

# Mais und seine „Kunststoff“-Seite

## Maisstärke als nachwachsender Rohstoff für innovative Biokunststoffe

Albert Otten, Wolfsburg

Die Zusammensetzung der Stärke ist von der betrachteten Kulturpflanze abhängig, die wiederum das physikalische und chemische Verhalten der Stärke beeinflusst. Sie kann kostengünstig aufbereitet und wieder in den natürlichen Kreislauf zurückgeführt werden. Für die spätere Verwendung wird die Stärke in der Regel in eine andere Modifikation überführt. Jede Änderung der natürlich vorkommenden Stärke (Modifikation oder Derivatisierung) kann durch chemische, physikalische und enzymatische Behandlungen erfolgen. Ziel der Derivatisierung ist es, natürliche Eigenschaften der Stärke zu verändern oder auch neue einzuführen, um so die Verwendbarkeit der Stärke in den unterschiedlichsten Anwendungen zu ermöglichen.



Abb. 2: Qualitätskennzeichen („Keimling“) für zertifizierte, d. h. nachweislich kompostierbare Biokunststoff-Produkte (Quelle: European Bioplastics, Foto: Biota)

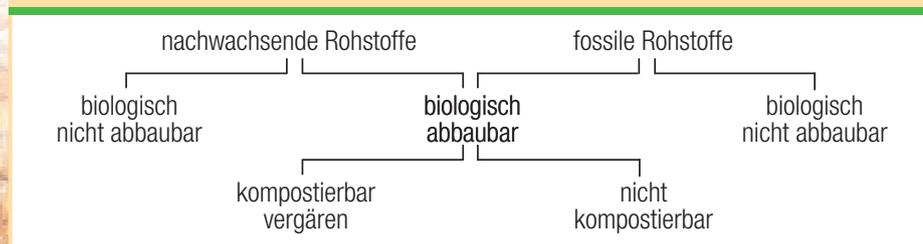
**M**ais besteht zu circa 70 Prozent aus Stärke, zu circa acht Prozent aus Protein und zu circa vier Prozent aus Fett. Der Rest setzt sich aus Wasser, Fasern, Zucker und verschiedenen Mineralstoffen zusammen. Stärke ist nach Cellulose der bedeutendste organisch-chemische Rohstoff und in der Natur als Reserve- bzw. Speicherstoff weit verbreitet.

Wird Stärke mittels biotechnologischer Prozesse abgebaut, dient sie als Grundbausteinquelle für die Synthese von Polymeren (Kunststoffen). Darüber hinaus werden ihre spezifischen Eigenschaften als Zusatzstoff genutzt. Stärke wird eingesetzt u. a. als Zusatzstoff in der Papierindustrie und für Wasch- und Reinigungsmittel, zur Herstellung chemischer Grundstoffe (z. B. Tenside, Stabilisatoren, organische Säuren), als Bindemittel, in Klebstoffen, zur Herstellung von Biokunststoffen (Polymilch-

säure, PLA), als Füllstoff und für Schäume (z. B. Verpackungsindustrie) sowie in Pharmazeutika. Der bei Weitem größte Stärkeverbraucher in der EU ist die Papier-, Pappe- und Wellpappen-Industrie mit einem Anteil von fast 30 Prozent. Andere wichtige Anwendungsfelder von Stärke sind die Industriezweige Textil, Kosmetik, Pharmazie, Bau und Farben. Mittel- bis längerfristig wird Stärke zunehmend eine bedeutende Rolle im Bereich „nachwachsende Rohstoffe“ einnehmen, wobei Stärke z. B. zu biologisch abbaubaren Kunststoffen (Biokunststoffen) umgesetzt wird und als Verpackungsmaterial oder in Formkörpern Verwendung findet. Biokunststoffe sind ausschließlich oder anteilig aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellte Polymere, die in relativ kurzer Zeit biologisch abbaubar sind. Stärke ist der wichtigste nachwachsende Rohstoff für die Herstellung von Biokunststoff-



Abb. 1: Abbaumöglichkeiten von Produkten aus nachwachsenden und fossilen Rohstoffen



fen. Eingesetzt werden zumeist Stärkeblends (Kunststoffmischungen). Stärke und Stärkeblends machen derzeit etwa 85 Prozent bezogen auf den gesamten Biokunststoffmarkt aus. Der oftmals aus Maisstärke gewonnene Biokunststoff kommt nicht nur als Einkaufstüte, sondern auch als Abdeckplane im Gemüseanbau und als Cateringzubehör zum Einsatz. So wird Maisstärke sogar in dem von Goodyear und Novamont entwickelten „BioTred“-Reifen als Zuschlagstoff verwendet.

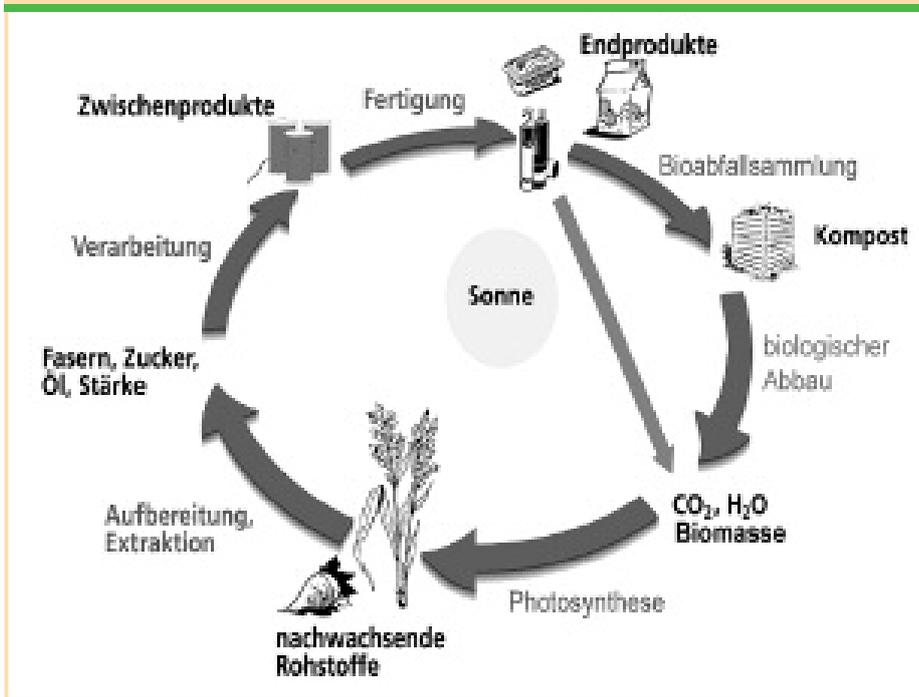
Dadurch verringert sich das Gewicht des Reifens (um fünf Prozent bei Ersatz von 20 Gewichtsprozent Ruß oder Silikat) und ebenso sein Rollwiderstand, sodass das Fahrzeug weniger Sprit verbraucht. Außerdem verbessert diese Mischung das Bremsverhalten des Reifens auf nasser Fahrbahn.

## Das Entsorgungsproblem von Verpackungen

Mehrere Milliarden Kunststoff-Verpackungen verbraucht allein die deutsche Bevölkerung



**Abb. 3: Geschlossener Kohlenstoffkreislauf für biologisch abbaubare Kunststoffe auf der Basis von nachwachsenden Rohstoffen**  
(Quelle: European Bioplastics, Foto: Biota)



Jahr für Jahr. Viele davon haben nur ein kurzes Leben. Tüten, Beutel, Schalen und Getränkeflaschen landen in der Regel nach Wochen, Tagen oder gar Stunden im Müll. Im vergangenen Jahr hat durchschnittlich jeder Bundesbürger knapp 28 Kilogramm dieser Leichtverpackungen in eine Gelbe Tonne geworfen, deren Inhalt danach mit viel Aufwand sortiert werden muss. Demgegenüber steht ein Kunststoff für Verpackungen, der kein Öl mehr verbraucht, sondern der aus Pflanzen hergestellt wird und nach Gebrauch umweltfreundlich verrottet. Diese Materialien sind bereits in unterschiedlichen Varianten und Marken auf dem Markt und finden sich in verschiedenen Anwendungen. Jedoch spielen Bio-Verpackungen bis heute nur eine Nebenrolle. Für den mäßigen Erfolg gibt es mehrere Gründe.

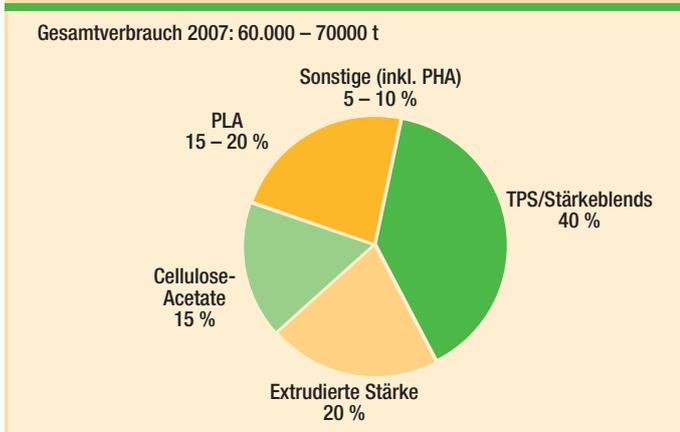
Biologisch abbaubare Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen sind derzeit noch zwei- bis viermal so teuer wie herkömmliche Polymere aus Rohöl. „Erdölbasierte Kunststoffe haben sich aber in den letzten Monaten um bis zu 80 Prozent verteuert“, stellte kürzlich der Interessenverband European Bioplastics in Berlin fest. Plötzlich werden für die Chemieunternehmen biotechnologische Verfahren lukrativ, bei denen Bakterien, Pilze und Enzyme aus nachwachsenden Rohstoffen wie Stärke und Cellulose neue Kunststoffe erzeugen.

Eine weitere Hürde hat der Gesetzgeber mit der Verpackungsverordnung, verantwortlich für die Rücknahmepflicht und der Düngemittelverordnung, verantwortlich für den Kompost, aufgestellt.

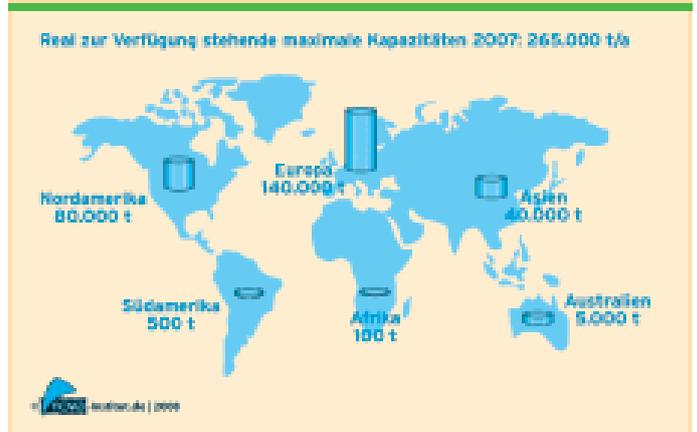
Wie Abbildung 1 zeigt, sind nicht alle Polymere aus nachwachsenden Rohstoffen automatisch biologisch abbaubar und nicht alle polymeren Produkte aus fossilen Rohstoffen nicht biologisch abbaubar. Auch ist „biologisch abbaubar“ nicht mit „kompostierbar“ gleichzusetzen. Somit wird jeder neu auf den Markt kommende Biokunststoff bzw. Composite auf seine biologische Abbaubarkeit und Kompostierbarkeit geprüft. Die biologische Abbaubarkeit wird entsprechend der Standard-Testmethoden internationaler Organisationen (DIN, ISO, CEN, ASTM) geprüft.

Unabhängige Organisationen wie DIN Certco oder AIB Vincotte (Belgien) zertifizieren dann die Kompostierbarkeit gemäß der international anerkannten Norm DIN EN 13432. Werden die Anforderungen erfüllt, kann das eigens für die Kompostierung entwickelte Logo (Abb. 2) genutzt werden. Der große Vorteil der biologisch abbaubaren Kunststoffe auf der Basis von nachwachsenden Rohstoffen gegenüber den erdölbasierten Kunststoffen liegt vornehmlich im dem geschlossenen Kohlenstoffkreislauf (Abb. 3).

**Abb. 4: Verbrauch und Marktanteile biologisch abbaubarer Kunststoffe in Westeuropa**  
Quelle: nova-Institut



**Abb. 5: Weltweite reale Produktionskapazitäten von biologisch abbaubaren Kunststoffen**  
Quelle: nova-Institut



## Biologisch abbaubare Kunststoffe im Weltmarkt

Nach einer Erhebung des nova-Instituts lag der Verbrauch an biologisch abbaubaren Kunststoffen in Westeuropa, der derzeit wichtigste Markt für Biokunststoffe, im Jahr 2007 bei circa 60.000 bis 70.000 Tonnen. Die Wachstumsraten sind jedoch zweistellig und erreichen in einigen Bereichen bis zu 50 Prozent pro Jahr, heißt es weiter in der Studie. Thermoplastische Stärken (TPS) bzw. Stärkeblends, extrudierte Stärke, Cellulose-Acetate und Polymilchsäure-Polymere (PLA) sind gemäß ihrer Marktanteile dabei die wichtigsten Biokunststoffe. Biokunststoffe wie Polyhydroxyalkanoate (PHA) machen dagegen zusammen weniger als fünf Prozent aus (Abb. 4). Ebenso ermittelte das nova-Institut die weltweiten Produktionskapazitäten für biologisch abbaubare Kunststoffe. Diese lagen im Jahr 2007 bei circa 265.000 t (Abb. 5). Nordamerika besitzt mit dem weltweit führenden Produzenten von PLA (Nature Works) die größten Produktionskapazitäten. Jedoch liegt laut Marktanalyse Europa mit 140.000 t Produktionskapazität vor Nordamerika mit 80.000 t. Denn wegen technischer Probleme werden in den USA derzeit nicht die gesamten Produktionskapazitäten ausgeschöpft, somit sind die größten realen Produktionsmengen in Westeuropa vorhanden, so das nova-Institut. Die Produktionskapazität von 265.000 t, die sich auf circa 100 Unternehmen aufteilt (mit Nature Works, Novamont, Biotec als die größten Vertreter), genügt laut Studie nicht, um die wachsende Nachfrage zu befriedigen. Die zuweilen begrenzte Verfügbarkeit von Biokunststoffen ist nicht nur bei den eigentlichen Biokunststoff-Produzenten, sondern auch bei notwendigen Additiven aus der Chemischen In-

dustrie zu suchen. Der Biokunststoffgesamtmarkt wird dennoch nach der von der Firma Reifenhäuser initiierten Studie des nova-Instituts in den nächsten Jahren wie erwähnt zweistellig wachsen. Die Produktionskapazitäten werden sich laut European Bioplastics bis 2009 verdreifachen und danach nochmals bis 2011 voraussichtlich verdoppeln.

## Geplante Ausdehnung der Produktionsstätten

Nicht zuletzt deshalb planen US-Unternehmen bereits Produktionsstätten für neue Bio-

**Die erste PLA-Flasche mit Mineralwasser wird seit Ende 2004 in den USA verkauft**  
(Quelle: European Bioplastics, Foto: Biota)



kunststoffe. Ein Konsortium aus dem Landwirtschaftskonzern Archer Daniels Midland und der Biotechnik-Firma Metabolix will in Clinton (Iowa) eine Fabrik bauen, um jährlich 50.000 t des Biokunststoffs aus Polyhydroxyalkanoaten (PHA) aus Getreidestärke herzustellen. Die BIOP AG produziert nach einem in Dresden entwickelten Verfahren das sogenannte BIOPAR®-Granulat. Dafür werden hauptsächlich nachwachsende Rohstoffe wie Kartoffelstärke eingesetzt. Aus dem Granulat werden verschiedenste Folien hergestellt und unter anderem für Tragetaschen und Beutel, Verpackungen sowie als Agrarfolien genutzt. Mit der Inbetriebnahme der Produktionshalle stehen derzeit rund 17.000 Tonnen pro Jahr dem Markt zur Verfügung. Zwei weitere geplante Bauabschnitte können die gesamte Produktionskapazität bis auf 100.000 Tonnen pro Jahr erhöhen.

Auch die BASF wird ihre Anlage zur Herstellung des biologisch abbaubaren Kunststoffes Ecoflex am Standort Ludwigshafen erweitern. Damit erhöht sie die Produktionskapazität für Ecoflex von bislang 14.000 Jahrestonnen um 60.000 Jahrestonnen. Die Anlagenerweiterung soll im dritten Quartal 2010 die Produktion aufnehmen. Ecoflex ist ein Kunststoff auf petrochemischer Basis, der Eigenschaften des klassischen Polyethylen aufweist, jedoch unter industriellen Kompostierbedingungen gemäß DIN EN 13432 vollständig biologisch abbaubar ist. Gleichzeitig wird die Produktionskapazität für das neu entwickelte Produkt Ecovio erhöht. Ecovio, ein Veredelungsprodukt von Ecoflex, besteht zu 45 Prozent aus Polymilchsäure (PLA), sodass dieser biologisch abbaubare Kunststoff zu einem erheblichen Teil biobasiert ist. Bei Polymilchsäure handelt es sich um ein Material, das aus dem nachwachsenden Rohstoff Maisstärke gewonnen wird. Nature Works

(USA) produziert im Jahr circa 80.000 Tonnen PLA aus Maisstärke und exportiert das Produkt in alle Welt.

Den Weg geht auch der US-Chemiekonzern DuPont. Ab Mitte des Jahres will er den Plastik-Grundstoff PDO (1,3-Propandiol) aus Maisstärke herstellen. Bio-PDO soll als Baustein für zwei DuPont-Kunststoffe dienen. Laut DuPont ist die Biovariante eines dieser Kunststoffe elastischer als sein auf Erdölbasis hergestelltes Gegenstück. Er soll für Rohre und Schläuche oder Airbag-Abdeckungen genutzt werden.

Das auf Biokunststoffe spezialisierte Chemieunternehmen Novamont SpA will die Kapazität in den Produktionsanlagen von Terni auf 60.000 Tonnen verdreifachen. In dem Werk wird das biologisch abbaufähige „Mater-Bi“ hergestellt. Mater-Bi-Besteck und/oder Geschirr wurden bereits auf vielen regionalen Volksfesten aber auch auf Großveranstaltungen wie den Olympischen Spielen in Sydney, den olympischen Winterspielen in Turin (Becher) und auf dem Weltjugendtag 2005 in Köln (Becher) eingesetzt. Auch die allseits bekannten Tragetaschen werden in erheblichen Mengen aus MaterBi hergestellt.

## Ausblick

Harald Káb, Vorstandsvorsitzender beim Herstellerverband European Bioplastics in Berlin, glaubt, dass abbaubare Verpackungen vor einem Boom stehen. In Frankreich sollen von 2010 an Supermarkttüten nur noch aus abbaubarem Material erlaubt sein. Die britische Lebensmittelkette Sainsburys will 500 Produkte in kompostierbaren Folien und Schalen anbieten. Was den Boom zusätzlich anfachen könnte, ist die Tatsache, dass normale Kunststoffe wegen der hohen Rohölkosten ständig teurer

**Fruchtschale aus NatureWorks® Polymilchsäure (PLA). PLA wird aus landwirtschaftlichen Rohstoffen wie Maisstärke oder Zucker gewonnen**  
(Quelle: European Bioplastics, Foto: NatureWorks LLC)



## Beispiele für kurzlebige Produkte, die zu den „etablierten“ Anwendungsgebieten für Biokunststoffe zählen

### Verpackungen

- Trays, Netze, Beutel,.. (z. B. für Obst- und Gemüse)
- „Bioverpackung“ im Bereich ökologisch erzeugter Lebensmittel („Wo Bio drin ist, soll auch Bio drum herum sein“)
- Tragetaschen (Zweitnutzen als Bioabfallsammelbeutel)
- Kioskprodukte (Serviceverpackungen für Take-Away)
- Verpackungschips (z. B. Farm-Fill der Fa. Loick)
- Getränkeverpackung (PLA-Flasche)

### Cateringartikel (Großveranstaltungen, Feiern,...)

- Teller, Tassen, Becher, Besteck, Trays usw. (komplettes Sortiment verfügbar)

### Landwirtschaft und Gartenbau

- Bioabbaubare Mulchfolien für Sonderkulturen (Gemüse, Ökolandbau, etc.)
- Erntebindegarne, Befestigungstechnik im Gartenbau
- Pflanztöpfe, Pheromonfallen, Spezialprodukte



**Biologisch abbaubare Mulchfolien können nach Gebrauch einfach untergepflügt werden**  
(Quelle: European Bioplastics, Foto: BASF)

werden. Mit Blick auf die steigenden Ölpreise bieten Biokunststoffe langfristig interessante wirtschaftliche Vorteile. So ist es nicht verwunderlich, dass Biokunststoffe neben den etablierten Einsatzfeldern, sofern man das angesichts der Mengen sagen kann, auch bei langlebigen Anwendungen in Automobilen, als Gehäuse für Elektroartikel, Kleidung, in Teppichen, etc. zusehends neue Möglichkeiten finden.

Zahlreiche weitere Möglichkeiten für das sich ausweitende Einsatzfeld der Biokunststoffe zeigen sich in den folgenden Beispielen:

So realisierte die deutsche Drogeriekette „Ihr Platz“ im Jahr 2006 ein Pilotprojekt, PLA-Flaschen für eine Reihe von Wellness-Getränken einzusetzen. Das Projekt wurde jedoch nicht weitergeführt. Dennoch sind die Biokunststoffe in der Getränkeindustrie längst angekommen. Die Studie „Drinks Biopackaging 2007“ von Zenith International weist aus, dass sich der Markt für biologisch abbaubare Flaschen (PLA) im Jahr 2006 um 150 Prozent gesteigert hat. Für Westeuropa und die USA sehen die Experten eine Verfünfachung des Marktes für biologisch abbaubare Flaschen auf 135 Millionen Liter bis 2011 vorher.

„NEC baut Handys aus Mais“, lautete kürzlich eine Meldung. Der japanische Elektronikkonzern NEC hat einen auf Mais basierten Biokunststoff entwickelt, der Hitze besonders effektiv ableitet. NEC hat angekündigt, 2008 die Massenproduktion zu starten und mit dem neuen Biokunststoff bisher verbaute Plastikteile in

Laptops, Handys sowie anderen mobilen Endgeräten zu ersetzen. NEC plant, bis 2010 zehn Prozent aller bislang verwendeten Kunststoffteile in seinen Geräten mit dem neuen Material zu ersetzen.

Der „Laptop aus Maisstärke“ von Fujitsu (Biblo PC) ist ein ganz normaler Laptop, aber die Außenhülle besteht zu circa 50 Prozent aus Maisstärke. Bis zu 15 Prozent Kohlendioxid lassen sich bei der Herstellung einsparen, erklärt Hersteller Fujitsu stolz. Er ist nicht teurer als normale Laptops, auch wenn die Herstellung der kompostierbaren Variante letztlich teurer kommt. Doch leider ist der PC nur in Japan zu haben.

## Fazit

Die Chancen von Biopolymeren liegen in ihrem sehr hohen wirtschaftlichen Potenzial. In Anbetracht ständig steigender Rohstoffpreise der petrochemischen Industrie wird sich nach und nach die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Biopolymeren verbessern. Da die bedeutendsten Biokunststoffe im Wesentlichen auf Stärke basieren, wird sich das langfristig auch auf dem Stärkemarkt bemerkbar machen. Es bleiben aber noch einige technologische und auch rechtliche Fragestellungen zu klären.

Dr. rer. nat. Albert Otten, FH Braunschweig/Wolfenbüttel, Institut für Recycling (IFR), 38440 Wolfsburg, E-Mail: a.otten@fh-wolfenbuettel.de ■