

## Chancen und Herausforderungen

# Biobasierte Kunststoffe als Produkt der Bioökonomie

Biobasierte Kunststoffe bieten die Chance, Wertschöpfungsketten so zu gestalten, dass ein Mehrwert für Mensch, Wirtschaft und Umwelt gleichermaßen generiert werden kann. Voraussetzung hierfür ist ein gezieltes Management der Lieferkette und Transparenz in der Nachhaltigkeitsbewertung.

Von Hannah Behnsen, Sebastian Spierling und Hans-Josef Endres

Vor dem Hintergrund globaler gesellschaftlicher Herausforderungen, wie dem Klimawandel und der Endlichkeit fossiler Ressourcen, steht die Entwicklung hin zu einer biobasierten Ökonomie seit einigen Jahren im Fokus der Forschung und Politik (Patermann/Aguilar 2018). Kunststoffe als Materialklasse haben seit deren Entdeckung immer mehr an Bedeutung gewonnen. Dies wird nicht nur durch die kontinuierlich steigenden Wachstumsraten der Kunststoffindustrie weltweit, sondern auch durch das stetig breiter werdende Anwendungsspektrum deutlich (PlasticsEurope 2015). Die Befriedigung der Lebensbedürfnisse wäre ohne Kunststoffe ebenso undenkbar wie Leichtbau oder Digitalisierung. Seit den 1990er Jahren erfahren biobasierte Kunststoffe, mit denen die Entwicklung der Kunststoffe auch ursprünglich begann (z. B. die Nutzung von Cellulose in Celluloidfilmen oder Kasein in Kunsthorn), eine Renaissance. Aktuell stehen diese durch den Ausbau der Bioökonomie vermehrt im Fokus. Biobasierte Kunststoffe werden auf Basis von nachwachsenden Rohstoffen wie Zucker, Stärke, Pflanzenölen oder Cellulose hergestellt. Eine Unterscheidung erfolgt hierbei in beständige und biologisch abbaubare biobasierte Kunststoffe. Diese beiden Varianten bilden zusammen mit den fossil basierten biologisch abbaubaren Kunststoffen die Biokunststoffe (Endres/Siebert-Raths 2011). Neben der Endlichkeit fossiler Ressourcen ist ein wichtiger Treiber für die Entwicklung biobasierter Kunststoffe der Wunsch, Materialien mit einem verbesserten Nachhaltigkeitsprofil anbieten zu können.

## Nachhaltigkeit entlang der Wertschöpfungskette

Im Vergleich unterscheidet sich die Herstellung ebenso wie die Verarbeitung und Nutzung biobasierter Kunststoffe allerdings wenig von der Produktionskette ihrer konventionellen

Pendants. Besonderheiten und damit neue Chancen, das Nachhaltigkeitsprofil zu schärfen, liegen dagegen in der Rohstoffbereitstellung und der Entsorgung am Ende des Lebensweges, sowohl aus ökologischer als auch aus ökonomischer und sozialer Perspektive.

Aus der Analyse bestehender Ökobilanzen zeichnet sich derzeit kein einheitliches Bild zum ökologischen Nachhaltigkeitspotenzial von Biokunststoffen ab. Trotzdem lassen sich Tendenzen in den verschiedenen Wirkungskategorien für biobasierte Kunststoffe im Vergleich zu fossilen Kunststoffen feststellen. In den Wirkungskategorien Treibhauspotenzial und abiotischer Ressourcenverbrauch besitzen biobasierte Kunststoffe bessere Ergebnisse. In allen Kategorien, die in der landwirtschaftlichen Produktion starke Auswirkungen besitzen, weisen sie hingegen nachteilige Tendenzen auf. Insbesondere der Landverbrauch, also die Inanspruchnahme von Agrarflächen für die Erzeugung nachwachsender Rohstoffe, ist einer der größten Kritikpunkte bei biobasierten Kunststoffen. Aktuelle Forschungen beschäftigen sich daher verstärkt mit der Nutzung von Rest- und Koppelprodukten für die Herstellung biobasierter Kunststoffe. Auch Zukunftsalternativen, wie die Verwendung von Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) als Kohlenstoffquelle, werden erforscht. Technologisch ist beides, das heißt die Nutzung von Rest- und Koppelprodukten sowie von CO<sub>2</sub>, bereits heute in kleinem Maßstab machbar. Für einen großtechnischen Einsatz ist hier allerdings noch Entwicklungsarbeit nötig, um die technische Performance weiter zu optimieren und die Herstellung auch aus Kostensicht wettbewerbsfähig gestalten zu können.

Für eine transparente Bilanzierung der Nachhaltigkeit von biobasierten Kunststoffen ist es aktuell also notwendig, Umweltauswirkungen, die aus der Agrarproduktion resultieren, eingehend zu betrachten und zu kommunizieren. Allerdings gibt es auch aufseiten der konventionellen Kunststoffe kritische Aspekte bei der Nachhaltigkeitsbetrachtung, deren Bewertung noch nicht abschließend geklärt ist und die daher bisher vernachlässigt werden. Dazu gehören beispielsweise unkontrollierte Öl-Leckagen und Havarien sowie der steigende Energieaufwand und die Landnutzung durch fossile Rohstoffförderung (Mudersbach et al. 2017).

Die Produktion und vor allem auch die Wertschöpfung von Gütern muss heutzutage in einem globalen Maßstab gesehen und bewertet werden. Das gilt für ökologische Aspekte gleichermaßen wie für wirtschaftliche und soziale Belange. Die Herkunft der Rohstoffe für biobasierte Kunststoffe beziehungsweise auch Herstellung der Rohpolymere liegt größtenteils außerhalb von Europa, nicht selten in flächenreichen Schwel-

lenländern. So kommt beispielsweise das Zuckerrohr für die Herstellung der biobasierten Kunststoffe Bio-Polyethylen und Polylactid aus Ländern in Südamerika und Asien. Verarbeitung und Nutzung hingegen sind selten im Erzeugerland zu finden. Analog zu den Erfahrungen aus der Herstellung von Biotreibstoff kommt es dadurch zu Zielkonflikten sowohl auf umwelt(-politischer) Ebene, beispielsweise bezogen auf Monokulturen, Flächenkonkurrenz und Landnutzungsänderung, als auch zwischen effizienter Produktion und Einhaltung von Arbeitsrechten und Gesundheitsschutz. Gerade im Agrarsektor herrschen in vielen Ländern kritische Arbeitsbedingungen und die Dominanz großer Unternehmen kann durch die Umstrukturierung der lokalen Agrarproduktion die gewachsenen traditionellen Systeme stören (Mudersbach et. al 2017). Im Umkehrschluss bietet die faire Gestaltung von Produktionsprozessen umso mehr die Chance, eine Teilhabe an der Wertschöpfung durch die Herstellung von Biokunststoffen zu gewährleisten.

Für Biokunststoffe sind die weltweiten Produktionskapazitäten von 2,05 Millionen Tonnen im Jahr 2016 (Schulz/Endres 2017) im Gegensatz zu 322 Millionen Tonnen bei konventionellen Kunststoffen relativ klein (PlasticsEurope 2015). Folglich sind die für die Erzeugung biobasierter Kunststoffe genutzten Rohstoff- und Landflächenkapazitäten und die damit verbundenen Folgen agrarischer Produktion noch als gering einzustufen. Maximal 0,05 % der Weltackerfläche werden derzeit für die gesamte Biokunststoffproduktion genutzt (Schulz/Endres 2017). Gerade daraus erwächst die Chance, Produktionswege und Wertschöpfungsketten so zu gestalten, dass ein Mehrwert für Mensch, Wirtschaft und Umwelt gleichermaßen generiert werden kann. Das gilt auch für das Ende des Lebensweges. Eine aktuell weit verbreitete Entsorgungsoption für alle Kunststoffe einschließlich der Biokunststoffe ist die Verbrennung als Energielieferant. Dabei bieten Kunststoffe unabhängig von der Rohstoffbasis aufgrund ihrer Materialstruktur vielfältige Möglichkeiten einer kaskadischen Nutzung. Biobasierte Kunststoffe, die chemisch ihren fossilen Pendanten entsprechen, wie beispielsweise Bio-Polyethylen, können problemlos in die bestehenden Down-, Re- und Upcyclingströme eingeführt werden (Molenveld et al. 2014). Die Herausforderung liegt darin, bei den chemisch neuartigen Werkstoffen adäquate Sammel- und Sortierstrukturen zu etablieren, was weniger an technischen als vielmehr an logistischen und ökonomischen Hürden scheitert. Erst bei ausreichend großen Margen wäre dies für Recyclingunternehmen profitabel und zöge die entsprechend nötigen Investitionen nach sich.

Eine Zusatzoption bei der Entsorgung von Kunststoffen bietet die biologische Abbauarbeit. Die vollständige Degradation in Wasser und Kohlenstoffdioxid kann in bestimmten Anwendungsfeldern von Vorteil sein. So zum Beispiel im Agrarsektor bei Mulchfolie. Dabei ist zu beachten, dass ein vollständiger Abbau von vielen unterschiedlichen Faktoren (Zeit, Temperatur, Feuchtigkeit, Zusammensetzung der Mikroorganismen) beeinflusst wird und dass Zertifizierungen kein Garant für einen Endabbau in kurzer Zeit sind.

Bei dem Bestreben, sich von einer fossilen Wirtschaft hin zu einer Bioökonomie zu entwickeln, bieten biobasierte Kunststoffe eine Alternative für die bis dato zumeist verwendeten fossil basierten Kunststoffe. Sie haben das Potenzial, ein nachhaltiger Baustein gerade für die regionale, aber auch für die globale Bioökonomie zu werden. Wichtig hierfür sind ein gezieltes Management von Lieferketten und eine Verbesserung der Transparenz innerhalb der Wertschöpfungskette sowie eine faire Nachhaltigkeitsbewertung. Darüber hinaus ist die große Herausforderung, auch bei biobasierten Kunststoffen grundlegende Aspekte, wie Vermeidung, Reduzierung und Wiederverwendung sowie das Thema Kaskadennutzung, nicht aus den Augen zu verlieren.

### Literatur

- Endres H.-J./Siebert-Raths, A. (2011): Engineering Biopolymers Markets, Manufacturing, Properties and Applications. München, Carl Hanser.
- Molenveld, K./Koenhen, R./Thoden van Velzen, U./Brouwer, M. (2014): Recycling of bio-PE. [www.wur.nl/web/file?uuid=db206e8f-b95f-4808-b41f-df24202b9227&owner=81b131b4-f0d1-4c9e-9eb3-8c7e38213777](http://www.wur.nl/web/file?uuid=db206e8f-b95f-4808-b41f-df24202b9227&owner=81b131b4-f0d1-4c9e-9eb3-8c7e38213777)
- Mudersbach, M./Spierling, S./Behnsen, H./Knüppfer, E./Albrecht, S./Krieg, H./Schulze, C./Herrmann, C./Endres, H.-J. (2017): Wie „bio“ sind Biokunststoffe? Die Nachhaltigkeit von zuckerbasierten und konventionellen Kunststoffen im Fokus. In: Koesling, V./Spierling, R. (Hrsg.): Alles Zucker! Nahrung – Werkstoff – Energie. Berlin, be.bra Verlag. 227–237.
- Patermann C./Aguilar A. (2018): The origins of the bioeconomy in the European Union. In: New Biotechnology, 40/A: 20–24.
- PlasticsEurope (2015). Plastics – the Facts 2015. An analysis of European plastics production, demand and waste data. [www.plasticseurope.de/cust/documentrequest.aspx?DocID=65446](http://www.plasticseurope.de/cust/documentrequest.aspx?DocID=65446)
- Schulz, C./Endres, H.-J. (2017): Market data and landuse facts. In: Institut für Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe (IfBB) (Hrsg.): Biopolymers – facts and statistics. Hochschule Hannover. 40–46.

### AUTOR/INNEN + KONTAKT

**Hannah Behnsen** ist Projektleiterin am Institut für Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe der Hochschule Hannover.



Hochschule Hannover, Institut für Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe, Heisterbergallee 10 a, 30453 Hannover. Tel.: +49 511 9296-2295, E-Mail: hannah.behnsen@hs-hannover.de

**Sebastian Spierling** ist Projektleiter am Institut für Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe der Hochschule Hannover.



Hochschule Hannover, Institut für Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe, Heisterbergallee 10 a, 30453 Hannover. Tel.: +49 511 9296-2295, E-Mail: sebastian.spierling@hs-hannover.de

**Hans-Josef Endres** ist Professor, Gründer und Leiter des Instituts für Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe der Hochschule Hannover.



Hochschule Hannover, Institut für Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe, Heisterbergallee 10 a, 30453 Hannover. Tel.: +49 511 9296-2212, E-Mail: hans-josef.endres@hs-hannover.de