

Ersatz von fossilen Rohstoffen – Materialien für eine nachhaltige Lebens- und Wirtschaftsweise

TEILSERIE 4:

Biopolymere im Kreislauf

Hintergrund

Die Vielfältigkeit von Biopolymeren zeigt sich auch in den unterschiedlichen Entsorgungs- und Verwertungsmöglichkeiten von biobasierten Produkten.

Ein Nylon-Zahnrad aus einem Pedelec-Motor wird mehrere Jahre im Einsatz hinter sich gebracht haben, bis es dann (hoffentlich) rezykliert wird. Eine Zahnbürste mit Borsten aus Nylon sollte nach einigen Wochen Verwendung über den Restmüll entsorgt werden, wodurch sie in eine Verbrennungsanlage gelangt und thermisch verwertet wird. PET-Getränkeflaschen werden in der Regel eingesammelt und entweder gereinigt und wiederverwendet oder das PET wird geschreddert und rezykliert. Ein biobasierter Obst- & Gemüsebeutel, der anschließend zum Sammeln von Bioabfällen verwendet werden soll, muss auch kompostierbar sein, damit der Kompost und der Ackerboden nicht durch Mikroplastik verschmutzt werden.

Grundsätzlich ist zu unterscheiden, wie Biopolymere im Sinne des Cradle to Cradle Prinzips¹ im Kreislauf geführt werden können. Untenstehende Abbildung zeigt zum einen den technischen Kreislauf, in dem Produkte und Gebrauchsgüter, solange es möglich ist, genutzt, wiederverwendet oder durch chemische oder mechanische Aufbereitung rezykliert werden und damit der Einsatz neuer Ressourcen reduziert wird. Können Materialien oder Produkte nicht mehr sinnvoll im technischen Kreislauf gehalten werden bzw. kann ein Übertritt aus der Technosphäre in die Biosphäre nicht verhindert werden (z.B. aufgrund von Verschleiß oder Abrieb), sollten Produkte so gestaltet sein, dass sie sich in den biologischen Kreislauf integrieren lassen.

Innerhalb dieser beiden Kreisläufe werden Rohstoffe effizient und ökologisch genutzt und Ressourcen können erheblich sparsamer eingesetzt werden, als dies bei einer thermischen Verwertung der Fall ist.

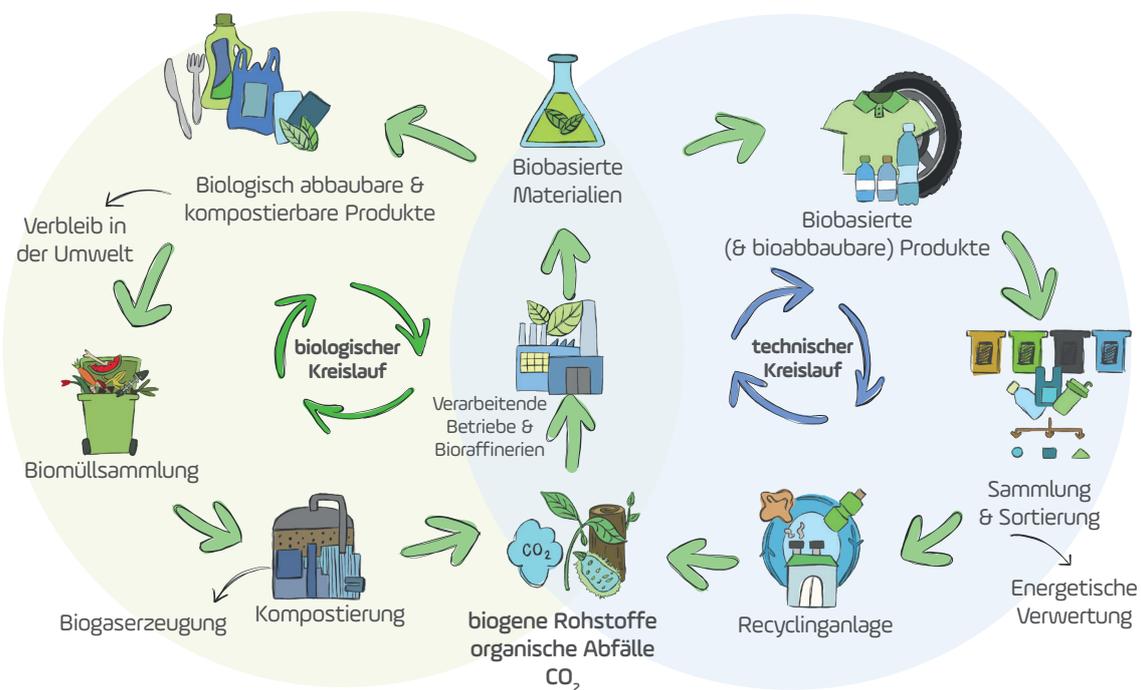
Um die Rückführung der Produkte zu gewährleisten, sind funktionierende Sammelsysteme entscheidend, durch die Materialien dem besten Verwertungsweg zugeführt werden. Einen Ansatz dazu bietet die „Initiative Kreislaufverpackung“, die Lösungen zur Sammlung und Verwertung kompostierbarer Verpackungen vorschlägt.²

In der Kreislaufwirtschaft von morgen werden die biobasierten bzw. biologisch abbaubaren Produkte gemeinsam erfasst und im Anschluss durch maschinelle Sortierung entweder dem technischen Kreislauf zum Wertstoffrecycling zugeführt oder durch organisches Recycling in den biologischen Kreislauf gebracht.

¹ Cradle to Cradle – Wiege zur Wiege e.V. (2021): Umgestalten, unter <https://c2c.ngo/umgestalten/> [04.11.2021].

² Weitere Informationen unter: <https://denttabs.de/2020/09/18/wir-haben-die-initiative-kreislaufverpackung-gegruendet/> [04.11.2021].

BIOPOLYMERE IM KREISLAUF DER BIOÖKONOMIE



Problembeschreibung und Lösungsansätze

In Teil 3 der Biopolymer-Themenpapiererserie wurden bereits einige Biopolymere, die im industriellen Maßstab hergestellt werden, und deren Anwendungsbereiche beschrieben. Ebenso wie fossil basierte Polymere, müssen auch die Biopolymere und die daraus gefertigten Produkte verschiedene rechtliche Normen erfüllen.

Diese beziehen sich einerseits auf die verwendeten Rohstoffe und Monomere, die z.B. durch die europäische REACH-Verordnung geregelt sind, andererseits auf den Einsatzbereich der Produkte, wenn diese z.B. als Verpackungen für Lebensmittel dienen und dabei mit Lebensmitteln in Kontakt kommen.

Hier bestimmen die EU-Verordnungen (EU) Nr. 1935/2004 und (EU) 10/2011 (PIM) die Einsatzmöglichkeiten von Polymeren und den verwendeten Additiven.

Sie sind nach „guter Herstellungspraxis so herzustellen, dass sie unter den normalen oder vorhersehbaren Verwendungsbedingungen keine Bestandteile auf Lebensmittel in Mengen abgeben, die geeignet sind, die menschliche Gesundheit zu gefährden oder eine unverträgliche Veränderung der Zusammensetzung (...) oder eine Beeinträchtigung der organoleptischen Eigenschaften der Lebensmittel herbeiführen“.³

Schließlich sind auch die möglichen Entsorgungswege festgelegt. Leichtverpackungen aus Kunststoff, Metall oder Verbundmaterialien müssen in Deutschland bei einem dualen Systembetreiber lizenziert und über die gelbe Tonne/den gelben Sack eingesammelt bzw. auf Wertstoffhöfe gebracht werden. Langlebige Produkte enden oft in der grauen Tonne und damit in einer Verbrennungsanlage.

Die Verwertung von Verpackungen und Serviceverpackungen über die Kompostierung oder Vergärung ist nach deutschem Recht grundsätzlich nicht erlaubt, selbst wenn es ökologische

Vorteile brächte. §21 des deutschen Verpackungsgesetzes, der die „ökologische Gestaltung der Beteiligungsentgelte“ vorschreibt, könnte die Entwicklung und Herstellung von Verpackungen aus nachwachsenden Rohstoffen befördern. Nach Abs. 1 Satz 2 soll „die Verwendung von Rezyklaten sowie von nachwachsenden Rohstoffen“ gefördert werden.⁴ Dies soll dadurch erreicht werden, dass die Dualen Systeme, bei denen jeder Hersteller bzw. Inverkehrbringer einer Verpackung deren Einsammlung, Sortierung und ggf. Verwertung vorab bezahlen muss, geringere Gebühren für Verpackungen aus nachwachsenden Rohstoffen (NawaRo) oder mit hohem Rezyklat-Anteil bemessen als für vergleichbare Verpackungen aus fossilen Rohstoffen.

Was wäre aber der Anreiz für die dualen Systembetreiber die Lizenzgebühren für ökologische Verpackungen zu senken, wenn die Kosten für die Sammlung und Sortierung gleich hoch sind wie für Verpackungen aus herkömmlichen Kunststoffen und auch das Rezyklat nicht teurer verkauft werden kann?

Was wäre aber der Anreiz für die dualen Systembetreiber die Lizenzgebühren für ökologische Verpackungen zu senken, wenn die Kosten für die Sammlung und Sortierung gleich hoch sind wie für Verpackungen aus herkömmlichen Kunststoffen und auch das Rezyklat nicht teurer verkauft werden kann? Eine Steigerung der Material-Nachfrage wäre ein entscheidender Faktor für eine Verbesserung der Marktsituation von biobasierten Kunststoffen, was z.B. durch verpflichtende NawaRo-Quoten, ähnlich der zukünftigen Rezyklat-Quote für Kunststoff-Getränkeflaschen ab 2025, erreichbar wäre. Die Bestimmung des NawaRo-Anteils,

³ VERORDNUNG (EG) Nr. 1935/2004 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 27. Oktober 2004 über Materialien und Gegenstände, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen und zur Aufhebung der Richtlinien 80/590/EWG und 89/109/EWG, unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=LEGISSEM%3A121082a> [04.11.2021].

⁴ Informationen unter <https://www.gesetze-im-internet.de/verpackg/>

sowohl in der Kunststoff-Neuware als auch im Rezyklat, kann durch eine simple Messung des Gehalts an ¹⁴C-Isotopen (nach ISO 16620-2:2015 oder CEN/TS 16640:2017) erfolgen. Diese Isotope sind typischerweise nur in biobasierten Kohlenstoffverbindungen enthalten, nicht aber in fossilbasierten. Somit können biobasierte Kunststoffe leicht von solchen aus fossilen Rohstoffen hergestellten unterschieden werden und alle an der Wertschöpfungskette beteiligten Akteure erhalten eine Garantie für die Echtheit der Rohstoffe.

Mit dem Erlass der Verordnung (EU) 2019/904 über die Verringerung der Auswirkungen bestimmter Kunststoffprodukte auf die Umwelt (Single Use Plastics Directive – SUPD) wurden verschiedene Einwegprodukte aus Kunststoff verboten. Dabei wurde der Kunststoffbegriff so weit gefasst, dass auch Biokunststoffe, selbst wenn sie in der Natur vorkommen und biologisch abbaubar sind, darunterfallen. Ebenso fallen Produkte darunter, die überwiegend aus Papier oder Pappe bestehen und mit einer dünnen Kunststoff-Schicht versehen sind. Gleichzeitig fördert aber die EU die Entwicklung der Bioökonomie mit größeren Summen. Dieses Beispiel zeigt, wie die Politik und die daraus folgende Gesetzgebung in sich widersprüchlich sein können. Die Wirtschaft wird durch solche Widersprüche nicht zur Investition in neue Materialien und Technologien im Bereich der Biokunststoffe animiert.

Generelle Schwierigkeiten bei der stofflichen Verwertung von Kunststoffen werden derzeit z.B. durch den Einsatz von Verbundverpackungen bzw. Multilayer-Verpackungen und die Vermischung verschiedener Kunststoffe und Additive verursacht. Der Ansatz des „Design for Recycling“ bietet Lösungen, wodurch bereits bei der Konzeption von Kunststoffprodukten deren Rezyklierbarkeit bedacht wird. Besonders im Bereich des Ökodesigns können biobasierte Polymere zum Einsatz kommen. Hier ist die Etablierung von Verwertungsstrukturen entscheidend, um die Anwendungen entsprechend ihrer Eigenschaften im technischen bzw. biologischen Kreislauf zu führen. Der möglichst geringe Einsatz von Additiven und Materialverbänden trägt dabei erheblich zur Verbesserung der Rezyklierbarkeit bei.

Das Thema Biopolymer-Recycling könnte ein besonders nachhaltiger Weg sein, um pflanzlichen Kohlenstoff im Kreislauf zu führen. Hier bieten sich, je nach Produkt, verschiedene Arten des Recyclings an. Verpackungen aus biobasiertem PET werden entweder über Pfandflaschen-Rückgabe oder die gelbe Tonne erfasst und können werkstofflich recycelt werden. Langlebige Produkte aus biobasierten Kunststoffen könnten über eine Wertstofftonne erfasst, durch Nahinfrarot-Sortierung abgetrennt und werkstofflich oder chemisch recycelt werden. Ab dem 1. Januar 2025 müssen gemäß § 20 Abs. 2 Satz 2 KrWG n.F. auch Textilabfälle getrennt gesammelt werden. Einem Team des Fraunhofer IAP ist es kürzlich gelungen, recycelte Zellulose zu Viskosefasern weiterzuverarbeiten.⁵ Der Fachverband Textilrecycling im Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V. (bvse) hat berechnet, dass neben dem hohen Anteil weiterverwendeter Textilien ca. 34 % der eingesammelten Alttextilien als Putzklappen weiterverwendet, der thermischen Verwertung oder dem Recycling zugeführt werden, die poten-

ziell für eine hochwertigere Weiterverarbeitung zur Verfügung stünden.⁶

Handlungsempfehlungen

1. Förderung des Einsatzes von Rezyklaten und Nachhaltigen Rohstoffen in Verpackungen durch verbindliche Einsatzquoten und niedrigere Lizenzentgelte

Bei der Lizenzierung durch ein Duales System sollen Verpackungen aus Nachhaltigen Rohstoffen entsprechend des §21 VerpackG besonders gefördert werden. Um Wettbewerbsnachteile auszugleichen und bevorzugt ökologische Verpackungen in Verkehr zu bringen, reichen allein niedrigere Lizenzgebühren für solche Verpackungen jedoch nicht aus. Es sind weitere Maßnahmen notwendig, um biobasierte Kunststoffverpackungen konkurrenzfähig zu machen.

Eine Verpflichtung zum Einsatz eines definierten Anteils an biobasierten Rohstoffen oder Monomeren, ähnlich der Verpflichtung zum Einsatz von 25 % Rezyklat in PET-Flaschen ab 2025, kann ebenfalls zur Steigerung der Nachfrage nach Biopolymeren beitragen.

2. Aufhebung der Benachteiligung von biobasierten, biologisch abbaubaren Polymeren und Produkten durch EU-Verordnungen

Die SUPD und die 2021 veröffentlichten Leitlinien (EC Guidelines vom 21.05.21) zu deren Auslegung zeigen deutlich, dass die Verantwortlichen in der Kommission in Brüssel Einwegkunst-

Biologisch abbaubare Produkte haben aufgrund ihres wesentlich kürzeren Verbleibs in der Natur – besonders in sensiblen Bereichen – weniger negative Auswirkungen auf die Umwelt.

stoffprodukte – auch biobasierte und biologisch abbaubare – mittelfristig verbieten wollen, ohne auf der anderen Seite klare Regeln für Mehrwegkunststoff-Produkte zu definieren, wie beispielsweise Nachweise über die tatsächliche Anzahl der Nutzungen.

Wo sinnvoll, sind fossilbasierte, nicht biologisch abbaubare Materialien, die nur einen kurzen Lebenszyklus in ihrer Applikation

haben, durch biologisch abbaubare und idealerweise vollständig aus Nachhaltigen Rohstoffen erstellte Materialien zu substituieren. Als Beispiele seien hier Primärverpackungen von Lebensmitteln genannt, die im Einzelhandel verwendeten Hemdchenbeutel oder auch Mülltüten. Biologisch abbaubare Produkte haben aufgrund ihres wesentlich kürzeren Verbleibs in der Natur – besonders in sensiblen Bereichen – weniger negative Auswirkungen auf die Umwelt.

Vor allem in Land- und Forstwirtschaft gibt es Anwendungen für biologisch abbaubare Kunststoffe, die erhebliche Vorteile zur Vereinfachung verschiedener Prozesse und Ertragssteigerungen mit sich bringen. Hier sind beispielhaft abbaubare Mulchfolien, Verbißschutz für Jungpflanzen (Wuchshüllen), Obst- und Gemüseetiketten oder Pflanzen-Befestigungsclips zu nennen. Weitere Anwendungen werden im Abschlussbericht des Projekts BioSinn des nova-Instituts beschrieben.⁷

⁵ Fraunhofer Forschung Kompakt (2020): Neues T-Shirt aus alter Jeans, unter <https://www.materials.fraunhofer.de/de/presse/iap---neues-t-shirt-aus-alter-jeans.html> [04.11.2021]

⁶ bvse (2020): Bedarf, Konsum, Wiederverwendung und Verwertung von Bekleidung und Textilien in Deutschland.

⁷ nova-Institut für politische und ökologische Innovation GmbH (2021): BioSinn – Steckbriefe sinnvoll biologisch abbaubarer Produkte auf Basis von Nachhaltigen Rohstoffen.

3. Optimierung von Sammlung und Sortierung

Durch die getrennte Sammlung und Verwertung von organischen Abfallströmen gelangen wertvolle Nährstoffe wieder in die natürliche Umgebung zurück. Biologisch abbaubare Beutel können die Sammlung von Bioabfällen fördern und somit die Rückführung der Nährstoffe aus organischen Abfällen steigern. Verbraucher sind mit diesem Erfassungssystem vertraut und durch die klare und eindeutige Kennzeichnung der Beutel werden Fehlwürfe vermieden.

Ebenso sollten Verfahren zur Sortierung und zum Recycling von Verpackungen aus oder mit Biopolymeren weiterentwickelt werden. Mittels chemischen oder enzymatischen Recyclings könnten wertvolle Rohstoffe aus Verbund-Verpackungen gewonnen werden, die auch zur Herstellung anderer hochwertiger Produkte eingesetzt werden könnten.

Um (biobasierte) Kunststoffprodukte im technischen Kreislauf zu halten, können Pfandsysteme zur Steigerung der Sammelmengen beitragen, wie es bereits für PET-Getränkflaschen existiert. Daneben ist eine Erfassung über die gelbe Tonne bzw. Wertstofftonne zwar sinnvoll und sehr praktikabel, essenzielle Bedeutung liegt jedoch in der anschließenden Auftrennung der einzelnen Materialströme und der Schaffung ökologisch sinnvoller Verwertungswege. Zur Erhöhung der Recyclingraten kann auch eine Beschränkung auf die „essenziellen“ Polymere (PE, PP, PET) beitragen, da so große Mengen sortenreiner Verwertungsströme erzielt werden können.

4. Förderung chemischer und organischer Recyclingverfahren

Das Umweltbundesamt steht dem chemischen Recycling von Kunststoff-Verpackungsabfällen aus der gelben Tonne skeptisch gegenüber.⁸ Organisches Recycling, d.h. Kompostierung und Vergärung, wird nicht anerkannt. Die thermische Verwertung von Verpackungsabfällen wird in Deutschland jedoch toleriert. Die Verwertung von Abfällen sollte technologieoffen gefördert werden, chemisches und organisches Recycling müssen als Verwertungswege anerkannt werden und entsprechend auf die Verwertungsquoten anrechenbar sein. Zudem braucht es Anreize und Förderprogramme für Recyclingunternehmen, um in innovative Recyclinganlagen und neue Technologien zu investieren.

5. Neufassung der Berechnungsmethoden für Recyclingquoten

Die aktuelle Definition der Recyclingquote von Verpackungen ist auch im Kontext der Verwertung von biobasierten Verpackungen problematisch. Gerade bei neuartigen (biologisch abbaubaren) Biopolymeren wird oft kritisch auf die fehlenden Verwertungswege und die dadurch „schlechte“ Rezyklierbarkeit verwiesen. Doch die vermeintlich hohen Recyclingquoten konventioneller Kunststoffe sind nach aktueller Berechnungs-

grundlage ein Trugschluss. Im Jahr 2019 lag die Recyclingquote in Deutschland offiziell bei 47 %. Der Begriff der Recyclingquote ist jedoch missverständlich, da als Berechnungsgrundlage die Input-Menge der in die Recyclinganlage gehenden Post-Consumer-Abfälle und nicht der tatsächlich recycelte Output herangezogen wird. Nimmt man die Gesamtmenge der anfallenden Post-Consumer-Kunststoffe als Grundlage, wird in Deutschland nur etwa 19 % zu Rezyklat verarbeitet.⁹ Aus diesem Grund sollte unbedingt eine outputbasierte Berechnung erfolgen, um Auskunft über die tatsächlich stofflich recycelten Mengen zu erlangen. Dass die reale Recyclingquote demnach weitaus niedriger ist, verdeutlicht die Notwendigkeit verbesserter Verwertungsströme, die nicht nur für Anwendungen aus Biopolymeren und natürlichen Packstoffen etabliert, sondern genauso für bestehende Verwertungswege überarbeitet werden müssen. Durch den Ausgleich des Wettbewerbsnachteils von Rezyklaten würde ein weiterer Anreiz zum stofflichen Recycling von Kunststoffen geschaffen werden.

6. Förderung des Ökodesigns/ Design for Recycling

Nach wie vor werden Kunststoffe bewusst in die Umwelt freigesetzt. Die Ursachen der Freisetzung von Mikroplastik sind längst bekannt, dennoch werden auch in ökosensiblen Bereichen immer noch konventionelle, nicht abbaubare Kunststoffe eingesetzt. Bereits bei der Herstellung wird dabei in Kauf genommen, dass Produkte wie Autoreifen, landwirtschaftliche Mulchfolien oder Kunststoffkleinteile in Kosmetika, Textilien, etc. durch Verschleiß, Abrieb oder fehlende Rückführung während oder nach ihrer Nutzung in der Natur verbleiben. Biobasierte Polymere bieten zahlreiche Möglichkeiten, Produkte bereits bei ihrer Konzeption für eine unproblematische Rückführung in den biologischen oder technischen Kreislauf zu gestalten. Durch einheitliche Normen und Kennzeichnungen sowie die Reduktion des Einsatzes von Additiven und Verbunden, um möglichst homogene Stoffströme zu erzeugen, wird eine effiziente Kreislaufwirtschaft ermöglicht. Dies erfordert den Ausgleich von Wettbewerbsnachteilen, um die Abnahme recycelter Materialien sicherzustellen. Daneben kommt der Integrierbarkeit von Rezyklaten in bestehende Herstellungsprozesse und Nutzungsszenarien eine wichtige Rolle zu, wofür gleichbleibende, zertifizierte Rezyklatqualitäten von grundlegender Bedeutung sind.

⁸ Umweltbundesamt (2020): Chemisches Recycling, Hintergrund

⁹ Conversio Market & Strategy GmbH (2020): Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland 2019.

