

# PHB – ein Bioplast für haltbare Produkte

Meine Damen und Herren,

**PHB, Polyhydroxybuttersäure, ist ein Polymer, das nie ein Thermoplast werden wollte. Es hat aber Eigenschaften, dass man daraus unbedingt ein Thermoplast machen müßte.**

Ein klassisches Polymer kann sich aufgrund der Rotationsfreiheit der C-C Bindung in jede beliebige Position falten (Bild 2). Wenn zwei oder drei solche Polymermoleküle zusammenkommen, führt das notwendigerweise dazu, dass sie sich verhaken und beim Abkühlen ein Netzwerk bilden. Man nennt es thermoplastisches Verhalten.

Beim PHB ist diese Art Faltung wegen der  $\beta$ -Hydroxyesterbindung nicht möglich. In der Schmelze verhalten sich daher die Ketten wie heiße Spaghetti. Sie können sich nicht verhaken und bilden keine thermoplastische Phase. Die dünnflüssigen Schmelze kann für Thermoplastverarbeiter interessant sein, weil er ohne großen Kraufaufwand dünne oder komplexe Teile spritzen kann.

PHB zeigt ein zweites Phänomen. Das Polymer kristallisiert aufgrund seiner Struktur vollständig ohne freie amorphe Masse (Bild 2). Die mikroskopische Aufnahme eines Querschnittes (Bild 3) zeigt ein Bild, wie man es von Metall erwartet. Es ist aber PHB! Man kann daher erwarten, dass PHB sich mindestens teilweise wie ein Metall verhält.

Um die beiden Eigenschaften: dünnflüssige Schmelze und extreme Kristallinität zu nutzen, muss aus dem Biopolymer ein Thermoplast gemacht werden. Dazu muss man dafür sorgen, dass die Kristalle möglichst klein werden, Klebstoffe finden, die diese Kristalle fest zusammenhalten und Additive suchen, die zwischen den Kristalliten eine freie amorphe Masse ausbilden. Das ist, was wir bei Biomer machen. Das nächste Bild zeigt die Eigenschaften von zwei unserer Standard-Compounds, Biomer<sup>®</sup>P209 und Biomer<sup>®</sup>P226 (Bild 4). Ich will nicht auf die Tabelle eingehen. Die Daten sind in den Kongressunterlagen ausgedruckt und können auch von unserer Webseite als PDF-File heruntergeladen werden. Ich möchte nur auf die Zähigkeit und die Temperaturbeständigkeit hinweisen: kein Bruch bei Raumtemperatur und

beeindruckende Werte bei  $-30^{\circ}\text{C}$ . Die Vicat-Temperatur geht bis gegen  $150^{\circ}$ . Für sich alleine sind diese Werte imponierend, aber es kommt noch zusätzlich Folgendes dazu (Bild 5): dünnflüssig, vollständig bioabbaubar, aber nur unter Kompostbedingungen, kriechfest und, was immer häufiger verlangt wird, der Thermoplast ist aus nachwachsenden Rohstoffen, d.h. er ist nachhaltig.

Ich möchte die Konsequenzen der Eigenschaften von PHB-Compounds an zwei Beispielen aufzeigen: einer Nebelgranate und einem Langfaser-Composit. Nebelgranaten sind im Grunde genommen nur Feuerwerkskörper wie diese Rakete, bei der das ABS durch PHB ersetzt worden ist (Bild 6). Wenn die Rakete nach dem Abschießen auf Wiesen und ins Wasser fällt, werden die Plastikteile abgebaut. Für Nebelgranaten, die Schutz gegen Sicht, Radar oder Wärmesensoren bieten sollten, ist der Raketenantrieb ungeeignet. Der Treibstoffschweif würde den Abschussort verraten. Die Granate muss durch eine Sprengstoffladung in Mörsern oder in Haubitzen abgeschossen werden (Bild 7). Sie werden jetzt gleich sagen, kein Thermoplast hält den Abschuss durch eine Sprengladung aus! In der Tat sind solche Granaten bisher aus Messing gemacht worden, bis, ja bis PHB zur Verfügung stand. PHB ist kriechfest. Der Boden wird durch die Explosion nicht deformiert.

Der Becher selbst mit einem Boden von 10 mm Dicke und Wände mit 1 mm Stärke und 90 mm Länge (Bild 8) wird in einem Schuss gespritzt. Mit Standard-Werkstoffen ist dies nur schwer zu schaffen. PHB schafft es, weil die Schmelze dünnflüssig und die Teile nach dem Erstarren extrem kristallin sind.

Die Beschleunigung beim Abschuss wird vom Boden auf den Deckel über eine dünnen Säule übertragen. Die Wandstärke der Säule beträgt auch nur 1 mm. Auch sie wird durch die Krafteinwirkung nicht deformiert.

Für einen Thermoplastverarbeiter ist die Verbindung zwischen der Säule mit dem Boden und dem Deckel unverständlich. Sie wurde 1:1 aus dem Vorgänger aus Messing übernommen. Sie erfolgt über ein Standard-M14-

Gewinde. Die Schraubengänge aus PHB übertragen die Kraft wie Metall ohne gestaucht zu werden. Hätte ich statt PHB- ein Bioplast für haltbare Produkte den Titel gewählt „PHB ein biologischer Ersatz für Metalle“, dann hätten alle gesagt: der spinnt der Hänggi.

Ich hatte versprochen, mich kurz zu halten. Ich will daher das zweite Beispiel, die Langfaser-Verbunde, nur kurz anreißen.

Spannbeton trägt so hohe Lasten, weil harte, nicht komprimierbare Steine den Druck und Stahlseilen den Zug aufnehmen (Bild 9). Wenn Sie sich nun an das Bild mit den harten Kristalliten erinnern, die den Druck aufnehmen können, und sich Fasern hineindenken, die den Zug aufnehmen (Bild 10), dann haben Sie dasselbe Prinzip wie beim Spannbeton: Kombination von Druck und Zug. Man darf also hochfeste Teile erwarten. Bei Naturfasern kommt aber noch folgendes dazu. Langfaser haben bei den Blattansätze immer wieder Verdickungen. Wenn Sie eine solche Faser in PHB einbauen, dann löst sich die Matrix wegen der Schwindung von der Faser. Die Schwindung ist aber nicht so groß, dass die Verdickungen durchgleiten können. Die Fasern werden an den Verdickungen von den harten, kriechfesten Späruliten wie mit Schraubzwingen eingeklemmt (Bild 11). Der Rest der Faser kann sich frei ausdehnen und schwingen. Solche Verbunde zeigen eine enorme Schlagzähigkeit.

Ich schließe meinen Vortrag mit dem letzten Bild ohne es groß zu kommentieren (Bild 12). Die Statements in rot habe ich eben erklärt. Aufgrund der Kristallinität kann man auch „unkaputtbare“ Filmscharniere spritzen. Wir garantieren Lagerzeiten bis zu 5 Jahren bei Lagerbedingungen von -30 bis +60°C. Vor allem, PHB ist nachhaltig und vollständig bioabbaubar, aber nur unter Kompostbedingungen. PHB ist in diesem Sinne ein Werkstoff mit einem eingebauten Drigger: es bleibt stabil, solange es gebraucht wird, dann aber verschwindet es. Das Signal ist der Komposthaufen.

Ich möchte BayerInnovativ und besonders Herrn Konrad danken, dass ich Gelegenheit hatte, Ihnen PHB vorzustellen. Ich hoffe, dass ich Sie für PHB

interessieren konnte und sich jetzt überlegen, ob Sie nicht die eine oder andere Anwendung aus PHB herstellen sollten. Wenn ja, rufen Sie mich bitte an 089/12 765 136. Ich werde alles tun, damit Sie erfolgreich sind.

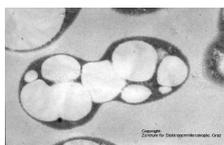
**BIOMER**  
biodegradable polymers



aus dem Boden - in den Boden

**PHB – ein Bioplast für haltbare Produkte**

Urs J. Hänggi, Biomer



Straubing 2010

**BIOMER**  
biodegradable polymers



aus dem Boden - in den Boden



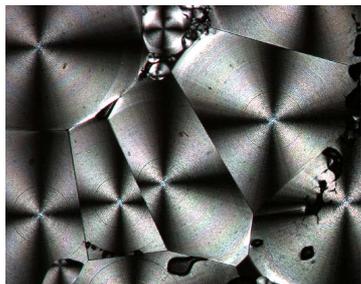
-Hohe Fluidität

Straubing 2010

**BIOMER**  
biodegradable polymers



aus dem Boden - in den Boden



Straubing 2010

**BIOMER**  
biodegradable polymers



aus dem Boden - in den Boden

Mechanische Eigenschaften		
Typ	P209	P226
Modul (Mpa)	900-1200	1700-2000
Zugfestigkeit (Mpa)	15-20	24-27
Reissdehnung (%)	11-18	6-9
Biegefestigkeit (N/mm <sup>2</sup> )	18	35
Biegereissdehnung (%)	4,7	6,6
Biegefestigkeit bei 3,5% (N/mm <sup>2</sup> )	16	29
Schlagzähigkeit 23°C (KJ/m <sup>2</sup> )	nb	nb
Schlagzähigkeit -30°C (KJ/m <sup>2</sup> )	70	30
Kerbschlagzähigkeit 23°C (KJ/m <sup>2</sup> )	4,7	2,7
Kerbschlagzähigkeit -30°C (KJ/m <sup>2</sup> )	3,4	1,4
MFR 180°C	10 (2,16 kg)	10 (5 kg)
Vicat-Temperatur (°C)	134	147
HDT (ISO75/A, °C)	59	50,5
Dichte (g/cm <sup>3</sup> )	1,20	1,25
Wasserdampfsorption (%)	0,75	0,4
Härde (Shore D)	57	67
Schwindung	1,3	1,3

Straubing 2010

**BIOMER**  
biodegradable polymers



aus dem Boden - in den Boden

Mechanische Eigenschaften		
Typ	P209	P226
Modul (Mpa)	900-1200	1700-2000
Zugfestigkeit (Mpa)	15-20	24-27
Reissdehnung (%)	11-18	6-9
Biegefestigkeit (N/mm <sup>2</sup> )	18	35
Biegereissdehnung (%)	4,7	6,6
Biegefestigkeit bei 3,5% (N/mm <sup>2</sup> )	16	29
Schlagzähigkeit 23°C (KJ/m <sup>2</sup> )	nb	nb
Schlagzähigkeit -30°C (KJ/m <sup>2</sup> )	70	30
Kerbschlagzähigkeit 23°C (KJ/m <sup>2</sup> )	4,7	2,7
Kerbschlagzähigkeit -30°C (KJ/m <sup>2</sup> )	3,4	1,4
MFR 180°C	10 (2,16 kg)	10 (5 kg)
Vicat-Temperatur (°C)	134	147
HDT (ISO75/A, °C)	59	50,5
Dichte (g/cm <sup>3</sup> )	1,20	1,25
Wasserdampfsorption (%)	0,75	0,4
Härde (Shore D)	57	67
Schwindung	1,3	1,3

**Wie PP oder PE-HD oder ABS, aber:**

- kriechfest
- leicht zu spritzen
- biologisch vollständig abbaubar
- aus nachwachsenden Rohstoffen

Straubing 2010

**BIOMER**  
biodegradable polymers



aus dem Boden - in den Boden



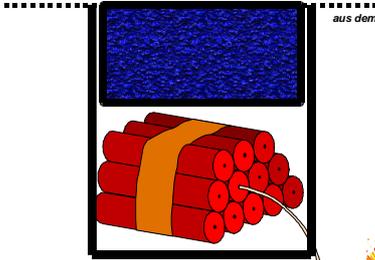
Straubing 2010

## BIOMER

biodegradable polymers



aus dem Boden - in den Boden



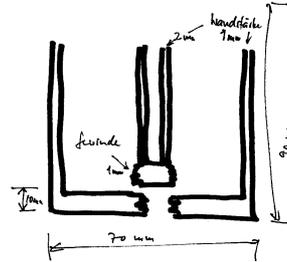
Straubing 2010

## BIOMER

biodegradable polymers



aus dem Boden - in den Boden



Straubing 2010

## BIOMER

biodegradable polymers



aus dem Boden - in den Boden

### Spannbeton:

- Seile übernehmen Zug
- Steine übernehmen Druck
- Composites Seile/Steine = hochfeste Träger

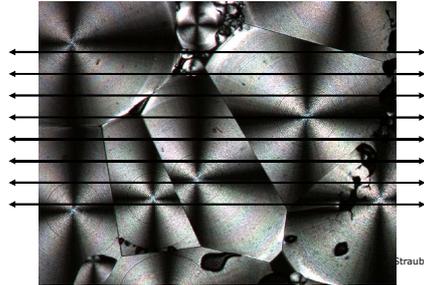
Straubing 2010

## BIOMER

biodegradable polymers



aus dem Boden - in den Boden



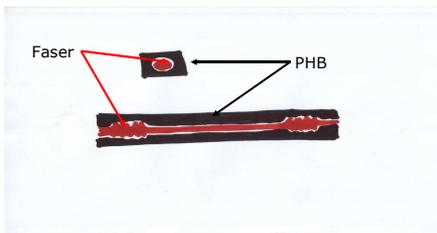
Straubing 2010

## BIOMER

biodegradable polymers



aus dem Boden - in den Boden



Straubing 2010

## BIOMER

biodegradable polymers



aus dem Boden - in den Boden

### PHB - ein Bioplast für haltbare Produkte

- Teile mit zehnfach unterschiedlichen Wandstärken (Nebelgranate)
- kriecheinste und schlagzähe Teile (Säulengewinde),
- harte Kristallite mit mikrobeweglichen Naturfasern (Composites)
- Filmscharniere
- Teile über Jahre ohne Änderungen der Eigenschaften lagerbar
- wärmeresistent
- resistent gegen UV, Öl, Lösungsmittel oder Benzin
- scharfe Strukturen, glänzende Oberflächen, angenehmer Griff
- aus nachwachsenden Rohstoffen, bioabbaubar (aerob/anaerob)

089/12 765 136

Straubing 2010