

Chitin – Ein Biokunststoff

Diplom-Prüfung „Wissensmanagement“, März 2003, Michael Wyss, SBD 3

Einleitung

Im Projekt „Bionik“ mit Michael Krohn, stiess ich im Sommer 02 anhand einer Garnele auf den Stoff Chitin, einen Biokunststoff mit unglaublichen Eigenschaften. Seither faszinieren mich alle Arten von Biokunststoffen und ich möchte in dieser Arbeit anhand des Chitins über deren Potential im Design und damit über deren Relevanz für den Designer schreiben. Die Arbeit wird also nur insofern ins Detail gehen, als dass ich der Meinung bin, es sei für den Designer oder andere Personen mit ähnlichen Ansprüchen von Bedeutung. Mehr exemplarisch als empirisch möchte ich das Feld der Biokunststoffe, insbesondere das des Chitins, aufrollen mit dem Ziel, einen Anstoss zu geben zu kreativer Tätigkeit oder weiterer Vertiefung im Thema...

Die Aktualität des Themas ist jedenfalls mehr denn je gewährleistet. Eine zunehmend bequemere Wegwerfgesellschaft und daraus hervorgehende erhöhte Schadstoffwerte in der Luft sowie das Knappwerden endlicher Ressourcen machen die Suche nach neuen ökologischen Materialien und deren Einsatz notwendig.

Der im Titel verwendete Ausdruck „Biokunststoff“ ist sehr verbreitet wenn man über Ressourcen schonende Polymere¹ spricht, jedoch keinesfalls treffend und in sich widersprüchlich. Das Wort Kunststoff meint eigentlich nur, dass ein Stoff künstlich hergestellt wird. Es missachtet jedoch den Aspekt, den sein englisches Pendant (Plastic) noch in sich trägt: nämlich die Verformbarkeit unter Wärme! Stoffe, die nur künstlich hergestellt werden (Kunststoffe) könnten demnach auch Glas, Porzellan oder Aluminium sein.² Andererseits gibt es seit der Erfindung des Bakelit auch Plastik, welches nicht mehr „plastisch“ ist. Es handelt sich dabei um die Gruppe der Duromere.

Kleine Kunststoffgeschichte

Biologisch abbaubare Kunststoffe sind entgegen vieler Meinungen keine moderne Zeiterscheinung. Mitte des 19. Jahrhunderts, zu Beginn des Kunststoffzeitalters,³ als im Versuch- und Irrtum-Verfahren nach Ersatzstoffen für immer seltener werdende natürliche Materialien wie zum Beispiel Elfenbein gesucht wurde, stiess man bereits auf Stoffe wie Parkesin, Xylonite, Celluloid oder Galalith, die allesamt biologisch abbaubar waren und somit als erste Biokunststoffe gelten dürften. Erst 1907 entwickelte Leo H. Baekeland den ersten echten Kunststoff, das heisst ein Werkstoff, dessen Herstellung über die blosser Veränderung eines Naturstoffes hinausgeht. Dieses nach dem Erfinder benannte Bakelit löste in der Folge einen regelrechten Boom aus und wurde vor allem im Art Déco reichlich eingesetzt.⁴

In den folgenden Jahren wurde diese Linie weiterverfolgt, auch wenn u.a. Henry Ford darüber Bedenken äusserte und in den 20er Jahren Sojabohnen für die Automobilproduktion benutzte.

Der einzige Biokunststoff, der das Wachstum der synthetischen Plastikindustrie überdauern konnte ist Zellophan, das heute noch als Schutzfilm für z.B. Zigarren oder Süßigkeiten verwendet wird.⁵

¹ Polymer wird die chemische Verbindung sehr vieler kleiner Moleküle genannt

² V. Koesling; AdR-Schriftenreihe, Band 5/6; S. 86 ff.

³ S. Fenichell; Plastic, the Making of a Synthetic Century; S. 10

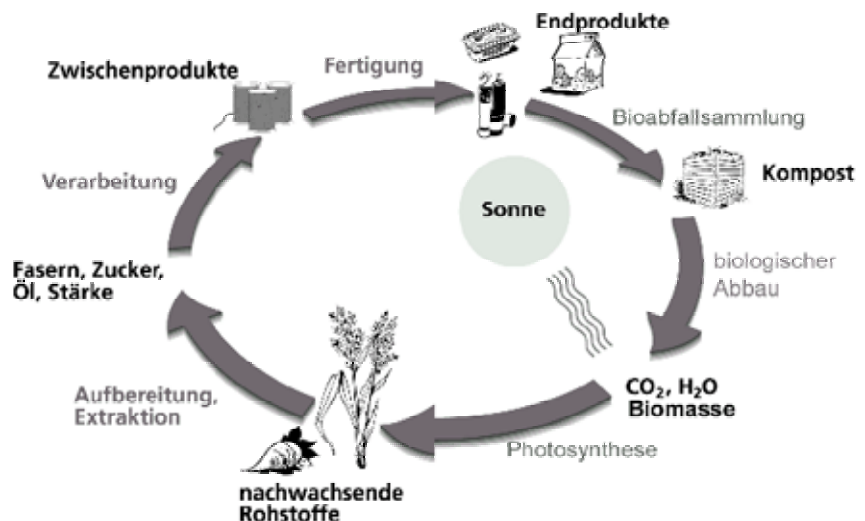
⁴ T. Hauffe; Schnellkurs Design; Dumont; S. 93

⁵ www.greenplastics.com

Was sind Biokunststoffe?

Biokunststoffe sind Kunststoffe, die nicht mehr konventionell aus dem Rohstoff Erdöl, sondern aus nachwachsenden, meist pflanzlichen Rohstoffen produziert werden. Zur Zeit werden Biopolymere in sieben Hauptgruppen gemäss ihrer chemischen Struktur aufgeteilt.⁶ Bei den Grundbausteinen handelt es sich vorwiegend um Stärke, Zucker, Eiweiss, Lignin und Zellulose.

Zu ihrer Herstellung benötigen Biologisch Abbaubare Werkstoffe (BAW) 20 – 50 % weniger Energie als Kunststoffe aus Erdöl und bei ihrer Rückführung in den Kreislauf der Natur (Abb. 1) geben sie genau so viel CO² in die Atmosphäre frei wie die Pflanze ihr im Wachstum durch Photosynthese entnommen hat. Biokunststoffe werden nämlich ganz einfach kompostiert! Das Abfallprodukt besteht aus Wasser, Biomasse (Erde) und Kohlendioxyd. Der biologische Abbau setzt erst unter bestimmten Bedingungen ein: Nur wenn gleichzeitig hinreichend hohe Temperaturen, Wasser und eine hohe Anzahl von Mikroorganismen vorherrschen.



(Abb. 1) Der Kreislauf der Natur. Nicht nur Biokunststoffe, auch andere Materialien zerfallen irgendwann! So zerfällt eine Zigarette in 2 Jahren, eine Batterie benötigt dazu 5000 Jahre, Ein Chipssack braucht 10 Jahre, eine Cola-Dose 150 Jahre, Glasscherben verrotten nie...

Die Eigenschaften von Biokunststoffen übertreffen die herkömmlicher Polymere je nach Anwendung bei weitem (siehe Chitin!). Bei der Verpackungsfolie PLA (Polymilchsäure) beispielsweise ist das spezifische Gewicht etwas höher, dafür die mechanischen Eigenschaften unübertroffen, so dass mit geringeren Materialstärken gerechnet werden kann als bei herkömmlichen Folien.

Bei all den Vorteilen von biologisch abbaubaren Kunststoffen seien auch deren mögliche Nachteile erwähnt. Da sie bisweilen aus lebenswichtigen Rohstoffen wie Mais oder Pilzen produziert werden, stellt sich die Frage, ob gewissen Völkern die Nahrungsgrundlage entzogen wird. Für dieses Problem steht jedoch in der Theorie eine Antwort: Je länger je

⁶ A. Steinbüchel; Biopolymers; Index; März 2003

mehr sollen Blätter und Halme (Tierfutter) und keine menschlichen Nahrungsmittel in Biokunststoff umgewandelt werden.⁷ Eine weitere Lösung benötigt das Problem der Erkennung und der sachgemässen Rückführung von BAW's. Werden diese nach Gebrauch wirklich kompostiert oder landen sie im Kehrriech? Diese Frage wird zurzeit in Kassel anhand eines Pilotprojekts geklärt.⁸

Durch die geringen Produktionsmengen ist der Preis von Biopolymeren noch etwas hoch, das könnte sich aber anpassen, gelänge eine Steigerung auf das prognostizierte Marktpotential von 10% des Kunststoffmarkts.⁹

Ein weiteres Problem der Biokunststoffe stellt die beschränkte Haltbarkeit und damit die fast unmögliche Musealisierung dar.

Anwendung von Biokunststoffen

Heute werden Biokunststoffe entsprechend ihrer Eigenschaften vor allem in der Verpackungsindustrie eingesetzt. Aus PLA beispielsweise werden hochklassige Joghurtbecher, Klarsichtfolien, Plastiksäcke, Schalen und Becher hergestellt – alles schnellebige Produkte, die keines ewigen Materials bedürfen. Auch der Werkstoff Zellulose wird zurzeit wiederentdeckt. Aus dem lange Zeit wissenschaftlich in Vergessenheit geratenen Biopolymer werden Slipeinlagen, Babywischtücher und Feuchttücher gefertigt. Auch die sehr saugfähigen Fleischunterlagen in Supermarktverpackungen sind aus Zellulose. Den Rohstoff hierfür bilden schnell nachwachsende Pappeln.¹⁰

Die Anwendungsmöglichkeiten sind damit aber noch lange nicht erschöpft. Produkte wie Fasal® Cohpol™ oder Bioplast® sind als Granulate erhältlich und in jeder herkömmlichen Kunststoffspritzgussanlage zu verarbeiten, was eine uneingeschränkte Formenvielfalt der daraus entstehenden Produkte erlaubt. In Verbindung mit Pflanzenfasern können zudem gegen mechanische Belastungen äusserst widerstandsfähige Verbundmaterialien erreicht werden. Die Verarbeitungstechnik Laminieren kann mit Biopolymeren genauso wie mit herkömmlichen Harzen geschehen.

Nebst Verpackungsutensilien könnten aus Biokunststoffen also auch Gehäuseteile von Apparaten, Spielzeug für Kinder, Accessoires, Essgarnituren von Fast-Food Restaurants, Möbel- und Nagellacke, Feuerwehrhelme und andere Dinge hergestellt werden!

Interessant würde es vor allem dann, wenn die angenommene oder gewünschte Lebensdauer eines Produktes bereits im Material „vorprogrammiert“ werden könnte...

Der Biokunststoff Chitin...

Nebst Zellulose, einem ähnlich aufgebauten Polysaccharid, dem Hauptbestandteil pflanzlicher Zellwände, ist Chitin das häufigste Biopolymer auf der Erde. Es kommt in der Natur vor allem in Rüstungen von Gliedertieren wie Krabben, Garnelen, Käfer, Spinnen und Insekten vor, aber auch in pflanzlichen Lebewesen wie der Alge oder einigen Pilzen. Je nach Einlagerung von bestimmten Stoffen (z.B. Kalk oder Resilin) verändern sich die Eigenschaften des Chitin. So sind die Panzer von Krebsen steinhart und schützen gegen Feinde, während es ihre gummiartige Beschaffenheit den Fliegen erlaubt, nach einem Niederschlag wieder zu sich zu kommen!

⁷ J. Hobbs; Neues Aus Mais, Interview; Verpackungs-Rundschau; Juli 2002

⁸ www.modellprojekt-kassel.de

⁹ Dr. H. Käß; Biologisch abbaubare Werkstoffe – Wo steht der Markt heute?; Neue Verpackung; Juli 2002

¹⁰ B. Strassmann; Einfach wischt und weg; Die Zeit; 9. Jan. 2003

Über 100 Milliarden Tonnen Chitin werden jährlich produziert, das meiste landet gegenwärtig in Form von Fischabfällen im Müll oder wird bestenfalls als Dünger auf Feldern deponiert – wozu es auch prädestiniert ist! Durch seine antibakterielle Wirkung übernimmt es dort nämlich die Funktion eines natürlichen Pestizides.¹¹

Die desinfizierende Wirkung dieses Urstoffes kannten bereits die Indianer. Sie benutzten zerriebene Krabbenschalen zur Wundheilung. Ähnliche Erfolge lassen sich auch heute mit Chitin erzielen, wie das Beispiel eines dreijährigen Russen zeigt: 80% seiner Haut war durch siedendes Wasser schwer verbrannt – normalerweise ein Todesurteil. Dank einer Ersatzhaut aus Chitin verheilte seine Verbrennung narbenfrei. Hierbei kommt eine weitere Eigenschaft des Chitins zu tragen: Es wird vom menschlichen Körper nicht als fremd erkannt und abgestossen, es ist biokompatibel.¹² Körper eigene Enzyme lösen es auf, so dass ein schmerzhaftes Entfernen der Pflaster entfällt.

...und Chitosan

Durch chemische Umwandlung wird aus Chitin das Chitosan gewonnen, welches sich dank seiner erhöhten Löslichkeit zu Gelen, Folien, Fasern und Membranen verarbeiten lässt. Kosmetika, Präparate zur Verzögerung der Blutgerinnung, zur Aktivierung der Killerzellen und Stärkung des Immunsystems – sie alle enthalten Chitosan. Chitosan wirkt entgiftend und verdauungsfördernd, chirurgisches Nähgarn aus Chitosan löst sich im Körper des Patienten selbst auf und dank seiner biologischen Abbaubarkeit wegen kann Chitosan auch als Trägermaterial zur langsamen und dosierten Freisetzung von Medikamenten im menschlichen Körper eingesetzt werden.

Durch die chemische Veredelung ist Chitosan zudem stark positiv geladen, wodurch negativ geladene Teilchen angezogen werden. In der Medizin wird Chitosan daher als Blutfettfänger eingesetzt, um auf diese Weise Herzinfarkten und Schlaganfällen vorzubeugen. Durch den selben Mechanismus können ebenfalls Proteine aus Betrieben die Fleisch, Fisch, Früchte oder Milch verarbeiten oder gar Schwermetalle aus Abwässern gefischt werden.

Gelöstes Chitosan macht zudem Schleimhäute durchlässiger für Arzneistoffe. So könnten in Zukunft Medikamente z.B. für Diabetiker statt intravenös mit einem Nasenspray eingenommen werden.

Bereits Schlagzeilen gemacht hat das Chitosan als Schlankheitsmittel. Eine Menge Produkte existieren hier schon. Das bekannteste dürfte die Pille Xenical sein, wovon das Polymer ein fester Bestandteil ist (Abb. 2).

Ein kleiner Nachteil von Chitin und Chitosan jedoch bleibt: Die Gewinnung des Naturstoffes aus Krabbenschalen ist äusserst aufwändig, die chemische Synthese aber noch mehr!

Abschliessend kann gesagt werden, dass in dem Stoff ein riesiges Anwendungspotential schlummert: Chitosan lässt sich zu Filmen, Fasern oder Granulat verarbeiten, steckt in einigen Haarfestigern, macht Lacke zähflüssiger, veredelt Papier und Textilien und wird sicher noch von sich reden machen...¹³

¹¹ S. Karnicki, A. Wojtasz-Pajak, M. Brzeski, Bykowski; Chitin World, 1994; S. 246 ff.

¹² E. Khor; Chitin, Fulfilling a Biomaterials Promise, 2001; S. 55 ff.

¹³ Internet, Uni-Potsdam,



(Abb . 2) Eine Auswahl von Produkten aus Chitin und Chitosan wie Seife, Socken, Schlankheitspillen- und Mittel

Fazit

Nebst den Fischresten, aus denen Chitin gewonnen werden kann, entstehen jährlich Tonnen von landwirtschaftlichen Abfällen, welche in der Erde vergraben werden und giftige Gär-gase freisetzen. Es sind dies z.B. Apfeltrester aus der Saftproduktion, Zuckerrübenschnitzel, Molke als Abfall bei der Käseproduktion, Zitrusfrüchte aus Überproduktion (Griechenland) usw.

Würde das Ziel erreicht, solche Abfälle zu Sammeln und als Rohstoff für die Produktion von Biokunststoff einzusetzen, so dürfte nicht zuletzt auch der Preis für Biopolymere um bis zu 70% sinken...¹⁴

Eine Fundgrube wiederum für den Designer - liessen sich doch ganz neue Szenarien über Verwendung und Lebenszyklen der verschiedensten Produkte erdenken!

Zum Schluss bleibt die Frage: Werden Biokunststoffe das Image von Plastik, dem lange der Ruf des billigen Ersatzmaterials nachging, in ein neues Licht stellen können?

¹⁴ S. Meininger; Verpackungstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen; Verpackungszentrum Graz, Session 6