompostierbar sind.
3. **Die Abfallwirtschaft (Sammel-, Sortier- und Recyclingbetriebe)** sollte die Abfallsammlung ausbauen und verbessern, um die Kunststoffeinträge zu verringern und das Ausgangsmaterial für das Recycling zu sichern, die Trennung der Quellen in den Sammelsystemen durch Anreize und verbesserte Standards erleichtern, das Risiko eines direkten, illegalen Abladens von Kunststoffabfällen in die Wasserwege verringern, die Recyclingsysteme ausbauen und erweitern und die Effizienz durch technologische Verbesserungen erhöhen.
4. **Die Hersteller von Papier und kompostierbaren Materialien** sollten rasch handeln, um die Möglichkeiten zur Entwicklung alternativer Formate und Materialien zu nutzen und die Ressourceneffizienz und die Papierrecyclingkapazität zu verbessern.

Die Rolle von Investoren und Finanzinstitutionen

Da sich Politik, Technologien, Markeninhaber und Verbraucherverhalten in Richtung einer neuen Kunststoffwirtschaft bewegen, laufen Investoren – sofern sie nicht rasch handeln – Gefahr, mit überbewerteten Vermögenswerten oder *Stranded Assets* zu arbeiten. Gleichzeitig bringen Investitionen in die neue Wertschöpfungskette zahlreiche positive Nebeneffekte mit sich, darunter Kosteneinsparungen für Regierungen und Verbraucher, Vorteile für die öffentliche Gesundheit, Senkung der Treibhausgasemissionen und vermehrte Schaffung von Arbeitsplätzen. Weshalb ist es also häufig so schwierig, Finanzmittel für diesen Bereich zu beschaffen? Ein Grund ist der Mangel an Projekten, in die investiert werden kann, und das vermeintlich schlechte Risiko-Ertrags-Verhältnis. Mit folgenden Handlungsansätzen können Investoren dieses Problem überwinden:

1. **Konzentration auf die Entwicklung solider Investitionsprojekte**, bei denen aufkommende Projekte bereits im frühen Ideenstadium gefördert und entwickelt werden; Verhinderung, dass vielversprechende Start-ups bereits in der Frühphase vor der eigentlichen Bewährungsprobe finanziell scheitern.
2. **Entwicklung spezifischer Anlageinstrumente**, die auf die Art der angestrebten Investitionen abgestimmt sind (z. B. Technologie im Frühstadium mit Risikokapital oder Abfallwirtschaftsinfrastruktur mit institutionellem oder Entwicklungskapital).
3. **Analyse der wirtschaftlichen Machbarkeit neuer Geschäftsmodelle**, um die Attraktivität und das Marktpotenzial der im Rahmen des Systemwandels vorgeschlagenen Lösungen im Vergleich zu traditionellen Produkten und Infrastrukturen aufzuzeigen.
4. **Einbeziehung des „Kunststoffrisikos" in die finanzielle und ökologische, soziale und Governance-Bewertungen**, um der Tatsache Rechnung zu tragen, dass das erwartete Branchenwachstum nicht mit der Agenda für saubere Meere, den Verpflichtungen gegenüber dem 1,5 °C-Klimaziel, den sich abzeichnenden Verbrauchertrends und der Regierungspolitik im Einklang steht – all dies kann Auswirkungen auf die finanzielle Leistungsfähigkeit haben.

Die Rolle der Zivilgesellschaft

Die Zivilgesellschaft kann mehrere wichtige Rollen übernehmen, z. B. die Rolle des „Wächters", um Regierungen, Unternehmen und Institutionen zur Rechenschaft zu ziehen, als Fürsprecher, als mahnende Instanz, als Lobby für eine stärkere Regulierung und als Koordinator von Forschung und Bürgerwissenschaften. Im Zusammenhang mit der Kunststoffverschmutzung erfüllen verschiedene Gruppen der Zivilgesellschaft alle genannten Rollen und übernehmen unter anderem folgende Funktionen:

1. **Forschung und Überwachung** zur Schaffung einer Evidenzbasis für politische und unternehmerische Maßnahmen durch Bewertung des Ausmaßes und der Auswirkungen der Verschmutzung durch Kunststoffe, der Eintragswege ins Meer sowie anderer vorrangiger Themen wie Mikroplastik und meerseitige Eintragsquellen.
2. **Förderung und Beschleunigung neuer Lösungen**, um Einzelhändler und Marken dazu zu bringen, neue Reduktions- und Recyclingziele auszugeben und Versuche mit neuen Dienstleistungsmodellen anzustoßen.
3. **Kommunikationskampagnen** und Übernahme einer Vorreiterrolle, wenn es darum geht, die Verschmutzung durch Kunststoffe zu einem wichtigen Thema für politische Entscheidungsträger und Unternehmen zu machen und ein stärkeres Engagement seitens der Verbraucher zu mobilisieren.
4. **Aktionen an der Basis**, um Hilfe und Ressourcen für die von der Kunststoffverschmutzung betroffenen Regionen zu mobilisieren und einflussreiche *Early Adopter* für den Austausch und die Verbreitung von optimalen Vorgehensweisen vorzustellen.

Die Rolle der Verbraucher

Die Veränderungen, die im Rahmen des Systemwandel-Szenarios modelliert wurden, gehen mit signifikanten Veränderungen der Verbrauchergewohnheiten und des Verbraucherverhaltens einher. Die Verbrauchernachfrage hat bei der Beschleunigung dieser Veränderungen die Rolle eines Katalysators übernommen und wird dies auch in Zukunft tun. Verbraucher, die beispielsweise ihre Präferenzen für nachhaltigere Produkte oder Dienstleistungen zum Ausdruck bringen, leisten einen Beitrag zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit von Kunststoffreduzierungen und zur Ausweitung des Recyclings, was wiederum Unternehmen dazu bringen könnte, bei der Bekämpfung der Kunststoffverschmutzung über ihre rechtlichen und regulatorischen Verpflichtungen hinauszugehen. Es gibt bereits deutliche Anzeichen für eine hohe Verbrauchernachfrage nach Produkten mit weniger Kunststoffverpackungen[48], höherem Recyclinganteil[49] und nachhaltigen Marken,[50] was sich auch verstärkt in den Kaufentscheidungen niederschlagen könnte.

Fazit

In unserem Bericht „Die Plastikwelle stoppen" geht es nicht um die Bekämpfung von Plastik, sondern um die Bekämpfung der Verschmutzung durch Plastik. Zusammengenommen bestätigen unsere Ergebnisse hinsichtlich der Plastikverschmutzung die düsteren Aussichten für die Meere, wenn wir den derzeitigen Kurs fortsetzen. Gleichzeitig verdeutlichen sie die wirtschaftlichen Risiken für die Kunststoffindustrie, wenn keine entschlossenen Maßnahmen ergriffen werden sollten. Doch unser Bericht gibt auch viel Anlass zu Optimismus, denn er zeigt, dass im Jahr 2040 im Vergleich zum Business-as-Usual-Szenario eine 80-prozentige Reduzierung der prognostizierten jährlichen Kunststoffeinträge möglich ist – ohne die positiven sozialen oder wirtschaftlichen Aspekte zu gefährden. Allerdings erfordert dieser Weg ein sofortiges und gemeinsames Handeln auf globaler Ebene. Wenn jeder einzelne Akteur seine Ambitionen erhöht, liegt die Verwirklichung unseres gemeinsamen Ziels im Bereich des Möglichen: die nahezu vollständige Unterbindung des Plastikeintrags in die Meere.

Wenn die Kunststoff-Wertschöpfungskette in den nächsten zwei Jahrzehnten nicht umgestaltet wird, werden die zunehmenden Risiken für Meereslebewesen und Ökosysteme, für unser Klima, unsere Wirtschaft und für die Menschheit unbeherrschbar werden. Neben diesen Risiken gibt es aber auch enorme Chancen für Regierungen, Unternehmen und Innovatoren, die bereit sind, als Wegbereiter den Übergang zu einer nachhaltigeren Welt mit Geschäftsmodellen im Sinne der Kreislaufwirtschaft und mit neuen nachhaltigen Materialien anzuführen.

Die Welle der Plastikverschmutzung der Meere zu stoppen, ist eine Herausforderung, die keine Grenzen kennt: Sie betrifft Menschen, Unternehmen und Ökosysteme sowohl in einkommensstarken als auch in einkommensschwachen Regionen. Unternehmen, Regierungen, Investoren und die Zivilgesellschaft sollten als gemeinsames Ziel einen gegen Null gehenden Plastikeintrag anstreben und sich dazu verpflichten, ambitionierte und konkrete Schritte zur Erreichung dieses Kernziels zu ergreifen.



Die Warriors of Waste, die für Project STOP tätig sind, gehen im Dorf Tembokrejo im indonesischen Muncar von Tür zu Tür, um den Müll der Bewohner einzusammeln

Ulet Ifansasti für Huffpost

Endnoten

[1] R. Geyer, J.R. Jambeck, and K.L. Law, "Production, Use, and Fate of All Plastics Ever Made," *Science Advances* 3, no. 7 (2017): e1700782, https://dx.doi.org/10.1126/sciadv.1700782

[2] Association of Plastics Manufacturers in Europe and European Association of Plastics Recycling and Recovery Organisations, "Plastics—the Facts 2018: An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data" (2018), https://www.plasticseurope.org/application/files/6315/4510/9658/Plastics_the_facts_2018_AF_web.pdf

[3] Grand View Research, "Plastics Market Size, Share and Trends Analysis Report by Product (Pe, Pp, Pu, Pvc, Pet, Polystyrene, Abs, Pbt, Ppo, Epoxy Polymers, Lcp, PC, Polyamide), by Application, and Segment Forecasts, 2019-2025" (2019), https://www.researchandmarkets.com/reports/4751797/plastics-market-size-share-and-trends-analysis

[4] World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation, and McKinsey & Co., "The New Plastics Economy: Rethinking the Future of Plastics" (2016), https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/the-new-plastics-economy-rethinking-the-future-of-plastics

[5] C. Ostle et al., "The Rise in Ocean Plastics Evidenced From a 60-Year Time Series," *Nature Communications* 10 (2019), http://dx.doi.org/10.1038/s41467-019-09506-1

[6] J.R. Jambeck et al., "Plastic Waste Inputs From Land Into the Ocean," *Science* 347, no. 6223 (2015): 768-71, http://dx.doi.org/10.1126/science.1260352

[7] J.B. Lamb et al., "Plastic Waste Associated With Disease on Coral Reefs," *Science* 359, no. 6374 (2018): 460-62, http://dx.doi.org/10.1126/science.aar3320

[8] S. Chiba et al., "Human Footprint in the Abyss: 30 Year Records of Deep-Sea Plastic Debris," *Marine Policy* 96 (2018): 204-12, https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.03.022

[9] J.L. Lavers and A.L. Bond, "Exceptional and Rapid Accumulation of Anthropogenic Debris on One of the World's Most Remote and Pristine Islands," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114, no. 23 (2017): 6052-55, http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1619818114

[10] R.W. Obbard et al., "Global Warming Releases Microplastic Legacy Frozen in Arctic Sea Ice," *Earth's Future* 2, no. 6 (2014): 315-20, http://dx.doi.org/10.1002/2014ef000240

[11] N.J. Beaumont et al., "Global Ecological, Social and Economic Impacts of Marine Plastic," *Marine Pollution Bulletin* 142 (2019): 189-95, https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.03.022

[12] E.M. Duncan et al., "Microplastic Ingestion Ubiquitous in Marine Turtles," *Global Change Biology* 25, no. 2 (2019): 744-52, http://dx.doi.org/10.1111/gcb.14519

[13] Secretariat of the Convention on Biological Diversity, "Marine Debris: Understanding, Preventing and Mitigating the Significant Adverse Impacts on Marine and Coastal Biodiversity" (2016), https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-83-en.pdf

[14] D. Azoulay et al., "Plastic and Health: The Hidden Costs of a Plastic Planet" (Center for International Environmental Law, 2019), https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2019/02/Plastic-and-Health-The-Hidden-Costs-of-a-Plastic-Planet-February-2019.pdf

[15] B. Geueke, K. Groh, and J. Muncke, "Food Packaging in the Circular Economy: Overview of Chemical Safety Aspects for Commonly Used Materials," *Journal of Cleaner Production* 193 (2018): 491-505, http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.005; K.J. Groh et al., "Overview of Known Plastic Packaging-Associated Chemicals and Their Hazards," *Science of the Total Environment* 651 (2019): 3253-68, http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.015

[16] R. Verma et al., "Toxic Pollutants From Plastic Waste—a Review," *Procedia Environmental Sciences* 35 (2016): 701-08, http://dx.doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.069; M. Williams et al., "No Time to Waste: Tackling the Plastic Pollution Crisis Before It's Too Late" (Tearfund, Fauna & Flora International, WasteAid, and The Institute of Development Studies, 2019), https://learn.tearfund.org/~/media/files/tilz/circular_economy/2019-tearfund-consortium-no-time-to-waste-en.pdf?la=en

[17] World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation, and McKinsey & Co., "The New Plastics Economy."

[18] Association of Plastics Manufacturers in Europe and European Association of Plastics Recycling and Recovery Organisations, "Plastics—the Facts 2018."

[19] Jambeck et al., "Plastic Waste Inputs From Land."

[20] Ocean Conservancy, "Stemming the Tide: Land-Based Strategies for a Plastic-Free Ocean" (2015), https://oceanconservancy.org/wp-content/uploads/2017/04/full-report-stemming-the.pdf

[21] Azoulay et al., "Plastic and Health."

[22] GESAMP, "Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: A Global Assessment" (2015), http://www.gesamp.org/site/assets/files/1272/reports-and-studies-no-90-en.pdf; World Health Organization, "Microplastics in Drinking-Water" (2019), https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/microplastics-in-drinking-water/en/

[23] United Nations Environment Programme, "Valuing Plastic: The Business Case for Measuring, Managing and Disclosing Plastic Use in the Consumer Goods Industry" (2014), http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/9238

[24] ClientEarth, "Risk Unwrapped: Plastic Pollution as a Material Business Risk" (2018), https://www.documents.clientearth.org/wp-content/uploads/library/2018-07-24-risk-unwrapped-plastic-pollution-as-a-material-business-risk-ce-en.pdf

[25] Association of Plastics Manufacturers in Europe and European Association of Plastics Recycling and Recovery Organisations, "Plastics—the Facts 2019: An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data" (2019), https://www.plasticseurope.org/application/files/9715/7129/9584/FINAL_web_version_Plastics_the_facts2019_14102019.pdf

[26] J. Rogelj et al., "Scenarios Towards Limiting Global Mean Temperature Increase Below 1.5 °C," *Nature Climate Change* 8, no. 4 (2018): 325-32, https://doi.org/10.1038/s41558-018-0091-3

[27] M. Taylor, "$180bn Investment in Plastic Factories Feeds Global Packaging Binge," *The Guardian*, Dec. 26, 2017, https://www.theguardian.com/environment/2017/dec/26/180bn-investment-in-plastic-factories-feeds-global-packaging-binge

[28] United Nations Environment Programme and World Resources Institute, "Legal Limits on Single-Use Plastics and Microplastics: A Global Review of National Laws and Regulations" (2018), https://www.unenvironment.org/resources/publication/legal-limits-single-use-plastics-and-microplastics-global-review-national

[29] Mango Materials, "Applications," accessed 02/07/2020, http://mangomaterials.com/applications/

[30] Full Cycle Bioplastics, "Full Cycle Bioplastics," accessed March 11, 2020, http://fullcyclebioplastics.com/

[31] United Nations Environment Programme and International Solid Waste Association, "Global Waste Management Outlook" (2015), https://www.unenvironment.org/resources/report/global-waste-management-outlook

[32] WRAP, "Defining What's Recyclable and Best in Class Polymer Choices for Packaging" (2019), http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/Polymer-Choice-and-Recyclability-Guidance.pdf

[33] European Commission, The Role of Waste-to-Energy in the Circular Economy, (2017), https://ec.europa.eu/environment/waste/waste-to-energy.pdf

[34] O. Hjelmar, A. Johnson, and R. Comans, "Incineration: Solid Residues," in *Solid Waste Technology & Management*, ed. T.H. Christensen (Chichester: Wiley, 2011), http://dx.doi.org/10.1002/9780470666883.ch29

[35] H. Corvellec, M.J. Zapata Campos, and P. Zapata, "Infrastructures, Lock-in, and Sustainable Urban Development: The Case of Waste Incineration in the Göteborg Metropolitan Area," *Journal of Cleaner Production* 50 (2013): 32-39, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.009

[36] GRID-Arendal, "Controlling Transboundary Trade in Plastic Waste (Grid-Arendal Policy Brief)" (2019), https://www.grida.no/publications/443

[37] GESAMP, "Sources, Fate and Effects of Microplastics."

[38] C. Sherrington et al., "Study to Support the Development of Measures to Combat a Range of Marine Litter Sources" (Eunomia, 2016), https://www.eunomia.co.uk/reports-tools/study-to-support-the-development-of-measures-to-combat-a-range-of-marine-litter-sources/

[39] L. Lebreton et al., "Evidence That the Great Pacific Garbage Patch Is Rapidly Accumulating Plastic," *Scientific Reports* 8, no. 1 (2018): 4666, https://doi.org/10.1038/s41598-018-22939-w

[40] G. Macfadyen, T. Huntington, and R. Cappell, "Abandoned, Lost or Otherwise Discarded Fishing Gear" (FAO Fisheries and Aquaculture, 2009), http://www.fao.org/3/i0620e/i0620e00.htm

[41] Ibid.; Sherrington et al., "The Development of Measures to Combat a Range of Marine Litter Sources."

[42] K. Richardson, B.D. Hardesty, and C. Wilcox, "Estimates of Fishing Gear Loss Rates at a Global Scale: A Literature Review and Meta-Analysis," *Fish & Fisheries* 20, no. 6 (2019): 1218-31, https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/faf.12407

[43] T. Huntington, "Development of a Best Practice Framework for the Management of Fishing Gear—Part 1: Overview and Current Status" (2016), https://www.ghostgear.org/s/wap_gear_bp_framework_part_1_mm_lk-20171023-web.pdf

[44] P.G. Ryan et al., "Rapid Increase in Asian Bottles in the South Atlantic Ocean Indicates Major Debris Inputs From Ships," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 116, no. 42 (2019): 20892-97, https://www.pnas.org/content/pnas/116/42/20892.full.pdf

[45] Sherrington et al., "The Development of Measures to Combat a Range of Marine Litter Sources."

[46] Organization for Economic Co-operation and Development, Business Enterprise R&D Expenditure by Industry, 2008-2017, accessed Feb. 11, 2020, https://stats.oecd.org/viewhtml.aspx?datasetcode=BERD_INDU&lang=en#

[47] Based on global energy subsidies of $5.3T in 2017 according to the IMF with petroleum & natural gas making up 51% and assuming 2% of those is used for petrochemicals = $53B

[48] V. Waldersee, "Most Brits Support Ban on Harmful Plastic Packaging," YouGov.co.uk, April 19, 2019, https://yougov.co.uk/topics/consumer/articles-reports/2019/04/19/most-brits-support-ban-harmful-plastic-packaging

[49] S. George, "Report: Consumer Demand for Recycled Packaging Outpacing Corporate Action," *Edie Newsroom*, September 2018, https://www.edie.net/news/5/Report--consumer-demand-for-recycled-packaging-outpacing-corporate-action---/

[50] T. Whelan and R. Kronthal-Sacco, "Research: Actually, Consumers Do Buy Sustainable Products," *Harvard Business Review*, June 19, 2019, https://hbr.org/2019/06/research-actually-consumers-do-buy-sustainable-products

Danksagungen

SYSTEMIQ Kernteam

Martin Stuchtey, Managing Partner und Gründer; Projektmanager

Yoni Shiran, Projektleiterin

Julia Koskella, Leitung Arbeitsgruppe: Reduzieren und Ersetzen

Laura Koerselman, Leitung Arbeitsgruppe: Recycling und Entsorgung

Ben Dixon, Partner; Experte für Kreislaufwirtschaft und Kunststoff

Meera Atreya, Leitung Arbeitsgruppe: Recycling und Entsorgung

Emilia Jankowska, Leitung Arbeitsgruppe: Mikroplastik

Milan Petit, Leitung Arbeitsgruppe: meerseitige Quellen; Wirtschaftsanalytiker

David Fisher, Leitung Arbeitsgruppe: Recycling und Entsorgung

Alex Kremer, Projektentwurf

Ed Cook, Leitung Arbeitsgruppe: Sammeln und Sortieren (University of Leeds)

Sun Oh, Leitung Kommunikation

Tugce Balik, Mitarbeiterin für Kommunikation

Benedicte Chung, Mitarbeiterin für Kommunikation

Ahsan Syed, Datenanalytiker

Carmela Gonzalez, Datenanalytikerin

Nikhil Raj, Datenanalytiker

Weitere Beiträge im Namen von SYSTEMIQ

Joi Danielson, Jason Hale, William Handjaja, Bertram Kloss, Luke Mann, Andreas Merkl, Arthur Neeteson, Dinda Anissa Nurdiani, Toby Pilditch (University of Oxford), Janez Potočnik, Jessica Stewart, Mirja Wagner

The Pew Charitable Trusts – Kernteam

Tom Dillon, Vizepräsident und Leiter Umwelt

Elizabeth Wilson, Leitende Direktorin, Internationale Politik

Simon Reddy, Direktor, Umwelt

Winnie Lau, Leitende Mitarbeiterin, Bekämpfung von Kunststoff im Meer; technische Leitung des Projekts und Programmkoordination

Jim Palardy, Projektleiter, Umweltwissenschaft; Forschungsdesign, statistische Programmierung und Datenanalyse

Margaret Murphy, Mitarbeiterin, Forschung – Review und Unterstützung; Forschungsdesign, Mikroplastik

Sarah Baulch, Senior Associate, Bekämpfung von Kunststoff im Meer

Kevin He, Senior Associate, Umweltwissenschaft

Keith Lawrence, Leitender Mitarbeiter, Internationaler Naturschutz

Justine Calcagno, Leiterin im Bereich Forschung; Informations- und Datenprüfung

Peter Edwards, Mitarbeiter, Umweltwissenschaft; Leiter Peer Review

Laura Margison, Direktorin, Kommunikation

Brandon MacGillis, Mitarbeiter, Kommunikation

Weitere Beiträge im Namen von The Pew Charitable Trusts

Judith Abrahams, Nichele Carter-Peterson, Zeynep Celik, Lauren Christopherson, Michael Freeman, Betina Frinault, Katie Gronsky, Janelle Hangen, Elizabeth Hogan, Emma Gilpin Jacobs, Megan Jungwiwattanaporn, Marina Kazakova, George Kroner, Michael Latimer, Matt Mahoney, Jessie Mandirola, Matthew M. Moser, Laura Mudge, Graham Murphy, Stephanie Niave, Sally O'Brien, Nathan Pollard, Jen Sirko, Joanna Smith, Sonny Sutton, Chris Thomson, Orian Tzadik, Anne Usher, Abel Valdivia, Luis Villanueva, Rebecca Walker, Henry Watson, Mike Wissner und Mitarbeiter der Abteilungen mit unterstützender Funktion.

Gestaltung & Redaktion

Herausgeberin: Fiona Curtin (Communications INC)
Entwurf: PGA Branding
Umschlaggestaltung: Regency Creative & PGA Branding

Unser Dank gilt auch folgenden Beitragenden:

Weder sie noch ihre Institutionen billigen notwendigerweise die Ergebnisse des Berichts.

Informelle und formelle Peer-Reviewer und Beitragende, die während der Konsultationsphasen ihr Feedback gegeben haben:

Joshua Abbot
Arizona State University

Phan Bai
Veolia

Dustin Benton
Green Alliance

David Clark
Amcor Ltd.

Sander Defruyt
Ellen MacArthur Foundation

Ralph Detsch
Siegwerk

Sonia M.Dias
Women in Informal Employment: Globalizing and Organizing
WIEGO

Louise Edge
Greenpeace UK

Trisia Farrelly
Massey University Political Ecology Research Centre

Graham Forbes
Greenpeace USA

Tamara Galloway
University of Exeter

Sokhna Gueye
Nestlé

Von Hernandez
Break Free From Plastic

Mathieu Hestin
Institute for European Environmental Policy

Ibrahim Issifu
University of British Columbia

Ben Jack
Common Seas

Sue Jennings
Trash Hero

Christie Keith
Global Alliance for Incinerator Alternatives

Gregory Keoleian
University of Michigan

Nicholas Mallos
Ocean Conservancy

Dilyana Mihaylova
Plastic Oceans UK

Jane Muncke
Food Packaging Forum

Rob Opsomer
Ellen MacArthur Foundation

Libby Peake
Green Alliance

Emma Priestland
Break Free From Plastic

Jo Royle
Common Seas

Daniel Schwaab
TOMRA Systems ASA

Neil Tangri
Global Alliance for Incinerator Alternatives

Julia Vol
TIPA Compostable Packaging

Elisabeth Whitebread
Cambridge Institute for Sustainability Leadership

Sara Wingstrand
Ellen MacArthur Foundation

Kate Wylie
Mars Inc.

Weitere Beitragende:

David Azoulay
Center for International Environmental Law

Petr Baca
MIWA

Priyanka Bakaya
Renewlogy

Brian Bauer
Algramo

Ricardo Bayon
Encourage Capital

Joel Baziuk
Global Ghost Gear Initiative

Mark V. Bernhofen
University of Leeds

Amy Brook
TELONOSTIX LTD.

Gev Eduljee
SITA Suez

Axel Elmqvist
Material Economics

Ton Emans
Plastic Recyclers Europe

Doyne Farmer
University of Oxford

Jason Foster
Replenish

Eric Gilman
Pelagic Ecosystems Research Group LLC

Rachel Goldstein
Mars Inc.

Richard Gower
Tearfund

Froilan Grate
Global Alliance for Incinerator Alternatives

Michael Hahl
(zuvor tätig für) Huhtamaki Flexible Packaging

Denise Hardesty
CSIRO

Keefe Harrison
The Recycling Partnership

Cameron Hepburn
University of Oxford

Tim Huntington
Poseidon

Silpa Kaza
Weltbankgruppe

Laurent Kimman
BioPack Packaging

Per Klevnäs
Material Economics

Stina Klingvall
Material Economics

Andrej Krzan
Planet Care

Vicky Lam
University of British Columbia

Kara Lavender Law
Sea Education Association

Peter Levi
Internationale Energieagentur

Simon Lowden
PepsiCo

Jeff Meyers
The Recycling Partnership

José Manuel Moller
Algramo

Molly Morse
Mango Materials

David Newman
Bio-Based and Biodegradable Industries Association

Jens Peter Ohlenschlager
Port Environment

Jane Patton
Center for International Environmental Law

Coen Peel
Niederländisches Ministerium für Meeresangelegenheiten

Safia Qureshi
CupClub

Julia Schifter
TIPA Compostable Packaging

Ralph Schneider
World Plastic Council

Graeme Smith
Mondi Group

Petri Suuronen
Institut für natürliche Ressourcen Finnland (LUKE)

Nelson A. Switzer
Loop Industries

Rupert Way
University of Oxford

Adrian Whyle
Plastics Europe

Xiao Zhaotan
RWDC Industries

Consumer Goods Forum

Teilnehmer Klosters Forum 2019

Weltwirtschaftsforum

Partner bei der Ideenentwicklung

SYSTEMIQ und The Pew Charitable Trusts möchten unseren Partnern bei der Ideenentwicklung für ihre Beiträge danken:

UNIVERSITY OF OXFORD

Die University of Oxford zählt zu den internationalen Spitzenuniversitäten und ist weithin bekannt für ihre herausragende Forschung und ihren Einfluss im Bereich Geistes- und Naturwissenschaften. Richard Bailey ist Professor für Umweltsysteme an der School of Geography and the Environment und Co-Direktor des Oxford Martin School Programme on Sustainable Oceans. Er und seine multidisziplinäre Forschungsgruppe (CoHESyS) entwickeln Computersimulationen von großen gekoppelten Mensch-Umwelt-Systemen und befassen sich mit Fragen der Nachhaltigkeit und Resilienz angesichts von Veränderungen auf globaler und lokaler Ebene. Baileys Hauptverantwortung in diesem Projekt bestand darin, das numerische Modell der verschiedenen Kunststoffströme und der damit verbundenen ökonomischen Auswirkungen zu entwickeln, die Simulationen durchzuführen und die im Bericht verwendeten Datenzusammenfassungen zu erstellen. Er half zudem bei der Ausgestaltung von Aspekten der empirischen Datenanalyse und der Ansätze zur Datenverarbeitung.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION

Die Ellen MacArthur Foundation wurde 2010 mit dem Ziel ins Leben gerufen, den Übergang zur Kreislaufwirtschaft voranzutreiben. Seit ihrer Gründung hat sich die gemeinnützige Organisation zu einer globalen Vordenkerin entwickelt, die das Thema Kreislaufwirtschaft weltweit auf die Tagesordnung von Entscheidungsträgern gebracht hat. Seit 2014 treibt die Stiftung die Entwicklung in Richtung einer Kunststoff-Kreislaufwirtschaft voran. Ihr New Plastics Economy Global Commitment, das 2018 in Zusammenarbeit mit dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen ins Leben gerufen wurde, vereint mehr als 450 Unternehmen, Regierungen und andere Organisationen hinter einer gemeinsamen Vision und gemeinsamen Zielen, um Plastikmüll und Umweltverschmutzung direkt an der Quelle zu bekämpfen. Bei der Ideenentwicklung dieses Berichts hat die Stiftung ihr fachliches Wissen im Bereich Kreislaufwirtschaft und Kunststoff-Wertschöpfungskette eingebracht.

UNIVERSITY OF LEEDS

Die britische University of Leeds ist renommiert für ihren interdisziplinären Innovationsansatz zur Bewältigung globaler Herausforderungen und verfügt über universitätsweite Kooperationsplattformen. Da sie weltweit zu den 50 internationalsten Universitäten zählt, werden globales Denken und Fachwissen hier in konkrete Ansätze zur Bewältigung der größten Herausforderungen für unsere Gesellschaft und für die gemeinsame Zukunft überführt. Übergeordnetes Ziel ist dabei die Umsetzung der nachhaltigen Entwicklungsziele der Vereinten Nationen. Das Forschungsteam von Costas Velis an der Fakultät für Bauingenieurwesen, der Fakultät für Ingenieurwesen und Physik, konzentriert sich auf die Rückgewinnung von Ressourcen aus festen Abfällen bei gleichzeitiger Vermeidung einer Verschmutzung durch Kunststoffe. Die University of Leeds leitete die Arbeiten zur Quantifizierung der Kunststoffverschmutzung durch feste Abfälle und war ein integraler Bestandteil des Kernteams. Sie leistete zudem einen Beitrag zu den Kernaspekten des Modells, darunter Sammlung, Sortierung, Energierückgewinnung, Entsorgung und alle Eintragsformen (offene Verbrennung, wilde Müllkippen an Land und Abfall im Meer).

Common Seas

Common Seas ist ein gemeinnütziges Unternehmen, das sich für gesunde und saubere Meere einsetzt. Das internationale Team arbeitet mit Regierungen, Unternehmen und der Zivilgesellschaft zusammen und entwickelt bewährte und schnell skalierbare Lösungen, um die Menge der Kunststoffabfälle, die die Umwelt verschmutzen, zu verringern. Als Partner bei der Ideenentwicklung schöpfte Common Seas aus seinem innovativen Instrumentarium zur Modellierung politischen Handelns – dem Plastic Drawdown – das Regierungen in die Lage versetzen soll, die Kunststoffabfallströme in ihrem Land detailliert nachzuvollziehen und wirksame Maßnahmen zur Eindämmung der Plastikverschmutzung zu ergreifen. Commons Seas stellte sowohl sein Modell als auch Datensätze und die wichtigsten Erkenntnisse aus Indonesien, Griechenland, den Malediven und den Commonwealth-Staaten zur Verfügung, in denen Plastic Drawdown nicht nur zur Ausgestaltung politischer Maßnahmen, sondern auch für praktische Initiativen zur Reduzierung der am weitesten verbreiteten Formen von Plastikabfällen an der Basis eingesetzt wurde.



Bali, Indonesien
Ines Álvarez Fdez/Unsplash

Der von The Pew Charitable Trusts und SYSTEMIQ erstellte Bericht, „Die Plastikwelle stoppen: Eine umfassende Bewertung der Lösungsansätze zur Eindämmung der Plastikverschmutzung der Meere" präsentiert das erste umfassende Modell des globalen Kunststoffsystems. Es handelt sich um eine evidenzbasierte Roadmap, die aufzeigt, wie die Plastikverschmutzung der Meere anhand eines umfassenden, integrierten und wirtschaftlich attraktiven Lösungsansatzes bis 2040 radikal reduziert werden kann, indem der Eintrag von Plastikabfällen in die Meere im großen Maßstab verringert wird.

An den Forschungsarbeiten, auf die sich der vorliegende Bericht stützt, waren 17 auf das Forschungsgebiet der Kunststoffverschmutzung spezialisierte Experten aus einem sowohl fachlich auch geographisch breit aufgestellten Spektrum beteiligt.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, der Politik, der Industrie, den Investoren und den Vertretern der Zivilgesellschaft Orientierungshilfen in einem hart umkämpften, oftmals datenarmen und komplexen Terrain an die Hand zu geben.

Für weitere Informationen zu diesem Bericht wenden Sie sich bitte an:

SYSTEMIQ: OceanPlastics@systemiq.earth

The Pew Charitable Trusts: PreventingOceanPlastics@pewtrusts.org

Copyright © 2020 The Pew Charitable Trusts. Das vorliegende Werk ist unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung-nicht kommerziell 4.0 International (CCBY-NC 4.0) lizenziert. Die Leser dürfen Material für ihre eigenen Publikationen vervielfältigen, sofern diese nicht kommerziell genutzt werden und eine angemessene Namensnennung erfolgt.

THE PEW CHARITABLE TRUSTS

SYSTEMIQ

Partner bei der Ideenentwicklung

UNIVERSITY OF OXFORD

UNIVERSITY OF LEEDS

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION

Common Seas