

# BIOLOGISCH ABBAUBARE KUNSTSTOFFE

## Impressum

**Herausgeber:** Umweltbundesamt  
Pressestelle  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau-Roßlau

**E-Mail:** [pressestelle@uba.de](mailto:pressestelle@uba.de)  
**Internet:** [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

**Autor:** Wolfgang Beier

**Stand:** August 2009

**Gestaltung:** UBA

**Titelfoto:** © O[1].-Fischer / Pixelio.de

Umwelt- und Gesundheitsschutz sind in aller Munde. Auch die Industrie setzt zunehmend auf umwelt- und gesundheitschonende Produkte und nennt sie oft Bio-Produkte. Doch nicht überall, wo „bio“ draufsteht, ist auch „bio“ drin.

Dieses Hintergrundpapier widmet sich den so genannten Biokunststoffen, gibt Begriffserklärungen, nennt Anwendungsgebiete und liefert eine Einschätzung zur ökologischen Bewertung dieser Stoffe.

## 1. Was sind Biokunststoffe und biologisch abbaubare Kunststoffe?

Bis in die 30er Jahre des vergangenen Jahrhunderts wurden Kunststoffe fast ausschließlich aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt. Erst seit Ende des Zweiten Weltkrieges werden als Rohstoffquellen üblicherweise fossile, nicht erneuerbare Ressourcen, wie Erdöl oder Erdgas, genutzt. Seit etwa 20 Jahren sind nun wieder verstärkte Bemühungen zu verzeichnen, Kunststoffe zum Teil oder auch vollständig aus nachwachsenden Rohstoffen zu erzeugen und am Markt zu etablieren.

Neben dem Ziel, die Eigenschaften der Produkte zu verbessern und die Herstellungskosten zu verringern, trugen Probleme in der Abfallwirtschaft, das Gewährwerden der Begrenztheit fossiler Rohstoffe und die allgemeine Diskussion über treibhausrelevante Gase dazu bei, dass wieder verstärkt nachwachsende Rohstoffe zur Herstellung von Kunststoffen zum Einsatz kommen.

Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen werden in der Regel als Biokunststoffe oder Biopolymere bezeichnet, wobei diese und ähnliche Begriffe – zum Beispiel „biobasiert“ – bis heute nicht eindeutig definiert sind. Die Entwicklung einer Terminologie durch nationale und internationale Normungsgremien hat für diese Werkstoffgruppe gerade erst begonnen und wird noch einige Zeit in Anspruch nehmen.

Nach gegenwärtigem Sprachgebrauch steht die Vorsilbe „bio“ für zwei Eigenschaften: für „biobasiert“ und für „biologisch abbaubar“. Biobasiert nennen sich Erzeugnisse, die teilweise oder vollständig aus nachwachsenden Rohstoffen stammen. Diese Erzeugnisse können sowohl biologisch abbaubar als auch nicht abbaubar sein. Nach DIN EN 13432 bedeutet Bioabbaubarkeit, dass sich ein Material nach einer festgeschriebenen Zeit unter definierten Temperatur-, Sauerstoff- und Feuchtebedingungen in der Anwesenheit von Mikroorganismen oder Pilzen zu mehr als 90 Prozent zu Wasser, Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und Biomasse abgebaut haben muss.

*Biologisch abbaubare Kunststoffe* sind jedoch nicht zwangsläufig aus nachwachsenden pflanzlichen oder tierischen Rohstoffen hergestellt; es gibt auch Kunststoffe aus fossilen, nicht nachwachsenden Ressourcen, die biologisch abbaubar sind. Die biologische Abbaubarkeit ist somit nicht an die Rohstoffbasis gebunden, sondern hängt allein von der chemischen Struktur des Werkstoffs und seinem Vermögen ab, sich durch biologische Aktivität in natürlich vorkommende Stoffwechselendprodukte umzuwandeln.

Zu den wichtigsten biobasierten, nicht abbaubaren Kunststoffen zählen naturfaserverstärkte Kunststoffe, etwa Hanf- und Flachsfasern mit Polypropylen, Polyethylen, Polyethylenterephthalat oder Phenolharz und Holz-Kunststoff-Verbundwerkstoffen (englisch: Wood-Plastics-Composites; WPC).

Bei letzteren handelt es sich um thermoplastisch verarbeitbare Verbundwerkstoffe, etwa aus Polyethylen oder Polypropylen mit bis zu 80 Prozent Holzmehl und Additiven, wie Haftvermittler, UV-Schutzmittel und Farbpigmente. Die Produktionsmenge in Europa ist inzwischen allein in der Bau- und Möbelindustrie auf 12.000 Tonnen pro Jahr gewachsen. Die europäische Automobilindustrie setzt jährlich weitere 50.000 Tonnen ein.

Eine Systematik der Biokunststoffe hinsichtlich ihrer stofflichen Herkunft zeigt Abbildung 1.

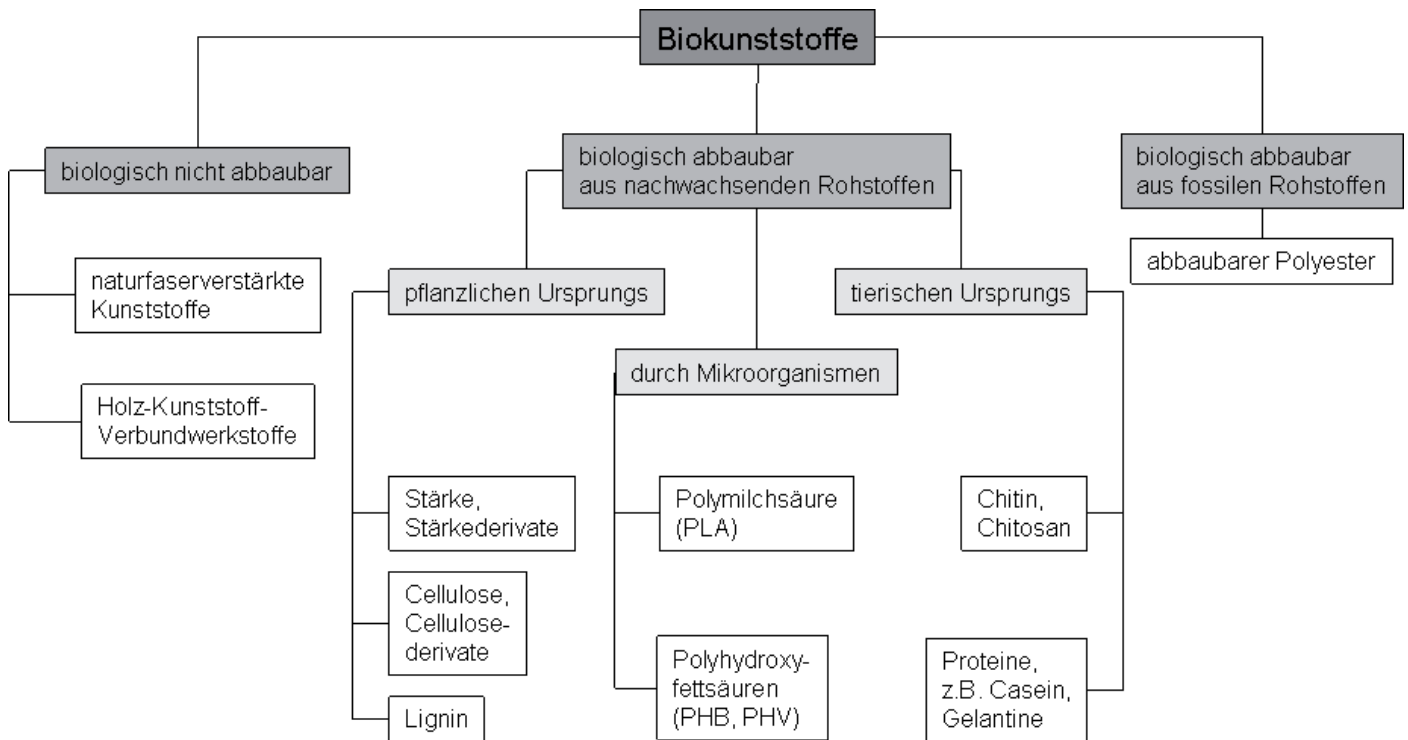


Abbildung 1: Systematik der Biokunststoffe

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich in erster Linie auf *biologisch abbaubare Kunststoffe pflanzlichen Ursprungs*. Sie stellen das bei weitem größte Marktsegment der Biokunststoffe dar und haben den größten wirtschaftlichen Stellenwert. Unberücksichtigt bleiben wegen ihrer untergeordneten Bedeutung: biologisch abbaubare Polymere auf der Basis von Rohstoffen tierischen Ursprungs und petrochemischen Rohstoffen, die biobasierten Kunststoffe in Form von naturfaserverstärkten Kunststoffen und Holz-Kunststoff-Verbundwerkstoffen sowie die seit längerem bekannten Kunststoffe auf Cellulosebasis.

## 2. Rohstoffbasis und Anwendungsgebiete

Biologisch abbaubare Kunststoffe lassen sich aus einer Vielzahl pflanzlicher Rohstoffe herstellen. Neben Zellulose und Zucker nimmt vor allem Stärke eine Schlüsselposition ein. Neben ihrer guten Verfügbarkeit bietet sie ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis. Die wichtigsten Stärkelieferanten sind Mais, Weizen und Kartoffeln.

Von den in den vergangenen Jahren entwickelten biologisch abbaubaren Kunststoffen haben sich vor allem die biobasierten Stärkekunststoffe, Polylactid und Polyhydroxyfettsäuren sowie der fossil basierte Polyester durchgesetzt.

- Thermoplastische Stärke ist der zurzeit wichtigste und gebräuchlichste Biokunststoff. Sein Anteil am Gesamtmarkt der Biokunststoffe beträgt etwa 80 Prozent. Stärkekunststoffe

werden vorrangig zu Folien, Spritzgussartikeln oder Beschichtungen verarbeitet.

- Polylactid (PLA) bzw. Polymilchsäure ist ein biologisch abbaubarer Polyester und wird aus dem Monomer Milchsäure polymerisiert. Die Milchsäureproduktion erfolgt vorrangig unter Nutzung von Maisstärke. PLA und PLA-Mischungen sind seit Jahren als Spezialpolymere im medizinischen Bereich und in zunehmendem Maße als Verpackungs- und Faserwerkstoff etabliert.
- Polyhydroxyfettsäuren (PHF) sind durch die Einwirkung von Bakterien oder Pilzen auf Zucker oder Stärke gewonnene thermoplastische Polyester. Die bekanntesten Vertreter sind Polyhydroxybutyrat (PHB) und Polyhydroxyvalerat (PHV). Mikroorganismen speichern PHF als Reservestoff. Seine Gewinnung erfolgt durch Extraktion aus den Zellen. In Abhängigkeit von der Bakterienart und der Wahl des Substrats kann eine Vielzahl von Kunststoffen mit variierenden Eigenschaften entstehen.

Weiterführende Informationen zur Herstellung von Biokunststoffen, ihren Eigenschaften und Verarbeitungsbedingungen finden sich unter [www.bioplastics24.com](http://www.bioplastics24.com) und in [3].

Eine Übersicht über die wichtigsten eingeführten biologisch abbaubaren Kunststoffe auf Basis nachwachsender und fossiler Rohstoffe gibt Tabelle 1.

Tabelle 1: Übersicht über eingeführte biologisch abbaubare Kunststoffe (Stand: August 2009)

Produkt	Rohstoff	Grundstoff	Hersteller	Literatur / weiterführende Informationen
PHB/PHV	Stärke, Zucker	zum Beispiel Glucose	Biomer; Metabolix; PHB Industrial S/A	<a href="http://www.biomer.de">www.biomer.de</a> ; <a href="http://www.metabolix.com">www.metabolix.com</a> ; [1;2]
Polylactid (PLA)	Maisstärke	Milchsäure	Nature Works; Synbra Technology; FKuR Kunststoff GmbH	<a href="http://www.natureworksilc.com">www.natureworksilc.com</a> ; <a href="http://www.synbratechnology.nl">www.synbratechnology.nl</a> ; <a href="http://www.fkur.de">www.fkur.de</a>
thermoplastische Stärke bzw. Stärkeblends	Kartoffel, Weizen, Mais	Stärke	Novamont; Biotec GmbH; BIOP; Rodenburg Biopolymers; Plantic Technologies; DuPont	<a href="http://www.materbi.com">www.materbi.com</a> ; <a href="http://www.biotec.de">www.biotec.de</a> ; <a href="http://www.biopolymers.nl">www.biopolymers.nl</a> ; <a href="http://www.plantic.com.au">www.plantic.com.au</a> ; <a href="http://www.dupont.com">www.dupont.com</a> ;
Zellglas	Holz	Cellulose	Eastman; Innovia Films; FKuR Kunststoff GmbH	<a href="http://www.eastman.com">www.eastman.com</a> ; <a href="http://www.innoviafilms.com">www.innoviafilms.com</a> ; <a href="http://www.fkur.de">www.fkur.de</a>
abbaubare Polyester			BASF SE	<a href="http://www.basf.com">www.basf.com</a>

Für die Herstellung von Erzeugnissen mit Eigenschaften, die dem Entwicklungsstand etablierter Kunststoffe annähernd entsprechen, müssen Kunststoffen auf Basis nachwachsender Rohstoffe in der Regel petrochemische Komponenten sowie weitere Hilfs- und Zusatzstoffe – etwa Gleitmittel, Stabilisatoren und Antistatika – zugegeben werden. Welche Additive in welchen Mengenanteilen zum Einsatz kommen, legen die Hersteller im Allgemeinen nicht offen. Die Anteile an Additiven können mengenmäßig jedoch bedeutsam sein. So kann beispielsweise in Stärkekunststoffen der Anteil fossiler Zusatzstoffe bis zu 50 Prozent betragen.

Wir vermuten, dass das angebotene Polylactid und Polyhydroxybutyrat zum größten Teil aus gentechnisch veränderten Rohstoffen hergestellt ist (siehe auch [1]).

Die Hauptanwendungen biologisch abbaubarer Kunststoffe in Europa liegen im Verpackung- und Cateringbereich. Daneben existieren Anwendungen in der Landwirtschaft und im Gartenbau sowie im Pharma- und Medizinbereich. Bereits in relativ breitem Umfang eingeführt sind Produkte wie:

- Abfallsäcke,
- Tragetaschen,
- Einweggeschirr (Becher, Tassen, Teller, Besteck),
- Verpackungsfolien,
- Flaschen,
- Obst- und Gemüseschalen (so genannte Trays),
- Verpackungshilfsmittel (Loose-fill-Chips),

- expandierbare Schäume,
- Mulchfolien,
- Blumentöpfe.

In Asien tauchen darüber hinaus vermehrt Anwendungen im technischen Bereich auf – etwa als Handy- oder PC-Gehäuse.

### 3. Produktionsmengen, Marktpotenzial und Preise

Die Produktions- und Verbrauchsmengen von Biokunststoffen sind im Vergleich zu herkömmlichen Kunststoffen noch sehr gering. Statistiken über Produktion und Verbrauch von Biokunststoffen existieren bisher nicht.

Der Branchenverband der Hersteller, Verarbeiter und Anwender von Biokunststoffen, EuropeanBioplastics ([www.european-bioplastics.org](http://www.european-bioplastics.org)), schätzte den Verbrauch von Biokunststoffen für das Jahr 2005 in Europa auf 50.000 Tonnen und in Deutschland auf ca. 5.000 Tonnen [4]. Der Verbrauch herkömmlicher Kunststoffe betrug 2005 demgegenüber in Europa ca. 53 Millionen (Mio.) Tonnen und in Deutschland mehr als 9 Mio. Tonnen [5]. Der Anteil der Biokunststoffe am Gesamtkunststoffverbrauch betrug in Europa somit etwa 0,1 Prozent und in Deutschland etwa 0,05 Prozent.

Die Produktionskapazität für Biokunststoffe betrug im Jahr 2006 weltweit ca. 350.000 Tonnen, in Europa etwa 100.000 Tonnen und in Deutschland ca. 20.000 Tonnen [4]. Wobei wir davon ausgehen, dass der überwiegende Teil biologisch abbaubarer

Kunststoffe auf nachwachsenden Rohstoffen basiert (90 Prozent); etwa 10 Prozent sind solche auf Basis petrochemischer Rohstoffe.

An einem Ausbau der Produktionskapazitäten arbeitet die Industrie mit Nachdruck (siehe hierzu auch Kapitel 4). So sollen gegenwärtig in den USA Anlagenkapazitäten von ca. 150.000 Tonnen und in Europa und Asien von jeweils ca. 100.000 Tonnen in Planung sein [4]. Für das Jahr 2010 prognostiziert EuropeanBioplastics nach [6] eine weltweite Produktionskapazität für Biokunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen in Höhe von 800.000 Tonnen und für Biokunststoffe auf Basis petrochemischer Rohstoffe in einer Größenordnung von 60.000 Tonnen.

Die Produktion herkömmlicher Kunststoffe soll demgegenüber im Jahr 2010 voraussichtlich weltweit 304 Mio. Tonnen und europaweit 75 Mio. Tonnen betragen. PlasticsEurope schätzt den Kunststoffverbrauch 2010 in Europa auf 62,5 Mio. Tonnen [7].

Die für die Produktion herkömmlicher Kunststoffe erforderlichen Rohstoffe gewinnt die chemische Industrie aus Erdöl oder Erdgas. Diese Kunststoffe sind den damit verbundenen Preisschwankungen unterworfen. Für die Massenkunststoffe Polyethylen (PE), Polypropylen (PP) und Polystyrol (PS) wurden Ende März 2009 weniger als 900 Euro pro Tonne verlangt (siehe Tabelle 2). Agrarische Produkte, wie Stärke oder Zucker, sind demgegenüber vergleichsweise preisstabile und günstige Rohstoffe. So liegen die Preise für Stärke bei 300 bis 400 Euro pro Tonne und für Zucker bei 200 bis 250 Euro pro Tonne [8].

Obwohl bei biologisch abbaubaren Kunststoffen in den letzten Jahren aufgrund neuer Entwicklungen sowie der Errichtung größerer Produktionskapazitäten eine Reduzierung der Produktpreise zu verzeichnen war, bleibt ihre ökonomische Wettbewerbsfähigkeit eingeschränkt. Verglichen etwa mit Polyethylen oder Polypropylen sind bei biologisch abbaubaren Kunststoffen immer noch Preisunterschiede im Bereich von Faktor 2 bis Faktor 5 vorhanden (siehe Tabelle 2).

#### 4. Geplante Aktivitäten zum Kapazitätsausbau in Deutschland und Förderung von Biokunststoffen

Wir gehen davon aus, dass sich mittelfristig in Deutschland die Produktionskapazität aller relevanten biologisch abbaubaren Kunststoffe erweitert.

So baut die BASF SE ihre Anlage zur Herstellung des biologisch abbaubaren Polyesters Ecoflex in Ludwigshafen aus. Die Kapazität soll von bislang 14.000 Tonnen um 60.000 Tonnen auf 74.000 Tonnen pro Jahr steigen. Die Erweiterung wird im dritten Quartal 2010 wirksam. Gleichzeitig steigt die Kapazität einer Compoundierungsanlage, in der das neu entwickelte Produkt Ecovio hergestellt wird. Ecovio ist ein Veredelungsprodukt von Ecoflex und besteht zu 45 Prozent aus PLA [11].

Die Pyramid Bioplastics Guben GmbH, ein gemeinsames Unternehmen der Pyramid Technologies Ltd. aus der Schweiz und der German Bioplastics GmbH aus Deutschland, wird in Guben eine Produktionsstätte für die Herstellung von Polymilchsäure mit einer Produktionskapazität von 60.000 Tonnen pro Jahr errichten. Die Produktionsanlage soll in der zweiten Jahreshälfte 2009 den Betrieb aufnehmen [12].

Das australische Unternehmen Plantic Technologies will für mehr als 8,3 Mio. Euro eine komplette Betriebsstätte in Jena errichten. Es sollen hier Fertigungsanlagen zur Verarbeitung von stärkebasierten Kunststoffen sowie Forschungs- und Vertriebseinrichtungen entstehen [13].

In Deutschland unterstützen verschiedene Förderprogramme des Bundes und der Bundesländer die Förderung nachwachsender Rohstoffe. Der Schwerpunkt liegt dabei allerdings fast ausschließlich bei solchen Projekten, die nachwachsende Rohstoffe als Energieträger nutzen. Ein Förderkonzept oder ein Markteinführungsprogramm für Biokunststoffe existiert derzeit nicht. Gefördert werden allenfalls Einzelmaßnahmen im Forschungs- und Entwicklungsbereich. Besonders aktiv ist hier – neben der Deutschen Bundesstiftung Umwelt –

Tabelle 2: Kunststoffpreise in Euro pro Kilogramm (EUR/kg)

herkömmliche Kunststoffe		biologisch abbaubare Kunststoffe	
PE-Folienqualität	0,85 bis 0,91 [9]	Stärkekunststoffe	2 bis 4
PP	0,77 bis 0,85 [9]	PLA	1,50 bis 2,50
PS	0,79 bis 0,85 [9]		
PET	0,97 bis 1,08 [10]		

die Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe ([www.nachwachsende-rohstoffe.de](http://www.nachwachsende-rohstoffe.de)) als Projektträger des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Einzelheiten zu den bisher geförderten Projekten finden sich in der Projektdatenbank der Fachagentur unter [www.biowerkstoffe.info](http://www.biowerkstoffe.info).

Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz bereitet gegenwärtig einen Aktionsplan für die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe vor, der auch biobasierte Werkstoffe einschließlich naturfaserverstärkter Kunststoffe berücksichtigt und hierfür Ziele und Maßnahmen formuliert. Eine indirekte Förderung seitens des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit erfahren Verpackungen aus nachwachsenden Rohstoffen mit der fünften Novelle der Verpackungsverordnung insofern, als sie bis Ende 2012 von der Verpflichtung zur flächendeckenden Rücknahme und der Pfandpflicht für Einwegflaschen befreit sind.

## 5. Stellungnahmen von Verbänden zu Biokunststoffen

Mehrere Industrie- und Wirtschaftsverbände haben sich in der Vergangenheit zu Biokunststoffen und biologisch abbaubaren Kunststoffen geäußert. Der Grundtenor der Verbandspositionen ist folgender:

- Die Industrievereinigung Kunststoffverpackungen e.V. (IK) sieht Biokunststoffe als eine zukunftsorientierte Option neben den herkömmlichen Kunststoffen auf fossiler Basis an. Die IK unterstützt dabei all jene Aktivitäten zur Förderung von Biokunststoffen, die nicht auf eine Diskriminierung traditioneller Kunststoffe bzw. daraus hergestellter Verpackungen abzielen [14].
- Der Deutsche Bauernverband unterstützt den Einsatz von Kunststoffen auf Basis nachwachsender Rohstoffe, weil er – aus Sicht des Verbandes – positiv für den Klimaschutz ist und den Bauern Produktions- und Einkommensalternativen bietet.
- Die europäischen Verbände der Kunststoffproduzenten (PlasticsEurope) und der Kunststoffverarbeiter (EuPC) unterstützen in einem gemeinsamen Positionspapier die Entwicklung und Anwendung biologisch abbaubarer Kunststoffe grundsätzlich [15]. In einigen Anwendungsbereichen können biologisch

abbaubare Kunststoffe dem Positionspapier zufolge Vorteile gegenüber konventionellen Kunststoffen aufweisen – zum Beispiel im Fall von unterpflügbaren Landwirtschaftsfolien. Zurückgewiesen wird jedoch die Annahme, dass biologisch abbaubare oder kompostierbare Kunststoffe generell umweltfreundlicher als konventionelle Kunststoffe seien. Man verweist auch darauf, dass Verpackungen aus biologisch abbaubaren Kunststoffen das Problem der Landschaftsvermüllung (englisch: Littering) verschärfen können. Die Verbände fordern, dass sich Entscheidungen zugunsten der Kunststoffe aus nachwachsenden oder biologisch abbaubaren Rohstoffen auf belastbare wissenschaftliche Kriterien stützen und den gesamten Lebenszyklus des Produkts berücksichtigen müssen. Sie dürfen nicht zur Diskriminierung konventioneller Kunststoffe führen

- Kunststoffrecyclingunternehmen und Entsorgerverbände, wie der Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V., stehen biologisch abbaubaren Produkten reserviert gegenüber. Sie sehen in ihnen Störstoffe, die den Recyclingprozess erschweren, die Produktqualität der erzeugten Kunststoffzyklate verschlechtern und die Aufbereitungskosten erhöhen [16].
- Die Duales System Deutschland GmbH sieht Biokunststoffe nicht automatisch als umweltfreundlich und nachhaltig an. Sie bemängelt vor allem, dass es für Biokunststoffe keine umfassenden Ökobilanzen gibt und dass ihre Kompostierbarkeit in großtechnischen Kompostieranlagen nicht gewährleistet ist [17].
- Die Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. sieht, wie der Bundesverband der Deutschen Entsorgungswirtschaft (BDE) und die Bundesvereinigung der Humus- und Erdenwirtschaft e.V. (BHE), Erzeugnisse aus biologisch abbaubaren Kunststoffen als Störstoffe im Kompostgut an und lehnt ihre Entsorgung über die Biotonne ab. Viele Kommunen in Deutschland haben sich diese Sichtweise zu Eigen gemacht und verbieten in ihren Abfallsatzungen das Einbringen biologisch abbaubarer Kunststoffe in die Biotonne [18].

## 6. Ökologische Bewertung biologisch abbaubarer Kunststoffe

Seit Beginn der Einführung biologisch abbaubarer Kunststoffe schreiben ihnen die Hersteller, Inverkehrbringer und Anwender immer wieder Umweltvorteile gegenüber konventionellen

Kunststoffen zu und betonen ihren großen Beitrag zum Umweltschutz. So wird vor allem die Kompostierfähigkeit hervorgehoben und die Rohstoffquelle – im Sinne nachwachsender Rohstoffe – als nachhaltig und umweltfreundlich bezeichnet.

Wissenschaftliche Beweise gibt es für diese Aussagen nicht. Die Fachwelt sieht die wenigen Umweltbetrachtungen, die im Zusammenhang mit solchen Behauptungen in der Vergangenheit vorgelegt wurden, bislang als nicht ausreichend aussagefähig an. Sie finden deshalb keine Akzeptanz. Sie sind weniger wissenschaftliche Aussage, sondern vielmehr Marketinginstrumente, um Folien, Einweggeschirr und andere Produkte pauschal als vorteilhaft darstellen zu können.

Von den verschiedenen Instrumenten zur ökologischen Bewertung von Verfahren und Produkten ist aus unserer Sicht allein die Ökobilanzierung nach DIN EN ISO 14040 und 14044 eine geeignete Methode, um Umweltwirkungen von Produktionsprozessen und Produkten umfassend und objektiv zu analysieren und zu beurteilen. Die Ökobilanz beruht auf der Analyse der ökologischen Effekte durch den Verbrauch von Stoffen und Energie sowie der entstehenden Emissionen und Abfälle über den gesamten Produktlebensweg. Eine vollständige Ökobilanz besteht aus vier Arbeitsschritten: Definition des Ziels und des Rahmens, Sachbilanz, Wirkungsabschätzung sowie Auswertung. Sofern eine Ökobilanz zur Veröffentlichung vorgesehen ist, sind ein nachvollziehbarer und transparenter Bericht sowie eine Prüfung der Konformität durch einen unabhängigen Gutachterausschuss verpflichtend.

In der wissenschaftlichen Diskussion um die inhaltlichen Bestandteile einer Lebenszyklusanalyse hat sich eine Sichtweise durchgesetzt, die den Anspruch einer ganzheitlichen Betrachtung erhebt.

Eine ganzheitliche Lebenswegbetrachtung von der Gewinnung der Rohstoffe über die Produktnutzung bis hin zur Entsorgung bedeutet auch, dass Energie- und Rohstoffverbräuche sowie Emissionen in Luft, Wasser und Boden bei der Nutzung petrochemischer Ressourcen – beispielsweise für Aussaat, Ernte, Verarbeitung und Transport der nachwachsenden Rohstoffe – berücksichtigt werden.

Die vorliegenden ökobilanziellen Betrachtungen haben die generellen Umweltvorteile biologisch abbaubarer Kunststoffe nicht bestätigt (siehe etwa [19], [20], [21], [22], [23]). Zwar kann

die Verwendung nachwachsender Rohstoffe zu einer Schonung fossiler Ressourcen und zu einer Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Bilanz führen; Vorteile in einer oder zwei Wirkungskategorien reichen im Regelfall aber nicht aus, um eine Grundüberlegenheit zu begründen. Erst die Berücksichtigung weiterer Umweltwirkungen (siehe unten) sowie die Verwendung von Datensätzen mit gleichermaßen hoher Qualität und Quantität erlauben gesicherte Aussagen darüber, welches der untersuchten Produkte Alternativerzeugnissen aus Umweltschutzsicht überlegen ist.

Folgende Wirkungskategorien gelten als relevant und sind in einer Ökobilanz zu berücksichtigen:

- Einfluss auf das Klima,
- Verbrauch nicht erneuerbarer Ressourcen,
- Beitrag zur Bildung von Ozon,
- Beitrag zur Versauerung von Böden und Gewässern (Säurebildungspotenzial),
- Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit,
- Auswirkungen auf Tiere und Pflanzen durch Emissionen von Stoffen,
- Veränderungen des Nährstoffgleichgewichts in Boden und Wasser (durch Überdüngung),
- Flächenverbrauch,
- Einfluss auf Biodiversität durch Flächennutzung.

In einer kürzlich durchgeführten Ökobilanz nach internationalem Standard DIN EN ISO 14040 und 14044 wurden Einweggetränkebecher aus PET, Polystyrol, Karton und PLA mit einem Mehrwegbecher aus Polypropylen verglichen [25]. Es zeigte sich, dass das Mehrwegbechersystem allen Einweglösungen aus Umweltschutzsicht deutlich überlegen ist. Das heißt, auch biologisch abbaubare Becher aus PLA stellen keine günstige Alternative dar. Die Umweltbelastungen der PLA-Becher sind vergleichbar mit jenen aus PET und liegen damit deutlich über den Einwegbechern aus Karton.

## 7. Standpunkt des Umweltbundesamtes zu Biokunststoffen

Biobasierte Kunststoffe sind Werkstoffe, die sich bisher in Nischenanwendungen behaupten und deren Marktanteile weiter wachsen werden. Ihrer (verstärkten) Nutzung stehen wir grundsätzlich positiv gegenüber. Wir vermuten, dass insbesondere werkstofflich recyclingfähige Erzeugnisse aus faserverstärkten Kunststoffen und Holz-Kunststoff-Verbundwerkstoffen aus Umweltschutzsicht wegen der Schonung fossiler Ressourcen und der Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen Vorteile gegenüber Kunststoffen aus fossilen Rohstoffen aufweisen.



Der Produktgruppe der biologisch abbaubaren Kunststoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe stehen wir nach wie vor zurückhaltend bis ablehnend gegenüber. Einerseits kann die Verwendung dieser Kunststoffe aus Sicht des Umweltschutzes sinnvoll sein, da auch diese Werkstoffklasse das Potenzial hat, CO<sub>2</sub>-Emissionen und den Verbrauch fossiler Ressourcen zu senken. Andererseits ist ihr Beitrag zum Klima- und Ressourcenschutz und zur anderweitigen Entlastung der Umwelt noch nicht vollständig untersucht. Aussagefähige Umweltbetrachtungen und damit Aussagen über ihre Nachhaltigkeit liegen für die Mehrzahl der Produkte aus biobasierten biologisch abbaubaren Kunststoffen bisher nicht vor. In den Fällen, in denen seriöse Erkenntnisse vorliegen, sprechen diese eher gegen biologisch abbaubare Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen [z.B. 25].

Die Entwickler, Hersteller und Anwender biologisch abbaubarer Kunststoffe sind bisher den Nachweis schuldig geblieben, dass ihre Produkte eine mindestens gleichwertige Umweltverträglichkeit wie Erzeugnisse aus traditionellen Kunststoffen besitzen. Die Kriterien „Verwendung nachwachsender Rohstoffe“ und „bioabbaubar“ allein reichen nicht aus, um von vornherein eine generelle Umweltüberlegenheit dieser Materialien zu begründen.

Es bedarf deshalb aus unserer Sicht weiterer Untersuchungen und Umweltbewertungen, um sicherzustellen, dass derartige Entwicklungen nicht in eine ökologische Sackgasse führen oder dass ungerechtfertigte staatliche Förderungen wirksam werden.

Zur Objektivierung der Diskussion um die Verwendung nachwachsender Rohstoffe in Kunststoffen sind Ökobilanzen nach DIN EN ISO 14040 und 14044 notwendig.

Der Nachweis der ökologischen Vorteilhaftigkeit muss dabei für jede einzelne Produktkategorie – zum Beispiel im Bereich der Folien für Landwirtschaftsfolien, Verpackungsfolien und Müllsäcke – auf Grundlage repräsentativer Randbedingungen erbracht werden.

Wir sehen Hersteller und Anwender von biobasierten Kunststoffen in der Pflicht, Studien in Auftrag zu geben. Wir sind bereit, sofern es gewünscht ist, in geeigneter Weise an diesen Arbeiten mitzuwirken und den Dialog mit den betroffenen Kreisen zu intensivieren.

Das Werben mit positiven Umweltaussagen im Zusammenhang mit biologisch abbaubaren Kunststoffen sollte solange unterbleiben,

bis auf der Grundlage anerkannter wissenschaftlicher Untersuchungen der Nachweis der Umweltvorteilhaftigkeit tatsächlich erbracht ist.

Die im Zusammenhang mit ihrer Entsorgung ins Spiel gebrachte Kompostierung der biologisch abbaubaren Kunststoffe halten wir perspektivisch für keine sinnvolle Art der Verwertung. Sofern die Rottezeiten in industriellen Kompostierbetrieben überhaupt eingehalten werden können (eine Hausgartenkompostierung ist gar nicht möglich), entstehen keine wertgebenden Kompostbestandteile, wie Nährstoffe und Mineralien oder bodenverbessernder Humus, sondern ausschließlich CO<sub>2</sub> und Wasser.

Als Entsorgungsweg für biologisch abbaubare Kunststoffe sollte deshalb, sofern ein werkstoffliches Recycling aus technischen Gründen ausscheidet, die energetische Verwertung unter Nutzung des Energieinhaltes angestrebt werden.

Besonders kritisch sehen wir die Verwendung biologisch abbaubarer Kunststoffe auf Basis *fossiler* Rohstoffe. Denn diese Kunststoffe sind nicht – wie die Kunststoffe auf Basis *nachwachsender* Rohstoffe – vorteilhaft im Hinblick auf Ressourcenschonung und CO<sub>2</sub>-Einsparungen. Gleichzeitig verfügen sie nicht über das Potenzial einer werkstofflichen Verwertung wie konventionelle Kunststoffe. In einer ökobilanziellen Betrachtung [23], die sowohl biologisch abbaubare Kunststoffe aus fossilen Rohstoffen als auch solche aus nachwachsenden Rohstoffen in die Untersuchung einbezieht, schneiden die fossil basierten Kunststoffe deutlich schlechter ab. Der Primärenergieeinsatz liegt hier um den Faktor 5 bis 9 und der Beitrag zum anthropogenen Treibhauseffekt um den Faktor 5 bis 7 höher als bei biologisch basierten Kunststoffen oder fossil basierten herkömmlichen Kunststoffen, wie Polyethylen und Polystyrol.

Aus den bisher vorliegenden Ökobilanzen folgern wir, dass eine ökologische Überlegenheit biologisch abbaubarer Kunststoffe über herkömmliche Kunststoffe vor allem dann zu erwarten sein dürfte, sofern

- die Rohstoffe aus nachhaltiger, an ökologischen Kriterien orientierter landwirtschaftlicher Produktion stammen,
- vermehrt Reststoffe aus der landwirtschaftlichen und Nahrungsmittelproduktion eingesetzt werden,
- die Produktgestaltung eine mehrfache Verwendung möglich macht und
- eine hochwertige stoffliche oder energetische Verwertung am Ende des Produktlebenslaufes stattfindet.

Falls die biologische Abbaubarkeit nicht unbedingt zum Produktnutzen gehört, sollten deshalb vorrangig nur solche Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen entwickelt werden, die

- nicht abbaubar,
- langlebig und
- recycelfähig sind.

Aufgrund der oben geschilderten Unklarheiten bezüglich der ökologischen Bewertung biobasierter Kunststoffe bestand für uns bisher keine Veranlassung, Projekte in diesem Bereich zu fördern. Wir werden jedoch im Rahmen unserer Möglichkeiten die Einführung dieser Kunststoffe unterstützen, sobald die Frage nach deren ökologischer Berechtigung positiv beantwortet ist.

## 8. Literatur

- [1] Endbericht zur Studie Technikakzeptanz und Nachfragemuster als Standortvorteil im Bereich Pflanzengentechnik; Technische Fachhochschule Wildau, 2002; Im Auftrag des BMBF (FKZ 16/1480)
- [2] Implementationsstudie zur biotechnologischen Produktion von Biopolymeren unter Einsatz digitaler Modelle auf der Basis nachwachsender Rohstoffe und organischer Abfälle; Arnold-Sommerfeld-Gesellschaft e.V. Leipzig; Im Auftrag des Umweltbundesamtes, 2003 (UBA-Texte 38/03)
- [3] Biokunststoffe 09/10 – Verarbeitungsparameter und technische Kennwerte; Ein weltweiter Überblick; FH Braunschweig/Wolfenbüttel, Institut für Recycling; 2009
- [4] [www.european-bioplastics.org](http://www.european-bioplastics.org)
- [5] Produktion, Verarbeitung und Verwertung von Kunststoffen in Deutschland 2007; Consultic Marketing & Industrieberatung GmbH; Alzenau 2008
- [6] PlasticsEurope Austria: Zukunftstrends in der Kunststoffwirtschaft; Vortrag von H.G. Schratt am 05.03.2008 in Salzburg
- [7] PlasticsEurope, WG Market Research & Statistics: Kunststoff – Werkstoff des 21. Jahrhunderts, Tendenzen der wirtschaftlichen und technischen Entwicklung; o.J.
- [8] Highlights in Bioplastics; Eine Publikation der IBAW; Berlin 2005
- [9] EUWID Recycling und Entsorgung Nr. 14 vom 31.03.2009
- [10] EUWID Recycling und Entsorgung Nr.16 vom 15.04.2009
- [11] GAK 6/2008
- [12] Presseinformation der Pyramid Bioplastics Guben GmbH vom 01.10.2008
- [13] Kunststoffe 10/2008
- [14] IK-Presseinformation vom 24. Oktober 2007
- [15] Plastics Products made of Bioplastics; Brussels 19.02.2007]
- [16] BVSE-Pressemitteilung vom 15.08.2008
- [17] Der grüne Punkt – Duales System Deutschland GmbH; Bioplastics – besser oder schlechter als ihr Ruf ?; Journalisteninfo 2009
- [18] Stuttgarter Zeitung vom 15.08.2008
- [19] Ökobilanz stärkehaltiger Kunststoffe; Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft; Bern, 1996
- [20] Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen: Vergleichende Ökobilanz für Loose-fill-Packmittel aus Stärke bzw. Polystyrol; Bayerisches Institut für Angewandte Umweltforschung und -technik (Bifa) GmbH
- [21] Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen – Polyhydroxybutyrat- und Stärke Kunststoffe – Abschätzung zum kumulierten Energieaufwand und zu Co2-Emissionen; Fraunhofer Institut Systemtechnik und Innovationsforschung Karlsruhe, Februar 1999;
- [22] Life-cycle Assessment of Bio-based Polymers and Natural Fiber Composites; Patel et al
- [23] Gespräch mit Fa. BASF am 21.12.04 im UBA
- [24] Abschätzende Ökobilanzen zu Polymerwerkstoffen auf der Basis biologisch erzeugter Polyhydroxyfettsäuren; Fraunhofer Institut für Lebensmitteltechnologie und Verpackung, Juli 1996
- [25] Vergleichende Ökobilanz verschiedener Bechersysteme beim Getränkeausschank, Österreichisches Ökologie Institut, Carbotech, Öko-Institut e.V.; Wien, Basel, Darmstadt 2007