

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

## TEILSERIE 1:

### Einführung Biopolymere und bestehende Herausforderungen

#### Hintergrund

Der anthropogene Klimawandel ist die größte Herausforderung unserer Zeit. Mehr als 90 % der emittierten Treibhausgase enthalten Kohlenstoff, welcher wiederum zu mehr als 80 % aus fossilen Quellen stammt.<sup>1</sup> Um die Klimaziele des Übereinkommens von Paris einhalten zu können, muss ein Großteil der noch vorhandenen fossilen Rohstoffe zwingend im Boden verbleiben und bereits in Nutzung befindlicher Kohlenstoff besser im Kreislauf gehalten werden, um nicht in die Atmosphäre zu gelangen.

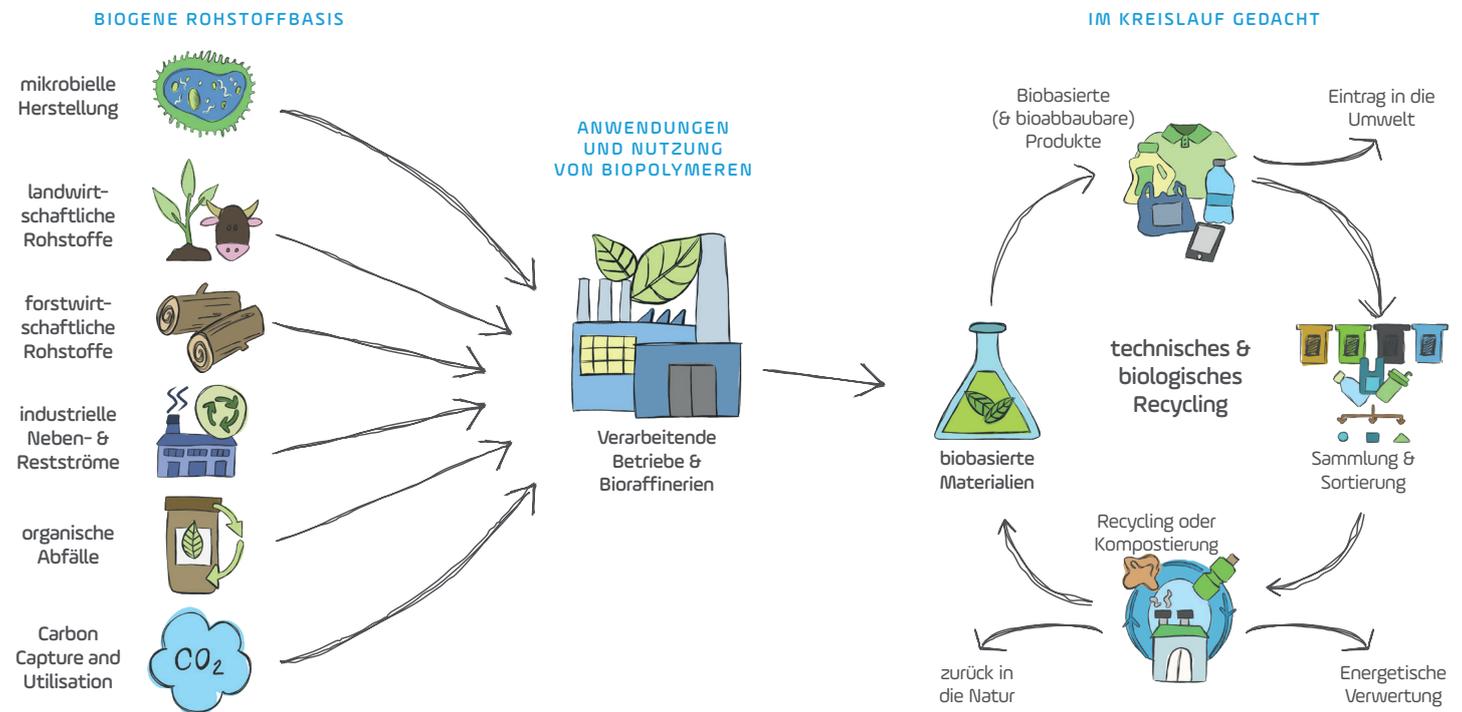
Auf der anderen Seite ist Kohlenstoff der wichtigste Baustein und das Grundgerüst der meisten heute genutzten Chemikalien und Materialien. Eine Dekarbonisierung ähnlich dem Energiesektor ist somit faktisch im Materialsektor unmöglich. Ob der Kohlenstoff aus fossilen oder erneuerbaren Rohstoffen stammt, ist für die Eigenschaften der daraus entstehenden Produkte zunächst nicht relevant. Aus technologischer, ökologischer und wirtschaftlicher Sicht ist die Rohstoffquelle jedoch von entscheidender Bedeutung. Die Bandbreite der Anwendungen erneuerbaren Kohlenstoffs reicht dabei von nahezu unveränderter Nutzung wie beispielsweise Bauholz bis zu synthetischen Produkten wie Kunststoffen.

Um in Zukunft eine klima- und umweltverträgliche Versorgung mit kohlenstoffbasierten Materialien sicherzustellen, ist ein Wandel von der Nutzung fossilen Kohlenstoffs hin zu biobasierten, erneuerbaren Ressourcen, wie z.B. Holz, Zucker oder Pflanzenölen, und der Aufbau einer möglichst regionalen Wertschöpfungskette notwendig. Die Vielseitigkeit biobasierter als auch bioabbaubarer Materialien und deren Mehrwert für Umwelt, Industrie und Gesellschaft sollen in den Einzelpapieren der Themenpapier-Serie betrachtet werden.

In den Teilsereien „Rohstoffbasis für Biopolymere“, „Nutzung und Anwendungsbereiche“ und „Biopolymere im Kreislauf“ fokussiert der Sachverständigenrat Bioökonomie Bayern die Schwerpunkte der Nutzung biobasierter und/oder bioabbaubarer Polymere und beleuchtet die Bereiche des Wertschöpfungskreislaufs von der Rohstoffbasis über Anwendungsfelder bis zur Kreislaufführung der Polymere im Sinne des Cradle to Cradle Prinzips.<sup>2</sup> Die ausgewählten Beispiele sollen exemplarisch für die Potenziale der Bioökonomie stehen. Mit ihnen soll aufgezeigt werden, wie es neue technische und chemische Verfahren ermöglichen, Nachwachsende Rohstoffe zur Gewinnung von herkömmlichen oder neuen Werkstoffen und Chemikalien zu nutzen, welche von diesen bereits aus Nachwachsenden Rohstoffen gewonnen werden und welche Vorteile mit ihrer Herstellung und Verwendung verbunden sein können. Diese können sowohl ökonomischer als auch ökologischer oder sozialer Natur sein. Den Abschluss der Themenpapier-Serie bildet das letzte Themenpapier „Zusammenfassende Betrachtung und zentrale Forderungen“.

<sup>1</sup> Olivier, J., Peters, J. (2020): Trends in global CO<sub>2</sub> and total greenhouse gas emissions – 2019 Report.

<sup>2</sup> Cradle to Cradle – Wiege zur Wiege e.V. (2021): Umgestalten, unter <https://c2c.ngo/umgestalten/> [04.11.2021].



### Problembeschreibung und Lösungsansätze

Basierend auf allgemeinen Prognosen zu Bevölkerungswachstum und Wohlstandsentwicklung wird der zukünftige Bedarf an Materialien, insbesondere Kunststoffen, global gesehen weiter ansteigen. Die Internationale Energieagentur (IEA) schätzt, dass die Erdölnachfrage bis 2025 zu 14 % aus der Petrochemie stammen wird (2020: 12 %).<sup>3</sup> Dies wird, neben ungelösten Problemen wie Plastikmüll in der Umwelt, unter den derzeitigen Gegebenheiten zwangsläufig zu einer weiteren Zunahme der fossilen CO<sub>2</sub>-Emissionen des Materialsektors führen.

Um diese Entwicklung zu unterbrechen, sind dringend Maßnahmen notwendig. Eine naheliegende Option ist die Reduktion des primären Rohstoffbedarfs, beispielsweise durch Suffizienz, Wiederverwendung und Recycling. Aktuelle Beispiele innerhalb der EU sind das Verbot von bestimmten Einwegprodukten, die Revision der Verpackungsverordnung sowie verbindliche Ziele zu Recyclinganteilen von bestimmten Kunststoffprodukten.

Allerdings ist eine vollständige Kreislaufschließung durch diese Maßnahmen allein nicht möglich, da unvermeidliche Verluste im Recyclingprozess oder während der Nutzung sowie Markt- und Nachfragewachstum die Einführung von zusätzlichem Kohlenstoff verlangen. Dieser Kohlenstoff sollte aus erneuerbaren Quellen stammen, beispielsweise Biomasse: Pflanzen nehmen während ihrer Wachstumsphase Kohlenstoff in Form von CO<sub>2</sub> auf und lagern diesen in ihrem Gewebe ein. Durch die Verwendung von pflanzlicher Biomasse als Rohstoff für langlebige Produkte, z.B. in Holzprodukten und -bauten, oder dem konsequenten Recycling kurzlebiger Pro-

dukte, z.B. Plastikverpackungen, wird dieser Kohlenstoff entweder langfristig gebunden oder im Kreislauf geführt. Durch die Nutzung nachwachsender, nachhaltig produzierter Rohstoffe wird somit die Transformation hin zu einer nachhaltigen, post-fossilen Wirtschafts- und Lebensweise ermöglicht, die im Einklang mit den Zielen von Klimaschutz, Biodiversität, Ressourceneffizienz, Wohlstandssicherung und globaler Gerechtigkeit steht.

*Durch die Nutzung nachwachsender, nachhaltig produzierter Rohstoffe wird die Transformation hin zu einer nachhaltigen, postfossilen Wirtschafts- und Lebensweise ermöglicht.*

Durch intensive Forschung und Entwicklung ist es technologisch bereits heute möglich, eine Vielzahl von chemischen Zwischenprodukten oder Polymeren auf Basis von Biomasse qualitativ gleichwertig zu ersetzen. Die Herstellung von Biopolymeren findet beispielsweise über innovative bio- oder chemokatalytische Umwandlung von Biomassebestandteilen wie Kohlenhydraten oder Lignin statt. Die Spanne reicht dabei von molekular identischen Produkten (Drop-Ins), z.B. Polyethylen und Polypropylen, bis hin zu neuartigem „Bioplastik“ mit teilweise neuen Eigenschaftsprofilen, z.B. Polymilchsäure und andere biobasierte Polyester.

Unabhängig vom gewählten Biopolymer muss grundsätzlich eine bestmögliche Integration in bestehende und zukünftige Stoffkreisläufe angestrebt werden, um eine maximale

Kreislaufführung des Kohlenstoffs zu erreichen und den zusätzlichen Bedarf an Kohlenstoff zu minimieren. Dies betrifft auch eine eventuell angestrebte (industrielle) Kompostierung als Lebensende-Szenario: da mit dem biologischen Abbau auch zwangsläufig die Freisetzung des gebundenen Kohlenstoffs einhergeht, sollte dies nur für Produktkategorien die bevorzugte Lebensende-Option sein, in denen Wiederverwendung und Recycling nicht praktikabel sind oder eine Emission in die Umwelt nicht vermeidbar ist. Konkrete Anwendungsfälle wären beispielsweise Mulchfolien, Kompostbeutel oder Rasentrimmer-Mähfäden.

Auch wenn immer wieder neue Verfahren zur Herstellung von biobasierten Polymeren im Labormaßstab entwickelt werden, so scheitert es derzeit meist an deren großtechnischer Umsetzung. Das kann z.B. daran liegen, dass ein Verfahrensschritt zu aufwändig und kostenintensiv ist, als dass sich eine industrielle Produktion ökonomisch darstellen ließe. Ein gutes Beispiel hierfür sind die Polyhydroxyalkanoate (PHAs). Diese Biopolymere werden von einigen Bakterienarten als natürlicher Speicherstoff produziert und sind daher allgegenwärtig. Sie können aus einer Vielzahl von Reststoffen hergestellt werden und sind unter den verschiedensten Umweltbedingungen sehr gut biologisch abbaubar, jedoch ist die großtechnische Aufreinigung immer noch zu teuer, um im Wettbewerb mit herkömmlichen Polymeren aus fossilen Quellen bestehen zu können. In einigen europäischen Ländern, wie z.B. Österreich, Rumänien, Griechenland, Italien, Spanien und Frankreich, hat eine umweltpolitisch motivierte Gesetzgebung dazu geführt, dass kompostierbare Tragetaschen auf Basis nachwachsender Rohstoffe, trotz des höheren Preises, eine Chance auf dem Markt bekommen. Ein

*Ein wichtiger Faktor für den Erfolg von Produkten aus Biopolymeren ist die öffentliche Wahrnehmung.*

weiteres Problem bei neuen Polymeren liegt auch in der langwierigen Entwicklungszeit und schwierigen Markteinführung. Wenn ein neuer Kunststoff Anwendungen finden und für diese entwickelt und getestet werden soll, muss sicher sein, dass er auch in großen Mengen produziert werden kann.

An der Herstellung der Kunststoffe wird aber erst gearbeitet, wenn sicher ist, dass sie auch Anwendungen finden. Ein Henne-Ei-Problem. Nur wenn alle Beteiligten entlang der Herstellungskette gemeinsam an Entwicklung und Vermarktung arbeiten, können sich neuartige Biokunststoffe durchsetzen.

Ein wichtiger Faktor für den Erfolg von Produkten aus Biopolymeren ist die öffentliche Wahrnehmung. Informationsdefizite zu bestehenden Eigenschaften oder Produktvorteilen biobasierter Anwendungen wie beispielsweise die Differenzierung der Begriffe „biobasiert“ und „bioabbaubar“ oder gar negative Assoziationen mit Produkten auf Basis nachwachsender Rohstoffe, beeinflussen die Wahrnehmung der Konsument\*innen.

Dementsprechend kommt der Aufklärung der Bevölkerung und von Entscheidungsträger\*innen zum Umgang mit biobasierten Produkten und der Kommunikation der ökologischen Vorteile bzw. Nachhaltigkeitsaspekte eine entscheidende Rolle zu.

Das bestehende und steigende Potenzial biobasierter Polymere wird in den fünf Teilen dieser Themenpapierserie entlang des Wertschöpfungskreislaufs und im Kontext der Bioökonomie ganzheitlich beleuchtet. Um fossilbasierte Polymere in Zukunft effizient und nachhaltig durch Biopolymere zu ersetzen, müssen neue Wertschöpfungsstrukturen etabliert und bestehende Prozesse optimiert werden. Die besonderen Herausforderungen bei der Herstellung, Anwendung und Kreislaufführung biobasierter Polymere werden in den Teilsereien „Rohstoffbasis von Biopolymeren“, „Anwendungsfelder für Biopolymere“ und „Biopolymere im Kreislauf“ im aktuellen rechtlichen und industriellen Umfeld der (bayerischen) Bioökonomie betrachtet. Abschließend werden im letzten Teilpapier die Herausforderungen und Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Biopolymeren zusammengefasst.

Stand November 2021

