

## **Marktüberblick:**

### **Bio-Kunststoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe**

November 2003

Dipl.-Phys. Michael Karus

nova-Institut GmbH (www.nova-institut.de) , Goldenbergstr. 2, 50354 Hürth,

E-Mail: michael.karus@nova-institut.de

Es können prinzipiell drei zur Zeit marktrelevante Produktionsprozesse zur Herstellung von Bio-Kunststoffen aus nachwachsenden Rohstoffen unterschieden werden (Kaup 2002, Lörcks & Wenig 2003):

#### *Fermentation*

Derartige Polymere entstehen aus chemischen Reaktionen in einer Massenkultur von Mikroorganismen – in der Regel mit Glucose, Dextrose oder Saccharose. Typische thermoplastische Polymere auf Basis von fermentativen Prozessen sind die Polymilchsäure (**PLA** = Poly-Lactid-Acid) oder Polyhydroxyalkanoate (PHA) als auch Polyhydroxyfettsäuren (PHF) wie Polyhydroxybutyrat (PHB) oder Polyhydroxyvalerat (PHV).

Das Eigenschaftsprofil dieser Bio-Kunststoffe ist sehr stark einstellbar, zäh oder viskos, schnell abbaubar oder über Jahre funktionsfähig. Das durchsichtige PLA gleicht herkömmlichen thermoplastischen Massenkunststoffen nicht nur in seinen Eigenschaften, sondern lässt sich auch auf den vorhandenen Anlagen ohne weiteres verarbeiten.

#### *Compounding*

Bei diesem Verfahren wird Stärke mit verschiedenen Additiven vermischt und anschließend unter Hitze und Druck plastifiziert. Es entstehen sog. Thermoplastische-Stärke-Blends (**TPS**), bei denen der eigentliche Stärkeanteil stark variieren kann und im Durchschnitt bei ca. 50% liegt.

Blends und Compounds werden maßgeschneidert für die weitere Verarbeitung in der Kunststoff verarbeitenden Industrie hergestellt. In Granulatform verfügbar, können sie auf den vorhandenen Anlagen zu Folien, tiefziehbaren Flachfolien, Spritzgussartikeln oder Beschichtungen verarbeitet werden. Beispiele dafür sind Tragetaschen, Joghurt- oder Trinkbecher, Pflanzöpfe, Besteck, Windelfolien, beschichtete Papiere und Pappen.

#### *Extrusion*

Dieses Verfahren zeichnet sich im Vergleich zur Fermentation bzw. zur Compondierung durch kurze Prozessketten aus. Ausgangsstoffe wie Maismehl oder Altpapier (oder andere Cellulose) werden mit Wasser versetzt, erhitzt und durch Düsen gepresst (Extrusion). Hierdurch schäumt der entweichende Wasserdampf die Maismehl- bzw. Cellulosemasse auf und es entsteht ein flexibles Produkt mit ca. 90% Luftanteilen. Derartige Bio-Kunststoffe sind gut geeignet für Verpackungsmaterialien wie z.B. Verpackungschips (Loose-fill).

## Der Kunststoffmarkt und die Märkte für Bio-Kunststoffe

Der Markt für Kunststoffe ist mit einem Verbrauch von 152 Mio. t weltweit in Jahr 2000 und allein 35,7 Mio. t in Westeuropa ein gigantischer Markt. Prognosen nach wird dieser bis 2010 auf 259 Mio. t weltweit wachsen. Etwa 37 % der Kunststoffe in Westeuropa gehen in den Verpackungsbereich, gefolgt von 20 % in den Baubereich. (Kaup 2002)

Thermoplastische Kunststoffe haben dabei einen Marktanteil von ca. 80 % (Lörcks & Wenig 2003).

In Bezug auf die Einsatzgebiete für Bio-Kunststoffe sind insbesondere Anwendungsgebiete interessant, die in einen umweltpolitischen Fokus geraten sind bzw. Entsorgungsprobleme aufweisen:

- Verpackungsbereich insgesamt: Verpackungsverordnung, Bioabfallverordnung
- Entsorgungs-/Verwertungsaufgaben für Kunststoffe: EU-Altautorichtlinie und EU-Elektroschrottrichtlinie

Die Marktentwicklung in diesen Bereichen ist stark von politischen Rahmenbedingungen und Fördermaßnahmen abhängig.

Frost & Sullivan 1998 prognostizierten für das Jahr 2000 in der EU einen BAW-Absatz von etwa 10.000 t (Umsatz ca. 38. Mio. EUR) und bis 2004 einem Absatz von ca. 25.000 t. Die Wachstumsraten liegen nach der Studie zwischen 15 und 30 % pro Jahr. (zitiert nach Kaup 2002)

Marktanteile verschiedener Bio-Kunststoffe / Biologisch Abbaubare Werkstoffe (BAW) (Kaup 2002):

- 74,5% Stärke und Stärkeblends (TPS)
- 13,0% PLA, Cellulose und andere NR-basierte BAW
- 12,5 % petrochemische BAW

Die Produktionskapazitäten für BAW wachsen laut Käß 2003 derzeit weltweit deutlich an, und zwar stärker als von Frost & Sullivan 1998 prognostiziert (s.o.): „Bis zum Ende dieses Jahres, spätestens in 2003 nach Abschluss des Inbetriebnahmeprozesses der neuen Produktionsanlagen von Cargill Dow und Rodenburg Biopolymers wird die Produktionskapazität für BAW weltweit etwa eine viertel Million Tonnen erreichen. Nach der Phase der technischen Versuchsanlagen zu Beginn der neunziger Jahre des letzten Jahrhunderts und der sich anschließenden Upscalingphase wird damit erstmals eine industrielle Größenordnung erreicht. ... Unterstellt man eine insgesamt positive Entwicklung, so könnte die 1 Million Tonnen Kapazitätsgrenze etwa um das Jahr 2010 erreicht werden. Insgesamt wird das BAW Marktpotenzial auf etwa 5-10% des Gesamtkunststoffmarktes geschätzt, wobei dies nicht die potenzielle Obergrenze darstellt.“

Laut Käß 2003 wurde in der EU bereits im Jahr 2001 ein Absatz von 30.000 t BAW erreicht und zwar vor allem in folgenden Bereichen (Käß 2003, Lörcks & Wenig 2003; Tonnenangaben für das mittelfristige Marktpotenzial beziehen sich auf Europa, COPA und COGECA 2001, zitiert nach Lörcks & Wenig 2003):

- Verpackung
  - Leicht-, Lebensmittel-Verpackungen
  - Obst/Gemüse-Schalen (zusammen: EU: 800.000 t/a)
  - LooseFill
  - Tragetaschen
  - Catering (Becher, Teller, Besteck) (EU: 450.000 t/a)
- Bio-Abfallsäcke (hier bereits führender Marktanteil) (100.000 t/a)

- Agrarbereich, Garten- und Landschaftsbau
  - Mulchfolien (EU: 130.000 t/a)
  - Pflanz- und Anzuchttöpfe
  - Bindegarne
  - Friedhofsartikel (Särge, Urnen, Schalen)
- Hygieneartikel (Windeln, Inkontinenzartikel, Damenhygiene, Einmalhandschuhe) (EU: über 320.000 t/a)
- Beschichtungen von Papier- und Kartonverbunden
- Spiel-, Sport- und Büroartikel (PlayMais, Golf-T, Kugelschreiber)
- Komponenten für Fahrzeugreifen (EU: 200.000 t/a)
- Zukünftig: Auch Bekleidungstextilien (PLA-Fasern)

Für das Jahr 2010 sieht Käb 2003 in der EU ein Marktpotenzial von 0,7 bis 1,2 Mio. Tonnen, COPA und COGECA 2001 (zitiert nach Lörcks & Wenig 2003) gehen sogar von 2 Mio. Tonnen aus.

Allein in Deutschland fallen jährlich 1,8 Mio. t kurzlebige Kunststoff-Verpackungen wie Folien, Tragetaschen, Beutel, Säcke, Becher oder Cateringprodukte an – Produkte also, die problemlos aus Stärkekunststoffen oder Polylactiden hergestellt werden können. (Lörcks & Wenig 2003)

„Aufgrund dieser Tatsache halten Experten ein Potenzial für Biokunststoffe in Deutschland von etwa einer Million Tonnen für realistisch. Auch europaweit ist davon auszugehen, dass etwa die Hälfte der sechs Mio. t Verpackungen durch Biokunststoffe ersetzt werden könnten.“ (Lörcks & Wenig 2003)

### **Wichtigste Produzenten für BAW auf NR-Basis**

- Cargill Dow LLC (USA), PLA auf Stärkebasis; aktuelle Produktionskapazität: 140.000 t/a (Technische Textilien, S. 2, 4 und 22, Heft 1/2003 (2003-03))
- Novamont SpA (Italien), TPS-Werkstoff auf Stärkebasis; aktuelle Produktionskapazität: 35.000 t/a (ACTIN News, Newsletter Nr. 22, November 2002)
- Rodenburg Biopolymers (Niederlande), TPS-Stärkebasis; Produktionskapazität im Aufbau: 40.000 t/a (Käb 2003, [www.nachwachsende-rohstoffe.info](http://www.nachwachsende-rohstoffe.info), Text-ID: 20020430-01)
- Biotec GmbH (Deutschland), TPS-Stärkeblend

Der allergrößte Teil der Bio-Kunststoffproduktion findet in Großunternehmen oder Tochterunternehmen von Großunternehmen statt. Auf der anderen Seite existieren KMU wie etwa die PSP-Papierschaum AG, Achim oder die Hubert Loik VNR GmbH, Dorsten-Lembeck, welche mit innovativen Verfahren jenseits der Großindustrie auf kleinere Produktionseinheiten und kurze Prozessketten setzen, wie z.B. bei der Herstellung von Verpackungschips oder Formverpackungen aus expandiertem Maismehl aus regionalen Anbau. Diese letzteren Produkte sind – im Gegensatz zu den anderen BAW, s.u. – schon heute konkurrenzfähig und können zu Preisen wie Polystyrol-Chips von 15-25 EUR/m<sup>3</sup> angeboten werden. Allerdings sind die Einsatzgebiete im Gegensatz zu PLA oder TPS auf relativ einfache Anwendungen beschränkt (Folien oder komplexe Spritzgussteile können hieraus nicht gefertigt werden). (Kaup 2002)

## Wettbewerbsfähigkeit

In Bezug auf die Wettbewerbsfähigkeit von stärkebasierten BAW wie PLA oder TPA muss leider festgestellt werden, dass trotz der subventionierten Rohstoffbasis Stärke und geringerer Entsorgungskosten derartige BAW letztlich für den Kunststoffverarbeiter ca. 30-40 % teurer ausfallen als konventionelle Kunststoffe.

Für BAW-Granulate aus TPS oder PLA liegen zur Zeit die Herstellkosten zwischen 3,00 und 6,00 EUR/kg und für PHB sogar um die 10,00 EUR/kg. (Kaup 2002)

Ohne Berücksichtigung der günstigeren Entsorgungskosten sieht die Differenz noch ungünstiger aus: „Pro Tonne PE, PS, PP oder PVC zahlt die Industrie heute rund 700 bis 1.000 €. Wer alternativ auf Biokunststoffe zurückgreifen will, muss heute allerdings deutlich tiefer in die Tasche greifen: biologisch abbaubare Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen kosten etwa viermal soviel wie Standardkunststoffe.“ (Lörcks & Wenig 2003)

Sobald die Produktion in industriellem Maßstab abläuft, dürften die Kosten für Bio-Kunststoffe erheblich fallen. Experten gehen davon aus, dass Stärkekunststoffe und Polylactide dann für unter zwei Euro pro Kilogramm (= 2.000 €/t) produzierbar wären. (Lörcks & Wenig 2003)

Durch weitere Innovationen können die Produktionskosten in der Zukunft vermutlich noch weiter gesenkt werden: Die Anzahl der Patente und Patentanmeldungen auf dem Gebiet der modernen Bio-Kunststoffe ist von 1980 bis heute deutlich angestiegen. Industrie und Hochschulen haben ihre Forschungs- und Entwicklungsarbeiten deutlich ausgebaut. Die überwiegende Anzahl der Patente befasst sich mit Bio-Kunststoffen auf der Basis nachwachsender Rohstoffe, jeweils zur Hälfte mit Stärkekunststoffen und mit natürlichen Polyestern. (Lörcks & Wenig 2003)

## NR-Rohstoffe

Die wichtigsten Rohstoffe der aktuellen Bio-Kunststoffproduktion sind (Lörcks & Wenig 2003):

- Stärke aus Mais, Weizen und Kartoffeln. Thermoplastische Stärke hat im Bereich der Bio-Kunststoffe einen Marktanteil von ca. 80%. Stärke ist gut verfügbar und relativ preiswert.
- Cellulose aus Holz. Amorphe Thermoplaste, Cellophan-Folie.
- Zucker aus Zuckerrüben und Zuckerrohr.
- Und weitere: Casein (Protein aus der Magermilch), Chitin und Chitosan (Krabbenschalen), Gelatine, Pflanzenöle und Proteine aus Weizen oder Mais.

## Quellen

Käb, H. 2003: Markteinführung Biologisch Abbaubarer Werkstoffe in Deutschland und Europa. In: Tagungsunterlagen zum 8. Symposium Nachwachsende Rohstoffe für die Chemie, Tübingen, 26.-27.03.2003.

Kaup, M. 2002: Entwicklungs- und Erfolgsfaktoren für Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen in Deutschland und der EU im Spannungsfeld zwischen Ökonomie und Ökologie. Wirtschafts- und Sozialgeographisches Institut der Universität, 2002.

Lörcks, J. und Wenig, B. 2003: Biologisch Abbaubare Werkstoffe – Pflanzen, Rohstoffe, Produkte. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. 2003.