

Verarbeitung von PHB

Urs J. Hänggi, Biomer, Forst-Kasten-Str. 15, D-82152 Krailling
Tel: +49/89/8572665, Fax: +49/89/8572792, email: Hanggi@Biomer.com

Sehr geehrte Damen und Herren,

ich gehe davon aus, dass ich diesem Publikum die Begriffe PHB und PLA nicht eingehend erklären muss. Für Anfänger sei nur so viel gesagt, dass PHB und PLA wasserfeste, thermoplastisch verarbeitbare Polyester aus nachwachsenden Rohstoffen sind. PLA wird, wie wir eben gehört haben, durch Polymerisation von Milchsäure erhalten. PHB wird aus Bakterien extrahiert, die das Polymer als Speicherstoffe synthetisieren.

Bioabbaubare Thermoplaste aus nachwachsenden Rohstoffen

- thermoplastische Stärke
- Biopolyesters:- PHB (Polyhydroxybutyrat)
 - PLA, PLA (Polylactat, Poly-L-Lactat)

Beide Polyester sind biologisch abbaubar, PLA durch Hydrolyse im gewerblichen Kompost. Die dabei entstehende Milchsäure wird von den Bakterien metabolisiert. PHB wird von Bakterien und Pilzen direkt angegriffen und als Nahrungsquelle verwertet. PLA hat eine Glasübergangstemperatur von 50°C bis 60°C. Wenn die Schmelze bei der Verarbeitung rasch unter diese Temperatur abgekühlt wird, bleiben die Artikel transparent. Der Glasübergang bei PHB liegt unter 0°C. Es gelingt daher nicht, transparente Teile herzustellen. Ein Beispiel für die Anwendung von transparentem PLA ist dieser ELISA-Strip. Er wird seit wenigen Wochen von der Firma Greiner für die medizinische Analytik vertrieben.

Ein Beispiel für PHB ist dieser Trinkbecher. Man sieht, dass PHB eine ansprechende Farbe und eine exzellente, glänzende Oberfläche besitzt. Das Material wasserfest und gegen Hitze resistent.

Bioabbaubare Thermoplaste sind aus zwei Gründen entwickelt worden. Der erste Grund ist der Gedanke der Nachhaltigkeit. Dieser Kongress zeigt, dass dieser Gedanke immer mehr aktuell ist. Der zweite Grund ist die leichte Entsorgung durch Kompostierung. Hier spielt nur die chemische Bindung zwischen den Monomeren eine Rolle, nicht aber die Herkunft des Polymers. In diesem Sinne ist es legitim, bioabbaubare Werkstoffe aus Erdöl herzustellen. Die Hydrolyse zu Monomeren ist jedoch nur ein Teil der Geschichte. Entscheidend ist, ob die Monomere in angemessener Zeit zu 100% metabolisiert werden. Bei Werkstoffen aus nachwachsenden Ressourcen ist dies gegeben, da die Evolution dafür gesorgt hat, dass alle biologischen Komponenten vollständig ab- und umgebaut werden. Dieser Beweis steht für synthetische Polymere, die Aromaten enthalten, noch aus. Ein warnendes Beispiel sind die Phthalatweichmacher für PVC. Es ist unbestritten, dass diese biologisch abbaubar sind. Nur ist die Abbaurate in der Umwelt so langsam, dass sie sich in Sedimenten anreichern.

PHB ist wasserfest und unter dem Gesichtspunkt „bioabbaubar“ ein idealer Thermoplast. Er wird vollständig und schnell metabolisiert. PHB hat aber weitere, außergewöhnliche Eigenschaften, sodass es schade wäre, den Polyester nur unter dem Aspekt "bioabbaubar" einzusetzen.

Drei Eigenschaften unterscheiden PHB von allen anderen Thermoplasten, die derzeit am Markt sind: es ist absolut linear, es ist absolut isotaktisch und stereoisomer und es ist absolut frei von Nukleierungskeimen.

Besondere Eigenschaften von PHB

- es ist absolut linear
- es ist absolut isotaktisch und stereoisomer
- es ist absolut frei von Nukleierungskeimen

PHB ist absolut linear bedeutet, dass sich die Moleküle in der Schmelze nicht verhaken können. Wie heiße Spaghettis gleiten sie aneinander vorbei. Daher ist die Schmelze dünnflüssig. Eine dünnflüssige Schmelze eignet sich jedoch gut für die Herstellung von dünnwandigen Artikeln oder Spritzgussteilen mit komplexen, feingliedrigen Strukturen. Wir haben mit elektronenmikroskopischen Aufnahmen zeigen können, dass Oberflächenstrukturen unter 1 Mikron noch exakt abgebildet werden. Man braucht dazu weder große Maschinen noch extreme Haltekräfte. Eine kleine, einfache Spritzgussmaschine reicht völlig aus.

PHB ist absolut isotaktisch und stereoisomer bedeutet, dass es eine große Tendenz zum Kristallisieren besitzt. In der Tat sind bis zu 70 % der gesamten Masse in Kristallen eingelagert. Praktisch bedeutet dies, dass die Schmelze extrem schnell fest wird. Die Zykluszeiten auf den Spritzgussmaschinen sind um rund 20% bis 30% schneller als mit konventionellen Werkstoffen.

Die Freiheit von Nukleierungsmitteln, d.h. Katalysatorresten, bedeutet schließlich, dass man durch Zugabe von externen Nukleierungsmitteln die Dichte und Größe der Sphärolite gezielt steuern kann. Damit ist es möglich, die Gebrauchseigenschaften von steif bis duktil zu beeinflussen. Im Labor, noch nicht im Technikum, haben wir Größen unter 1 Mikron erreicht. Die Materialeigenschaften ändern sich dadurch dramatisch, etwa wie von Guss zu Stahl. Durch Recken der Sphärolite können Festigkeiten über 300 MPa erreicht werden. Ein Beispiel ist dieser Faden von Frau Dr. Schmack vom Polymerinstitut in Dresden.

Die eben geschilderten Eigenschaften sind in unseren Hauptformulierungen Biomer® P226 und Biomer® P240 realisiert. Die Tabelle zeigt einige Schlüsselwerte. Es ist offenkundig, dass Biomer® P226 mit Polypropylen zu vergleichen ist. Biomer® P240 könnte als Ersatz von Polyethylen herangezogen werden. Als Vergleich ist noch Biomer® L9000 (PLA) aufgeführt, das Polystyrol gleicht.

Wichtig ist aber nicht die Tatsache, dass diese Eigenschaften vergleichbar sind, sondern dass die daraus hergestellten Artikel zusätzlich bioabbaubar, leichter

herzustellen, auf kleinen Maschinen und mit reduzierten Zykluszeiten zu spritzen sind.

	Zugfestigkeit	Dehnung	Modul
Biomer® P226^{*)}	24	19	1750
PP	22	12-20	800-1200
Biomer® P240^{*)}	18	25	730
PE-HD	25-32	600-900	700-1200
PE-LD	15-20	600	150-450
Biomer® L9000	70	2,5	3600
PS	30-50	2-4	3100-3500

^{*)} vollständig bioabbaubar, schnelle Zykluszeiten, komplexe Strukturen, feine Zeichnungen

Lassen Sie mich daher bitte zwei, drei Minuten die Frage diskutieren, wann und wo es sich lohnt, die Zusatzeigenschaften zu nutzen und klassische Polymere durch PHB zu ersetzen.

Ganz sicher trifft dies bei all jenen Produkten zu, bei denen das Schlüsselwort "vollständig bioabbaubar" die Kaufsentscheidung beeinflussen kann. Das gilt für Verpackungen von Lebens- und Futtermitteln wie z.B. Becher für Yoghurt (Auslöffeln und ohne zu waschen zu den Küchenabfällen). Zur gleichen Kategorie gehören Freizeit- und andere Artikel, die in der Umwelt verloren gehen können oder verloren gehen wie z.B. die Trägerteile von Feuerwerkskörpern. Das Verkaufsargument "vollständig biologisch abbaubar" kann auch für Gärtnereiartikel, besonders im Hobbygärtnereibereich, und für Friedhofsartikel interessant sein.

Bei technische Anwendungen ist das Argument "abbaubar" eher hinderlich. Diese Eigenschaft ist jedoch in diesem Bereich irrelevant, da PHB nur durch lebende Bakterien und Pilze abgebaut wird. Dazu sind aber Salze von Ammoniak und Phosphorsäure sowie andere Komponenten und hohe Feuchtigkeit nötig. Ohne diese Bedingungen bleibt PHB für Jahre intakt. Wir garantieren die Gebrauchseigenschaften spezieller Formulierungen für bis zu 5 Jahre.

Zum technischen Anwendungsbereich gehören Artikel mit komplexen Strukturen, die schwierig zu spritzen sind. Solche Artikel werden üblicherweise mit teuren flüssig-kristallinen Werkstoffen, den LCP's gespritzt. Wegen der niedrigen Schmelzeviskosität bietet PHB einen interessanter Ausweg. Die Schmelze fließt leicht in die feinsten Kanäle und Strukturen. PHB kann deshalb LCP's überall dort ersetzen, wo sie aus spitzgusstechnischen Gründen, nicht wegen der Temperaturbeständigkeit eingesetzt werden. Die Teile aus PHB können Temperaturen von 130 bis 150°C leicht aushalten.

Die dünnflüssige Schmelze von PHB ist auch ein Argument, wenn feinste Oberflächenstrukturen und Zeichnungen erwünscht sind. Ein Beispiel wäre die selbstreinigende Oberfläche durch den Lotuseffekt.

Ein weiterer Bereich, bei dem sich der Einsatz von PHB lohnt, sind Teile mit dünnen Wänden. Mit PHB können diese Artikel auf kleinen Maschinen mit niedrigen

Schließkräften hergestellt werden. Dieses Argument ist dann besonders interessant, wenn ein Verarbeiter dadurch die großen Maschinen für andere Teile frei halten kann.

Besonders überlegenswert ist der Einsatz von PHB bei Kleinstteilen unter 0,5 g Teilgewicht. Die Erfahrung hat gezeigt, dass bei solchen Kleinteilen die Maschinenlaufzeiten bis zu 90% der Stückkosten ausmachen. Es ist daher schon interessant, wenn man mit PHB 1300 statt 1000 Teile pro Zeiteinheit spritzen kann.

Ersatz von konventionellen Werkstoffen durch PHB

- Artikel, bei den "bioabbaubar" ein Verkaufsargument ist (kurzfristige Lebens- und Futtermittelverpackungen, Freizeitbereich, Feste, Hobbygärtnerei, Friedhöfe)
- Artikel mit komplexen Strukturen, die nur mit LCP's hergestellt werden können
- Artikel mit sehr feinen Oberflächenstrukturen (Lotuseffekt?)
- Fehlen großer Spritzgußmaschinen mit hohen Schließkräften für die Herstellung von dünnwandigen Artikeln
- Mikroinjektion von Teilen mit Schussgewicht von 0,5 g oder weniger (schnelle Zykluszeiten)

Biopolymere stehen im Wettbewerb mit klassischen Thermoplasten, die während 50 oder mehr Jahren auf ihre Anwendungen hin optimiert worden sind. Nur wenn die Biopolymere bei gleicher Qualität billiger sind oder besser Eigenschaften besitzen, werden sie die klassischen Polymere substituieren. Ich hoffe, dass es mir gelungen ist zu zeigen, dass PHB solche besonderen Eigenschaften besitzt, und dass es sich lohnt sie gezielt einzusetzen.

Als letztes Argument, das Kaufentscheidungen beeinflussen kann, möchte ich nochmals wiederholen, dass PHB ein Thermoplast aus nachwachsenden Rohstoffen ist. Solche Thermoplaste, und sei es nur aus Ressourcenknappheit, solche Thermoplaste werden dieses Jahrhundert prägen. Einen Marktvorsprung wird derjenige haben, der von Anfang an dabei ist.



Biowerkstoffe werden das neue Jahrhundert prägen.
Wir laden Sie ein, jetzt schon dabei zu sein!

www.Biomer.de