

Aufschwung in grün Biokunststoffe florieren Upswing in Green — Bioplastics are flourishing

Styropor aus Algen, Tüten aus Kartoffeln und Kleider aus Milch, die sich nach Gebrauch in Kompost auflösen: Biokunststoffe verschaffen nicht nur ein gutes Öko-Gewissen, sondern sind oft auch ökonomisch vorteilhaft. «Selbst im Krisenjahr 2009 konnten die Hersteller von biologisch abbaubaren Kunststoffen ein moderates Wachstum verzeichnen», erläutert Oliver Kutsch, der Geschäftsführer des Marktforschungsinstituts Ceresana Research, das dazu eine Studie veröffentlicht hat. Der positive Trend hält an: Die weltweit rund 80 Produzenten von Biokunststoffen wollen bis 2012 ihre Produktion auf mehr als 300.000 Tonnen pro Jahr verdoppeln. Das sind dann zwar nach wie vor nicht einmal ein Prozent des gesamten Kunststoffmarktes — aber es sind zweistellige Wachstumsraten.

VIELVERSPRECHENDE MATERIALIEN. Die Erwartungen an Biokunststoffe sind so groß wie vielfältig: ein besseres Image für Plastik, Unabhängigkeit von fossilen Rohstoffen, Lösungen für Abfallprobleme, Beiträge zum Klimaschutz und nicht zuletzt auch neue Einkommensquellen für die Landwirtschaft. Die Eigenschaften und Potenziale der verschiedenen Biopolymere sind jedoch höchst unterschiedlich.

Für dieses innovative und rasch wachsende Marktsegment gibt es noch keine allgemein anerkannte Definition. Unter dem «Bio»-Label werden vor allem zwei Gruppen von Polymeren angeboten:

- Biologisch abbaubare Kunststoffe sind nachweislich ohne Rückstände kompostierbar. Die Zerlegbarkeit durch Mikroorganismen wird jedoch von der chemischen Struktur des Materials, nicht von der Herkunft des Rohstoffs bestimmt: Sie können aus nachwachsenden Rohstoffen, aber auch aus fossilen Rohstoffen oder aus Mischungen von nachwachsenden und fossilen Rohstoffen hergestellt werden. Auf Erdölbasis werden zum Beispiel abbaubare Polyester und Polyvinylalkohole produziert, die zu Folien verarbeitet werden. Es ist nirgends festgelegt, ab welchem Anteil von Naturstoffen eine Plastikmasse «bio» genannt werden darf.
- Biobasierte Kunststoffe werden aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt. Sie sind zwar meistens, müssen aber nicht unbedingt biologisch abbaubar und kompostierbar sein. Bei der Herstellung können ihre Materialeigenschaften auch so modifiziert werden, dass sie für lange Zeit beständig sind. Die Ausgangsstoffe stammen meist aus konventioneller Land- und Forstwirtschaft, nicht unbedingt aus «bio»-zertifiziertem Anbau. Eine neuere Entwicklung ist die Produktion.

Styrofoam made from algae, bags made from potatoes and clothes made from milk that decompose into compost after use: Bioplastics are not only environmentally-friendly, but they can also be economically advantageous. «Despite the crisis in 2009, manufacturers „of biodegradable plastics were able to demonstrate moderate growth in this past year», explains Oliver Kutsch, president of Ceresana Research. According to a new study by this market research institution the positive trend continues: Until 2012 the world's approximately 80 producers of bioplastics plan to double their production to more than 300,000 tonnes per year. These still present less than one percent of the total plastics market — but they are two-digit growth rates.

PROMISING MATERIALS. Expectations for bioplastics are high and varied: a better image for plastics, independence from petroleum products, solutions for waste problems, contributions to environmental protection, and lastly a new source of income for the agricultural sector. However, the characteristics and potentials of different bioplastics vary substantially.

For this innovative and rapidly growing market segment, there is no universally accepted definition yet. Two main groups of polymers are offered under the label «bio»:

- Biodegradable plastics are demonstrably compostable without residues. Degradation by micro-organisms is determined by the chemical structure of the material, not the origin of the primary resource: Biodegradable plastics can be produced from renewable resources, but also from fossil raw materials or from mixtures of renewable and fossil resources. From petroleum, for example, biodegradable polyesters and polyvinyl alcohols are produced and processed into films. There are no official regulations about the amount of natural ingredients necessary to call a plastic mass «bio».
- Bio-based plastics are made from renewable resources. They are usually, but need not necessarily be biodegradable and compostable. During production their material properties can be modified to render them persistent for a long time. The starting materials are usually obtained from conventional agriculture and forestry, not necessarily from certified «organic» cultivation. A more recent development is the production of established standard plastics from natural raw materials such as bio-polyethylene and bio-polypropylene on the basis of sugar cane.

von etablierten Standardkunststoffen mit natürlichen Rohstoffen, z. B. Bio-Polyethylen und Bio-Polypropylen auf Basis von Zuckerrohr.

Biokunststoffe können auch nach ihren Herstellungsverfahren eingeteilt werden:

- Die erste Generation der Biokunststoffe wird direkt aus natürlichen oder chemisch modifizierten Polymeren hergestellt, z. B. thermoplastische Stärke aus Stärke oder Celluloseacetate aus Cellulose. Sie sind durch Additive begrenzt modifizierbar für spezifische Einsatzgebiete.
- Die zweite Generation der Biokunststoffe basiert dagegen auf durch Fermentation gewonnenen Monomeren, die aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen und über Polymerisation zu Kunststoffen weiterverarbeitet werden. So wird beispielsweise die besonders in Nordamerika nachgefragte Polymilchsäure (PLA) aus Milchsäure produziert. Da die Ausgangsstoffe vielfältig modifiziert werden können, haben diese gewandelte Biokunststoffe mehr Einsatzmöglichkeiten.
- Als dritte Generation könnte man Polymere bezeichnen, die direkt in Mikroorganismen oder gentechnisch veränderten Pflanzen hergestellt werden. Dies betrifft derzeit nur Polyhydroxyalkonate, zum Beispiel Polyhydroxy-Buttersäure (PHB), aus der man von Kleber über Beschichtungen bis zu Hartgummi praktisch alles herstellen kann. Ceresana Research erwartet in den nächsten Jahren einen deutlichen Anstieg des weltweiten Angebots von PHA-Thermoplasten. Neue Produktionsstätten werden z. B. in Italien, den USA, Brasilien, China und Japan errichtet.

ZURÜCK IN DIE ZUKUNFT. In gewisser Weise kehrt die Kunststoffbranche so zu ihren Anfängen zurück: Der erste industriell produzierte Thermoplast war Celluloid, das im Jahr 1869 für Billardkugeln entwickelt wurde. Später wurden Knöpfe aus dem Milchbestandteil Kasein gefertigt und Schallplatten aus Schellack, einem Harz von Schildläusen. Ab den 1930er Jahren kamen aber Plexiglas, Polyethylen & Co. auf, und der niedrige Erdölpreis entmutigte jede Suche nach Alternativen. Erst seit rund 20 Jahren denken Plastikhersteller wieder ernsthaft an nicht-fossile Rohstoffe.

Cellophan und andere Cellulose-Derivate gibt es immer noch. Aus bakteriell produzierter Cellulose können z. B. sehr feste Formteile oder extrem weiche Papierbeschichtungen produziert werden, die wegen der hohen Preise allerdings weitgehend auf biomedizinische Anwendungen beschränkt bleiben. Die weltweit meistverkauften Biokunststoffe sind derzeit aber Stärke-Polymere: Stärke aus Mais, Weizen oder anderen Pflanzen wird zusammen mit natürlichen Weichmachern wie Sorbit granuliert und mit geringfügig modifizierten Standard-Thermoplast-Anlagen zu Folien, tiefziehbaren Flachfolien, Spritzgussartikeln oder Beschichtungen verarbeitet. Produktbeispiele sind Verpackungschips, Abfallsäcke, Windeln, Kugelschreiber oder Obstschalen. Ihre relativ hohe Durchlässigkeit für Wasserdampf macht Stärkekunststoffe nützlich für die Verpackung von heißen Nahrungsmitteln, etwa in beschichtetem Papier. Auf dem zweiten Platz kommt Polymilchsäure: Zucker, etwa aus Molke,

Bioplastics can also be classified according to their manufacturing processes:

- The first generation of bioplastics is produced directly from natural or chemically modified polymers, e.g. thermoplastic starch from starch or cellulose acetate from cellulose. To some extent they can be modified by additives for specific applications.
- The second generation of bioplastics is based on monomers obtained through fermentation of renewable resources and polymerized into plastics. For example, polylactic acid (PLA), especially in demand in the USA, is produced from lactic acid. As the starting materials can be modified in many ways, these converted bioplastics offer more applications.
- As a third generation of bioplastics one could classify polymers that are produced directly in micro-organisms or genetically modified plants. This applies currently only to polyhydroxyalkanoates, such as polyhydroxy butyric acid (PHB), from which one can produce practically everything from glue to coatings or hard rubber. Ceresana Research expects in the coming years a significant increase in world supply of PHA thermoplastics. New production facilities are built for example in Italy, the USA, Brazil, China and Japan.

BACK TO THE FUTURE. In a sense, the plastics industry returns to its beginnings: The first industrially produced thermoplastic was celluloid, developed in 1869 for billiard balls. Later, buttons were made from the milk component casein and records from shellac, a resin made of scale insects. But in the 1930s plexiglass, polyethylene & Co. arrived, and low oil prices discouraged any search for alternatives. Only since about 20 years plastic manufacturers are again seriously interested in non-fossil resources.

Cellophane and other cellulose derivatives are still available. For example, from bacterially produced cellulose very firm molded parts or extremely soft paper coatings can be produced. Due to their high prices, however, they remain limited to biomedical applications. The world's best selling bio-plastics are currently starch polymers: Starch from corn, wheat or other plants is granulated together with natural plasticizers such as sorbitol and processed with slightly modified standard thermoplastic equipment into films, flat sheet films, injection molded articles or coatings. Examples of such products are packing chips, rubbish bags, diapers, pens or fruit bowls. Their relatively high permeability to water vapor makes starch plastics useful for the packaging of hot foods, for instance in coated paper. In second place comes polylactic acid: sugar, for instance from whey, is fermented by bacteria into lactic acid. PLA resins can be processed with slightly modified standard systems for thermoplastics, such as by injection molding, thermoforming or film extrusion. PLA is mainly used to produce packagings: high-quality films, thermoformed food and beverage boxes and coated paper, also foamed packagings. Global consumption of biodegradable plastics based on starch, sugar and cellulose has increased in the last eight years by 600 percent. Numerous other bioplastics are up until now only niche products.

wird durch Bakterien zu Milchsäure fermentiert. PLA-Granulate lassen sich mit geringfügig modifizierten Standardanlagen für Thermoplaste verarbeiten, etwa durch Spritzguss, Thermofolien oder Folienextrusion. Aus PLA werden überwiegend Verpackungen gefertigt: hochwertige Folien, thermogeformte Nahrungsmittel- und Getränke-Hartbehälter und beschichtetes Papier, ferner geschäumte Verpackungen. Der weltweite Verbrauch von biologisch abbaubaren Kunststoffen auf der Basis von Stärke, Zucker und Cellulose hat sich in den letzten acht Jahren um 600 Prozent erhöht. Zahlreiche weitere Biokunststoffe sind bislang nur Nischenprodukte.

ZUNEHMENDE KONKURRENZ FÜR DIE PETROCHEMIE. Generell sind Biokunststoffe immer noch bis zu sechsmal teurer als PET, Polypropylen und andere Massenkunststoffe aus Erdöl. Oft kommt es aber gar nicht auf den reinen Materialpreis an. Bei bestimmten Spezialanwendungen sind Biokunststoffe bereits unschlagbar. Besonders mit biologischer Abbaubarkeit lässt sich punkten: Wenn sich chirurgische Nägel im Körper auflösen, erspart das den Patienten eine zweite Operation. Mulchfolien, Anzucht-töpfe oder Friedhofslichter, die verrotten, müssen nicht eingesammelt werden. Kompostierbares Einweggeschirr braucht nach Großveranstaltungen keinen Abwasch. Wenn verdorbene Lebensmittel zusammen mit der Verpackung kompostiert werden können, entfällt die mühsame Mülltrennung. Vorteilhaft sind auch andere Eigenschaften: Weil Hüllen aus Bioplastik durchlässiger für Wasserdampf sind, halten darin Salatköpfe ein paar Tage länger.

Rein technisch gesehen können Biokunststoffe fast alle der herkömmlichen Plastiksorten ersetzen - in Anwendungsgebieten vom Trinkhalm bis zum Flugzeug. Ceresana Research hat herausgefunden, dass Taschen und Beutel noch vor Füllmaterial und Folien der bedeutendste Absatzmarkt dafür sind - rund 35 Prozent der weltweit hergestellten Biokunststoffe werden zu Tüten verarbeitet. Die höchsten Zuwächse beim Einsatz von Bioplastik verzeichnen jedoch die Automobil- und Elektroindustrie, etwa für Konsolen oder Handy-Schalen. Dass Holz-Polymer-Mischungen wie Holz aussehen, aber keinen Schall leiten und wegen des Plastikanteils in beliebige Formen gegossen werden können, wird z. B. für Lautsprechergehäuse genutzt. Die Autoindustrie verwendet naturfaserverstärkte Kunststoffe, die ein Drittel leichter sind als solche mit Glasfasern und außerdem bei Unfällen nicht so leicht splintern. Mittlerweile gibt es sogar Kühlwasserkästen aus einem Kunststoff, der aus Rizinusöl gewonnen wird - der heiße Motorinnenraum von Autos ist eine der größten Herausforderungen, die es für Werkstoffe überhaupt gibt.

Der Erfolg ist umso bemerkenswerter, als Biokunststoffe - anders als Biotreibstoffe - kaum von Regierungen gefördert werden. Die meisten Staaten helfen nur indirekt, etwa Frankreich durch ein Verbot von nicht-abbaubaren Tüten. In Deutschland sind Verpackungen aus Biokunststoff bis 2012 von den Müllgebühren des Dualen Systems befreit, entsprechende Flaschen nicht pfandpflichtig. Die deutsche Bundesregierung hat 2009 einen vagen, aber freundlichen «Aktionsplan zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe» veröffentlicht. Ambitionierter ist Japan: Um die Abhängigkeit vom Öl und den CO₂ Ausstoß zu

INCREASING COMPETITION FOR PETROCHEMICALS. In general,

bioplastics are still up to six times more expensive than PET, polypropylene and other commodity plastics made from petroleum. However, often the pure material price is not decisive. For certain special applications bioplastics are already unbeatable. Especially biodegradability can score points: If surgical nails dissolve in the body, this saves the patient a second operation. Mulch films, growing pots or cemetery lights, which rot on the spot, no longer have to be collected. Compostable disposable tableware doesn't need washing up. When spoiled food can be composted along with the packaging, the tedious separation of waste is eliminated. Another advantageous property: wrappings made of bioplastics are more permeable to water vapour - so heads of lettuce remain fresh a few days longer.

Technically bioplastics can replace almost all of the traditional plastic varieties - in applications from drinking straws to aircraft. Ceresana Research has found that pouches and bags, ahead of fillers and films, are their most important market - about 35 percent of the world bioplastic production is processed into bags. However, the highest increases in the use of bioplastics are being recorded in the automotive and electrical industries, for instance in applications like consoles or mobile phone shells. Wood-polymer blends are used for speaker enclosures because they look like wood, but do not conduct sound and their plastic content allows forming almost any shape. The automotive industry uses natural fiber reinforced plastics, which are one third lighter than those with glass fibers and do not splinter as easily in case of accidents. Meanwhile, there are even cooling water boxes made from a plastic, which is derived from castor oil - the hot engine compartment of cars is one of the biggest challenges for materials.

The success is all the more remarkable as bioplastics - unlike biofuels - are rarely supported by governments. Most countries help only indirectly, as France with a ban of non-degradable bags. In Germany, packaging and bottles made from bioplastics are exempt from garbage charges and deposits until 2012. The German Federal Government published in 2009 a vague but friendly «action plan for the material use of renewable resources.» Japan is more ambitious: To reduce oil dependency and CO₂ emissions, 20 percent of all plastics shall be produced from biomass by 2020.

HOW ECOLOGICAL ARE BIOPLASTICS? Growing attention also leads to criticism. However, bioplastics need not necessarily make food more expensive, promote monocultures or threaten forests, as opponents claim: They can also be produced from waste or residual biomass, as straw, seaweed, crab shells or from crude glycerine, a by-product of biofuel. The U.S. and Korea pin their hopes on genetic engineering.

How environmentally friendly bioplastics are, depends not least on the additives to the polymer. Additives can be produced both on a petrochemical basis and from renewable raw materials. So far there are hardly detailed environmental life cycle assessments available. The industry association European Bioplastics rejects so-called «oxo-biodegradable» products as obvious nonsense: Conventional plastics are enriched with cobalt, manganese or iron, so that they decompose quickly in sunlight and heat. The widespread use of oxo-biodegradable plastics would

verringern, sollen dort in Zusammenarbeit mit Großunternehmen wie Toyota und NEC 20 Prozent allen Plastiks bis zum Jahr 2020 aus Biomasse kommen.

WIE BIO IST BIO? Mit wachsender Aufmerksamkeit kommt auch Kritik. Biokunststoffe müssen allerdings nicht zwangsläufig Nahrungsmittel verteuern, Monokulturen fördern oder Urwälder bedrohen, wie Gegner meinen: Sie können auch aus Abfällen oder Restbiomasse gewonnen werden, etwa aus Stroh, Algen, Krabbenschalen oder aus Rohglyzerin, das bei der Biodieselproduktion anfällt. Die USA und Korea setzen eher auf Gentechnik.

Wie umweltfreundlich Biokunststoffe tatsächlich sind, hängt nicht zuletzt von den zum eigentlichen Polymer beigefügten Additiven und Zusatzstoffen ab, die ihrerseits sowohl auf petrochemischer Basis als auch auf Grundlage nachwachsender Rohstoffe hergestellt werden können. Es gibt noch kaum detaillierte Ökobilanzen. Als offensichtlicher Unfug werden vom Branchenverband European Bioplastics so genannte «oxobiologisch abbaubare» Produkte abgelehnt: konventionelle Kunststoffe, denen Kobalt, Mangan oder Eisen zugesetzt wird, damit sie sich bei Licht und Wärme rasch zersetzen. Damit landen in der Landschaft unsichtbare Plastikteilchen und Schwermetalle, es entsteht kein Humus und die im Kunststoff gespeicherte Erdöl-Energie ist auch verloren.

Sogar bei den Biokunststoffen, deren Abbaubarkeit nach den Normen EN 13432 und EN 14995 zertifiziert ist, fürchten aber Entsorgungsunternehmen um die etablierten Recycling-Systeme, und sei es nur, weil Konsumenten bei der Mülltrennung verwirrt werden könnten. In jedem Fall bedeutet das oft für Biokunststoffe verwendete Kennzeichen «Keimling» nicht unbedingt, dass die Tüten und Obstschalen auch auf privaten Komposthaufen verrotten - meist wird die nötige Hitze und Feuchtigkeit nur in industriellen Kompostwerken erreicht.

GUTE AUSSICHTEN. Von Anlaufschwierigkeiten wird sich die dynamisch wachsende Biokunststoff-Branche aber nicht aufhalten lassen - dafür sorgen schon die immer schwierigere Entsorgung von Plastikabfällen und die sich abzeichnende Verknappung des Erdöls. Den höchsten Zuwachs erwarten die Forscher in der Region Asien-Pazifik; vor allem China wird immer mehr Biokunststoffe exportieren. Die wichtigsten Abnehmer werden aber weiterhin Kunststoff-Verarbeiter in Europa und Japan sein. In der Biokunststoff-Studie von Ceresana Research finden Hersteller und Anwender detaillierte Informationen zu diesem zunehmend interessanten Markt, samt Prognosen bis zum Jahr 2016.

Ceresana Research,
Blarerstr. 56,
D-78462 Konstanz,
www.ceresana.com

cover the countryside with invisible plastic particles and heavy metals, there would be no humus, and the petroleum-energy stored in the plastic would also be lost.

Even if the biodegradability of bioplastics is certified according to the European norms EN 13432 and EN 14 995, waste management companies fear about the established recycling systems, if only because consumers could be confused with the separation of waste. In any case the protected compostability mark «seedling», which is often used to label bioplastics, does not necessarily mean that the bag or bowl will rot on a private compost heap - usually the necessary heat and humidity are only reached in industrial composting.

GOOD PROSPECTS. Start-up difficulties will not stop the dynamically growing bio-plastics industry - that is guaranteed by the increasingly difficult disposal of plastic waste and the looming shortage of crude oil. The researchers expect the highest growth in the Asia-Pacific region; especially China will export more and more bio-plastics. Plastic processors in Europe and Japan continue to be the most important consumers. In Ceresana's Market Study - Bioplastics manufacturers and users find detailed information about this increasingly interesting market, including forecasts until 2016.

Ceresana Research,
Blarerstr. 56,
D-78462 Konstanz,
www.ceresana.com