

01.23

Müll und Abfall

55. Jahrgang
Januar 2023
Seite 1-64

www.MUELLundABFALL.de

Fachzeitschrift
für Kreislauf-
und Ressourcen-
wirtschaft

Der nächste Winter kommt garantiert!

Straßenreinigung und Winterdienst in der kommunalen Praxis

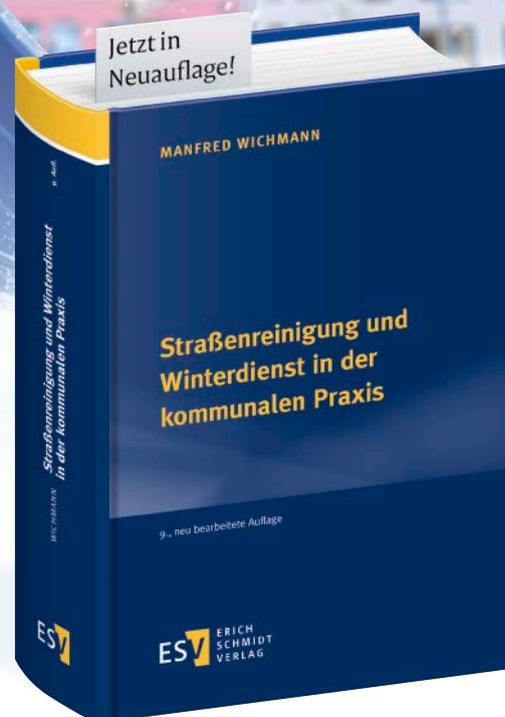
Von Dr. Manfred Wichmann

9., neu bearbeitete Auflage 2022, 873 Seiten, fester Einband,
€ 108,-. ISBN 978-3-503-21143-2



Online informieren und
versandkostenfrei bestellen:

www.ESV.info/21143



Stärkung der Nachfrage nach Kunststoffrezyklaten

Verpflichtende Quoten für mehr Kunststoffrecycling

Strengthening the demand for plastic recyclates

Mandatory recycled content for more plastic recycling

Dr. Johannes Betz, Andreas Hermann, Dr. Winfried Bulach,
Christine Hermann, Hannah Bachmann und Dr. Franziska Krüger

Dr. Johannes Betz,
Andreas Hermann,
Dr. Winfried Bulach,
Christine Hermann,
Hannah Bachmann
Öko-Institut e.V.

Dr. Franziska Krüger
Umweltbundesamt,
Fachgebiet III 1.6
Kunststoffe und
Verpackungen

Zusammenfassung

Um die Kreislaufführung von Kunststoffen zu fördern, wurden in dem hier vorgestellten Projekt verschiedene Instrumente geprüft, mit denen die Nachfrage nach Kunststoffrezyklaten erhöht werden kann. Während Abfälle aus der Produktion und der Verarbeitung von Kunststoffen bereits weitestgehend ins Recycling gehen, gibt es beim Recycling von Endverbraucherabfällen noch erhebliche Steigerungspotenziale. Zugleich ist gerade das Recycling von Endverbraucherabfällen, unter anderem aufgrund ihrer Heterogenität, eine deutlich größere Herausforderung, so dass speziell hier Instrumente gebraucht werden, die eine Steigerung fördern. In den Betrachtungsrahmen wurden aus den genannten Gründen nur Rezyklate einbezogen, die aus Endverbraucherabfällen stammen (Post-Consumer Rezyklat, PCR).

Eine Möglichkeit der Förderung des Recyclings und der Nachfrage nach Kunststoffrezyklaten stellen Rezyklateinsatzquoten dar. Dafür wurden produktspezifische PCR-Einsatzquoten für Kunststoffe geprüft und für ausgewählte Produkte konkrete Quotenhöhen vorgeschlagen. Mit der polymerspezifischen Substitutionsquote wurde eine weitere Möglichkeit der Quotenvorgabe untersucht und damit verbundene Fragestellungen beleuchtet. Abschließend erfolgte ein Vergleich beider Quotenvorgaben, wobei sich diese nicht gegenseitig ausschließen, sondern auch komplementär eingesetzt werden können.

Abstract

In order to promote the recycling of plastics, the project presented here examined various instruments with which the demand for plastic recyclates can be increased. While waste from the production and processing of plastics is already largely recycled, there is still considerable potential for increasing the recycling of post-consumer waste. At the same time, the recycling of post-consumer waste is a much greater challenge, partly due to its heterogeneity, so that instruments are needed specifically here to promote an improvement. For the reasons mentioned above, only recyclates that originate from post-consumer waste (post-consumer recyclates, PCR) were included in the scope of con-

sideration. One way of promoting recycling and the demand for plastic recyclates is through recycled content quotas. For this purpose, product-specific PCR content quotas for plastics were examined and concrete quota levels were proposed for selected products. With quotas for the substitution of virgin plastics with recycled plastics, a further possibility of setting quotas was investigated and related questions were examined. Finally, a comparison of both quotas was made, whereby they are not mutually exclusive but can also be used in a complementary manner.

1. Stärkung der Nachfrage nach Kunststoffrezyklaten – Verpflichtende Quoten für mehr Kunststoffrecycling

Während Abfälle aus der Produktion und der Verarbeitung von Kunststoffen bereits weitestgehend ins Recycling gehen, gibt es beim werkstofflichen Recycling von Endverbraucherabfällen noch erhebliche Steigerungspotenziale. Zugleich ist gerade das Recycling von Endverbraucherabfällen, unter anderem aufgrund ihrer Heterogenität, eine deutlich größere Herausforderung, so dass speziell hier Instrumente gebraucht werden, die eine Steigerung fördern. Ein Ansatz hierfür ist die Vorgabe von Einsatzquoten für Rezyklate, die aus Endverbraucherabfällen zurückgewonnen wurden (Post-Consumer Rezyklat, PCR). Dies bewirkt einerseits eine erhöhte Nachfrage nach solchen Recyclingkunststoffen und garantiert andererseits den Kunststoffverwertern eine absehbare Mindestabsatzmenge, auf deren Basis notwendige Investitionen in eine hochwertige Aufbereitungsinfrastruktur getätigt werden können. Mit der Zielstellung, Möglichkeiten der Implementierung und Ausgestaltung verbindlicher Einsatzquoten für Kunststoffrezyklate zu betrachten, hat das Öko-Institut, unterstützt vom IÖW und der cyclos-HTP GmbH, ein Projekt im Auftrag des Umweltbundesamt durchgeführt (FKZ 3719 34 306 0).

Hierzu wurden sowohl produktspezifische als auch polymerspezifische PCR-Einsatzquoten für Kunststoffe

Stärkung der Nachfrage nach Kunststoffrecyklaten

betrachtet. Die zentrale Untersuchungsfrage war dabei, wie die Nachfrage nach Kunststoffrecyklaten für den Einsatz in Kunststoffprodukten insgesamt gesteigert werden kann. Dafür wurden zunächst Produkte ausgewählt, die für eine produkt(gruppen)-spezifische Rezyklateinsatzquote geeignet sind und anschließend konkrete Quotenhöhen vorgeschlagen. Das Konzept der polymerspezifischen Substitutionsquote wurde insbesondere hinsichtlich einer möglichen Ausgestaltung betrachtet und damit verbundene Fragestellungen beleuchtet. Abschließend erfolgte ein Vergleich beider Quotenvorgaben.

1.1 Definitionen

Die für das Vorhaben zentralen Begriffe „Kunststoffrecykat“ mit der Unterteilung in „Pre-Consumer Material“ und „Post-Consumer Material“ entsprechen den Definitionen der DIN EN ISO 14021 in nachfolgender Tabelle. Im Fokus des Vorhabens liegen ausschließlich Rezyklate aus Endverbraucherabfällen (PCR). Denn bei diesen ist die Gewinnung von Rezyklaten aufgrund der Heterogenität der Abfallströme schwierig und gleichzeitig bergen sie ein großes Mengenpotenzial. Rezyklate aus Produktions- und Verarbeitungsabfällen (sog. Post-Industrial-Rezyklate, PIR) wurden dagegen nicht betrachtet. Die Recyclingquote von Produktions- und Verarbeitungsabfällen ist bereits sehr hoch und bietet nur wenig Steigerungspotenzial. Zudem sollten derartige Abfälle in erster Linie vermieden werden. Mit einem Einbezug von PIR in eine Quote könnten durch die erhöhte Nachfrage die Kosten für dessen Entstehung (und das anschließende Recycling) sinken, weshalb eine Einsatzquote für PIR sogar einen Fehlanreiz setzen könnte.

Begriff	Definition nach DIN EN ISO 14021
Rezyklatgehalt	Masseanteil des recycelten Materials in einem Produkt oder einer Verpackung. Als Rezyklatgehalt dürfen in Übereinstimmung mit der folgenden Verwendung der Begriffe nur Abfälle vor Gebrauch und Abfälle nach Gebrauch in Betracht gezogen werden (DIN EN ISO 14021, Ziffer 7.8.1.1 a)).
Abfall vor Gebrauch EN: pre-consumer material	Material, das beim Herstellungsverfahren aus dem Abfallstrom abgetrennt wird. Nicht enthalten ist die Wiederverwendung von Materialien aus Nachbearbeitung, Nachschliff oder Schrott, die im Verlauf eines technischen Verfahrens entstehen und im selben Prozess wiederverwendet werden können (DIN EN ISO 14021, Ziffer 7.8.1.1 a) 1)).
Abfall nach Gebrauch EN: post-consumer material	Material aus Haushalten, gewerblichen und industriellen Einrichtungen oder Instituten (die Endverbraucher des Produktes sind), das nicht mehr länger für den vorgesehenen Zweck verwendet werden kann. Darin enthalten ist zurückgeführtes Material aus der Lieferkette (DIN EN ISO 14021, Ziffer 7.8.1.1 a) 2)).

Tabelle 1
Für PCR-Gehalt relevante Definitionen aus der DIN EN ISO 14021:2016-07
Quelle: DIN EN ISO 14021:2016-07

1.2 Übersicht des Kunststoffmarkts

Um einen Überblick zu schaffen, in welchen Sektoren und in welchen Mengen Kunststoffe jeweils eingesetzt werden, wurde der Markt für Kunststoffe in Deutschland dargestellt. Im Jahr 2019 wurden in Deutschland etwa ≈ 14.200 kt Kunststoff verarbeitet, wobei

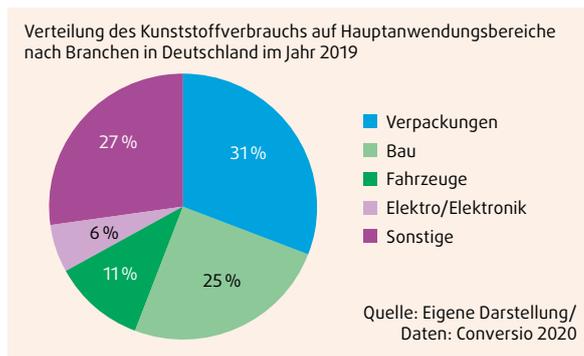


Abbildung 1
Verteilung des Kunststoffverbrauchs auf Hauptanwendungsbereiche nach Branchen in Deutschland im Jahr 2019.

der Kunststoffanteil produziert aus Abfällen (PCR und PIR) und Nebenprodukten bei $\approx 14\%$ lag, was einer Menge von ≈ 2.000 kt/a entspricht (Conversio 2020)¹. Die Mengenverteilung des Kunststoffverbrauchs in Deutschland auf die verschiedenen Bereiche ist in Abbildung 1 dargestellt.

Damit nimmt die Verpackungsbranche den größten Anteil an der kunststoffverarbeitenden Industrie ein, gefolgt vom Bausektor. Darüber hinaus fallen rund 60% aller Kunststoffabfälle in Deutschland im Verpackungssektor an, was diesem eine noch wichtigere Rolle verleiht (Conversio 2020). Dies ist im kurzen Lebenszyklus von Verpackungen von meist deutlich unter einem Jahr und in den bestehenden Sammelsystemen begründet.

Die Kunststoffsorten unterscheiden sich je nach Anwendung und Anforderung. Im Verpackungsbereich beschränken sich die Kunststoffe hauptsächlich auf folgende Sorten:

- ◆ Lineares bzw. stark verzweigtes Polyethylen niedrigerer Dichte, ((L)LDPE) und Polyethylen mittlerer bzw. hoher Dichte (MD-/HDPE)),
- ◆ Polypropylen (PP),
- ◆ Polyethylenterephthalat (PET),
- ◆ Polystyrol (PS).

Auch in anderen Sektoren spielen diese Kunststoffe eine große Rolle. Im Bausektor wird neben diesen noch Polyvinylchlorid (PVC) in großen Mengen eingesetzt. Im Automobil- und im Elektro-/Elektronikbereich werden allerdings hauptsächlich andere Kunststoffsorten verwendet, die unter der allgemeinen Bezeichnung technische Kunststoffe rangieren. Aufgrund der Vielfältigkeit, der geringeren Mengenströme und der daher fehlenden Sortier- und Recyclinginfrastruktur ist das Recycling im Bereich der technischen Kunststoffe deutlich geringer ausgeprägt, wobei auch dort in den letzten Jahren Fortschritte erzielt wurden. Im Gegensatz zu den sehr kurzlebigen Verpackungen kann das Recycling von Kunststoffprodukten mit hoher Lebensdauer und insbesondere von technischen Anwendungen durch gesetzliche Regulierungen, z. B. Verbote von

1 Mittlerweile gibt es neue Zahlen von Conversio für 2021, die zwischen PIR und Nebenprodukten unterscheiden. Dies war in den hier verwendeten Zahlen noch nicht der Fall. (https://www.bkv-gmbh.de/files/bkv-neu/studien/Kurzfassung_Stoffstrombild_2021_13102022_1%20.pdf, abgerufen am 10.11.2022)

Additiven – wie zum Beispiel bestimmte Flammschutzmittel – in neuen Produkten, erschwert bis unmöglich gemacht werden. Damit sind Investitionen in Recyclingstrukturen in diesem Bereich mit einem großen Risiko behaftet, was für den Ausbau von Sortier- und Recyclingkapazitäten ein Hemmnis darstellt.

Im Bereich der Massenware (PE, PP, PET, PS und PVC) gibt es verschiedene Faktoren, die zu einer gesteigerten Produktion von (hochwertigen) Rezyklaten führen können. Nach einer Studie von GVM & Prognos (2016) wird das Steigerungspotenzial durch ein recyclinggerechtes Verpackungsdesign bei gleichzeitiger Wahrung der Grundfunktionen von Kunststoffverpackungen bei $\approx 23\%$ gesehen. Unter den als nicht recyclingfähig eingestuftem Verpackungsabfällen wurde demnach bei $\approx 45\%$ ein Steigerungspotenzial durch eine Umstellung auf recyclingfähige Verpackungen festgestellt. Durch verbesserte Sortier-, Aufbereitungs- und Verfahrenstechnik könnte darüber hinaus noch eine weitere Steigerung des werkstofflichen Recyclings in Höhe von $\approx 28\%$ generiert werden. In Kombination der beiden Optimierungen wäre der Studie zufolge auf Basis der Werte von 2014 demnach ein Steigerungspotenzial von insgesamt $\approx 50\%$ vorhanden (GVM & Prognos 2016). Als aktuelles Beispiel klassifizierte Kaufland für 2021 die Recyclingfähigkeit der Verpackungen seiner Eigenmarken mit nur 42% (Euwid 2022). Dies zeigt auf, dass im Bereich der Kunststoffverpackungen noch große Potenziale liegen.

1.3 Informationen zum Rezyklatgehalt in Kunststoffprodukten und dessen Nachweis

Derzeit ist kein anerkannter chemischer oder physikalischer Nachweis in Anwendung, der belegt, wie groß der Rezyklatgehalt in Kunststoffprodukten ist. Der Nachweis kann also derzeit nur indirekt über die Dokumentation der Stoffströme erfolgen (s. ISO 22095:2020). Je nach Definition zur Rückverfolgbarkeit ist es auch über den indirekten Nachweis möglich, sicherzustellen, dass ein Zusammenhang zwischen angegebenem und tatsächlichem Rezyklatgehalt im Produkt besteht. Dies sollte angestrebt werden. Ein Gegensatz dazu stellen Nachweise dar, die keinen physikalischen Zusammenhang von Rezyklat und Produkt mehr haben und bei denen die Rezyklatmenge nur über Massenbilanzen allokiert wird.

Über die Informationen für den Rezyklatanteil verfügen in erster Linie die Produkthersteller und deren Lieferanten². Insofern beruhen Angaben zum Rezyklatgehalt auf Eigenerklärungen. Um die Eigenerklärungen auf eine verlässlichere Basis zu stellen, sind Zertifizierungsverfahren nötig. Dabei kann unterschieden werden zwischen Zertifizierungsverfahren für die betriebliche Praxis der Recyclingbetriebe und Zertifizierungsverfahren für die (End-)Produkte nach DIN EN 15343:2008-02 für die Nachverfolgung von werkstofflich recycelter Rezyklate über Massenbilanzierung.

² Der Begriff des „Lieferanten“ wird im Folgenden nicht gegendert, da das Forschungsteam den Begriff nicht im Sinne einer Einzelperson verwendet, sondern für das jeweilige Unternehmen als Kollektiv.

1.4 Produktspezifische Rezyklateinsatzquote für Kunststoffrezyklate

Zur Steigerung des Einsatzes von Kunststoffrezyklaten in Neuprodukten wurden konkrete Rezyklateinsatzquoten von PCR (PCR-Quote) untersucht, die beim Inverkehrbringen von Produkten in Deutschland bzw. der EU eingehalten werden müssen. Die PCR-Quote kann auf ein bestimmtes Produkt oder eine Produktgruppe bezogen sein. Bislang einziges Beispiel für eine gesetzliche Rezyklateinsatzquote in der EU ist die in der EU-Einwegkunststoffrichtlinie (Richtlinie 2019/904/EU) enthaltene Quote auf Einweg-Getränkeflaschen aus PET ab 2025 von 25% (und 30% ab 2030 auf alle Einweg-Getränkeflaschen aus Kunststoff). Ziel des Vorhabens war es, die notwendigen Voraussetzungen für die Vorgabe von Rezyklateinsatzquoten zu prüfen und konkrete Vorschläge zur Ausgestaltung zu erarbeiten.

Folgende Produktgruppen wurden zunächst vor allem mit Hilfe von Experteninterviews, Literatur und einem projektbegleitenden Beirat evaluiert:

Produktbereich Verpackungen

1. Folien für Nicht-Lebensmittelverpackungen
2. Intermediate Bulk Container (IBC, Großpackmittel für rieselfähige oder flüssige Stoffe)
3. Paletten und Transportkisten
4. Verpackungen in Form von Eimern, Fässern, Kanistern oder Hohlkörpern $> 2\text{ L}$
5. Verpackungen für Kosmetikprodukte
6. Verpackungen für Wasch- und Reinigungsmittel

Produktbereich Bau

7. Folien im Baubereich
8. Kunststoffrohre
9. Regenwassersammelbehälter

Produktbereich Landwirtschaft und Gartenbau

10. Blumentöpfe
11. Folien im Agrarbereich
12. Pflanztopftrays

Sonstige Produktbereiche

13. Fahrbare Abfall- und Wertstoffbehälter aus Kunststoff
14. Kunststoffe im Elektronikbereich
15. Müllsäcke und -tüten
16. Plastikbestuhlung
17. Kunststoffe im Automobilbereich

Je nach Anspruch sind vielfältige Rezyklatquellen möglich. PET-Lebensmittelverpackungen dürfen z. B. nur aus PET-Rezyklaten gefertigt werden, die mindestens zu 95% aus Kunststoffverpackungsabfällen aus dem Lebensmittelbereich stammen. Auch mechanische bzw. optische Qualitäten sind teilweise sehr schwierig mit Sortierfraktionen aus zuvor gemischt gemeldeten Kunststoffabfällen zu erreichen. Beispiel für solche gemischten Kunststoffabfälle wäre die Sammlung der dualen Systeme.

Nach einer groben Abschätzung der Verfügbarkeit der erforderlichen PCR-Mengen wurden die allgemeinen PCR-Gehalte geschätzt, die unter aktuellen Rah-

menbedingungen in den ausgewählten Produktgruppen realistisch erreichbar sind. Zuletzt wurde ggf. eine Quotenhöhe mit zeitlichem Verlauf vorgeschlagen und erörtert, inwiefern diese auf nationaler oder nur auf europäischer Ebene umsetzbar ist.

Aus den 17 Produktgruppen wurden fünf Produktgruppen zur vertieften Untersuchung in Bezug auf die folgenden Kriterien ausgewählt:

- ◆ mögliche Umsetzbarkeit (bzgl. technischer Machbarkeit und gesetzlicher Rahmenbedingungen) am wahrscheinlichsten
- ◆ Abdeckung möglichst unterschiedlicher Kunststoffsorten und Anwendungsbereiche
- ◆ Potenzial zur Steigerung des Rezyklateinsatzes vorhanden
- ◆ Untersuchung von verschiedenen Bezugsgrößen der Quote (produktspezifische oder branchenweite Quote)

Diese fünf Produktgruppen waren die folgenden:

- ◆ Müllsäcke und -tüten
- ◆ Fahrbare Abfall- und Wertstoffbehälter aus Kunststoff (Müllgroßbehälter, MGB)
- ◆ Blumentöpfe
- ◆ Verpackungen in Form von Eimern, Fässern, Kanistern oder Hohlkörpern > 2 L
- ◆ Paletten und Transportkisten

Es sollte betont werden, dass, nur weil eine Produktgruppe nicht ausgewählt wurde, dies eine mögliche Quotenregelung nicht ausschließt. Die ausgewählten Gruppen sind mengenmäßig relevant, da über ein Drittel der Rezyklate, die Primärkunststoffe ersetzen, in diese Produktgruppen fließen (Datenbasis 2019). Dennoch ist auch dort noch ein großes Steigerungspotenzial vorhanden. Sie sollen auch als Beispiel dienen, um eine mögliche Quote in der Praxis zu testen.

Die unterschiedlichen Charakteristika der ausgewählten Produktgruppen erfordern eine diesbezügliche Ausgestaltung der Regelung. Bei den ersten drei Gruppen (Paletten und Transportkisten, Hohlkörper und Blumentöpfe) handelt es sich um Verpackungen (Blumentöpfe splitten sich allerdings je nach Einsatzzweck nach EU-Verpackungsrichtlinie in Verpackungen und Nicht-Verpackungen auf). Eine PCR-Quote für diese Produktgruppen könnte nur der europäische Gesetzgeber einführen. Alternativ dazu könnte in Deutschland eine PCR-Quote im Wege einer freiwilligen Selbstverpflichtung für Verpackungen in Form von Eimern, Fässern, Kanistern oder Hohlkörpern > 2 L verabschiedet werden. Diese Verpackungen bilden eine recht heterogene Produktgruppe ab und sind deshalb schwierig kurzfristig mit einer gemeinsamen PCR-Quote zu adressieren.

MGB und Müllsäcke könnten vergleichsweise leicht auf nationaler Ebene mit einer PCR-Quote reguliert werden.

Die Vorschläge der PCR-Quoten für diese Produktgruppen werden im Folgenden etwas genauer beschrieben.

Müllsäcke und -tüten

Unter dieser Produktgruppe sind Tüten oder Säcke aus Kunststoff zur einmaligen Verwendung als Abfalltüte zu verstehen. Tatsächlich gibt es seit 2021

in Flandern eine Rezyklateinsatzquote für Müllsäcke.³ Diese ist aufgrund der rechtlichen Gegebenheiten in Flandern als Verwendungsverbot von Müllsäcken, die nicht der Quote entsprechen, ausgestaltet. Eine Rezyklateinsatzquote für Müllsäcke ist auch für Deutschland (im Vergleich zur PCR-Quote nur auf europäischer Ebene) machbar. Zum Beispiel könnte in den Vorschriften des Bundes und der Bundesländer zur öffentlichen Beschaffung eine Regelung aufgenommen werden, dass nur Müllsäcke mit mindestens 50 % PCR-Anteil (ab 2023) und ab 2025 mit mindestens 80 % PCR-Anteil beschafft werden dürfen. Alternativ könnte die Bundesregierung auch generell eine PCR-Quote für das Inverkehrbringen von Müllsäcken und -tüten in Deutschland in einer Verordnung erlassen. Als Ermächtigungsgrundlage für diese Verordnung kommt § 23 Abs. 2 Nr. 2 in Verbindung mit § 24 Abs. 4 Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) in Betracht. Die Quote sollte ebenso bei mindestens 50 % PCR-Anteil ab 2023 und ab 2025 bei mindestens 80 % PCR-Anteil liegen.

Hinsichtlich des Materials ist eine Unterscheidung zwischen kleinen Tüten (< 60 L, in Deutschland meist HDPE) und großen Müllsäcken (> 60 L, in Deutschland meist LDPE) notwendig. Die Verfügbarkeit an LDPE stellt kein Problem dar, die Mengen der Rezyklate werden des Weiteren durch Design for Recycling in Zukunft steigen. Aus den dualen Systemen ergeben sich ca. 220.000 t/a an Folienfraktion LDPE/HDPE, woraus 120.000 t/a LDPE Regranulat generiert werden (Schätzung für 2020 fachkundiger Personen im Rahmen der Befragung). In Deutschland werden Schätzungen nach ca. 50.000 t/a an Kunststoffen für die Herstellung von Mülltüten/-säcken verwendet. Der Wettbewerb um HDPE ist etwas größer, allerdings ist auch dort durch die geringe Menge an benötigten Kunststoffen in diesem Bereich die Verfügbarkeit an sich gesichert. Weiterhin ist der Einsatz von HDPE in kleinen Mülltüten zwar aufgrund der Eigenschaften gängig, könnte aber auch in den meisten Fällen mit gewissen Anpassungen durch LDPE ersetzt werden.

Fahrbare Abfall- und Wertstoffbehälter aus Kunststoff

Diese Produkte, auch Müllgroßbehälter (MGB) genannt, werden zur Sammlung von Abfällen aus Haushalten und Gewerben eingesetzt. Darunter fallen die kleineren Tonnen (bis 360 L) mit unterschiedlichen Farben für die verschiedenen Abfallsorten und zwei Rädern, aber auch größere, vierrädrige MGB (bis 1.100 L). Aufgrund benötigter Spezifikationen (z. B. Kälteschlagzähigkeit) werden diese Abfall- und Wertstoffbehälter aus HDPE gefertigt. Ausgeschlossen von der Betrachtung in diesem Projekt sind Abfallbehälter, die zum größten Teil aus Metall bestehen oder Tonnen ohne Räder, die nicht der Abholung durch externe Entsorger dienen.

In den Vorschriften des Bundes und der Bundesländer zur öffentlichen Beschaffung von Mülltonnen oder der Ausschreibung von Dienstleistungen zur Abfallbewirtschaftung könnte eine Regelung aufgenom-

³ <https://www.kingbelgium.be/nl/nieuwe-wetgeving-mbt-gebruik-van-kunststoffen-afvalzakken> (03.02.2021)

men werden, dass nur Mülltonnen mit mindestens 80 % PCR-Anteil im Kunststoff beschafft werden dürfen. Diese könnte auch als nationale Quote zum Inverkehrbringen von Mülltonnen (2024 > 80 % PCR) erlassen werden. Als Ermächtigungsgrundlage für eine Verordnung zur PCR-Quote kommt § 23 Abs. 2 Nr. 2 in Verbindung mit § 24 Abs. 4 KrWG in Betracht.

2019 wurden 718.000 t HDPE/MDPE Post-Consumer-Abfälle in Deutschland gesammelt (Conversio 2020), welche als potenzielle Rezyklatquelle dienen. Bezogen auf die dualen Systeme wurden ca. 60.000 t an HDPE (formstabile Kunststoffe) als Sortierfraktion gesammelt, woraus ca. 45.000 t als Rezyklat regeneriert wurden (Schätzung fachkundiger Person im Rahmen der Befragung). Hochwertige HDPE Rezyklate sind auch in anderen Branchen gefragt. Alle Sektoren zusammen haben 2019 in Deutschland ca. 1,83 Mio. t HDPE verarbeitet (davon 50 % im Verpackungsbereich). Nach Abschätzung mehrerer Produzenten von MGBs ist genug geeignetes Rezyklatmaterial im Markt vorhanden, wenn alte Tonnen verwendet werden können. Allerdings ist die Herstellung von Tonnen in hellen Farben (gelb, orange o. ä.) meist nur durch den Einsatz von Neuware realistisch umsetzbar. Bei dunklen Farben sind mehr als 80 % Rezyklatgehalt erreichbar, wobei in kleineren Tonnen (< 360 L) aufgrund der geringeren mechanischen Anforderungen die höchsten PCR-Anteile möglich sind.

Blumentöpfe

Blumentöpfe als Produktgruppe haben einige Besonderheiten. Zunächst einmal zählen sie in bestimmten Fällen als Verpackung (z. B. für den Transport von Pflanzen, die in den Garten (um)gepflanzt werden sollen), in anderen gelten sie als Produkt (z. B. als Topf von Kräutern für die Fensterbank). Neben der Entsorgung (nur Verpackungen gehören offiziell in die LVP-Sammlung, wie z. B. den gelben Sack) hat dies auch Auswirkungen auf die Möglichkeit einer nationalen PCR-Quotenregelung.

Bei einer nationalen Regelung ist zu beachten, dass für Blumentöpfe, die unter das Verpackungsgesetz fallen, keine PCR-Quote im VerpackG eingeführt werden kann. Da Verpackungen EU-weit harmonisiert geregelt sind, ist dies nur auf EU-Ebene möglich. Die produktspezifische Quote sollte dennoch, wenn möglich, für alle Blumentöpfe gelten, da eine Unterscheidung in Verpackung und Nichtverpackung sehr schwierig und die Kontrolle bzw. der Vollzug der Quotenerfüllung sehr aufwändig wäre. Vorgaben zu einer PCR-Quote für Blumentöpfe (als Verbrauchsgut und als Verpackungen) sollten daher bevorzugt auf EU-Ebene erlassen werden. Da ein signifikanter Teil der Blumentöpfe aus dem EU-Ausland (vor allem aus den Niederlanden) nach Deutschland kommen, sollte die Quote entweder die Inverkehrbringer auf dem deutschen Markt betreffen oder auf europäischer Ebene eingeführt werden.

Für eine nationale Regelung könnte die Bundesregierung für das Inverkehrbringen von Blumentöpfen, die Verbrauchsgüter sind, eine PCR-Quote in einer Verordnung erlassen. Als Ermächtigungsgrundlage für diese Verordnung kommt § 23 Abs. 2 Nr. 2 in Verbindung mit

§ 24 Abs. 4 KrWG in Betracht. Als PCR-Quote wird ab 2025 75 % PCR empfohlen.

Europaweit werden ungefähr 150.000 t Kunststoffe pro Jahr in dieser Produktgruppe verbraucht (Schätzung fachkundiger Person im Rahmen der Befragung, Stand 2021). Nach Conversio werden schon 50.000–100.000 t/a (2019) an Rezyklaten für Blumentöpfe in Deutschland eingesetzt. (Conversio 2020) Dabei handelt es sich hauptsächlich um PP. Aufgrund der niedrigen Anforderungen bzgl. des Schmelzflussindex sind die erforderlichen Qualitäten in ausreichender Menge verfügbar. Aus technischer Sicht sollte in Standardprodukten auch ein PCR-Anteil (ohne Additive bzw. Farbatches) von 100 % möglich sein.

Verpackungen in Form von Eimern, Fässern, Kanistern oder Hohlkörpern > 2 L

Diese Produktgruppe ist sehr groß und heterogen zusammengesetzt. Es besteht eine Bandbreite an Einsatzzwecken und demzufolge unterschiedlichen Anforderungen an die Rezyklateigenschaften. Daher wäre eine von der gesamten Branche gemeinsam zu erbringende PCR-Quote sinnvoller als mehrere Quotenvorgaben für die verschiedenen Verpackungsformen in Abhängigkeit von den jeweils realistisch erreichbaren PCR-Anteilen. Da es sich bei dieser Produktgruppe ebenfalls um Verpackungen handelt, welche EU-weit harmonisiert geregelt sind, wäre eine PCR-Quotenvorgabe auf nationaler Ebene unzulässig. Eine denkbare Lösung für eine nationale Regelung ist eine freiwillige Selbstverpflichtung der Verpackungshersteller und Inverkehrbringer (Hersteller und Vertreiber i. S. d. VerpackG) dieser Verpackungen. Als Rückfalloption besteht nur die Möglichkeit, auf EU-Ebene eine verbindliche PCR-Quote einzuführen. Als PCR-Quote zur Selbstverpflichtung wird ab 2025 20 % empfohlen, ab 2030 40 %.

Der Kunststoffbedarf für Verpackungen im Bereich Fässer, Kanister, Eimer, Hohlkörper > 2 L beträgt 2019 in Deutschland ca. 262.000 t. Dies entspricht ca. 6 % der verarbeiteten Kunststoffmenge für den Verpackungsbereich (Conversio 2020, Experteneinschätzung). Weiterhin werden durch die dualen Systeme HDPE (formstabile Kunststoffe) gesammelt. Aus den Fraktionen PP/MPO⁴/FSK⁵ (ca. 280.000 t/a) wurden ca. 160.000 t/a PP-Regranulat und PP-Blend generiert (Schätzung fachkundiger Person im Rahmen der Befragung).

Paletten und Transportkisten:

Bei Paletten und Transportkisten handelt es sich ebenfalls um Verpackungen, speziell um Transportverpackungen i. S. d. EU-Verpackungsrichtlinie bzw. des VerpackG. Eine PCR-Quote kann daher nur auf EU-Ebene in der Verpackungsrichtlinie eingeführt werden.

Paletten und Transportkisten werden meist aus HDPE gefertigt. Die Verfügbarkeit von PCR ist abhängig vom Markt, da das Material als Rezyklat gut verarbeitet werden kann, sich für den Einsatz in vielen Anwendungsbereichen eignet und dadurch eine hohe Nachfrage besteht. Je nach Anforderungen an die Paletten und Transportkisten und die zu erfüllenden

4 MPO: Gemischte Polyolefine

5 FSK: Formstabile Kunststoffe

Produkteigenschaften können PCR-Anteile von bis zu 100 % eingesetzt werden.

Als PCR-Quote wird ab 2025 ein Rezyklatanteil von 50 % für das Inverkehrbringen in der EU empfohlen, ab 2030 ein Rezyklatanteil von 80 %.

1.5 Polymerspezifische Substitutionsquote für Kunststoffrezyklate

Neben einer produktgruppenbezogenen PCR-Quote bietet sich auch alternativ oder zusätzlich eine polymerspezifische Substitutionsquote für PCR an. Für die polymerspezifische Substitutionsquote geht das Vorhaben von folgender Regelungslogik aus: Für jede Mengeneinheit an Kunststoffgranulat aus Neeware, die ein Inverkehrbringer pro Jahr in der EU in Verkehr bringt, muss das Unternehmen auch einen bestimmten Anteil an Rezyklat in Verkehr bringen. Im Gegensatz zur produktspezifischen Quote wird so nicht mehr ein bestimmtes Produkt oder eine Produktgruppe erfasst, sondern eine bestimmte Kunststoffsorte oder die Primärkunststoffproduktion insgesamt. Das Ziel dabei ist, die Recyclingwirtschaft zu fördern und die Inverkehrbringer des Kunststoffs an dessen Recycling wirtschaftlich direkt zu beteiligen.

Für die polymerspezifische Rezyklateinsatzquote gibt es viele Gestaltungsmöglichkeiten, die verschiedene Vor- und Nachteile beinhalten.

Eine wichtige Ausgestaltungsfrage ist der Bezugspunkt der Quote und welche Polymere von der Quote erfasst werden. Um keine Anreize für ein Ausweichen zu weniger recyclingfähigen Polymeren zu setzen und für alle Polymere das Recycling zu fördern, wird es als sinnvoll erachtet, alle Polymerwerkstoffe, die in der EU in Verkehr gebracht werden, in die Quote einzubeziehen. Exporte von Kunststoffgranulaten aus der EU sind nicht von der Quote erfasst, während die Importe von Kunststoffgranulat in die EU eingeschlossen sind. Kunststoffherzeugnisse fallen nicht unter die Quote, da dies die Zahl der Regelungsadressaten auf alle Impor-

teure von Produkten mit Kunststoffanteil erweitern würde und nicht praktikabel erscheint. Kunststoffverarbeiter in der EU wären über die sich ändernden Verfügbarkeiten und Preise von Kunststoffneeware und Rezyklaten betroffen. Daher erscheint es notwendig, für den Import von Kunststoffherzeugnissen in die EU einen Grenzausgleichsmechanismus einzuführen.

Chemisches Recycling kann neben werkstofflichem Recycling für die Quote angerechnet werden. Voraussetzung sollte jedoch ein eindeutiger Nachweis über die Produktkette (Chain of Custody) sein, dass im produzierten Kunststoffgranulat tatsächlich chemisch zurückgewonnener Sekundärrohstoff enthalten ist und dies nicht nur über Massenbilanzen (ISO 22095:2020) dort allokiert wird.

Der Ausgleich zwischen Kunststoffrecyclern, die nur Rezyklate herstellen, und Primärkunststoffherstellern, die meist nur Primärkunststoffe in Verkehr bringen, kann per Direktübertragung der Verpflichtung zur Quotenerfüllung (nach dem Vorbild der Treibhausgasminderungsquoten) oder über einen Zertifikatehandel geschehen. Im Projekt wird die Direktübertragung bevorzugt, da diese einen geringeren Aufwand für die Implementierung verspricht.

Für die Höhe der Quote kann man sich an der Zielsetzung der Circular Plastics Alliance orientieren, die für die EU eine Zielmarke von 10.000 kt an eingesetzten Kunststoffrezyklaten pro Jahr ab 2025 gesetzt hat. Bei gleichbleibendem Kunststoffmarkt resultiert dies in einer Substitutionsquote von ungefähr 20 %.

1.6 Regelungsorte für PCR-Quoten

Eine produktbezogene oder abfallrechtliche Querschnittsnorm, die explizit Vorgaben für die Verwendung von Kunststoffrezyklaten in (Konsumenten-)Produkten bzw. bei der Polymerherstellung ermöglicht, existiert bislang nicht. Die Einführung von produktgruppenspezifischen PCR-Quoten und/oder eine polymerspezifische PCR-Quote sollten aus vielfältigen

Gründen primär auf EU-Ebene erfolgen, um gleiche Wettbewerbsbedingungen in der EU und den freien Warenverkehr zu gewährleisten oder um Skaleneffekte zu erzielen sowie regulatorische Barrieren und den Verwaltungsaufwand zu verringern. Darüber hinaus kann eine EU-weite Regelung auch weltweit ausstrahlen, indem sie Standards für die nachhaltige Gestaltung von Kunststoffprodukten setzt oder das Produktdesign und die Lieferketten beeinflusst. Soweit EU-Recht es erlaubt, können bereits jetzt nationale Vorgaben für PCR-Quoten erlassen werden (siehe die zuvor genannten Beispiele).

Um produktgruppenspezifische PCR-Quoten für eine breite Produktpalette im EU-Recht einzuführen, bietet sich mittelfristig ein Ansatz am Anfang des Lebenszyklus in der Ökodesign-Richtlinie (Richtlinie 2009/125/

EU)⁶ an. Nach einem derzeit im Gesetzgebungsverfahren befindlichen Änderungsvorschlag⁷ soll der Anwendungsbereich der Ökodesign-Richtlinie bis auf wenige Ausnahmen auf alle physischen Produkte ausgedehnt werden. Für diese können Regelungen zum Anteil von Rezyklaten vorgeschrieben werden, wenn sie in Verkehr gebracht werden sollen (siehe Art. 1 Änderungsvorschlag). Allerdings können konkrete Rezyklatquoten nur in den jeweiligen produktgruppenspezifischen Durchführungsmaßnahmen verbindlich vorgeschrie-

6 Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte, ABl. der EU L 285, 31.10.2009, S. 10.

7 Siehe: https://environment.ec.europa.eu/system/files/2022-03/COM_2022_142_1_EN_ACT_part1_v6.pdf

Kategorie	Produktspezifische Quote	Polymerspezifische Quote
Ökonomische Hebelwirkung und Effizienz	<ul style="list-style-type: none"> Gesicherte Nachfrage nach den nötigen PCR-Mengen und Qualitäten: Planungs- und Investitionssicherheit Gefahr der Umlenkung aus anderen Anwendungen, sodass die insgesamt eingesetzte PCR-Menge ggf. nicht wesentlich steigt 	<ul style="list-style-type: none"> Große Hebelwirkung über alle quotierten Kunststoffe hinweg Offenheit der Anwendungsbereiche bzgl. des PCR-Einsatzes Verbesserung der finanziellen Ausstattung der Recycler durch vertragliche Direktübertragung (oder Zertifikatehandel) Wettbewerbliche Benachteiligung europäischer Hersteller von Kunststoffherzeugnissen durch Kostensteigerungen, was Kunststoffverarbeiter außerhalb der EU nicht betrifft, wenn kein Grenzausgleich vorgesehen ist
Ökologische Lenkungswirkung und Treffsicherheit	<ul style="list-style-type: none"> Sehr genau eingrenzbarer Steigerung der Rezyklatmenge in einem bestimmten Bereich durch Wahl der Produktgruppe, dadurch auch Einfluss auf die erforderlichen Rezyklatqualitäten Abzug von Rezyklaten aus anderen Bereichen/Ländern möglich, ggf. ohne absolute Erhöhung des Recyclings und der eingesetzten PCR-Mengen Hohe Effizienz der Lenkung von Rezyklatströmen in bestimmte Anwendungsbereiche 	<ul style="list-style-type: none"> Downcycling möglich, da Menge vor Qualität gefördert wird, Fehlsteuerung in Richtung minderwertiger Rezyklate möglich Direkte Steigerung des prozentualen Rezyklateinsatzes insgesamt
Dynamische Anreizwirkungen	<ul style="list-style-type: none"> Ergänzung weiterer Produktgruppen und Erhöhung der Quote einfach möglich 	<ul style="list-style-type: none"> Erhöhung der Quote und Einführung von Faktoren (bzgl. des Beitrags bestimmter Rezyklate zur Quotenerfüllung) einfach möglich
Vollzugaufwand bzw. Überprüfbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> Vollzugaufwand unterschiedlich je nach Produktgruppe (Anzahl der Adressaten und Struktur der Wertschöpfungsketten) Bezug auf spezifische/kleinere Ströme mit z. T. zahlreichen Adressaten sorgen für höheren Vollzugaufwand Nachweis nur über Dokumentation der Herkunft des Inputmaterials (Massenbilanz) sinnvoll möglich Zertifizierung der Sekundärwertstoffkette notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> Nur auf Kunststoffgranulate aus Neuware Geringere Anzahl an Inverkehrbringern (ohne Grenzausgleichsmechanismus) Hoher Vollzugaufwand, wenn importierte Kunststoffprodukte einen Grenzausgleichsmechanismus einhalten müssen Recyclingbetriebe müssen zertifiziert werden (bisher nur teilweise erfolgt) Nachweis nur über Dokumentation der Herkunft des Inputmaterials (Massenbilanz) möglich
Belastungswirkungen, Kostengerechtigkeit und Verteilungseffekte	<ul style="list-style-type: none"> Vollzug muss auch beim Import gewährleistet sein, dann keine Benachteiligung der einer Quote unterliegenden Akteure Adressaten sind die Entscheidungsträger bzgl. des Einsatzes von Rezyklaten in den Produkten 	<ul style="list-style-type: none"> Wettbewerbliche Benachteiligung der europäischen Kunststoffverarbeiter durch Kostensteigerungen (ohne Grenzausgleichsmechanismus) Adressaten (Kunststoffproduzenten) haben nur bedingt Entscheidungsmöglichkeiten bzgl. des PCR-Einsatzes
Einfachheit/Verständlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> Einfache Regelung mit aufwendigerem Vollzug 	<ul style="list-style-type: none"> Komplizierte Regelung mit je nach Ausgestaltung wenig oder stark aufwendigem Vollzug Fehlsteuerung eher möglich (Quote steuert Menge vor Qualitäten)
Rechtliche Umsetzbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> Bevorzugt auf EU-Ebene. Für EU-weit harmonisiert geregelte Produktgruppen (z. B. Verpackungen nach EU-Verpackungsrichtlinie) nur auf EU-Ebene möglich Für (PET-)Einweg-Kunststoffgetränkeflaschen schon in EU-Einwegkunststoff-Richtlinie eingeführt Nationale Umsetzung: Für Produkte, die nicht der EU-Verpackungsrichtlinie unterfallen (z. B. Müllsäcke/-tüten, MBG) im KrWG möglich. Für energieverbrauchsrelevante Produkte ist Regelung im Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz (EPVG)¹ möglich Freiwillige Selbstverpflichtung bietet sich an für Eimer, Fässer, Kanister oder Hohlkörper > 2 L 	<ul style="list-style-type: none"> Nur auf EU-Ebene sinnvoll Ausgleichsmechanismus für Import von Kunststoffherzeugnissen notwendig, aber WTO-rechtliche Zulässigkeit noch offen.
<p>¹ Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz vom 27. Februar 2008 (BGBl. I S. 258), das zuletzt durch Artikel 260 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist</p>		

Tabelle 2
Vergleich der Rezyklateinsatzquoten

ben werden, deren Erarbeitung und Umsetzung längere Zeit in Anspruch nimmt. Als Regelungsort für eine polymerspezifische PCR-Quote wäre auch eine geänderte Ökodesign-Richtlinie nicht geeignet, weil sie sich an die Hersteller von Produkten wendet, aber nicht an Inverkehrbringer von Primärkunststoffware.

Als weiteren Ansatzpunkt für produktgruppenspezifische PCR-Quoten bieten sich die abfallrechtlichen EU-Vorschriften an, insbesondere die Basis-Rechtsakte 94/62/EU⁸ und 2008/98/EU⁹ sowie spezifische Abfallrechtsvorschriften. So können die Mitgliedstaaten im Rahmen der Abfallvermeidung auch das Design, die Herstellung und Verwendung von ressourceneffizienten Produkten fördern. Mit den Vorgaben zur PCR-Quote für PET-Flaschen und dem Regelungsvorschlag zum Mindestgehalt an Rezyklaten für Batteriemetalle sind erste Schritte in diese Richtung unternommen worden. Der Entwurf der EU-Verpackungsverordnung sieht PCR-Quoten für weitere Verpackungsarten vor. Eine polymerspezifische PCR-Quote, die die Hersteller von Primärkunststoffen erfasst, dürfte in den abfallrechtlichen Vorschriften hingegen ebenfalls nicht zu verankern sein, weil die erweiterte Herstellerverantwortung die Herstellung von Produkten, aber nicht deren Ausgangsrohstoffe betrifft. Um eine polymerspezifische PCR-Quote zu regeln, müsste deshalb auf EU-Ebene eine neue Rechtsgrundlage geschaffen werden.

1.7 Ergebniszusammenfassung

Zur Steigerung des Einsatzes von Rezyklaten kann sowohl eine produktbezogene als auch eine polymerbezogene PCR-Quote ausgestaltet werden. Die im Rahmen der produktbezogenen PCR-Quote exemplarisch ausgewählten fünf Produktgruppen (Paletten und Transportkisten, Verpackungen in Form von Eimern, Fässern, Kanistern oder Hohlkörpern > 2 L, Blumentöpfe, fahrbare Abfall- und Wertstoffbehälter aus Kunststoff (MGB) sowie Müllsäcke und -tüten) bieten ein Potenzial zur Steigerung des Rezyklateinsatzes und decken möglichst unterschiedliche Kunststoffsorten und Anwendungsbereiche ab. Der Rezyklateinsatz ist bei diesen Produktgruppen technisch machbar und kann rechtlich vorgeschrieben werden (soweit es sich um Verpackungen handelt, jedoch nur auf EU-Ebene).

Mit der polymerspezifischen PCR-Quote sollen die Inverkehrbringer einer bestimmten Kunststoffsorte dazu angehalten werden, mit jeder Mengeneinheit an Kunststoffgranulat aus Neuware, die sie in der EU in Verkehr bringen, auch einen bestimmten Anteil an Rezyklat in Verkehr zu bringen. Die Quote sollte für alle Polymere gelten, um Anreize für ein Ausweichen zu weniger recyclingfähigen Polymeren zu vermeiden. Der Ausgleich zwischen Kunststoffrecyclern, die nur Rezyklate herstellen, und Primärkunststoffherstellern, die meist nur Primärkunststoffe in Verkehr bringen, sollte per Direktübertragung der Verpflichtung zur Quotenerfüllung nach dem Vorbild der Treibhausgasminde-

rungsquoten erfolgen. Um die Wettbewerbsfähigkeit der Hersteller von Polymeren in der EU gegenüber Herstellern außerhalb der EU nicht zu beeinträchtigen, sollte die Herstellung von Polymeren in der EU mit anschließendem Export nicht von der Quote erfasst werden. Zudem erscheint es notwendig, für den Import von Kunststoffserzeugnissen in die EU einen Grenzausgleichsmechanismus einzuführen (z. B. ein Importzoll für Kunststoffserzeugnisse aus Polymeren, für die die polymerspezifische Quote gilt). Andernfalls würde sich ein Wettbewerbsnachteil für Kunststoffverarbeiter in der EU ergeben, da die von außerhalb der EU importierten Kunststoffprodukte aufgrund der unermesslichen Zahl nicht von der Quote erfasst werden können und somit zu anderen Rahmenbedingungen produziert werden können. Es ist nicht ausgeschlossen, dass ein solcher Mechanismus mit dem Welthandelsrecht vereinbar ist; dies bedarf allerdings einer noch umfassenderen rechtlichen Prüfung. Der Vorteil einer geringen Anzahl von Regelungsadressaten, der bei einer polymerspezifischen PCR-Quote gegenüber einer produktgruppenspezifischen Quote zunächst besteht, wird allerdings wieder aufgegeben, wenn ein zusätzlicher Mechanismus zum Grenzausgleich installiert wird.

Eine vergleichende Bewertung der produktspezifischen und polymerspezifischen PCR-Quote ist in Tabelle 2 dargestellt.

Literatur

- BS EN 15343:2007:** Plastics. Recycled plastics. Plastics recycling traceability and assessment of conformity and recycled content, <https://www.en-standard.eu/bs-en-15343-2007-plastics-recycled-plastics-plastics-recycling-traceability-and-assessment-of-conformity-and-recycled-content/> (10.11.2022).
- Conversio (2020):** Conversio Market & Strategy GmbH (2020). Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland 2019, https://www.bkv-gmbh.de/files/bkv-neu/studien/Kurzfassung_Stoffstrombild_2019.pdf (26.01.2022)
- Euwid (2022):** <https://www.euwid-recycling.de/news/wirtschaft/lidl-und-kaufland-setzen-mehr-rezyklat-in-kunststoffverpackungen-von-eigenmarken-ein-090822/> (10.11.2022)
- GVM & Prognos (2016):** Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung mbH & Prognos (2016). Potentiale zur Steigerung der werkstofflichen Verwertung von Kunststoffverpackungen – recyclinggerechtes Design, Sortiertechnik, Berlin.
- ISO 22095:2020-10:** Rückverfolgbarkeit von Lieferketten – Allgemeine Terminologie und Modelle, <https://www.beuth.de/de/norm/iso-22095/331484615> (10.11.2022)
- Hermann (2019):** Hermann, A. (2019). Rechtsgutachten umweltfreundliche öffentliche Beschaffung – Aktualisierung Februar 2019, UBA-Texte 30/2019, Dessau-Roßlau https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/texte_30-2019_rechtsgutachten-umweltfreundliche-beschaffung_bf.pdf (26.01.2022).

Anschrift der Autoren

Dr. Johannes Betz, Andreas Hermann, Dr. Winfried Bulach,
Christine Hermann, Hannah Bachmann
Öko-Institut e.V.
Rheinstraße 95, 64295 Darmstadt

⁸ Richtlinie 94/62/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 1994 über Verpackungen und Verpackungsabfälle, Abl. der EU L 365, 31.12.1994, S. 10

⁹ Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien, Abl. der EU L 312, 22.11.2008, S. 3. Zuletzt geändert durch Richtlinie 2018/851/EU.