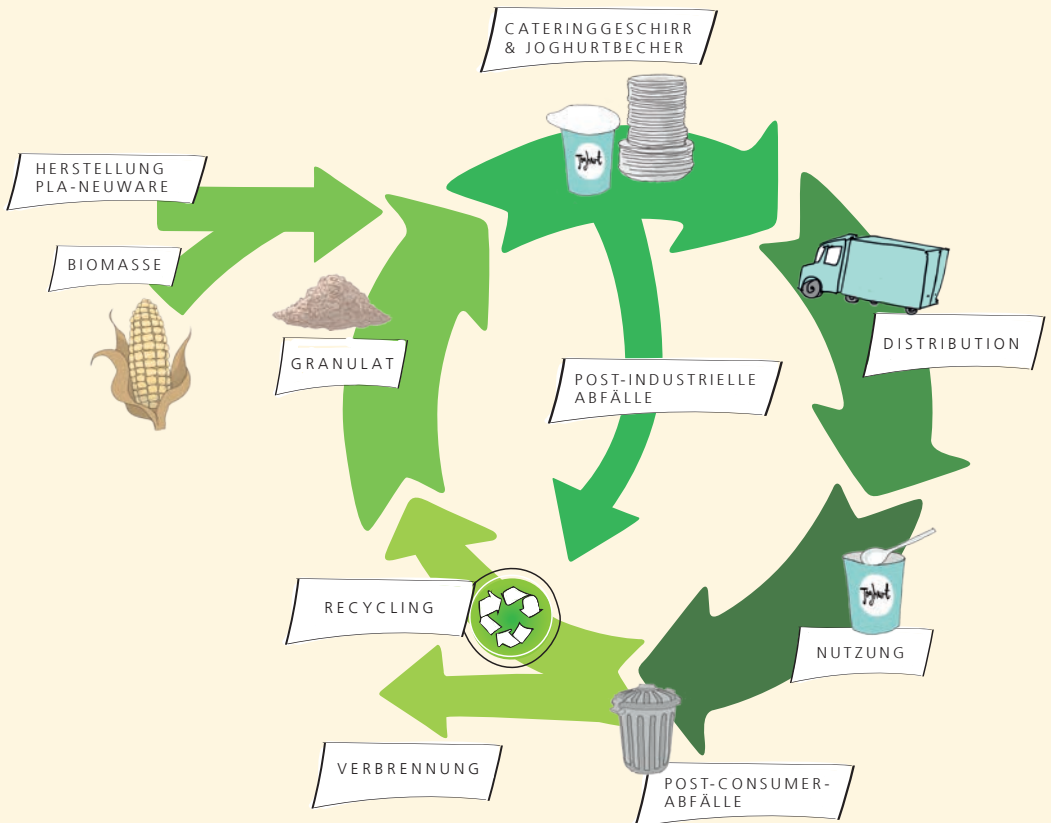


# PLA-ABFÄLLE IM ABFALLSTROM



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Projekträger



## EINLEITUNG

In Deutschland ist seit über zwei Jahrzehnten ein funktionierendes Verwertungssystem für Leichtverpackungen aus Kunststoffen über die dualen Systeme vorhanden.

So wurden im Jahr 2015 insgesamt ca. 5,9 Mio t Kunststoffabfälle erfasst. Davon wurden 45 % werkstofflich und 53 % energetisch verwertet. Jeweils 1 % wurde rohstofflich verwertet und 1 % beseitigt bzw. deponiert. Die werkstoffliche Nutzung ist hier als Wiederverwendung von sortierten und gereinigten Kunststoffabfällen in Form von thermoplastischen Regranulaten zu verstehen, die bei der Herstellung von Neuwaren vorwiegend im Bauwesen (ca. 38 %), in der Verpackungsindustrie (ca. 25 %) und in der Landwirtschaft (ca. 10 %) Anwendung finden<sup>1</sup>.

Durch den zunehmenden Einsatz von biobasierten Kunststoffen im Markt gelangen diese zum Teil chemisch neuartigen Materialien in die etablierten Entsorgungswege für Kunststoffabfälle. In diesem Zusammenhang entsteht eine Reihe an Fragestellungen nach einem sinnvollen Umgang und einer effizienten Verwertung dieser neuen und wertvollen Materialien.

Im neuen Verpackungsgesetz, das zum 1. Januar 2019 in Kraft tritt, wird in § 21 adressiert, dass die Beteiligungsentgelte für Verpackungen Anreize setzen sollen, um »1. die Verwendung von Materialien und Materialkombinationen zu fördern, die unter Berücksichtigung der Praxis der Sortierung und Verwertung zu einem möglichst hohen Prozentsatz recycelt werden können, und 2. die Verwendung von Rezyklaten sowie von nachwachsenden Rohstoffen zu fördern<sup>2</sup>«. Diese Festlegungen eröffnen Chancen für recyclinggerechteres Produktdesign, für den Einsatz von Rezyklaten in den Produkten und auch für nachwachsende Rohstoffe.

Am Beispiel von Polylactid (PLA) als ausgewähltem biobasierten Kunststoff mit neuartiger chemischer Struktur beschäftigt sich ein Forschungsverbund, bestehend aus acht Partnern,

mit der Entsorgung, Sortierung und Verwertung zu Rezyklaten. Die betrachteten PLA-Abfälle stammen aus dem industriellen und dem Post-Consumer-Bereich.

Für das Projekt wurde, organisiert und begleitet von der KNOTEN WEIMAR GmbH, auf einer industriellen Sortieranlage Post-Consumer-PLA-Abfall generiert; dazu wurden PLA-Verpackungen mit Leichtverpackungsabfällen (LVP) gemischt, und es wurde mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIR) positiv PLA sortiert. Danach wurde die PLA-Fraktion zerkleinert und gewaschen. Die sortierte PLA-Fraktion bestand aus: 73,4 % PLA, 20,1 % Papier inkl. Staub, 5,2 % Polyolefine und 1,3 % Polyethylenterephthalat (PET). Neben diesem Post-Consumer-Abfall wurden industrielle PLA-Abfälle betrachtet. Im Verbund wurden dafür werkstoffliche und rohstoffliche Recyclingverfahren getestet und ökobilanziell untersucht.

Im folgenden Ergebnispapier werden aktuelle Aussagen des Biokunststoffrecyclings zu den Erkenntnissen des Forschungsverbunds in Bezug gesetzt.

#### **vorgelegt von**

Partnern des BMEL-Verbundvorhabens:  
Nachhaltige Verwertungsstrategien für Produkte  
und Abfälle aus biobasierten Kunststoffen

Informationen zu den einzelnen Vorhaben:

[www.fnr.de/projektfoerderung/projekte-und-ergebnisse/projektverzeichnis](http://www.fnr.de/projektfoerderung/projekte-und-ergebnisse/projektverzeichnis)

■ unter den Förderkennzeichen

22010814                      22031312

22031812                      22012414

22019212

## KERNAUSSAGEN UND EINORDNUNG

### **1 »Konventionelle, fossil basierte und auch biobasierte Kunststoffe werden bereits heute recycelt«**

Das werkstoffliche Recycling von fossilen Kunststoffen erreicht heute Recyclingquoten von ca. 45 %. Der Rezyklatanteil bei Verpackungen liegt bei ca. 25 %<sup>1</sup>. Hier besteht deutliches Potenzial, den Anteil zu steigern. Das neue Verpackungsgesetz schreibt deutlich höhere Recyclingquoten vor. Diese können durch möglichst sortenreine Kunststoffabfälle, ein recyclingfreundliches Design von Verpackungen, eine gute Trennung an der Abfallstelle und eine zuverlässige Sortierung erfüllt werden.

Bereits heute werden bei sortenrein erfassten Materialien wie dem für Getränkeflaschen verwendeten PET deutlich höhere stoffliche Recyclingquoten (ca. 94 % über alle PET-Getränkeflaschen für das Jahr 2015) erreicht<sup>3</sup>.

Strukturgleiche biobasierte Kunststoffe wie z. B. das teilbiobasierte PET (Bio-PET) oder das nahezu vollständig biobasierte Poly-

ethylen (Bio-PE) durchlaufen dieselben Verwertungsverfahren wie ihre fossilen Pendanten und werden ebenfalls mit hohen Quoten werkstofflich recycelt.

### **2 »Produktionsabfälle werden recycelt«**

Ebenso wie Produktionsabfälle aus fossil basierten Kunststoffen werden auch solche aus biobasierten Kunststoffen weitgehend recycelt. Dies gilt z. B. für Produktionsabfälle aus dem Spritzgießen oder Tiefziehen (z. B. von Joghurtbechern).

### **3 »Im Post-Consumer-Bereich ist die NIR-Identifizierung und Aussortierung von biobasierten Kunststoffen möglich«**

Das wird von den Herstellern der Sortiermaschinen und durch die Verbundergebnisse bestätigt. Aufgrund der derzeit noch geringen PLA-Mengen in den Post-Consumer-Kunststoffgemischen ist eine Aussortierung aber noch nicht wirtschaftlich.

#### **4 »Biobasierte Kunststoffe stören das Recycling von konventionellen fossilen Kunststoffen nicht«**

Diese Aussage muss differenziert betrachtet werden. Wie die Projektergebnisse der Technischen Universität Chemnitz gezeigt haben, stören PLA-Abfall-Anteile von bis zu 3 Massenprozent an den zwei untersuchten Post-Consumer-Polypropylen-Rezyklaten (Polypropylen: PP) sowie von bis zu 10 % in Polystyrol-Regranulaten (PS-Regranulaten) nicht. Andere untersuchte Recycling-Polyolefine weisen wiederum eine Inkompatibilität mit PLA auf.

Bei höheren Mengenanteilen können Probleme auftreten – dann aber lohnt sich die Anpassung der Sortiersysteme zur Abtrennung von PLA-Stoffströmen.

#### **5 »Das Recycling von Biokunststoffen bringt ökologische Vorteile«**

Die im Forschungsverbund von Fraunhofer UMSICHT erstellte Ökobilanzstudie konnte dies bestätigen. Ein werkstoffliches oder

rohstoffliches Recycling von PLA trägt zur Reduzierung von Umweltwirkungen bei, da der rezyklierte Kunststoff Neuware teilweise ersetzen kann. Bilanziell führt die Substitution von Neuware zu Einsparungen bei Biomasseanbau, -düngung und -ernte, wodurch sich Vorteile z. B. in den Umweltkategorien Landnutzung, Eutrophierung und Versauerung ergeben. Darüber hinaus führt die Substitution von Neuware zu Treibhausgas-einsparungen und zur Reduktion des fossilen Primärenergieaufwands.

Die Umweltwirkungen des Rezyklats sind der Ökobilanzstudie zur Folge in vielen betrachteten Kategorien deutlich geringer als bei Neuware. Das Recycling von PLA-Abfällen zeigt in fast allen untersuchten Wirkungskategorien ökologische Vorteile gegenüber der thermischen Verwertung.

#### **6 »Recyclingprodukte entsprechen Marktanforderungen«**

Der Einsatz von Recyclingmaterialien ist immer von den Anforderungen des jeweiligen Produkts und dessen Nutzung sowie von

der Kunststoffart abhängig (analog zu konventionellen Kunststoffen). Im Garten- und Landschaftsbau bestehen z. B. meistens geringere Anforderungen als im Automobil- oder Verpackungsbereich. Hierzu wurden am IfBB Versuche durchgeführt.

Wie bei der Aufarbeitung fossiler Kunststoffabfälle kommt es bei der Fragestellung, ob Fremdstoffe wie Etikettenreste aus Papier stören oder toleriert werden können, auf die Kunststoffart und die vorgesehene Verwendung der Regranulate an. Gängig ist zudem, dass Regranulate mit dem entsprechenden Neumaterial gemischt werden, um so eine reibungslose Produktfertigung zu gewährleisten.

### **7 »Rohstoffliches Recycling von PLA ist technisch machbar und kann Neuware ersetzen«**

Im Forschungsverbund wurde die Integration von Recycling-PLA in den PLA-Syntheseprozess untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass dies eine interessante Alternative gegenüber dem werkstofflichem Recycling ist, da

dann ein Material entsteht, welches die Qualität von Neuware hat. Bei diesem rohstofflichen Recycling wird das Alt-PLA in das Zwischenprodukt Dilactid gespalten. Die wissenschaftlichen und technischen Grundlagen für die Einspeisung von ca. 10 % post-industriellen PLA-Abfällen in den Syntheseprozess wurden am Fraunhofer IAP erarbeitet und im Rahmen des Verbundprojektes auf PLA-Abfall angewendet.

### **8 »Lösemittelbasiertes Recycling führt zu hohen Produktqualitäten«**

Im Forschungsverbund wurde der lösemittelbasierte Recyclingprozess auf Post-Consumer-PLA-Abfall angepasst. Die Ergebnisse von Fraunhofer IVV und Fraunhofer WKI zeigen, dass sich durch den CreaSolv®-Prozess (CreaSolv® ist eine eingetragene Marke der CreaCycle GmbH aus Grevenbroich) aus dem heterogenen Abfallgemisch mit Verunreinigungen von ~ 30 % gereinigte PLA-Rezyklate erzeugen lassen. Hinsichtlich der Verarbeitbarkeit während der Spritzgussversuche wurden keine signifikanten Unterschiede zur Neuware fest-

gestellt. Je nach Reinigungsaufwand können verschiedene Grüntöne bis hin zu farblosem Rezyklat generiert werden.

Ein wesentlicher wirtschaftlicher Vorteil gegenüber konventionellem werkstofflichem Recycling besteht darin, dass bei dieser Recyclingvariante ca. 50 % höhere Ausbeuten erzielt werden, da das Verfahren ohne die vorherigen Aufbereitungsschritte Dichtentrennung und Windsichtung auskommt.

## **9 »Das werkstoffliche Recycling von PLA-Abfällen toleriert Verunreinigungen bis zu 5 % problemlos«**

Papier als Verunreinigung stellt eine besondere Herausforderung für das PLA-Recycling dar, da einerseits viel Feuchtigkeit und mit dem Papier auch weitere Komponenten wie z. B. Druckfarben in das PLA-Recyclat eingeschleppt werden und andererseits die geringe Papierdichte zu einem größeren Abfallvolumen führt. PLA-Abfälle mit derart »schwierigen« Begleitstoffen können mit bis zu 5 % Verunreinigung problemlos auf gängigen Schmelzefiltrationsanlagen

(wie andere Kunststoffe) verarbeitet und regranuliert werden (bestätigt durch Praxisversuche an der TU Chemnitz und am IfBB).

---

<sup>1</sup> Consultic: Produktion, Verarbeitung und Verwertung von Kunststoffen in Deutschland 2015, Kurzfassung: [www.plasticseurope.de/cust/documentrequest.aspx?DocID=67654](http://www.plasticseurope.de/cust/documentrequest.aspx?DocID=67654); Folie 17 bis 18; letzter Zugriff: 20.10.2017

<sup>2</sup> Verpackungsgesetz: Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die hochwertige Verwertung von Verpackungen; Juli 2017

<sup>3</sup> GVM: Aufkommen und Verwertung von PET-Getränkeflaschen in Deutschland 2015; [www.forum-pet.de/rs/d/2016\\_09\\_22\\_Bericht\\_Verwertung%20PET-Getrankeflaschen%202015.pdf](http://www.forum-pet.de/rs/d/2016_09_22_Bericht_Verwertung%20PET-Getrankeflaschen%202015.pdf); Folie 30; letzter Zugriff: 23.10.2017

---

## Autor/innen und Ansprechpartner/innen

---



Dr.-Ing. Markus Hiebel  
Dr.-Ing. Daniel Maga  
Dr.-Ing. Stephan Kabasci



Dr. rer. nat. Antje Lieske  
Kathrin Jesse



Carola Westphalen  
Jasmin Bauer



Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Prof.  
Lothar Kroll  
Dr.-Ing. Roman Rinberg  
Tobias Hartmann



Prof. Dr.-Ing. Hans-Josef Endres  
Verw.-Prof. Dr.-Ing. Andrea Siebert-Raths  
Denisa Bellušová  
Saskia Mauer



Stephanie Kötter-Gribbe



Dr. Andreas Mäurer  
Tanja Fell



Anna Dörgens

Stand: 12. Oktober 2017

Titelgrafik: © Fraunhofer UMSICHT