

## Thermoplaste aus nachwachsenden Rohstoffen in der medizinischen Analytik

Urs J. Hänggi (Haenggi@Biomder.de)  
Biomer, Forst-Kasten-Str. 15, D-82152 Krailling

### **1. Einleitung**

Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen werden in der Regel nicht zu den High-Tech-Materialien gerechnet. Das kommt unter anderem daher, dass nicht die Abnehmerseite, sondern die Erzeugerseite das Thema vorangetrieben hat. Das ist eigentlich schade, denn Biokunststoffe sind weit mehr als nur Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen. Ich möchte in diesem Vortrag an einem Beispiel zeigen, dass andere Ansatzpunkte zu überraschenden Lösungen führen.

Bei der Auswahl eines Materials steht das Eigenschaftsprofil, nicht die Herkunft im Vordergrund. Wer ein Fenster bauen will, sucht in erster Linie nach einem transparenten Material. Glas ist eine erste Antwort. Dieses ist jedoch brüchig. Man kann daher überlegen, ob durchscheinende PVC- oder Polystyrolplatten vielleicht besser wären. Wenn aber sowohl die optischen Eigenschaften wie auch die Bruchsicherheit im Vordergrund stehen, muss man Verbundglas oder Polycarbonat wählen.

Bei der Auswahl der transparenten Schicht für das Fenster die Herkunft in den Überlegungen nie eine Rolle gespielt hat. Diesen Gesetzmäßigkeiten sind Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen sind ebenfalls unterworfen.

### **2. Biomer-Thermoplaste aus nachwachsenden Rohstoffen**

#### **Biomer-Thermoplaste aus nachwachsenden Rohstoffen**

- ▶ PHB (Polyhydroxybutyrat)
- ▶ PLA, PLLA (Polylactat, Poly-L-Lactat)

Seit 7 Jahren produziert Biomer PHB (Polyhydroxybutyrat) und PLLA (Poly-L-Lactat). Beide sind Polyester aus nachwachsenden Rohstoffen. PLLA wird durch Polykondensation von Milchsäure hergestellt und PHB wird direkt aus bakterieller Biomasse gewonnen. Beide können thermoplastisch auf normalen Plastikmaschinen verarbeitet werden. Ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal zu klassischen Kunststoffen ist, dass sie biologisch vollständig abgebaut und, gemäß unserem Motto: aus dem Boden – in den Boden, wieder in Biomasse zurückverwandelt werden. Diese

Eigenschaften prädestinieren sie zur Herstellung von Artikeln, die schwierig zu recyceln sind wie verschmutzte Nahrungs- und Futtermittelbehälter oder die in der Umwelt verloren gehen wie z.B. Feuerwerksteile.

### **2.1. Eigenschaften von PLLA und PHB**

Nun ist es aber nicht so, dass der vollständige Bioabbau die einzige Eigenschaften von Biopolyestern ist.

#### **Eigenschaften von PLLA und PHB**

- ▶ biologisch vollständig und rückstandsfrei abbaubar
- ▶ absolut stereoisomer, absolut isotaktisch, absolut linear
- ▶ piezoelektrisch
- ▶ elektrisch leitfähig
- ▶ gasdicht (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, Wasserdampf)
- ▶ Mikrowellenresistenz
- ▶ transparent

PHB ist z.B. absolut stereoisomer, absolut isotaktisch und absolut linear. Das sind Eigenschaften, die im Bereich Spritzen von dünnwandigen oder komplexen Teilen oder beim Mikrospritzen vorteilhaft sind. PHB ist piezoelektrisch. Für Knochenersatz ist dies ideal. PHB ist unter bestimmten Umständen elektrisch leitfähig. Das Ausmaß ist nicht mit Kupferdraht oder anderen leitfähigen Kunststoffen zu vergleichen. Was aber mit anderen, neuen Anwendungen, vielleicht im Bereich Medizin? PHB hat hervorragende Barriereigenschaften gegenüber Sauerstoff, Wasserdampf und CO<sub>2</sub>. Diese Eigenschaften sind für Verpackungen von frischen Lebensmitteln wichtig. Schließlich behält PHB in Gegenwart von hohen und starken Frequenzen seine Form. Solche Eigenschaften werden im Bereich Radar und Kommunikation gefragt. Schließlich ist zu erwähnen, dass PLLA auch transparent ist.

Mit der kurzen Aufzählung will Ich sagen, dass die beiden Biowerkstoffe PLLA und PHB Eigenschaften haben, die interessante Anwendungen auch außerhalb des Bereichs Bioabbau versprechen.

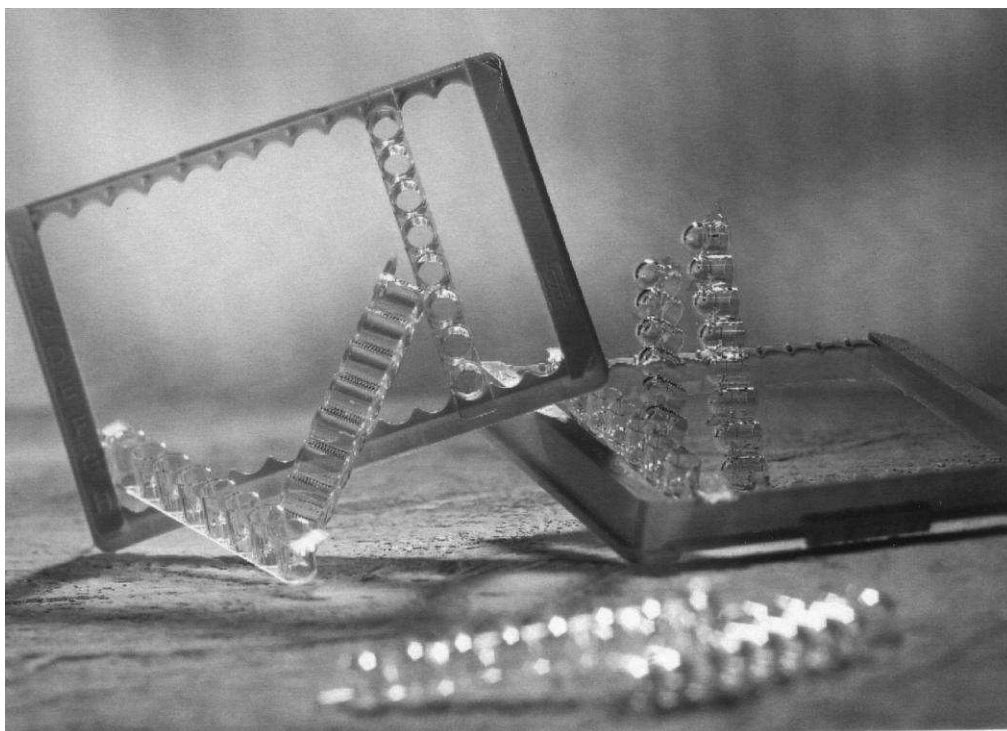
### **2.2. ELISA-Platten aus PLLA**

Eine zusätzliche interessante Eigenschaft, die nicht in dieser Liste aufgeführt ist, ist die Oberfläche der Biopolyester. Sie sind wegen der Esterfunktionen deutlich hydrophiler als die von klassischen Kunststoffen.

#### **Esterfunktion von Biomer-Biopolyestern**

- ▶ PHB:  $-(O-CH(CH_3)CH_2CO)-$
- ▶ PLA:  $-(O-CH(CH_3)CO)-$

Zusammen mit pab productions haben wir uns gefragt, ob die hydrophile Oberflächeneigenschaft im medizinischen Bereich eine Nachfragerücke schließen könnten. Im Vordergrund standen ELISA Platten. ELISA (enzyme linked immuno sorption assays) ist eine Standardmethode in klinischen Untersuchungen. Dabei werden Antikörper oder Antigene (die zu prüfende Substanz) an transparente Polystyroloberflächen gebunden und über eine enzymatische Farbreaktion gemessen. Jährlich werden für diese Anwendung allein in Deutschland ca. 40'000 Tonnen Polystyrol verbraucht. Die Bindung an die Polystyroloberfläche erfolgt durch hydrophobe/hydrophobe Wechselwirkungen. Antigene mit geringer Hydrophobizität binden naturgemäß schlecht oder überhaupt nicht. Mit Unterstützung der Umweltstiftung haben wir untersucht, wie Formulierungen zusammengesetzt und Teile gespritzt werden müssen, damit Oberflächeneigenschaften den Anforderungen eines ELISA-Tests genügen. Später arbeiten wir im Rahmen eines EU-Projektes an den Feinheiten. Die Resultate waren so beeindruckend, dass die EU die PLLA-Platten an der Hannover Messe als Musterbeispiel europäischer Neuentwicklungen präsentiert hat. Die Platten können bei Greiner (s. Bild Platten) erworben werden.



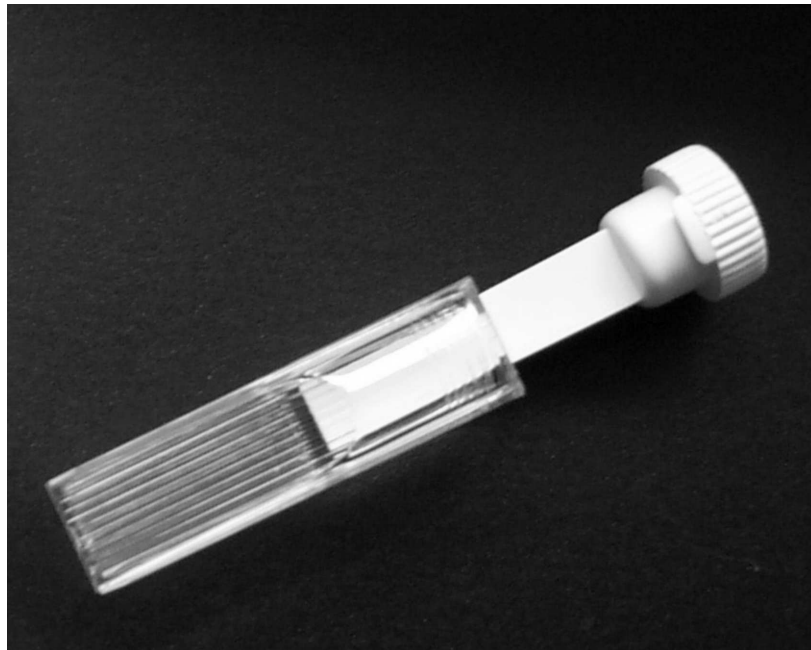
Es macht wenig Sinn, im Rahmen dieser Veranstaltung die spezifischen Eigenschaften zu diskutieren. Das ist ein Thema für die Analytiker. Hervorzuheben sind allerdings die größere Bandbreite von Substanzen, die gebunden werden, die hohe Linearität über größeren Konzentrationsreihen und die höhere Empfindlichkeit.

### Vergleich PS vs. PLLA in ELISA Tests

	PS	PLLA
Background	++	+
Bindungsumfang	○	++
Standardbereich	○	++
Nachweisbereich	○	+++
Loch-zu Lochabweichung	++	+

### 2.3. Immunosticks

Noch besser als die PLLA-Formulierungen binden spezifische PHB Formulierungen. Im Gegensatz zu PLLA ist PHB jedoch nicht transparent. Wir haben daher einen Immuno-Stick entwickelt (Bild Sticks).. Der Stick wird einfach in die zu prüfende Lösung eingetaucht, gewaschen und anschließend in eine Lösung mit spezifischen Antikörpern getaucht, die sich an die zu prüfende und adsorbierte Substanz binden. Die nicht gebundenen Antikörper werden ausgewaschen und die gebundenen enzymatisch gemessen. Alle Schritte können in der beigefügten Messkuvette erfolgen.



Die Menge der gebundenen Antikörper kann, wenn keine Fotometer zur Verfügung stehen, alternativ mit ausfallenden Reagenzien gemessen werden. Dann verfärbt sich der Stick. Weiß bedeutet keine (z.B. toxische) Substanz, eine Färbung eine positives Resultat.

## **2.4. Immunisierung**

Von da an war es dann nur logisch, die Bindungskapazität zur Konzentrierung von niedermolekularen Substanzen (Antigenen) zu nutzen. Dazu wurden die Formulierungen fein gemahlen und in kleine Säulen gebracht (Bild Affinitätssäule). Dies ist an und für sich nichts besonderes. Man könnte auch andere adsorbitive Träger nehmen, Kieselgur zum Beispiel oder Aktivkohle. Der Clou liegt jedoch in der Matrix: die Biopolyester sind absolut körperverschlinglich und werden in vivo langsam abgebaut. Man kann das Pulver direkt in die Blutbahn spritzen, um Antikörper zu erzeugen. Der Vorteil gegenüber konventionellen Methoden liegt daran, dass keine Booster (zweite und dritte Dosis) gespritzt werden müssen. Die Antigene werden langsam freigesetzt und induzieren dadurch über längere Zeit eine nachhaltigere Immunstimulation. Das entsprechende Pulver kann im Labor-Chemikalienhandel erworben werden.



## **3. Zusammenfassung**

Ich habe mich heute darauf beschränkt, eine der vielen Eigenschaften der beiden Biopolyester PLLA und PHB aufzuzeigen und dass es möglich ist, daraus Nutzen zu ziehen. Wenn man nicht die Herkunft, sondern die Eigenschaften betrachtet, dann findet man neue Anwendungen und ist

plötzlich nicht mehr mit preislich nicht zu schlagenden Massenkunststoffen konfrontiert. Man arbeitet im Umfeld von Spezialitäten, in denen die Eigenschaft die wichtigste, der Preis eine untergeordnete Rolle spielt. Trotzdem darf man nicht vergessen, dass PHB und PLLA Thermoplaste aus nachwachsenden Rohstoffen sind. Diese werden, und sei es nur aus Ressourcenknappheit, dieses Jahrhundert prägen. Ich lade Sie alle ein, sich mit uns mit den Eigenschaften von Biowerkstoffen zu befassen und daraus die geeigneten Artikel zu entwickeln.



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

[www.Biomer.de](http://www.Biomer.de)