



## DUH-Hintergrundpapier

### Biologisch abbaubare Kunststoffe

Stand: 18.03.2011

<b>1</b>	<b>SYSTEMATIK BIOLOGISCH ABBAUBARER VERPACKUNGEN.....</b>	<b>2</b>
1.1	BIOKUNSTSTOFFTYPEN UND ANWENDUNGSGEBIETE .....	2
<b>2</b>	<b>ÖKOLOGISCHE BEWERTUNG BIOLOGISCH ABBAUBARER KUNSTSTOFFE AUS NACHWACHSENDEN ROHSTOFFEN .....</b>	<b>3</b>
2.1	BIOLOGISCHE ABBAUBARKEIT UND KOMPOSTIERUNG.....	3
2.2	VERMEINTLICHE KLIMANEUTRALITÄT .....	5
2.3	ZUSATZSTOFFE IN BIOPLASTIK.....	6
2.4	EINSATZ GENTECHNISCH VERÄNDERTER PFLANZEN .....	6
2.5	NAHRUNGSMITTELKONKURRENZ.....	7
2.6	STÖRSTOFFE BEIM RECYCLING HERKÖMMLICHER PLASTIKVERPACKUNGEN .....	7
2.7	ABFALLVERMEIDUNG UND LITTERING.....	7
2.8	ÖKOBILANZIELLE BETRACHTUNGEN.....	9

**Kontakt:**

Maria Elander  
Deutsche Umwelthilfe e.V.  
Projektleiterin Kreislaufwirtschaft

Tel.: 030 24 00 867 – 41  
Mobil: 0160 533 73 76  
E-Mail: [elande@duh.de](mailto:elande@duh.de)

## 1 Systematik biologisch abbaubarer Verpackungen

Als Biokunststoff oder auch Bioplastik werden Kunststoffe bezeichnet, die auf Basis nachwachsender Rohstoffe erzeugt werden. Die Eigenschaft „biobasiert“ geht auf die überwiegende oder vollständige Nutzung regenerativer Rohstoffe zurück. Diese Erzeugnisse können biologisch abbaubar sein, müssen es aber nicht. Biologisch abbaubare Kunststoffe werden nicht zwangsläufig aus nachwachsenden Rohstoffen produziert. Es gibt auch Kunststoffe aus fossilen, nicht nachwachsenden Ressourcen, die biologisch abbaubar sind. Abzugrenzen sind Biokunststoffe auch von anderen Verbundwerkstoffen bei denen biogene Anteile mit fossilen Kunststoffen kombiniert werden und die deshalb biologisch nicht abbaubar sind. In diesem Hintergrundpapier werden biologisch abbaubare Biokunststoffe aus nachwachsenden pflanzlichen Rohstoffen genauer betrachtet.

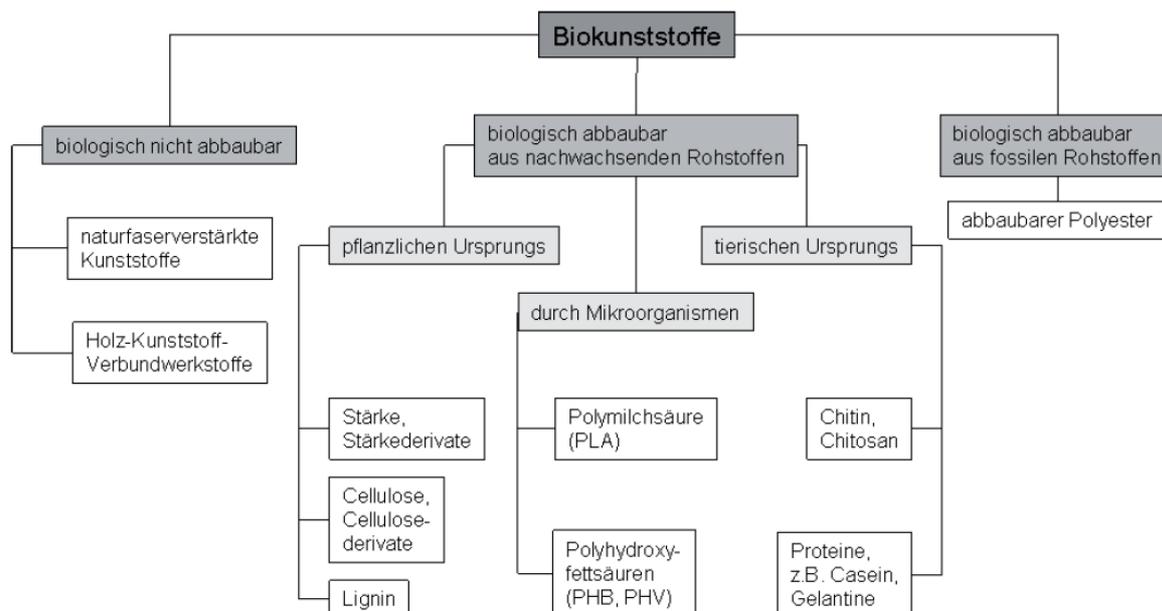


Abb. 1: Systematik der Biokunststoffe<sup>1</sup>

### 1.1 Biokunststofftypen und Anwendungsgebiete

Als Ausgangsstoffe für Biokunststoffe wird eine Vielzahl pflanzlicher Rohstoffe verwendet. Derzeit dominieren vor allem die Grundstoffe Stärke, Zellulose und Zucker die Produktion von Biokunststoffen. Die häufigsten Nutzpflanzen für die Grundstoffgewinnung sind Mais, Kartoffeln, Weizen, Zuckerrüben oder Hölzer aus denen Zellulose gewonnen werden kann.

<sup>1</sup> Umweltbundesamt (2009): Biologisch abbaubare Kunststoffe.

Mit einem Marktanteil von etwa 80 Prozent ist thermoplastische Stärke derzeit der wichtigste und gebräuchlichste Vertreter der Biokunststoffe. Als Stärkekunststoffe haben sich in den vergangenen Jahren vor allem Polylactid (PLA) und Polyhydroxyfettsäuren (PHF) durchgesetzt.

Polymilchsäure (PLA) entsteht durch eine chemische Reaktion der Milchsäure. Dabei werden aus einzelnen Monomeren (kurzkettige ungesättigte Moleküle) langkettige Polymere gebildet. Die Milchsäure ist wiederum ein Produkt der Fermentation aus Zucker und Stärke durch Milchsäurebakterien. PLA wird in verschiedenen Qualitäten zur Herstellung von Folien, Formteilen, Dosen, Bechern, Flaschen und sonstigen Gebrauchsgegenständen verwendet.

Polyhydroxyfettsäuren (PHF) sind durch die Einwirkung von Bakterien oder Pilzen aus Stärke oder Zucker gewonnene thermoplastische Polyester. Die bekanntesten Vertreter sind Polyhydroxybutyrat (PHB) und Polyhydroxyvalerat (PHV). PHF werden durch Extraktion aus Zellen von Mikroorganismen gewonnen. In Abhängigkeit der Bakterienart können unterschiedliche Kunststoffe mit variierenden Eigenschaften hergestellt werden.

Hauptanwendungsgebiete für biologisch abbaubare Kunststoffe liegen im Verpackungs- und im Cateringbereich. Gleichzeitig gibt es auch Anwendungen im Garten- und Landschaftsbau sowie in der Medizinbranche. Die Produktpalette reicht dabei von Tüten und Folien bis zu Wattestäbchen oder Windeln.

## 2 Ökologische Bewertung biologisch abbaubarer Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen

### 2.1 Biologische Abbaubarkeit und Kompostierung

Biokunststoffe werden regelmäßig mit dem Argument der Kompostierbarkeit als besonders umweltfreundlich beworben. Hier muss zwischen biologisch abbaubar und kompostierbar unterschieden werden. Organische Materialien wie Küchenabfälle, Strauchschnitt oder Papier sind biologisch abbaubar und werden in einem natürlichen Prozess durch Mikroorganismen in ihre Einzelbestandteile zerlegt. Kompostierung ist dagegen eine gesteuerte biologische Umwandlung. Ziel der Kompostierung ist der möglichst rasche und verlustarme Abbau der organischen Ursprungssubstanzen und gleichzeitig der Aufbau stabiler, pflanzenverträglicher Humussubstanzen. Dass ein Werkstoff biologisch abbaubar ist, bedeutet noch nicht, dass die Umwandlung bei der Kompostierung tatsächlich im gewünschten Ausmaß erfolgt. Tatsächlich lassen sich die gebräuchlichen Biokunststoffe nicht oder nur schlecht kompostieren.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V. (15.08.2008): Eingeschränkte Recyclingfähigkeit von biologisch abbaubaren Kunststoffen.

Dies gilt insbesondere, wenn es um die Eigenkompostierung durch umweltbewusste Bürgerinnen und Bürger geht. Auch nach langen Zeiträumen zersetzen sich herkömmliche Biokunststoffe kaum auf dem heimischen Komposthaufen. Bioplastik hat deshalb in der Landschaft und auf dem Kompost ebenso wenig etwas zu suchen wie herkömmlicher Plastikmüll. Dies gilt nicht nur für die Kompostierung im eigenen Garten, sondern auch für professionelle Verfahren, wie beispielsweise Biogas-Anlagen. Auch in diesen Anlagen zersetzen sich Biokunststoffe kaum oder gar nicht.<sup>3</sup> Zudem werden Biokunststoffe von industriell arbeitenden Kompostwerken kaum angenommen, da sie auch unter künstlichen Bedingungen durch Industrietechnik längere Zeiträume zur Verrottung benötigen als herkömmliche organische Materialien und somit bei der Kompostierung Störstoffe darstellen.<sup>4</sup> Nach Aussagen des Stadionmanagements der Frankfurter Commerzbank-Arena gibt es beispielsweise deutschlandweit keinen industriellen Anbieter für die Kompostierung von Einwegbechern aus Bioplastik.

Die Kompostierung biologisch abbaubarer Kunststoffe, wie z.B. Bioplastik-Einwegbecher aus PLA, führt zu keinem nennenswerten ökologischen Nutzen.<sup>5</sup> Beim Abbau des Biokunststoffes PLA entsteht überwiegend Wasser und Kohlendioxid. Somit werden praktisch keine pflanzenverfügbaren Nährstoffe freigesetzt oder Bodensubstrate gebildet. Die Kompostierung von PLA-Trinkbechern trägt somit nicht zur Struktur- oder Nährstoffverbesserung des Kompostes bei und ist eine reine Entsorgungsmaßnahme.<sup>6</sup>

Die Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. und die Bundesvereinigung der Humus- und Erdenwirtschaft e.V. (BHE) sehen biologisch abbaubare Kunststoffe im Kompost als Störstoffe an und lehnen ihre Entsorgung über die Biotonne ab.<sup>7</sup> Viele Kommunen in Deutschland verbieten in ihren Abfallsatzungen das Einbringen biologisch abbaubarer Kunststoffe über die Biotonne. Vor dem Hintergrund, dass die Behandlung von biologisch abbaubaren Kunststoffen in der Kompostierung weder einen Nutzen in sich birgt, noch eine positive Energiebilanz aufweist, empfiehlt das niedersächsische Umweltministerium, Abfälle aus Bioplastik Ersatzbrennstoffkraftwerken oder Abfallverbrennungsanlagen mit effizienter Energienutzung zuzuführen.

---

<sup>3</sup> Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V. (15.08.2008): Eingeschränkte Recyclingfähigkeit von biologisch abbaubaren Kunststoffen.

<sup>4</sup> Neue Nachricht - Interview mit Christian Pladerer (16.03.2008): „Bioplastik-Herstellung verursacht umweltschädliche Emissionen“.

<sup>5</sup> Österreichisches Ökologie-Institut, Öko-Institut e.V. Deutschland, Carbotech AG (2008): Vergleichende Ökobilanz verschiedener Bechersysteme beim Getränkeauschank an Veranstaltungen.

<sup>6</sup> Humuswirtschaft und Kompost (2008): Niedersächsisches Umweltministerium gegen BAW in der Biotonne.

<sup>7</sup> Ibid

## 2.2 Vermeintliche Klimaneutralität

Die von Bioplastik-Herstellern und Lieferanten aufgestellte Behauptung, Trinkbecher und andere Verpackungen aus Bioplastik seien „CO<sub>2</sub>-neutral“ oder „weitgehend CO<sub>2</sub>-neutral“, konnte bislang nicht nachgewiesen werden. Im Gegenteil: Um die tatsächliche Umweltbelastung einer Verpackung festzustellen, müssen alle relevanten Umweltauswirkungen entlang des gesamten Lebensweges vom Anbau der Rohstoffe, inklusive Hilfsstoffe und Energieträger, über die Transportwege bis hin zur Entsorgung betrachtet werden. Es dürfen also nicht nur einzelne Emissionen wie CO<sub>2</sub> für einzelne Abschnitte des Lebensweges betrachtet werden. Richtig ist, dass der reine Pflanzenrohstoff in Bioplastik klimaneutral ist. Die rohstoff- und energieintensive industrielle Agrarwirtschaft und Verpackungsherstellung sowie die von den Bioplastik-Herstellern empfohlene Kompostierung sind jedoch Aktivitäten, die umweltschädliche Emissionen von Klimagasen wie CO<sub>2</sub>, Methangas oder Lachgas in erheblichem Ausmaß verursachen.

Ein internationales Wissenschaftlerteam um den niederländischen Chemie-Nobelpreisträger Paul Crutzen hat nachgewiesen, dass gerade die zum Einsatz kommenden Energiepflanzen, wie etwa Mais oder Weizen, hochgradig klimaschädlich sind.<sup>8</sup> Durch die starke Düngung beim Anbau von Nutzpflanzen gelangt klimaschädliches Lachgas (Distickstoffmonoxid, N<sub>2</sub>O) in die Atmosphäre, weil ein Teil des Stickstoffdüngers durch chemische Reaktionen in Lachgas umgewandelt wird. Dieses Lachgas hat ein über 300 Mal stärkeres Treibhausgas als Kohlendioxid.

Experten der Vereinten Nationen sehen Risiken bei einer exzessiven Nutzung von Nahrungsmittelpflanzen als Ersatz für fossile Rohstoffe. Einer Modellrechnung zufolge würde bei der Anlage von Biospritplantagen in Brasilien, Südostasien oder in den USA durch Waldrodung und extensive Landwirtschaft deutlich mehr Kohlenstoffdioxid freigesetzt, als durch die Substitution fossiler Brennstoffe eingespart werden könne. In Analogie zur Produktion von Bioplastik aus Energiepflanzen kann der vermehrte Anbau von Energiepflanzen durch Rodung und extensive Landwirtschaft zu einer erheblichen Zusatzbelastung der Umwelt führen. Durch die gleichzeitige Nutzung von Energiepflanzen als Ersatz für fossile Energieträger und Chemierohstoffe könnte der Antrieb zur landwirtschaftlichen Flächenneugewinnung zusätzlich erhöht werden. Deshalb müssen ähnlich wie im Bereich der Biokraftstoffe auch bei der Erzeugung von Biokunststoffen Nachhaltigkeitsstandards eingehalten werden, um einen Klimanutzen und eine insgesamt positive Umweltbilanz erreichen zu können.

---

<sup>8</sup> Atmospheric Chemistry and Physics Discussions No. 7, 11191-11205; P. Crutzen, A. Mosier, K. Smith, W. Winiwarter (2007): N<sub>2</sub>O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels.

### 2.3 Zusatzstoffe in Bioplastik

Für die Herstellung von Biokunststoffen, die dem Entwicklungsstand herkömmlicher Kunststoffe entsprechen, müssen laut Auskunft des Umweltbundesamtes (UBA) in der Regel petrochemische Komponenten sowie weitere Hilfs- und Zusatzstoffe (Gleitmittel, Stabilisatoren, Antistatika) zugegeben werden.<sup>9</sup> Welche Additive in welchen Mengen eingesetzt werden, gilt als Betriebsgeheimnis und wird von den Herstellern nicht kommuniziert. Die Anteile an Additiven können mengenmäßig jedoch bedeutsam sein. So kann beispielsweise in Stärkekunststoffen der Anteil fossiler Zusatzstoffe bis zu 50 Prozent betragen.<sup>10</sup>

### 2.4 Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen

Für Einwegverpackungen aus PLA kann nicht ausgeschlossen werden, dass zu deren Herstellung Rohstoffe aus gentechnisch verändertem Mais verwendet werden. Ein Grund dafür ist der Import von PLA-Rohstoffen aus den USA nach Europa. In den USA greift man für die Herstellung von PLA vornehmlich auf genmanipulierte Maissorten zurück. Aufgrund des Herstellungsprozesses von PLA-Produkten kann gentechnisch verändertes Material im Endprodukt jedoch nicht mehr nachgewiesen werden. Die Nutzung von in Europa verbotenem genmanipuliertem Mais aus den USA für die Herstellung biologisch abbaubarer PLA-Becher wurde seitens verschiedener PLA-Hersteller und PLA-Becherlieferanten mehrfach bestätigt (z.B. Fa. Pacovis und Fa. Huhtamaki Alf). Das Umweltbundesamt vermutet, dass angebotene Kunststoffe aus PLA und PHB zum größten Teil aus gentechnisch veränderten Rohstoffen hergestellt werden.<sup>11</sup>

Der Anbau von gentechnisch verändertem Mais der Maissorte Mon-810 des US-Konzerns Monsanto ist von mehreren EU-Mitgliedstaaten - darunter Deutschland - untersagt worden. Gleichzeitig wird der Genmais-Anbau vermutlich durch den zunehmenden Einsatz von PLA-Verpackungen in Europa und Deutschland gefördert. Durch den Einsatz von PLA können Produkte, die auf genmanipuliertem Material basieren, als undeklariertes Warenfluss in die Bundesrepublik Deutschland gelangen. Der Rohstoff Genmais wird im Endprodukt nicht deklariert, was aus Sicht der DUH eine gravierende Kennzeichnungslücke gegenüber Verbrauchern darstellt. Umweltbewusste Verbraucher können auf die Weise ohne ihr Wissen dazu benutzt werden, den Gentechnik-Anbau salonfähig zu machen.

---

<sup>9</sup> Umweltbundesamt (2009): Biologisch abbaubare Kunststoffe.

<sup>10</sup> Ibid

<sup>11</sup> Ibid

## 2.5 Nahrungsmittelkonkurrenz

Einer der am häufigsten genannten Gründe, die gegen die Produktion von Bioplastik in großem Stil sprechen, ist die so genannte Nahrungsmittelkonkurrenz. Eine Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion entsteht, wenn auf den vorhandenen Landwirtschaftsflächen Energiepflanzen anstelle von Nahrungsmitteln angebaut werden. Eine direkte Konkurrenz zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion ist vor allem aus dem Bereich der biogenen Treibstoffe bekannt, die aus Agrarrohstoffen wie Mais oder Getreide hergestellt werden. Wenn die Flächen für die Produktion von Nahrungsmitteln knapper werden, kann dies zu Preissteigerungen oder regional sogar zu Risiken für die Sicherung einer hinreichenden Ernährungsgrundlage führen. Die gleichzeitige Nutzung von Energiepflanzen als Energieträger und als Chemierohstoff für Bioplastik würde eine solche Entwicklung vermutlich noch verschärfen. Alternativ könnten Kunststoffmaterialien aus Pflanzenabfällen hergestellt werden die sich nicht als Nahrungsmittel eignen (z.B. Pflanzenstängel).

## 2.6 Störstoffe beim Recycling herkömmlicher Plastikverpackungen

Der Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V. (bvse) attestiert Biokunststoffen nicht nur eine mangelhafte Recyclingfähigkeit, sondern auch eine Behinderung des erfolgreichen werkstofflichen Recyclings anderer Kunststoffe. Wenn Verpackungen aus Biokunststoffen in den „Gelben Sack“ gelangen und sich mit herkömmlichen Kunststoffen vermischen, lösen sich diese Substanzen bei den notwendigen Wasch- und Aufbereitungsprozessen auf und mindern so die Materialqualität der herkömmlichen Kunststoffe.<sup>12</sup> Die Behinderung des Recyclings herkömmlicher Kunststoffe führt in letzter Konsequenz zu weiteren negativen Umweltauswirkungen. In Anlagen zur Müllsortierung können Materialien aus herkömmlichen Kunststoffen nicht von solchen aus Biokunststoffen unterschieden werden. Zur Nutzung von Biokunststoffen müssten auf der Entsorgungsseite eigene, von den konventionellen Materialien konsequent separierte Entsorgungspfade organisiert werden.

## 2.7 Abfallvermeidung und Littering

Die Beste Verpackung ist die, die gar nicht erst produziert wird. Dieser einfache Grundsatz ist Teil der fünfstufigen Abfallhierarchie der europäischen Abfallrahmenrichtlinie: Abfälle sollten wo immer möglich vermieden werden. Nicht vermeidbare Abfälle sollen in abnehmender Prioritätenfolge wiederverwendet, recycelt, verwertet oder beseitigt werden.

---

<sup>12</sup> Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V. (15.08.2008): Eingeschränkte Recyclingfähigkeit von biologisch abbaubaren Kunststoffen.



Abb. 3: Fünfstufige Abfallhierarchie der europäischen Abfallrahmenrichtlinie 2008/98/EG<sup>13</sup>

Da viele Kommunen ihre Bürgerinnen und Bürger auffordern, Biokunststoffe in der Restmülltonne und keinesfalls in der Biotonne zu entsorgen, ist davon auszugehen, dass die meisten Abfälle aus Biokunststoffen in Müllverbrennungsanlagen verbrannt werden.<sup>14</sup> Die Verbrennung von Bioplastik entspricht lediglich der vierten Hierarchiestufe der Europäischen Abfallrahmenrichtlinie und ist weit davon entfernt ressourcenschonend und umweltfreundlich zu sein.

Verpackungen aus biologisch abbaubaren Kunststoffen bieten für Verbraucher aufgrund ihres Einwegcharakters keinen Anreiz sich umweltbewusst und ressourcenschonend zu verhalten. Im Gegenteil: Durch vermeintliche Umweltargumente der Bioplastikindustrie wird eine Ex- und Hopp-Mentalität mit grünem Anstrich suggeriert, welche Verbraucher animiert mit gutem Gewissen auf Einwegverpackungen zu setzen. Da Bioplastik nur eingeschränkt recyclingfähig ist und in der Praxis offensichtlich nur in Ausnahmefällen kompostiert wird, fällt zusätzlich die Funktion als Sekundärrohstoff zur Wiederverwertung weg. Zudem besteht das Risiko, dass durch das Verkaufsargument der biologischen Abbaubarkeit von Bioplastik Verbraucher auf die Idee kommen, ihren Müll in der Landschaft liegen zu lassen, da er ja ohnehin aus nachwachsenden Rohstoffen produziert wurde und angeblich in kurzer Zeit vorrotten würde. Tatsächlich zersetzen sich herkömmliche Biokunststoffe unter natürlichen Bedingungen jedoch kaum.

Es ist in keinem Fall ökologisch sinnvoll herkömmliche Wegwerfprodukte durch andere Einwegprodukte aus Bioplastik zu ersetzen. Vielmehr sollten Maßnahmen zur Ab-

<sup>13</sup> <http://europa.eu>

<sup>14</sup> Humuswirtschaft und Kompost (2008): Niedersächsisches Umweltministerium gegen BAW in der Biotonne.

fallvermeidung und Wiederverwendung, z.B. durch den Einsatz von Mehrwegprodukten, ergriffen werden. Dies entspricht der ersten Stufe der Europäischen Abfallhierarchie.

## **2.8 Ökobilanzielle Betrachtungen**

### **Vergleichende Ökobilanz verschiedener Bechersysteme beim Ausschank im Rahmen von Veranstaltungen**

Das Öko-Institut e.V. Deutschland, das Österreichische Ökologie-Institut und die Firma Carbotech AG erstellten 2008 eine vergleichende Ökobilanz für verschiedene Bechersysteme bei Großveranstaltungen (inkl. des Fußballbundesligabetriebs in Deutschland). In der Untersuchung wurde der Einsatz verschiedener auf dem Markt erhältlicher Ein- und Mehrwegbecher und deren Umweltauswirkungen über den gesamten Lebensweg erfasst und bewertet. Unter anderem wurden auch Einweg-Bioplastikbecher aus PLA untersucht. Auch unter ungünstigsten Annahmen waren Mehrwegbechersysteme Einweg-Lösungen deutlich überlegen. Dabei schnitten kompostierbare Einwegbecher aus PLA nicht besser ab als herkömmliche Einwegbecher aus fossilen Chemierohstoffen. Dementsprechend stellen biologisch abbaubare Einweg-Getränkebecher aus PLA keine den Mehrwegbechern vergleichbare, ökologisch vorteilhafte Alternative zu herkömmlichen Einwegbechern dar. Die Kompostierbarkeit der Becher führt nicht zu geringeren Umweltauswirkungen, da mit der Kompostierung dieses Kunststoffes kein nennenswerter ökologischer Nutzen verbunden ist. Zudem sind die Auswirkungen der Entsorgung marginal im Vergleich zur Herstellung der Becher. Auch in der Wirkungskategorie Treibhausgaspotential schnitten Bioplastikbecher aus PLA deutlich schlechter ab als Mehrwegbecher.

Auch wenn PLA Einweg-Getränkebecher aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden, handelt es sich im Vergleich zu Mehrwegbechern, um ein unökologisches Wegwerfprodukt. Die Produktion des Grundstoffes PLA führt im Rahmen des Pflanzenanbaus zum Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden. Die aufwändige Verarbeitung und Produktion von PLA Einwegbechern verschlingt ebenfalls viel Energie. Da beim Einsatz von PLA Einwegbechern auf Großveranstaltungen für jede Getränkeabfüllung ein neuer Becher genutzt werden muss, werden weder wertvolle Ressourcen materialsparend eingesetzt noch wird die Entstehung überflüssigen Mülls verhindert.

### **Studie der University of Pittsburgh (Pennsylvania, USA)**

Plastik, das auf Pflanzenbasis hergestellt wird, ist mindestens genauso umweltschädlich wie Kunststoffe aus Erdöl.<sup>15</sup> Dies ist das Ergebnis einer Studie der Pittsburgher Universität, in welcher die ökologischen Auswirkungen unterschiedlicher

---

<sup>15</sup> M. Tabone, J. Gregg, E. Beckman, A. Landis in Environmental Science & Technology (2010): Sustainability Metrics: Life Cycle Assessment and Green Design in Polymers.

Biokunststoffe über den gesamten Lebenszyklus untersucht wurden. Zwar haben Biokunststoffe den Vorteil, dass sie biologisch abbaubar sind und aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden. Ihre Ökobilanz wird in der Gesamtbetrachtung jedoch massiv durch die Herstellung der Ausgangsstoffe belastet. Die Landwirtschaft und die chemische Verarbeitung, die zur Produktion nötig sind, verschlingen ebenfalls Energie und setzen Düngemittel und Pestizide in die Umwelt frei.

Die Forscher untersuchten zwölf verschiedene Polymere, die aus Zucker und Maisstärke (PLA-NW und PLA-G), Maisstängel (PHA-S), Maiskörner (PHA-G), Erdöl (PVC, PC, HDPE, PET, LDPE) und Propengas (PP) hergestellt werden sowie Hybridplastik aus Erdöl und Pflanzenrohstoffen (B-PET). Zunächst analysierten sie den gesamten Lebenszyklus einer 30 Gramm schweren Kugel des jeweiligen Polymers bezüglich der Umwelteinflüsse, der Gesundheit, des Energieeinsatzes, der Rohmaterialien und der zur Produktion notwendigen Chemikalien. Im Anschluss wurde der Abbau der Bioplastikstoffe analysiert.

Polymer	Material	Rang
Polypropylen (PP)	Fossiles Gas	1
Polyethylen mit hoher Dichte (HDPE)	Erdöl	2
Polyethylen mit geringer Dichte (LDPE)	Erdöl	3
Polyhydroxyalkanoat-Stover (PHA-S)	Maisstängel	4
Universelles Polystyren (GPPS)	Erdöl	5
Polymilchsäure-NatureWorks (PLA-NW)	Zucker, Maisstärke	6
Polyvinylchlorid (PVC)	Chlor, Öl	7
Universelles Polyhydroxyalkanoat (PHA-G)	Maiskörner	8
Universelle Polymilchsäure (PLA-G)	Zucker, Maisstärke	9
Polyethylenterephthalat (PET)	Erdöl	10
Polycarbonat (PC)	Erdöl	11
Biopolyethylenterephthalat (B-PET)	Erdöl, Pflanzen	12

Tab. 1: Ergebnisaufstellung der Lebenszyklusanalyse von Biokunststoffen, fossilen Kunststoffen und Mischkunststoffen<sup>16</sup>

Jede Bioplastik-Materialart weist unterschiedliche Schwachpunkte auf: Jedoch tragen alle untersuchten Biopolymere zur Überdüngung von Gewässern und der Zerstörung der Ozonschicht bei. Zwei der Maisvarianten tragen maßgeblich zur Versauerung der Umwelt bei. Die Produktion der Materialart auf Basis von Maiskörnern hat einen beträchtlichen Verbrauch fossiler Treibstoffe zur Folge. Selbst im Vergleich der krebserregenden Inhaltsstoffe liegt Bioplastik nur im Mittelfeld. Am schlechtesten schnitt Hybrid-Plastik ab, welches alle möglichen Nachteile der Erzeugung als auch der Abbaubarkeit in sich vereint.

<sup>16</sup> M. Tabone, J. Gregg, E. Beckman, A. Landis in Environmental Science & Technology (2010): Sustainability Metrics: Life Cycle Assessment and Green Design in Polymers.



In der Gesamtbeurteilung aller untersuchten Faktoren (Versauerung, Eutrophierung, Treibhausgaspotenzial, Ozon-Abbau, Smog, Verbrauch fossiler Rohstoffe, Kanzerogenität, Öko-Toxizität) befinden sich Bio-Kunststoffe lediglich im Mittelfeld und schneiden nicht besser ab als Plastikverpackungen aus Rohöl.