

Biokunststoffe in der Praxis

Ein Projekt des Kunststoff-Clusters sammelte Erfahrungen mit Polymilchsäure

Bioplastics in Practical Use

A project of the plastics cluster acquires experience with polylactic acid



Landeshauptmann Dr. Erwin Pröll:

Biokunststoff – gut für uns, gut für's Klima

Kunststoffe sind aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Sie werden so vielfältig eingesetzt, dass uns ihre Gegenwart kaum noch bewusst ist. Unabhängig von ihrem Aussehen bestehen diese Kunststoffe zum größten Teil aus Erdöl – einer Ressource, die nur begrenzt vorhanden ist, tendenziell immer teurer wird und auch ökologisch nicht unbedenklich ist. In vielen Bereichen könnten Biokunststoffe, also Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, eine mögliche Alternative sein.



In Niederösterreich haben wir die Zeichen der Zeit frühzeitig erkannt und bereits 2005 die Landesinitiative „N'packts“ gestartet. Ziel der Initiative war und ist es, den Einsatz von Kunststoffen aus nachwachsenden Rohstoffen zu forcieren und so weitere Schritte für den Klimaschutz und eine nachhaltige Entwicklung zu setzen.

Im Rahmen von „N'packts“ sind in den letzten fünf Jahren bereits eine Vielzahl innovativer Projekte und zukunftsorientierter Entwicklungen vorangetrieben worden. Ein Projekt-Highlight ist sicherlich das CORNET-Projekt „Bio-Packing PLA“, das heuer im Sommer abgeschlossen wurde. Die Projektergebnisse sind in dieser Broschüre zusammengefasst und damit auch allen Interessierten – Unternehmen ebenso wie Laien - zugänglich.

Jetzt gilt es, auf den gewonnenen Erkenntnissen aufzubauen. Im Bereich der Biokunststoffe liegt eine große Zukunftschance, die es jetzt für unser Land zu nutzen gilt. Entwicklungen in diesem Bereich tragen wesentlich zum Klimaschutz bei und sichern somit auch unsere Lebensqualität und die künftiger Generationen. Sie werden aber auch einen wichtigen Anteil daran haben, dass sich die heimische Wirtschaft weiterhin positiv entwickelt. Denn zukunftsweisende Technologie und High-Tech-Forschung schaffen auch moderne und sichere Arbeitsplätze.

Wir treiben den Einsatz dieser Technologie voran, weil wir überzeugt sind, dass die Zukunft in einer sinnvollen Verbindung von Ökologie und Wirtschaft liegt. Damit sichern wir Arbeitsplätze in der Region, festigen langfristig den Wirtschafts- und Forschungsstandort Niederösterreich und leisten einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz.

Dr. Erwin Pröll, Governor of Lower Austria:

Bioplastics – Good for us, Good for the Climate

Plastics have become an indispensable part of our daily lives. They are applied in so many areas that we are hardly aware of their presence anymore. Regardless of their appearance, plastics largely consist of oil – a limited resource, which tends to get more and more expensive and is not entirely harmless ecologically.

In Lower Austria we recognised the signs of the times early on and launched the initiative “N'packts” (“Lower Austria can do it”) in 2005. The objective of this initiative has been to promote the use of plastics made of renewable raw materials, thus taking further steps in the direction of climate protection and a sustainable development.

Within the initiative “N'packts”, a series of innovative projects and future-oriented developments have been promoted in the last five years. One project highlight is certainly the CORNET project “Bio-Packing PLA”, which was completed last summer. The results of this project are summarised in this brochure and thus become accessible to anyone who may be interested – companies as well as laypersons.

Now it is important to build upon the knowledge gained. The area of bioplastics provides great opportunities for the future, which we have to use for our province. Developments in this sector contribute significantly to climate protection, thus securing our quality of life and that of future generations. In addition, they will also play an important part in the further positive development of the economy in our country. For trend-setting technologies and high-tech research also create modern and secure jobs.

We promote the use of this technology because we are convinced that the future lies in a sensible combination of ecology and economy. This way, we secure jobs in the region, strengthen the business and research location Lower Austria in the long term and make an essential contribution to protecting the climate.



Dr. Petra Bohuslav



*NÖ Landesrätin für
Wirtschaft, Tourismus,
Technologie und Sport*

Niederösterreichs innovative Kunststoff-Branche hat für die heimische Wirtschaft einen hohen Stellenwert. Seit mehr als zwei Jahrzehnten haben unsere Betriebe Know-how in Sachen landwirtschaftlicher Veredelung, Polymerisierung, Fermentation und Kunststoffverarbeitung aufgebaut. Jetzt gilt es, dieses Wissen zu

bündeln und in eine gemeinsame Biokunststoff-Produktion münden zu lassen.

Wir sind in Niederösterreich bereits exzellent positioniert in der synthetischen Kunststoffherstellung: Pro EinwohnerIn werden jährlich mehr als 1.500 kg Kunststoff-Rohstoff in Niederösterreich hergestellt. Jetzt wollen wir um die Nische der Biokunststoffe erweitern. Projekte wie das CORNET-Projekt „Bio-Packing PLA“ treiben diese Entwicklung erfolgreich voran. Hier bekommen einerseits heimische Betriebe Zugang zur internationalen Spitzenforschung und gleichzeitig wird für Niederösterreich anhand konkreter Projekte ein Zukunftsfeld mit großem wirtschaftlichem Potenzial erschlossen. Biokunststoffe können ein hohes Wertschöpfungspotenzial auslösen – sowohl für die Industrie als auch für die Landwirtschaft. Nutzen wir diese Chance!

Dr. Stephan Pernkopf



*NÖ Landesrat für
Umwelt, Landwirtschaft
und Energie*

Rohstoffe aus Niederösterreich können künftig auch zur Erzeugung von Biokunststoffen verwendet werden. Diese können kompostiert oder stofflich verwertet werden. Sie liefern aber auch beim Verbrennen einen hohen Brennwert und sind weitgehend CO₂-neutral. Niederösterreich möchte mit der Initiative „N packt's“ die Verbreitung dieser umweltschonenden Kunststoffe forcieren.

Eine wichtige Rolle spielt dabei der Landwirt, der zunehmend auch zum „Energiewirt“ wird und so ein zusätzliches Standbein erhält. Unsere Aufgabe wird es sein, auf eine wirtschaftliche, ökologische und soziale Balance zwischen den beiden Rollenbildern – Landwirt und Energiewirt – zu achten. In Niederösterreich können wir große landwirtschaftliche Flächen sowohl für neue Bioenergien als auch für neue Biokunststoffe bereitstellen. Gleichzeitig wird aufgrund dieser großflächigen Industrieproduktion die lebensmittelproduzierende Landwirtschaft wieder an Bedeutung zunehmen.

Wenn wir die neue Technologie vorausschauend einsetzen, wird eine positive Spirale für unser Land in Gang gesetzt, von der alle profitieren werden.

Dr. Petra Bohuslav

*Regional Minister for Economy, Tourism,
Technology and Sports*

The innovative plastics industry of Lower Austria is of great importance to the Austrian economy. For more than two decades, our companies have built up knowledge in terms of agricultural processing, polymerisation, fermentation and plastics processing. Now it is essential to combine this knowledge and to apply it to a common bioplastics production.

In Lower Austria we are excellently positioned in the production of synthetic materials: Every year, more than 1500 kg of synthetic raw materials are produced per inhabitant in Lower Austria. Now we want to add the niche of bioplastics. Projects such as the CORNET project “Bio-Packing PLA” successfully promote this development. On the one hand, Austrian enterprises gain access to top-level international research, while at the same a future segment with great economic potential is opened up for Lower Austria through concrete projects. Bioplastics can create great added-value potential, both for industry and agriculture. Let's take advantage of this opportunity!



© NAKU

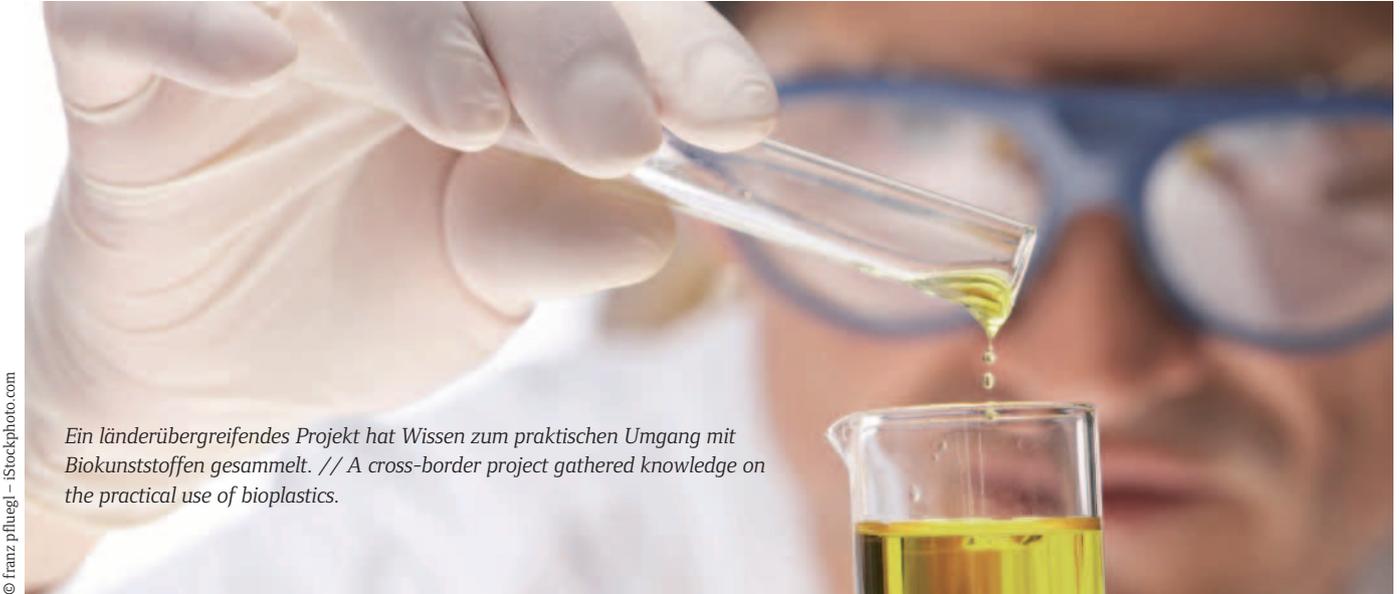
Dr. Stephan Pernkopf

*Regional Minister for Environmental Issues,
Agriculture and Energy*

Raw materials from Lower Austria can in the future also be used for the production of bioplastics. They can be composted or recycled. When burnt, they offer a high calorific value and are largely CO₂-neutral. With the Initiative “N packt's” (“Lower Austria can do it”), Lower Austria wants to promote increased usage of these environmentally sound plastics.

In this context, farmers play an important role: they increasingly also act as “energy entrepreneurs”, thus obtaining an additional pillar. Our task will be to pay attention to an economic, ecological and social balance between the two role models of farmer and “energy entrepreneur”. In Lower Austria we can provide large areas of agricultural land for new forms of bioenergy and new bioplastics. At the same time, food-producing agriculture will regain significance due to this large-scale industrial production.

If we use the new technology with forethought, a positive spiral will be launched, from which all of us will benefit.



Ein länderübergreifendes Projekt hat Wissen zum praktischen Umgang mit Biokunststoffen gesammelt. // A cross-border project gathered knowledge on the practical use of bioplastics.

© franz pfluegl - iStockphoto.com

1 Biokunststoffe: Von der Forschung ins Regal

Ein vom St. Pöltner Büro des Kunststoff-Clusters geleitetes EU-Projekt hat Wissen zum praktischen Umgang mit Biokunststoffen aufgebaut und durch die Beteiligung zahlreicher Unternehmenspartner vervielfacht.

Ein mittelständischer Erzeuger von Kunststofffolien beliefert mit seiner Ware regelmäßig lebensmittelproduzierende Betriebe. Nicht wenige von ihnen verarbeiten Rohstoffe aus der biologischen Landwirtschaft und könnten die Nachhaltigkeit ihres Gesamtprodukts verbessern, wenn auch die Folien, die für die Verpackung eingesetzt werden, aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt würden. Dieser Wunsch wird nun immer öfter an den Folienproduzenten herangetragen. Aber gibt es schon Erfahrungen mit solchen Materialien? Und erfüllen diese die Kriterien, die für den Verarbeiter wichtig sind?

Im Rahmen eines CORNET-Projekts, das in den letzten zweieinhalb Jahren vom St. Pöltner Büro des Kunststoff-Clusters koordiniert worden ist, wurde genau zu dieser Frage praxisnahes Wissen erarbeitet, von dem viele Unternehmen nun profitieren können.

Wissen, das praktisch verwertbar ist

CORNET ist eine Förderschiene innerhalb der europäischen ERA-NET-Initiative, die auf kollektive, über Fach- und Berufsverbände organisierte Forschung abzielt. Im Falle des CORNET-Projekts zu den Biokunststoffen ergriff die niederösterreichische Wirtschaftsagentur ecoplus die Initiative. Ausgangspunkt war eine Studie von Andreas Windsperger von der TU Wien, die Biokunststoffen großes Potenzial für die niederösterreichische Wirtschaft bescheinigte. Unterstützt vom Land Niederösterreich durch die Einbettung in die Initiative „N packt's“ wagte man den Antrag. „Zunächst ging es da-

1 Bioplastics: From the Lab to the Product Shelves

An EU project led by the St. Pölten office of the plastics cluster has developed knowledge in the practical use of bioplastics and multiplied it through the participation of numerous industry partners.

A medium-sized plastic film manufacturer regularly supplies food production companies. Quite a few of them process products from organic farms and could improve the sustainability of their overall product if the films used for packaging were also made of renewable raw materials. Plastic film producers are now increasingly confronted with this request. But are there any experiences with such materials? And do they meet the criteria that are important to the processor?

Within a CORNET project, which has been coordinated by the St. Pölten office of the plastics cluster for the last two and a half years, practical knowledge in exactly this issue has been developed, and now many companies benefit from it.

Knowledge Which Can Be Used in Practice

CORNET is a funding framework within the European ERA-NET Initiative, which aims at collective research organised via professional organisations. In the case of the CORNET project on bioplastics, ecoplus, the business agency of Lower Austria, took the initiative. The starting point was a study by Andreas Windsperger of the Vienna University of Technology, which attested bioplastics great potential for the Lower Austrian economy. Supported by the province of Lower Austria through the integration in the initiative “N packt's” (“Lower Austria can do it”), an application was submitted. “Initially we had to clarify which countries were interested in participating,” says Alexander Komenda, who ma-

rum, abzuklären, welche Länder Interesse haben, mitzumachen“, erzählt Alexander Komenda, der für den Kunststoff-Cluster das Management des Gesamtprojekts übernommen hatte. Elf Institute aus sechs europäischen Ländern sowie eine Vielzahl von Firmenpartnern, allein 20 aus Österreich, fanden sich schließlich zusammen, um gemeinsam ein Ziel zu verfolgen, das Komenda mit dem Satz „Wir wollen mit Biokunststoffen umgehen lernen“ auf den Punkt bringt. Die beteiligten Betriebe investieren in das Projekt, jeder Euro eines österreichischen Unternehmens wurde dabei aber von der FFG vervierfacht. Insgesamt kam ein Projektvolumen von 1,6 Mio. Euro zustande.

Anfang 2008 konnte das Projekt starten. Zunächst einigten sich die Beteiligten auf bestimmte Festlegungen: Man fokussierte auf das Material Polymilchsäure, das – mit verschiedenen Additiven versehen – eine große Bandbreite an Anwendungen möglich macht. Zudem beschränkte man sich auf Material, das bereits auf dem Markt erhältlich ist und mindestens im 500-kg-Maßstab erzeugt wird. „Es nützt nichts, wenn man wertvolle Erfahrungen mit der Verarbeitung eines Kunststoffs sammelt, den man dann nicht kaufen kann“, fasst Alexander Komenda die Beweggründe für diese Entscheidung zusammen.

Eine weitere Vorgabe legte die Latte für das Projekt noch höher: Alles, was zum Zug kommt, auch die Additive, muss biologisch abbaubar sein. Das schränkte die Bandbreite des Erlaubten zwar massiv ein, schuf aber von Anfang an gute Voraussetzungen für Anwendungen im Lebensmittelbereich.

Jeder macht das, was er am besten kann

Ausgehend von diesen Rahmenbedingungen machte man sich daran, eine Projektstruktur aufzubauen. Jedes der beteiligten Länder übernahm mit dem jeweiligen wissenschaftlichen Partner die Federführung in einem anderen Fachgebiet. Aus Frankreich kamen mit dem „Institut National des Sciences Appliquées“ die Experten in der Materialauswahl. Dabei galt es, eine ganze Reihe an physikalischen Eigenschaften zu berücksichtigen, die für die Verarbeitbarkeit und praktische Verwendung der Biokunststoffe von essenzieller Bedeutung sind. Verschiedene Anwendungen verlangen Durchlässigkeit oder Undurchlässigkeit gegenüber bestimmten Gasen, andere eine Beständigkeit bei Temperaturen von mehr als 60 Grad Celsius.

Deutschland übernahm mit dem Deutschen Kunststoff-Institut das Testen der Rohmaterialien. Dabei ergab sich zunächst die Problematik, ob Testverfahren, die standardmäßig für konventionelle Kunststoffe verwendet werden, für Biokunststoffe überhaupt ohne weiteres übernommen werden können. Beispielsweise war es wichtig, die Chiralität des Milchsäure-Monomers zu berücksichtigen (also die Tatsache, dass zwei Versionen des Moleküls möglich sind, die sich wie Bild und Spiegelbild verhalten). Verschiedene Methoden mussten den Besonderheiten des Biopolymers angepasst werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zur Charakterisierung des Materials, mit dem in den folgenden Projektphasen weitergearbeitet wurde, waren aber von zentraler Bedeutung. Komenda: „Es ist eine der Leistungen des Projekts, dass alle Teilnehmer das gleiche Material auch in größeren Mengen bekommen haben, um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen.“

Beim Verarbeiten der Biokunststoffe auf den in der Produktion von Verpackungen üblichen Maschinen übernahm das Slowenische „Tool & Die Development Center“ die Federführung. Mitgewirkt haben dabei aber vor allem die Firmenpartner selbst, was den Vorteil hatte, dass das Wissen gleich bei denen lag, die für die spätere Anwendung zuständig sind. Das polnische Institut Cobro koordinierte die Tests



Das international besetzte Projektteam fokussierte seine Arbeit auf das Material Polymilchsäure. // The international project team focused its work on the material polylactic acid.

© ecoplus

naged the entire project for the plastics cluster. Eleven institutes from six European countries, as well as a large number of company partners, 20 from Austria alone, finally came together to pursue the common goal, which Komenda sums up in one sentence: “We want to learn how to deal with bioplastics.” The participating companies invest in the project, but each euro from an Austrian company has been quadrupled by the Austrian Research Promotion Agency FFG. Overall, the project volume totals 1.6 million euros.

The project was launched in early 2008. First of all, the participants agreed on certain definitions: the focus was placed on the material polylactic acid, which, based on different additives, enables a wide range of applications. In addition, the project was limited to material already available in the market and produced at a scale of at least 500 kg. “It doesn’t help if we collect valuable experience with processing a type of plastic which we then can’t buy,” Alexander Komenda summarises the reasons for this decision.

Another definition set the benchmark for the project even higher: any material used, including additives, must be biodegradable. Although this massively restricted the range of what was allowed, it created a good basis for applications in the food sector.

Everyone Does What He Does Best

Based on this general framework, the participants started to develop a project structure. Each of the countries, together with the respective scientific partner, took the lead in a different field. The experts in materials selection came from France, with the “Institut National des Sciences Appliquées”. It was important to take into account a series of physical properties which are essential to the processability and the practical use of bioplastics. Different applications



Das erarbeitete Wissen ermöglicht, dass das Material in die Regale und bis zum Konsumenten gelangt. // Through the knowledge gained, the material gets to the shelves and the consumers.

der hergestellten Verpackungen, um herauszufinden, wie sich diese auch unter besonderen Belastungen (z. B. Durchrütteln im Lkw) verhalten. Die heimischen Experten vom OFI klärten ab, ob die Verpackungen aus Polymilchsäure die speziellen Anforderungen im Lebensmittelbereich erfüllen. Das belgische Celabor schließlich war sowohl für das Testen tiefgezogener Folien als auch für das abfalltechnische Ende der Verwertungskette sowie für Life-Cycle-Analysen zuständig – ein heißes Eisen, denn schließlich ist die ökologische Bilanz eines der Hauptargumente für den Einsatz von Biokunststoffen.

Die riskante Herausforderung war dabei, eine transparente, leicht adaptierbare Analyse zu erarbeiten, die fachlichen Diskussionen standhält und eine Objektivierung der emotionalen Diskussion erlaubt. Eine Möglichkeit ist beispielsweise, eindeutig messbare Parameter herauszugreifen, wie den Anteil von Kohlenstoff aus nachwachsenden Rohstoffen, der mithilfe der C14-Methode bestimmt werden kann.

Anwendung Lebensmittel-Verpackung

Mittlerweile ist man soweit, dass der Rohstoff Polymilchsäure im Hinblick auf seine Verarbeitbarkeit in Verpackungen charakterisiert werden kann. Man weiß, dass es schwierig sein wird, Diffusionsbarrieren zu verbessern, ohne auf Mehrschichtsysteme überzugehen. Man weiß, von welchen Parametern die Temperaturstabilität abhängt. Man weiß, wie Produktionsprozesse so gestaltet werden können, dass ein brauchbares Produkt herauskommt. Und: Das Wissen ist unter die beteiligten Unternehmen verteilt worden. „Letztlich geht es darum, dass ein Produkt entsteht, das ein Unternehmen verkaufen kann. Dann brauchen die Firmen auch Mitarbeiter zu dessen Erzeugung und dann haben wir vom Cluster unseren Job gut gemacht“, fasst Komenda zusammen.

Genau diesem Ziel ist auch eine Kooperation mit dem Lebensmittel-Cluster verpflichtet. „Wir haben drei Gruppen von Betrieben definiert“, erzählt Clustermanagerin Magdalena Geißberger, „je nachdem, welche Arten von Verpackungen sie verwenden.“ Da sind zunächst jene, die ihre Produkte in Folien verpacken, dann Getränkehersteller, die in Flaschen abfüllen und schließlich Hersteller von Backwaren. Aus allen drei Bereichen sind Unternehmen nun aufgerufen, an Kooperationsprojekten mitzuwirken. Das Thema Biokunststoff erreicht so jene, die dafür sorgen, dass etwas ins Regal kommt – und der Kreis hat sich geschlossen.

require permeability or impermeability towards certain gases, others resistance to temperatures exceeding 60 degrees Celsius.

With the German Institute for Polymers, Germany was in charge of testing the raw materials. At the beginning the issue of whether standard test procedures for conventional plastics were applicable to bioplastics without any adaptation had to be dealt with. It was, for example, important to take into account the chirality of the lactic acid monomer, i.e. the fact that two versions of the molecule, which behave as image and mirror image, are possible. Some methods had to be adapted to the special characteristics of the biopolymer. However, the results of these tests to characterise the material which was used for the following project phases were of central significance. Komenda: “It is one of the accomplishments of the project that all participants were given large amounts of the same material in order to achieve comparable results.”

The Slovenian “Tool & Die Development Center” took the lead in processing the bioplastics on machines which are commonly used in the production of packaging. However, it was especially the industry partners who participated, which had the advantage that the knowledge was placed with those who are responsible for application at a later point. The Polish institute Cobro coordinated the tests of the packaging materials produced in order to identify their behaviour under particular stress (e.g. jolting in trucks). Experts from the Austrian Research Institute for Chemistry and Technology (OFI) examined if the packaging material made of polylactic acid meets the special requirements in the food segment. Finally, Celabor from Belgium was in charge of testing deep-drawn plastic films, the waste-management end of the supply chain, as well as life-cycle analysis. This is a hot issue, as the ecological balance is one of the main arguments for the use of bioplastics.

The challenge was to develop a transparent, easily adaptable analysis, which would withstand technical discussions and allow an objectification of emotional discussion. One option is to pick clearly measurable parameters such as the portion of carbon from renewable raw materials, which can be determined by radiocarbon dating.

Application Food Packaging

Now a stage has been reached where the raw material polylactic acid can be characterised regarding its processability in packaging material. It is known that it will be difficult to improve diffusion barriers without moving on to multilayer systems. It is known which parameters temperature stability depends on. It is known how to design production processes in order to obtain a usable product. In addition, knowledge has been distributed among the participating companies. “Ultimately it is important to create a product which a company can sell. Then the companies will need people to manufacture the product and we from the cluster have done a good job,” Komenda summarises.

It is exactly this objective that a cooperation with the food cluster is also committed to. “We have defined three groups of companies, depending on the type of packaging they use,” explains cluster manager Magdalena Geißberger. The groups comprise those who use plastic films to package the products, manufacturers of beverages, who use bottles, and finally baked goods manufacturers. Companies from all three segments are now called upon to participate in cooperation projects. This way the topic of bioplastics reaches those who ensure that something is put on the shelf – and the circle is closing.

2 Polymilchsäure – Eigenschaften des Materials und wie man diese verbessern kann

Polymilchsäure ist auf dem Markt in unterschiedlichen Qualitäten erhältlich. Ein Arbeitsspaket des CORNET-Projekts beschäftigte sich mit den Eigenschaften des Materials und erarbeitete die Grundlagen für deren Verbesserung mit geeigneten Additiven.

Biokunststoffe sind Hoffnungsträger, wenn es darum geht, Nachteile der großflächigen Anwendung herkömmlicher Kunststoffe zu überwinden: Ihre Herstellung erfolgt aus nachwachsenden Rohstoffen und ist damit nicht direkt von der Verfügbarkeit von Erdöl abhängig. Ihr Einsatz ist über den gesamten Lebenszyklus hinweg CO₂-neutral. Viele Biopolymere sind darüber hinaus biologisch abbaubar und können so mithelfen, in einigen Bereichen der Anhäufung von Kunststoffabfällen entgegenzuwirken.

Das einzige Polymer aus nachwachsenden Rohstoffen, das sowohl diese Anforderungen als auch die entscheidenden technischen Vorgaben erfüllt und gleichzeitig in industriellen Maßstäben auf dem Markt verfügbar ist, ist derzeit Polymilchsäure (PLA). PLA ist ein thermoplastisches Material, das durch Polymerisation von Milchsäure hergestellt wird. Das Monomer Milchsäure wiederum wird durch Fermentation aus zucker- oder stärkehaltigen Rohstoffen hergestellt.

Einige grundsätzliche Eigenschaften machen das Material interessant als Alternative für heute breitflächig verwendete Kunststoffe: PLA ist von angenehmer Ästhetik und erinnert, was Glanz und Durchsichtigkeit betrifft, an Polystyrol. Es ist was-

2 Polylactic Acid – Properties of the Material and How to Improve Them

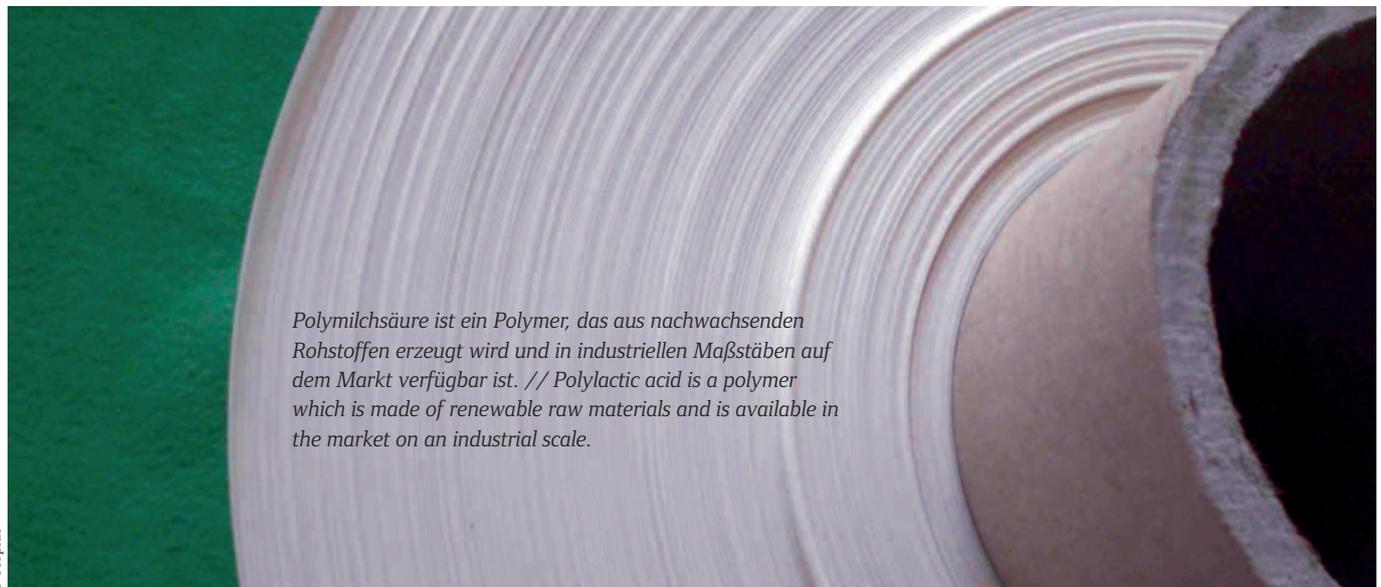
Polylactic acid is available in different qualities in the market. A work package of the CORNET project dealt with the properties of the material and developed the basis for their improvement with suitable additives.

Bioplastics are a pillar of hope when it comes to overcoming the disadvantages of the large-scale use of conventional plastics: they are produced from renewable raw materials and are therefore not directly dependent on the availability of oil. Their application is CO₂-neutral throughout their entire life cycle. Moreover, many biopolymers are biodegradable and can therefore help counteract the accumulation of plastics waste in some areas.

Currently, polylactic acid (PLA) is the only polymer made of renewable raw materials that meets both these requirements and the critical technical requirements and is at the same time available in the market on an industrial scale. PLA is a thermoplastic material, which is produced through the polymerisation of lactic acid. The monomer lactic acid is in turn made from sugar- or starch-based materials by fermentation.

Some basic properties make the material interesting as an alternative for plastics used on a large scale today: PLA has an aesthetic appeal and resembles polystyrene as regards gloss and transparency. It is water-insoluble and can be processed using extrusion, injection moulding and thermoforming techniques.

This is offset by some substantial disadvantages: PLA cannot withstand temperatures exceeding 60 degrees Celsius. In a pure



Polymilchsäure ist ein Polymer, das aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugt wird und in industriellen Maßstäben auf dem Markt verfügbar ist. // Polylactic acid is a polymer which is made of renewable raw materials and is available in the market on an industrial scale.

serunlöslich und kann in Extrusions-, Spritzguss- und Thermoform-Verfahren sowie zu Fasern und Folien verarbeitet werden. Dem stehen einige entscheidende Nachteile gegenüber: PLA hält Temperaturen, die höher als 60 Grad Celsius sind, nicht stand. In reinem Zustand ist es steif und spröde und muss, um mithilfe der gängigen Verfahren verarbeitet werden zu können, modifiziert werden.

Im Rahmen des CORNET-Projekts „Bio-Packing PLA“ beschäftigte sich ein Arbeitspaket unter der Federführung des Institut National des Sciences Appliquées (INSA), Lyon, mit den Eigenschaften kommerziell verfügbarer Polymilchsäure-Sorten, der möglichen Verbesserung des Materials durch entsprechende Additive und der Synthese und Charakterisierung der so entstehenden Blends.

Eigenschaften kommerziell verfügbarer PLA-Typen

Vergleichende Studien haben kommerziell verfügbare PLA-Sorten verschiedener Hersteller aus Europa und den USA hinsichtlich derjenigen Eigenschaften untersucht, die für den Einsatz in der Kunststoffverarbeitung relevant sind:

Thermische Eigenschaften: Darunter fällt vor allem die Untersuchung, wie sich das Material bei höheren Temperaturen verhält, etwa ob es Phasenübergänge gibt und ob es überhaupt stabil ist.

Mechanische Eigenschaften: Diese bestimmen, wie sich das Material bei bestimmten Beanspruchungen verhält, etwa bei Schlag oder Bruch.

Rheologische Eigenschaften: Rheologie ist die Lehre vom Verformungs- und Fließverhalten von Materialien. Die wichtigste rheologische Eigenschaft eines Kunststoffs ist die Viskosität der Schmelze.

Barriereigenschaften: Verschiedene Anwendungen verlangen die Durchlässigkeit oder Undurchlässigkeit gegenüber bestimmten Gasen

Alle diese Eigenschaften hängen mit der Struktur des Kunststoffs zusammen, die teils kristallin, teils amorph ist. Der Grad an Kristallinität ist daher ein wichtiger Parameter der Beschreibung von Polymilchsäure.

Bezüglich dieser Eigenschaften traten nun zwischen den verschiedenen auf dem Markt verfügbaren PLA-Typen beträchtliche Unterschiede zutage. Für alle weiteren Überlegungen wurden daher die vier am besten für Spritzguss- und Extrusionsanwendungen geeigneten Materialtypen betrachtet.

Verbesserungen von Schwachstellen des Materials durch Additive

Die Eigenschaften von Kunststoffen werden in vielen Fällen durch Zusatz von Additiven verbessert. Das ist auch für Polymilchsäure von Bedeutung. Drei Felder möglicher Verbesserungen der Eigenschaften reiner Polymilchsäure wurden im Projekt näher betrachtet:

- 1 Die Kristallinität und Kinetik der Kristallisation des Materials
- 2 Die mechanischen und thermomechanischen Eigenschaften
- 3 Die Barriereigenschaften

Für jedes der vier Felder sind in der Literatur Additive beschrieben, durch die eine signifikante Verbesserung erzielt werden kann:

- 1 Der Grad an Kristallinität und die Kinetik der Kristallisation



© ecoplus

Vergleichende Studien haben kommerziell verfügbare PLA-Sorten verschiedener Hersteller untersucht. // Comparative studies have examined commercially available types of PLA made by different manufacturers.

state it is stiff and brittle and requires modification in order to enable use in commonly used processes.

Within the CORNET project “Bio-Packing PLA”, a work package under the leadership of the Institut National des Sciences Appliquées (INSA), Lyon, dealt with the properties of commercially available types of polylactic acids, a possible improvement of the material based on the corresponding additives and the synthesis and characterisation of the blends thus created.

Properties of Commercially Available PLA Types

Comparative studies analysed commercially available types of PLA made by different manufacturers in Europe and the USA regarding those properties that are relevant to the use in plastics processing:

Thermal properties: This primarily refers to the analysis of how the material reacts to higher temperatures, for example whether there are phase transitions or if it is stable at all.

Mechanical properties: They determine how the material reacts to certain stresses such as impact or rupture.

Rheological properties: Rheology is the study of the deformation and flow behaviour of materials. The most important rheological property of plastics is the viscosity of the melt.

Barrier properties: Different applications require permeability or impermeability towards certain gases.

All of these properties are related to the structure of the plastics, which is partly crystalline and partly amorphous. The degree of crystallinity is therefore an important parameter in the specification of polylactic acid.

Significant differences regarding these properties have now surfaced among the different PLA types available in the market. Therefore, the four types of materials best suited for injection moulding and extrusion applications were examined for all further considerations.

Improvement of Weak Points of the Material through Additives

The properties of plastics are often improved by additives. This is also important for polylactic acid. The project focused on three areas of potential improvement in properties of pure polylactic acid:

- 1 Crystallinity and kinetics of the crystallisation of the material
- 2 Mechanical and thermomechanical properties
- 3 Barrier properties

kann durch die Beimengung von Polyethylenglykol und Talk-Pulver verbessert werden. Diese Additive erleichtern die Bildung von Kristallisationskeimen.

- 2 Mechanische Eigenschaften wie die Bruchdehnung (ein Maß für die Verformbarkeit) und die Schlagfestigkeit können durch den Einsatz von speziellen Additiven (Kettenverlängerer, Core-Shell-Aggregate) verbessert werden. Zur Erhöhung des Elastizitätsmoduls kann die Zugabe von Montmorillonit-Nanotonen führen.
- 3 Die Barriereigenschaften können mithilfe von Polyaminosacchariden verbessert werden. Zum Einsatz kommt dabei insbesondere Chitosan, ein semikristallines Polymer, das aus Chitin gewonnen werden kann.

Auf der Grundlage dieser in der Fachliteratur vorgeschlagenen Verbesserungsrouten wurden nun Formulierungen definiert und Blends hergestellt. Das Projektteam konnte dadurch auf Grundlagenforschung zugreifen, in der das Verhalten von verschiedenen Additiven qualitativ untersucht und beschrieben wurde. Daraus und aus den materialspezifischen Versuchen wurde ein Vorschlag für eine Versuchsmatrix aus verschiedenen Grundmaterialien und Additiven abgeleitet, die die Zieleigenschaften Barriere und Temperaturstabilität verbessern sollen.

For each of the four areas, additives which help achieve significant improvements are described in literature:

- 1 The degree of crystallinity and the kinetics of crystallisation can be improved by adding polyethylene glycol and talc powder. These additives facilitate the formation of crystallisation nuclei.
- 2 Mechanical properties such as elongation at break (a measure of deformability) and impact strength can be improved by the use of special additives (chain additives, core shell aggregates). Adding montmorillonite nanoclays may increase the elasticity module.
- 3 Barrier properties can be improved by means of polyaminosaccharides. Especially chitosan, a semi-crystalline polymer that can be gained from chitin, is used in this context.

Based on these improvements suggested in specialist literature, formulations have now been defined and blends produced. The project team was therefore able to access basic research in which the behaviour of various additives was analysed qualitatively and characterised. On the basis of this and material-specific tests, a suggestion for a test matrix of basic materials and additives was derived, which are to improve the target properties barrier and temperature stability.

Beteiligte wissenschaftliche Institutionen

INSA

Das vom Institut National des Sciences Appliquées (INSA) getragene Ingénierie des Matériaux Polymères Laboratory ist der französische Forschungspartner des Projekts und mit der Leitung des Arbeitspakets „Material“ betraut. Aufgabe war, die weltweit verfügbaren Handelstypen für Polymere und Additive zu ermitteln und nach den Kriterien biologische Abbaubarkeit, biologischer Ursprung, kommerzielle Verfügbarkeit sowie hinsichtlich der Zielgrößen Barriere und Temperaturstabilität zu prüfen. Das Ergebnis ist eine Produktmatrix von Polymeren und Compounds mit Rezepturen von bis zu fünf Additiven gleichzeitig.

Participating Scientific Institutions

INSA

The Ingénierie des Matériaux Polymères Laboratory, which is supported by the Institut National des Sciences Appliquées (INSA), is the French research partner in the project and responsible for managing the work package “Material”. The task was to determine the globally available commercial types for polymers and additives and to examine them in accordance with the criteria biodegradability, biological origin, commercial availability as well as with a view to the target properties barrier and temperature stability. The result is a product matrix of polymers and compounds with formulas of up to five additives at the same time.

Beteiligte Unternehmen

Bodo Möller

Bodo Möller Chemie ist Lieferant von Additiven und hat Kompetenz zu deren Eigenschaften und Einsatzbereichen ins Projekt eingebracht. Als mögliche Additive haben sich Core-Shell-Typen, Kettenverlängerer und Stabilisatoren erwiesen.

Jungbunzlauer

Jungbunzlauer ist Produzent von Citraten und deren Derivaten. Citrate, die gewöhnlich im Lebensmittelbereich eingesetzt werden, können zur Geschmeidigkeit von Polymilchsäure beitragen. Diese Wirkung setzt bei etwa zehn Gewichtsprozent ein. Bei besonders hoher Dosierung ließ sich der verwendete Prüfstab verknoten und verdrehen und ging wieder in seine Ausgangsposition zurück.

Participating Companies

Bodo Möller

Bodo Möller Chemie is a supplier of additives and contributed competence regarding their properties and applications to the project. Core shell types, chain extenders and stabilisers, turned out to be possible additives.

Jungbunzlauer

Jungbunzlauer produces citrates and their derivatives. Citrates, which are usually used in the food sector, can contribute to the malleability of polylactic acid. This effect starts at roughly ten percent by weight. With an especially high dosage, the test specimen used could be knotted and twisted and then returned to its initial position.



3 Methoden der Materialcharakterisierung für Polymilchsäure

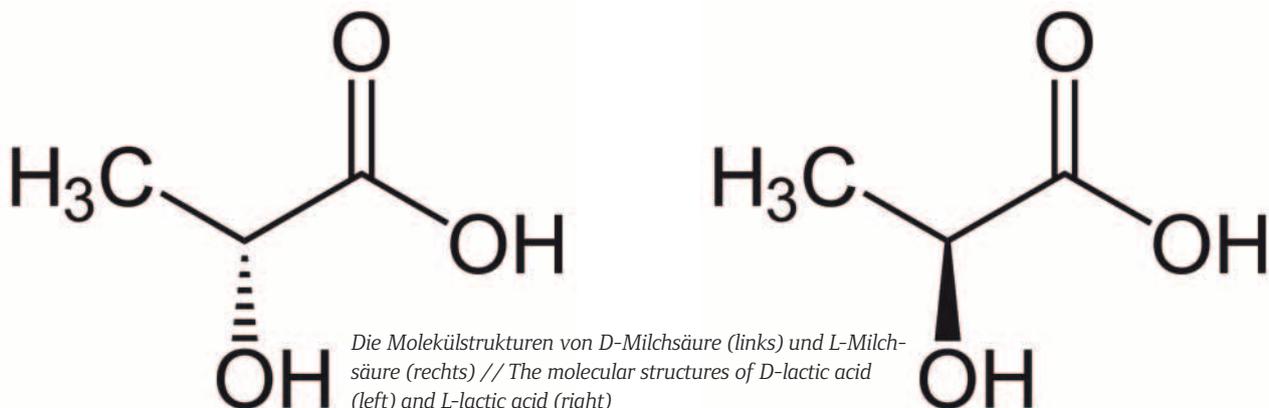
Die Eigenschaften von Polymilchsäure hängen von ihrer molekularen Struktur ab. Ein Arbeitspaket des CORNET-Projekts entwickelte Methoden, mit denen man diese präzise und verlässlich beschreiben kann.

Die makroskopischen Eigenschaften der Polymilchsäure (mechanische Eigenschaften, thermische Eigenschaften, siehe Kap. 2), die deren Verhalten bei der weiteren Verarbeitung bestimmen, hängen von Parametern ab, die die molekulare Struktur des Kunststoffes beschreiben. Dazu gehört beispielsweise die molare Masse (die Masse von 1 Mol, also $6,022 \times 10^{23}$ Molekülen des Polymeren). Da bei den kettenförmigen Molekülen eines Polymeren die Länge der Kette nie für alle Moleküle gleich ist, gibt es in Wirklichkeit eine Verteilung der molaren Masse. Bei Polymilchsäure tritt auf

3 Methods of Material Characterisation for Polylactic Acid

The properties of polylactic acid depend on its molecular structure. A work package of the CORNET project has developed methods, which enable an accurate and reliable characterisation of this structure.

The macroscopic properties of polylactic acid (mechanical properties, thermal properties, see chapter 2), which determine its behaviour in further processing, are dependent on parameters which specify the molecular structure of the plastic. They include, for example, molar mass (the mass of 1 mol, i.e. 6.022×10^{23} molecules of the polymer). Since in chainlike molecules of a polymer the length of the chain is never the same for all molecules, molar mass is in fact distributed. In polylactic acid, another particular feature occurs: the monomer lactic acid is chiral, i.e. it occurs in



molekularer Ebene noch eine weitere Besonderheit auf: Das Monomer Milchsäure ist chiral, tritt also in zwei Formen auf, die sich zueinander wie Bild und Spiegelbild (D-Milchsäure, L-Milchsäure) verhalten. Die Zusammensetzung des Polymers aus der D- und der L-Form des Monomers nennt man auch stereochemische Zusammensetzung.

Für die breitflächige kommerzielle Nutzung von PLA ist Wissen über die Beziehungen zwischen der molekularen Struktur und den technisch relevanten Eigenschaften erforderlich. Die Verteilung der molaren Masse beeinflusst zum Beispiel das Schmelzflussverhalten des Kunststoffes, die genaue stereochemische Zusammensetzung beeinflusst das Schmelzverhalten und die Kristallinität.

Um die hier noch bestehende Lücke zu schließen, müssen aber zunächst verlässliche Methoden zur Bestimmung der molekularen Strukturparameter entwickelt werden. Das war im Rahmen des Projekts „Bio-Packing PLA“ die Aufgabe des Deutschen Kunststoff-Instituts (DKI) in Darmstadt. Eine Nebenbedingung war dabei, dass diese Methoden so einfach handzuhaben sein sollen, dass sie auch für Klein- und Mittelbetriebe zur Qualitätskontrolle und Vorhersage von Materialeigenschaften verwendet werden können.

Bestimmung der tatsächlichen molaren Masse

Eine übliche Methode zur Bestimmung der molaren Masse ist die Gelpermeations-Chromatographie (englisch Size Exclusion Chromatography). Dabei werden Polymere unterschiedlicher Größe zwischen einem Lösungsmittel und einem porösen Füllmaterial aufgetrennt. Diese Methode wird üblicherweise mit Polymeren desselben Materials, aber bekannter molarer Masse kalibriert. Im Zuge der Untersuchungen zeigte sich aber, dass kommerziell erhältliche PLA-Standards nicht die gesamte Bandbreite an molaren Massen abdecken, die zur Charakterisierung technischer Materialsorten erforderlich ist. Am DKI konnte nun ein Verfahren ausgearbeitet werden, bei dem Standards aus anderen Kunststoffen (Polystyrol, PMMA) unter Verwendung geeigneter Korrekturfaktoren dazu herangezogen werden konnten, die molaren Massen von Polymilchsäure zu bestimmen. Auf dieses Weise gelang auch die Charakterisierung von Material, das Extrusions- oder Spritzgussprozessen unterworfen war.

Bestimmung der stereochemischen Zusammensetzung

Die stereochemische Zusammensetzung kann im Prinzip durch die Messgröße „optische Rotation“ bestimmt werden. Dabei wird gemessen, um welchen Winkel die Polarisationssebene von polarisiertem Licht durch die Probe gedreht wird. Diese Methode liefert aber nur einen Gesamtgehalt an D- und L-Milchsäure, aber nicht, wie diese auf die einzelnen Polymerketten verteilt sind. Aus diesem Grund wurde am DKI eine chromatographische Methode entwickelt, die PLA-Ketten unterschiedlichen Gehalts an D-Milchsäure voneinander auftrennen kann und auf diese Weise eine Verteilung des Anteils an diesem Monomer liefert.

Resümee

An diesem Arbeitspaket faszinierte besonders der schrittweise Erkenntnisgewinn über die Beschaffenheit des Biopolymers, nicht zuletzt weil die Produzenten desselben, die Bakterien, nicht alle



© ecoplus

Will man das Verhalten des Materials Polymilchsäure verstehen, muss man dessen molekulare Eigenschaften untersuchen. // In order to understand the behaviour of the material polylactic acid, its molecular structures must be analysed.

two forms, which behave as image and mirror image (D-lactic acid, L-lactic acid). The structure of the polymer made up of the D and L forms of the monomer is also referred to as stereochemical composition.

For the large-scale commercial use of PLA, knowledge about the relationship between the molecular structure and the technically relevant properties is required. The distribution of molecular mass influences the melt flow of the plastic for example; the exact stereochemical composition influences the melting behaviour and crystallinity.

First of all, reliable methods to determine the molecular structure parameters must be developed in order to close the gap that still exists here. This was the task of the German Institute of Polymers (DKI) in Darmstadt within the project “Bio-Packing PLA”. As an additional requirement, the methods to be developed had to be easily manageable so that even small and medium-sized enterprises can apply them in quality control and the prediction of material properties.

Determination of Actual Molar Mass

A common method for the determination of molar mass is size exclusion chromatography. Polymers of different sizes are separated between a solvent and porous filling material. This method is usually calibrated with polymers of the same material, but known molar mass. In the course of the tests, however, it became evident that commercially available PLA standards do not cover the entire bandwidth of molar masses required for the characterisation of technical material types. At the DKI, a new procedure has now been developed: applying the appropriate correction factors, standards from other plastics (polystyrene, PMMA) were



Im Rahmen des CORNET-Projekts wurden neue Methoden der Bestimmung von Molmasse und stereochemischer Zusammensetzung entwickelt. // Within the CORNET project, new methods to determine molar mass and stereochemical composition were developed.

Geheimnisse der Chiralität offenlegen.

Durchgängig auffällig waren die großen Unterschiede zwischen den Handelstypen, die vor allem in unterschiedlichen Molmassenverteilungen zutage traten und deutliche Differenzen in der Anwendbarkeit der Produkte repräsentierten. Extrembeispiele, bei denen PLA noch bei 300 °C verarbeitet werden konnte, ohne dass in den Molmassenanalysen nennenswerte Abbaureaktionen nachgewiesen werden konnten, stehen Fällen gegenüber, bei denen schon bei Normalbedingungen Verfärbungen sichtbar wurden.

used to determine the molar masses of polylactic acid. This way it was also possible to characterise material which was subjected to extrusion or injection moulding processes.

Determination of Stereochemical Composition

Stereochemical composition can, in principle, be determined by means of "optical rotation". In this process it is measured by which angle the polarisation plane of polarised light is rotated through a sample. However, this method only provides a total content of D- and L-lactic acid, but does not show how they are distributed over the individual polymer chains. Therefore the DKI developed a chromatographic method which can separate PLA chains of different D-lactic acid contents from each other, thus providing a distribution of the portion of this monomer.

Summary

What was particularly fascinating about this work package was the gradual gain in knowledge about the properties of the biopolymer, not least because its producers, the bacteria, do not disclose all secrets of chirality.

A generally noticeable feature were the substantial differences between commercial types, which surfaced above all in different molar mass distributions and represented significant differences in the applicability of the products. Extreme examples, in which PLA could be processed at 300 °C without showing any noteworthy degradation reactions, are countered by cases in which discolouration became visible even under normal conditions.

Deutsches Kunststoffinstitut Darmstadt (DKI)

Was ist das DKI?

Das DKI ist eine Gründung der Forschungsgesellschaft Kunststoffe e.V. und widmet sich der interdisziplinären Forschung zu anwendungsrelevanten Fragestellungen aus dem Kunststoffbereich, der Beratung, der Forschungsdienstleistung sowie der Ausbildung wissenschaftlichen Nachwuchses. Das Institut ist in die vier Abteilungen Analytik, Chemie, Physik und Technologie gegliedert. Ein Schwerpunkt der Analytik-Abteilung liegt auf dem Gebiet der chromatographischen Methoden, die die Bestimmung der Verteilung struktureller Eigenschaften ermöglichen.

Aufgabe im Projekt

Im CORNET-Projekt „Bio-Packing PLA“ bestand die Aufgabe des DKI darin, schnelle, verlässliche und reproduzierbare Methoden zur molekularen Charakterisierung von Polymilchsäure zu entwickeln.

Ergebnisse

Für die Bestimmung der molaren Masse mittels Gelpermeations-Chromatographie wurde eine Kalibrationsmethode entwickelt. Für die Bestimmung der stereochemischen Zusammensetzung wurde eine chromatographische Methode entwickelt, die Aussagen über die Verteilung des Gehalts an D-Milchsäure gestattet.

German Institute of Polymers Darmstadt (DKI)

What is the DKI?

The DKI was established by the research institution Forschungsgesellschaft Kunststoffe e.V. and engages in interdisciplinary research regarding application-relevant issues in the area of plastics, in consulting, research services as well as the training of young scientists. The institute comprises the four departments Analytics, Chemistry, Physics and Technology. One area the analytics department focuses on is chromatographic methods which enable the determination of the distribution of structural properties.

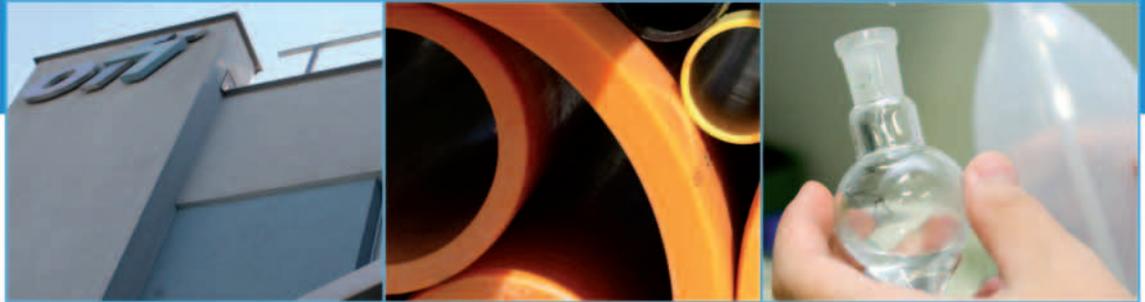
Task in the project

In the CORNET project "Bio-Packing PLA" the task of the DKI consisted of developing fast, reliable and reproducible methods for the molecular characterisation of polylactic acid.

Results

A calibration method was developed to determine molar mass by means of size exclusion chromatography. For the determination of stereochemical composition a chromatographic method was developed which enables statements on the distribution of the D-lactic acid content.

Es gibt viel, was wir für den Erfolg unserer Kunden tun können



Von der Umsetzung einer Idee bis zur internationalen Zertifizierung eines marktreifen Produkts: Die weit gespannten Angebote vom **ofi** decken die wichtigsten Stationen im Innovationsprozess ab. Sie reichen von Forschung und Entwicklung über Prüfung und Analyse bis zu Qualitätssicherung und Zertifizierung. Schulungen und die Weitergabe unseres Wissens runden die Leistungspalette ab.

Innovationspartner der Wirtschaft

Fortschritt hat beim **ofi** Tradition. Seit seiner Gründung 1946 versteht sich das **ofi** als kompetenter Dienstleistungspartner sowohl von Mittel- und Großunternehmen, als auch von Klein- und Kleinstbetrieben in Österreich und Europa. **ofi** unterstützt Sie bei Innovationen: Durch Forschung und Entwicklung, Prüfung und Analyse, Qualitätssicherung und Zertifizierung.

Ein aktuelles Beispiel: Bioabbaubare Verpackungen für Lebensmittel

Das **ofi** hat federführend mit dem Kunststoff-Cluster und Niederösterreichs Wirtschaftsagentur ecoplus das Projekt „Polylactic Acid (PLA) for new biobased packaging“ durchgeführt.

Dieses internationale Projekt aus dem CORNET-Programm (Collective Research) wurde von der EU gefördert.

Ziel dieser Zusammenarbeit ist eine Steigerung der Funktionalität und die Entwicklung einheitlicher Standards für PLA, die an spezifischen Bedürfnissen der Verpackungsbranche angepasst sind.



BAUWESEN



BIOENERGIE



KUNSTSTOFFPRODUKTE



OBERFLÄCHENTECHNIK



PHARMA



ZERTIFIZIERUNG

Mitglied bei

ACR AUSTRIAN COOPERATIVE RESEARCH
KOOPERATION MIT KOMPETENZ

ofi Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik

Franz-Grill-Straße 5, Arsenal Objekt 213, 1030 Wien
Brehmstraße 14a, 1110 Wien
Viktor-Kaplan-Straße 2, 2700 Wr. Neustadt

T +43 1 798 16 01 - 0
F +43 1 798 16 01 - 8
office@ofi.at, www.ofi.at

4 Verarbeitung von Polymilchsäure

Mit einem neuen Kunststoff umgehen zu lernen, heißt vor allem, ihn verarbeiten zu lernen. Ein Arbeitspaket des CORNET-Projekts hat zur Verarbeitung von Polymilchsäure umfangreiche Versuche mit unterschiedlichen Verfahren und unterschiedlichen Produkten angestellt und dabei auch so manche überraschende Erfahrung gemacht.



© ecoplus (2)

Im Projekt „Bio-Packing PLA“ wurde untersucht, wie sich Polymilchsäure in Extrusions-, Spritzguss- und Thermoform-Anwendungen verhält. // The project “Bio-Packing PLA” tested the behaviour of polylactic acid in extrusion, injection moulding and thermoforming applications.

Hat man einmal Wissen zum Material, zu den Additiven und zu Charakterisierungsmethoden gesammelt, kann man darangehen, Polymilchsäure mithilfe verschiedener Verfahren zu Produkten zu verarbeiten. Im Rahmen des CORNET-Projekts „Bio-Packing PLA“ stellten unter Federführung des slowenischen „Tool & Die Development Center“ Tecos zahlreiche, gerade auch österreichische Verarbeitungsbetriebe ihre Kapazitäten zur Verfügung, um praktische Erfahrung mit der Verarbeitbarkeit von PLA zu sammeln. Das Augenmerk lag dabei auf Extrusions-, Spritzguss- und Thermoform-Anwendungen.

Dabei wurde Wert darauf gelegt, dass alle Versuchsprodukte aus Material derselben Charge hergestellt wurden, um deren Vergleichbarkeit sicherzustellen. Außerdem wurde jeweils das nicht-additivierte Grundmaterial parallel zum additivierten Material verarbeitet. Es sollte auf diese Weise die Leistungsfähigkeit ohne Einfluss von Maschine und Charge bewertet werden können. Parallel zu den Untersuchungen stellte das „Vlaams Kunststof Centrum“ (VKC) Stabilitätsmessungen im Spritzgussbereich an. Die Frage war dabei, unter welchen Bedingungen sich PLA qualitäts gesichert verarbeiten lässt. Es zeigte sich, dass einzelne Parameter oft weniger Einfluss hatten als das Zusammenspiel von zwei Parametern (Beispiele für solche Parameter sind der Gegen-

4 Processing of Polylactic Acid

Learning to use a new type of plastic primarily means learning to process it. A work package of the CORNET project conducted extensive tests on the processing of polylactic acid, using different procedures and various different products. In this process a number of surprising discoveries were made.



Die Firma Gabriel Chemie hat eine Palette von Farben für Polymilchsäure entwickelt. // The company Gabriel Chemie developed a range of colours for polylactic acid.

Once the knowledge in material, additives and characterisation methods has been gathered, polylactic acid can be processed to products based on different methods. Within the CORNET-project “Bio-Packing PLA”, led by the Slovenian “Tool & Die Development Center” Tecos, a number of processing companies, many of them from Austria, provided their capacities in order to gain practical experience with the processability of PLA. Special attention was placed on extrusion, injection moulding and thermoforming applications.

It was ensured that all test products were made from material of the same batch in order to guarantee their comparability. Moreover, the basic material without additives was processed parallel to the additive-enhanced material. The objective was to evaluate the performance without any influence by machinery or batch number.

In parallel to the tests, the “Vlaams Kunststof Centrum” (VKC) conducted stability measurements in the area of injection moulding. The question was under which conditions the process quality of PLA can be assured. It turned out that individual parameters often had less influence than the interaction of two parameters (examples include the backpressure, which the screw builds up during dosage, or dosage speed).

druck, den die Schnecke während des Dosierens aufbaut oder die Dosiergeschwindigkeit).

Das heißt, ein bestimmter Wert eines Parameters kann für die Verarbeitbarkeit von PLA sehr gut sein, aber auch sehr schlecht, je nachdem wie ein zweiter Parameter gewählt wurde. Auch kann nach dem derzeitigen Wissensstand keine generelle Aussage getroffen werden, welche Parameter die entscheidenden sind. Das kann von Fall zu Fall variieren.

Polymilchsäure in Extrusionsanwendungen

Beim Extrudieren werden thermoplastische Kunststoffe aufgeschmolzen und durch eine speziell geformte Düse gepresst. Dadurch entstehen Körper mit dem Querschnitt der Düse in beliebiger Länge.

Die Verarbeitung von PLA in Extrudern ist leicht möglich, erst in den Folgeeinrichtungen wie der Kühlstrecke oder beim Schlagscheren und Sägen wird die Sprödigkeit des Materials zur Herausforderung. PLA, deren Schlagzähigkeit durch Additive verbessert wurde, ist aber gut zu schneiden.

Ein Beispiel dafür ist die Herstellung von Strohhalmen. Aufgrund der Schrumpfung des Materials geraten diese dickwandig und scharfkantig nach dem Schnitt. Oft brechen die Kanten. Erst der Zusatz von Citrofol konnte hier Abhilfe schaffen, die Dickwandigkeit bleibt jedoch.

Polymilchsäure in Spritzgussanwendungen

Beim Spritzgießen werden Kunststoffe in den plastischen Zustand gebracht und in ein Werkzeug eingespritzt. Auch hier zeigten die kombinierten Untersuchungen (Stabilitätsuntersuchungen des VKC, Diffusions- und Migrationsuntersuchungen durch Celabor und OFI), dass Verpackungs-Testprodukte, je nach Spritzgusseinstellungen, deutlich innerhalb, aber auch knapp außerhalb der geforderten Toleranzen liegen können.

Polymilchsäure in Thermoform-Anwendungen

Beim Thermoformen (auch Tiefziehen) werden Halbzeuge wie Folien oder Platten erwärmt und in Formen gepresst. Dieser Prozess ist mit PLA bei fast allen Folientypen gut umsetzbar. Ohne Additive ist eine Begasung oder das Verwenden von Dornen nicht möglich. Unterschiede zwischen den Herstellern des Materials zeigen sich sehr deutlich beim Siegeln: PLA siegelt grundsätzlich sehr gut, einige Typen haben aber nur ein winziges Verarbeitungsfenster, d. h. die Folie ist stabil, die Siegelung hält aber noch nicht – sobald die Folie siegelt, wellt sich diese.

Den Einsatz von PLA im Tiefziehbereich zu erproben, hat sich ein Firmenkonsortium rund um den Lebensmittel-Cluster Niederösterreich und den Kunststoff-Cluster als Aufgabe gestellt. In ei-



That means that a certain value of a parameter may be very good for the processability of PLA, but it may also be very bad, depending on how a second parameter was selected. According to the current state of knowledge, no statements can be made as to which parameters are decisive. This may vary from case to case.

Polylactic Acid in Extrusion Applications

In the extrusion process, thermoplastic materials are melted and forced through a specifically shaped die, thus creating objects with the cross-section of the die in any length.

Processing PLA in extruders is easy; only in the downstream equipment, such as the cooling zone or through shearing and sawing, the brittleness of the material turns into a challenge. However, PLA whose impact strength has been improved through additives can be cut easily.

One example is the production of drinking straws. Due to the shrinkage of the material, they turn out thick-walled and sharp-edged after cutting. The edges often break. Adding Citrofol provided a remedy, although the thick walls remain.

Polylactic Acid in Injection Mould Applications

In injection moulding, the material is heated to a plastic state and injected into a mould. Here the combined analyses (stability analysis of the VKC, diffusion and migration analyses by Celabor and OFI) also showed that test packaging products may be clearly within, but also clearly outside the required tolerances, depending on the injection moulding settings.

Polylactic Acid in Thermoforming Applications

In thermoforming (also deep-drawing), semi-finished products such as films or plates are heated and pressed into moulds. This process is easy to carry out with PLA for nearly all types of film. Without additives, gassing or using locating dowels is not possible. Differences between the manufacturers of the material are very apparent in sealing characteristics: PLA generally seals very well, but some types only have a narrow processing window, which means that the film is stable, but the sealing does not last. As soon as the film seals, it curls or deforms.

A consortium of companies around the food cluster Lower Austria and the plastics cluster set itself the task of testing the use of PLA in deep-drawing. In a follow-up project, existing production lines will be used for this purpose and the suitability for the respective foods will be tested.

nem Nachfolgeprojekt werden dafür bestehende Produktionslinien genutzt und die Eignung für die jeweiligen Lebensmittel getestet.

Einige Produktbeispiele

Einige interessante Beispiele für Produkte, die im Laufe des Projekts erzeugt wurden, seien im Folgenden herausgegriffen.

Beispiel Joghurtbecher

Eine Gruppe von Unternehmen beschäftigte sich näher mit der Herstellung von Joghurtbechern aus Polymilchsäure. Dabei ist es durch die Zusammensetzung des Teams gelungen, die gesamte Wertschöpfungskette abzubilden. Die Becher selbst werden von Greiner beigesteuert, die Abfüllung von NÖM, die Füllung (eine Fruchtzubereitung) von Agrana, die Folie für die Becher von NAKU und die Deckel von Teich. Die Distribution und Logistiktests werden von Rewe durchgeführt. Im ersten Schritt wurde der Becher auf einem alten Werkzeug spritzgegossen. Begrenzend war hier, dass der Biokunststoff nicht



Die Verarbeitbarkeit des Materials ist stark von den eingestellten Parametern abhängig. // The processability of the material heavily depends on the parameters selected.

Examples of Products

Some interesting examples of products, which were manufactured in the course of the project, are listed in the following.

Example Yoghurt Container

A group of companies concentrated on the production of yoghurt containers made of polylactic acid. Through the composition of the team it became possible to simulate the entire value chain. The containers themselves are supplied by Greiner, are filled by NÖM with content (a fruit pulp) from Agrana, the film for the containers is provided by NAKU and the lids by Teich. Distribu-

tion and logistics tests are conducted by Rewe.

In a first step, the containers were injection moulded on an old die. The fact that the bioplastic material is not sufficiently flowable

Beteiligte wissenschaftliche Institutionen

Tecos

Das „Tool & Die Development Center“ Tecos ist ein slowenisches Forschungsinstitut mit Schwerpunkt Simulation von Produktionsprozessen. Im CORNET-Projekt war es mit der Leitung des Arbeitspakets „Verarbeitung“ betraut und koordinierte Verarbeitungsversuche der Institute und Firmenpartner. Das Ergebnis sind weitreichende Listen von Verarbeitungsversuchen in den gängigen Kunststoffverarbeitungsverfahren. Zu erwähnen ist die Bedeutung der Trocknung und der Rekristallisation von PLA für die Verarbeiter.

Vlaams Kunststof Centrum (VKC)

Das VKC hat als belgisch-flämischer Forschungspartner am Projekt mitgewirkt und seine Kompetenz in statistischer Prozessführung eingebracht. Dabei sollte über statistische Versuchsplanung ermittelt werden, bei welchen Parametern die Produktion aus Sicht der Produktqualität am stabilsten läuft. Überraschend war dabei, dass Wechselwirkungen zwischen den Parametern weitaus mehr Einfluss haben, als die Veränderung einzelner Parameter. Wichtig zu erwähnen ist, dass die Verarbeitung dort am stabilsten ist, wo durchaus thermische und mechanische Belastungen auftreten. Das wichtigste Resultat war, dass die Verarbeitungsparameter auf die Barriereigenschaften mehr Einfluss nehmen, als Additive das tun können.

Participating Scientific Institutions

Tecos

The „Tool & Die Development Center“ Tecos is a Slovenian research institute focusing on the simulation of production processes. In the CORNET project it was in charge of the work package „Processing“ and coordinated the processing tests of the institutes and industry partners. The result were extensive lists of processing tests with the common plastics processing methods. It is important to mention the significance of drying and recrystallisation of PLA for the processors.

Vlaams Kunststof Centrum (VKC)

The VKC participated in the project as the Belgian-Flemish research partner and contributed its competence in statistical process control. The objective is to determine through statistical test planning which parameters enable the most stable production in terms of product quality. A surprising result was that the interactions between parameters have significantly greater influence than a change in individual parameters. It is important to mention that processing is most stable where thermal and mechanical stresses occur. The most important result was that the processing parameters exercise greater influence on the barrier properties than additives can.

ausreichend fließfähig ist und auch Additive kaum Besserung bringen. Die für Kunststofftechniker gewohnte Technik, dünne Wände einfach schneller zu füllen, funktioniert hier nicht. Schließlich war der Mehrpreis nicht zuletzt aufgrund der höheren benötigten Wandstärke ein K.O.-Kriterium für den Spritzgussbecher. Daraufhin schwenkte das Team zu einem Tiefziehprozess, der schlussendlich gut zu beherrschen war. Besonders schwierig, aber mit Firmenunterstützung möglich, war die Bereitstellung der Versuchsmengen für die Tiefziehanlagen. Dabei ist nicht mehr von Labormengen die Rede, erst ab 2.000 kg Folie ist das Anfahren und eine Kleinserie möglich.

Beispiel Getränkeflasche

Getränkeflaschen wurden mittels Spritzgussverfahren von der Firma NAKU hergestellt. Im ersten Schritt wurde dabei die sogenannte Pre-Form produziert, die in einem zweiten Schritt direkt beim Abfüller (in diesem Fall der Mineralwasser-Produzent Vöslauer) aufgeblasen, befüllt, verschlossen und etikettiert wurde.

Bei der Herstellung von Getränkeflaschen spielt die Homogenität des Materials eine große Rolle, da beim Aufblasen eine gerade Blase ohne Asymmetrien entstehen muss. Das ist für Flaschen mit 0,5 Litern Füllvolumen machbar, für solche mit 1,5 Litern aber noch eine Herausforderung. Eine besonders knifflige Aufgabe aber ist der Verschluss. Das Wechselspiel aus Toleranzen, Prozess und Flexibilität des Materials will beherrscht werden. Darüber hinaus ist Diffusionsdichtheit zu gewährleisten. Die ersten Produkte wurden im Rahmen der „Vienna Bio-Polymer Days 2010“ an die Teilnehmer übergeben. Achillesferse ist hier, ähnlich wie bei Joghurtbechern, die Massenproduktion selbst, da entsprechende Versuchswerkzeuge noch nicht zur Verfügung stehen. Die Anpassung ist Inhalt eines Folgeprojekts.

Beispiel Schnuller-Verpackung

Eine Verpackung für Schnuller wurde mithilfe eines Thermoformverfahrens hergestellt. Hier stand die Firma Mambaby für die Versuche zur Verfügung, die auf deren Produktionsanlagen unter Serienproduktionsbedingungen gefahren wurden. Die Folie wurde von NAKU bereitgestellt, die Adaption der Anlage, des Tiefziehprozesses sowie der Siegelstation wurden von den Technikern der Firma Mambaby vorgenommen. Überraschend war, dass die vier zum Test herangezogenen Folien, die alle auf derselben Anlage produziert wurden und sich nur im Grundmaterial unterschieden, sehr große Unterschiede in der Verarbeitbarkeit zeigten, die von „problemlos“ bis zu „absolut nicht zu verarbeiten“ reichten.

Die Institute OFI (Österreich) und Cobro (Polen) führten mit den erzeugten Schnuller-Verpackungen Untersuchungen zu Hygiene und Transportstabilität durch. Besonderes Augenmerk wurde auf die Thermostabilität für den Transport in Übersee-Containern gelegt, aber auch auf die Eignung für Auslagenfenster.

and that additives hardly improve anything either was a limiting factor. The method that plastics engineers are used to, i.e. to simply fill thin walls faster, does not work here. Ultimately, the additional price was a knockout criterion for the injection-mould container, not least due the higher wall thickness required.

Consequently, the team changed to a deep-drawing process, which was easy to control in the end. What was particularly difficult, but possible with the support of companies, was to provide test volumes for the deep-drawing facilities. These tests did not just require laboratory volumes: starting a small batch is only possible with a minimum of 2000 kg of film.

Example Beverage Bottle

Beverage bottles were produced by the company NAKU, using the mould injection method. In a first step, the so-called preform was manufactured, which, in a second step, was inflated, filled, closed and labelled directly at the bottling plant (in this case the mineral water producer Vöslauer).

In the production of beverage bottles the homogeneity of the material plays an important role, as a straight bubble without asymmetries must be created when the bottle is inflated. This is feasible for bottles with a filling volume of 0.5 litres, but a challenge for 1.5-litre bottles. A particularly tricky job is the lid. The interaction between tolerances, process and flexibility of the material needs to be controlled. In addition, diffusion impermeability must be ensured. The first products were presented to the participants at the “Vienna Bio-Polymer Days 2010”.

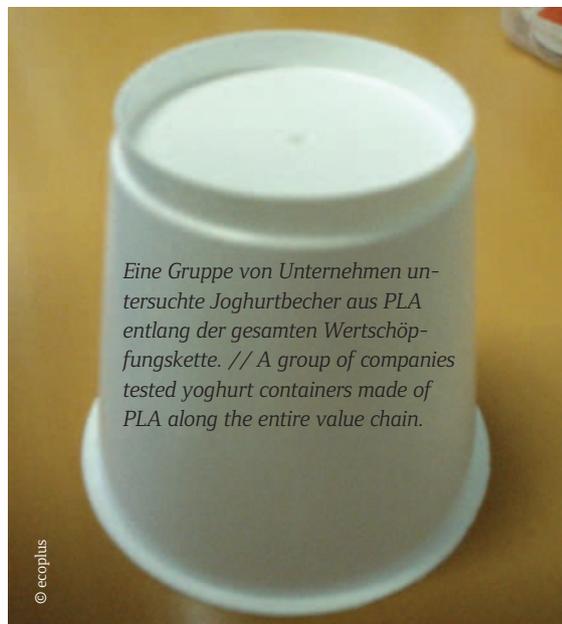
Similarly to yoghurt containers, the weak point here is mass production itself, as the corresponding test tools are not yet available. The adaptation is the subject of a follow-up project.

Example Pacifier Packaging

Packaging for pacifiers was manufactured using a thermoforming method. The company Mambaby supported the tests by providing production facilities under serial production conditions. The film was supplied by NAKU; the adaptation of the plant, the deep-

drawing process and the sealing station were carried out by the engineers of Mambaby. It was surprising that the four films used for the test, all of which were produced on the same machine and only differed in basic material, showed substantial differences in processability, ranging from “without any problem” to “absolutely not processable”.

The institutes OFI (Austria) and Cobro (Poland) conducted tests regarding hygiene and transport stability with the pacifier packaging produced. Special attention was attached to thermal stability for transport in overseas containers as well as the suitability for window displays.



Eine Gruppe von Unternehmen untersuchte Joghurtbecher aus PLA entlang der gesamten Wertschöpfungskette. // A group of companies tested yoghurt containers made of PLA along the entire value chain.

Resümee

Generell kann man sagen, dass die Verarbeitung ohne Probleme verläuft, aber – ebenso wie die Additive – maßgeblich entscheidet, ob die zukünftige Verpackung ihrem Anforderungsprofil auch gerecht wird.

Sowohl Spritzgießer als auch Folienhersteller müssen aber hinterfragen, ob für ihre Produkte eine Trocknung nötig ist. Auch lassen sich Stanzabfälle oder Angüsse nicht ohne weiteres wieder einarbeiten. Gewöhnungsbedürftig ist für Kunststoffverarbeiter, dass man im Fall von Polymilchsäure Granulate und Produkte auf Lager hat, die ein Ablaufdatum haben. Aber das ist eben „bio“!

Summary

It can generally be stated that the processing takes place without problems, but – just like the additives – has a significant influence on whether a future packaging will meet the desired requirements.

However, both injection moulders and film manufacturers have to question whether drying is necessary for their products. Moreover, chads or gates cannot simply be reused. The presence of expiry dates on polylactic acid granulates and products will take some getting used to for plastics processors. But that's how "bio" works!

Beteiligte Unternehmen

Gabriel Chemie

Gabriel Chemie ist ein Lieferant von Additiven. Das Unternehmen hat seine Kompetenzen auf dem Gebiet des Färbens von Kunststoffen in das Projekt eingebracht und Färbemittel bereitgestellt. Es wurde eine Palette von 19 Farben für Polymilchsäure entwickelt und bereits auf der Fachmesse Fakuma 2009 präsentiert

NAKU

Naku ist ein Hersteller und Händler von biobasierten Produkten (z. B. Tragtaschen). Über NAKU erfolgten die komplette Materiallogistik des CORNET-Projekts und die Beschaffung der adaptierten Folien. 3 Tonnen an Granulat und Folien wurden im Projekt geprüft und erprobt.

Greiner Packaging

Greiner Packaging ist Hersteller von Kunststoff-Verpackungen und hat als österreichischer Firmenpartner am Projekt mitgewirkt. Zentrale Aufgabe war die Herstellung von Joghurtbechern. Im Rahmen des Projekts wurden dazu verschiedene Materialien in Spritzgieß- und Tiefzieh-Verfahren getestet, die Becher wurden vom OFI auf deren lebensmitteltechnische Eignung getestet.

Schorm

Schorm ist ein Hersteller von Bierkrügen aus Kunststoff. Aufgabe im Projekt war die Herstellung von dickwandigen Bierkrügen, um einerseits komplexe Mehrfachwerkzeuge mit Heißkanaltechnik zu erproben und andererseits Produkte auf ihre Hygiene und Gastronomietauglichkeit zu testen.

Mondi

Mondi ist Hersteller von flexiblen Verpackungen und Papier. Im CORNET-Projekt stellte das Unternehmen sowohl das Papier für die Etiketten als auch Folien für Tiefkühl-Verpackungen bereit.

Teich

Teich ist ein Hersteller von Platinen zum Verschluss von Bechern und Schalen. Als Firmenpartner des CORNET-Projekts stellte das Unternehmen für das Heißsiegeln beschichtete Platinen zum Verschluss von Joghurtbechern zur Verfügung.

Participating Companies

Gabriel Chemie

Gabriel Chemie is a supplier of additives. The company contributed its competence in dyeing plastics to the project and provided dyes. A range of 19 colours for polylactic acid was developed and presented at the Fakuma Trade Fair 2009.

NAKU

Naku is a manufacturer and distributor of bio-based products (for example shopping bags). NAKU conducted the complete material logistics of the CORNET project and the procurement of the adapted films. Three metric tonnes of granulate and foils were examined and tested in the project.

Greiner Packaging

Greiner Packaging is a manufacturer of plastic packaging and participated in the project as an Austrian industry partner. The central task was the production of a yoghurt container. Within the project various materials were tested in injection-moulding and deep-drawing processes; the containers were tested for their suitability for food by the OFI.

Schorm

Schorm is a manufacturer of beer jugs made of plastic. Its task in the project was the production of thick-walled beer jugs in order to test multiple tools with hot runner technology on the one hand, and to test products for their suitability in terms of hygiene and gastronomy on the other.

Mondi

Mondi is a manufacturer of flexible packaging and paper. In the CORNET project, the company provided the paper for the labels and the film for deep-freeze packaging.

Teich

Teich is a manufacturer of die cut lids for cups and containers. As an industry partner of the CORNET project, the company provided laminated lids for yoghurt containers for hot sealing.

UNSERE
STÄRKE
SIND

INNOVATIONEN



www.agrana.com



5 Testen von Produkten aus Polymilchsäure

Aus Polymilchsäure hergestellte Verpackungsprodukte müssen alle Anforderungen erfüllen, die auch an Verpackungen aus herkömmlichen Kunststoffen gestellt werden. Ein Arbeitspaket des CORNET-Projekts führte die entsprechenden Tests durch.

5 Testing Products Made of Polylactic Acid

Packaging products made of polylactic acid have to meet all requirements which are also placed on packaging made of conventional plastics. A work package of the CORNET project conducted the corresponding tests.



Produkte aus Polymilchsäure wurden mechanischen Belastungstests unterzogen. // Products made of polylactic acid were subjected to mechanical stress tests.

© Fotomontage: winston, williv, Okea – Fotolia.com, JazzRT, – iStockphoto.com

Die Herstellung von Verpackungen ist eines der wichtigsten Anwendungsfelder von Kunststoffen. Damit Polymilchsäure als Verpackungsmaterial auf dem Markt reüssieren kann, muss das Polymer eine Reihe von Kriterien erfüllen: Das Material muss preislich mit herkömmlichen Kunststoffen mithalten können. Die hergestellten Verpackungen müssen Eigenschaften aufweisen, die denen der gebräuchlichen Verpackungsmaterialien ähnlich sind. Dazu gehört auch, dass der Biokunststoff auf denselben Verpackungsmaschinen verarbeitet werden können soll.

The production of packaging material is one of the most important applications of plastics. In order for polylactic acid to succeed as a packaging material in the market, the polymer must fulfil a series of criteria: The material has to be able to compete with conventional plastics in terms of price. The packaging material manufactured must have properties which resemble those of customary packaging materials, one of them being that it should be possible to process bioplastics on the same packaging machines. Even simple requirements may represent a challenge: how many

Schon an sich einfache Anforderungen können herausfordernd sein: Wie viele Becher kann man übereinander stapeln, halten die Paletten einem Rütteltest stand, löst sich die Siegelnaht etc. Ein interessantes Beispiel ist auch der sogenannte Fall-Test: Mit Wasser gefüllte und versiegelte Becher werden – über eine Steuerung ausgelöst – aus ein oder zwei Metern Höhe fallen gelassen und die zerbrochenen Becher gezählt. Dies ist eine einfache, aber sehr aussagekräftige Methode, die erlaubte, einige Materialien rasch auszusondern, während andere den Test problemlos bestanden. Darüber hinaus sind Ansprüche zu berücksichtigen, die sich aus dem Verpacken bestimmter Waren – man denke etwa an Lebensmittel – ergeben oder die aus dem Blickwinkel der Vermarktung an eine Verpackung bestehen. Und schließlich sind alle geltenden rechtlichen Vorschriften einhalten.

Durchgeführte Tests

Im Rahmen des CORNET-Projekts betrachtete ein Arbeitspaket unter der Leitung des polnischen Instituts Cobro in enger Zusammenarbeit mit OFI und Celabor die Eignung von PLA für Verpackungszwecke näher. Die hergestellten Produkte wurden dazu einer Reihe von Tests unterzogen:

- **Mechanische Charakterisierung:** Die Produkte wurden verschiedenen mechanischen Belastungstests unterzogen und es wurde beispielsweise die Bruchdehnung, die Reißfestigkeit nach Elmendorf, verschiedene Reibungskoeffizienten, die Schlagfestigkeit sowie bei Folien die Versiegelungseigenschaften bestimmt.
- **Optische Charakterisierung:** In speziellen Messanordnungen wurde die Transparenz und der Glanzschleier (englisch „haze“, also jener Anteil an durchgelassenem Licht, der um mehr als einen gewissen Winkel abgelenkt wird) bestimmt.
- **Thermische Charakterisierung:** Interessant sind hier insbesondere Phasenübergänge zwischen den Zuständen kristallin, amorph und flüssig. Diese werden durch die Methode der Dynamischen Differenzkalorimetrie (englisch „Differential Scan Calorimetry“, DSC) bestimmt, bei der die Probe kontinuierlich aufgeheizt oder abgekühlt wird und Plateaus in der Temperaturkurve auf Phasenübergänge hinweisen.
- **Migrationstests:** Hierbei wird gemessen, ob Stoffe unter definierten Bedingungen aus der Verpackung in deren Inhalt übergehen.
- **Permeabilitätstests:** Dabei wurde die Durchlässigkeit des Materials gegenüber Sauerstoff und Wasserdampf bestimmt.
- **Bestimmung flüchtiger organischer Substanzen (abgekürzt VOC, vom englischen „volatile organic compounds“)**

Ergebnisse

Die Eigenschaften der getesteten Produkte hängen von vielen verschiedenen Faktoren (Hersteller des Rohmaterials, verwendete Additive, Verarbeitungsparameter) ab. Produkte aus PLA haben tendenziell eine schwache Barriere gegenüber Sauerstoff und Wasserdampf. Diese kann durch die Wahl geeigneter Faktoren aber geringfügig verbessert werden. Die Ergebnisse der Migrations-Tests sprechen für eine Verwendung im Lebensmittelbereich. Weiterhin ungelöst ist der Einsatz für CO₂-beladene Flüssigkeiten, hier könnten Chancen für Mehrschichtenanwendungen liegen, mit denen sich Folgeprojekte auseinandersetzen werden.

Die meisten physikalischen Eigenschaften sind vergleichbar mit denen von Produkten aus herkömmlichen Kunststoffen. Eine Ausnahme stellt die Bruchdehnung dar, die ohne die Verwendung

cups can be stacked on top of one another, will the pallets withstand a vibration test, will the sealed seam come undone, etc. The so-called drop test is another interesting example: triggered by a control, cups filled with water and sealed are dropped from a height of one or two meters, and the broken cups are counted. This is a simple, but highly significant method, which allowed discarding some materials quickly, while others passed the test without a problem.

In addition, specific standards resulting from packaging certain goods – just think of foods – or which packaging has to meet from a marketing point of view must be taken into consideration. Finally, all applicable legal regulations must be complied with.

Tests Conducted

Within the CORNET project, a work package led by the Polish institute Cobro, in close cooperation with OFI and Celabor, examined the suitability of PLA for packaging purposes. The products manufactured were subjected to a series of tests:

- **Mechanical characterisation:** The products were subjected to mechanical stress tests, determining for example elongation at break, Elmendorf tear strength, different friction coefficients, impact strength and, in the case of film, sealing properties.
- **Optical characterisation:** In special measuring arrangements, the transparency and haze (i.e. the portion of light transmitted which is diffracted by more than a specific angle) are determined.
- **Thermal characterisation:** Here, the phase transitions between the crystalline, amorphous and liquid states are particularly interesting. They are determined by Differential Scan Calorimetry (DSC), in which the sample is continuously heated or cooled, and plateaus in the temperature curve indicate phase transitions.
- **Migration tests:** These tests measure whether substances migrate from the packaging to its content under defined conditions.
- **Permeability tests:** In these tests the permeability of the material towards oxygen and water vapour was determined.
- **Determination of volatile organic compounds (VOC)**

Results

The properties of the products tested depend on a series of factors (manufacturer of the raw material, additives used, processing parameters). Products made of PLA tend to have a weak barrier towards oxygen and water vapour, which can be slightly improved by selecting appropriate factors. The results of the migration tests speak in favour of a usage in the foods segment. The use of CO₂-loaded liquid remains unresolved. There could be opportunities for multilayer applications, which follow-up projects will deal with.

Most of the physical properties are comparable to those of products



Die Eigenschaften der getesteten Produkte hängen von vielen verschiedenen Faktoren ab. // The properties of the products tested depend on various different factors.

von Additiven sehr gering ist. Beim Schmelzen von Polymilchsäure (wie es bei den meisten Verarbeitungsverfahren auftritt) verliert das zunächst kristalline Rohmaterial die Information, einmal in diesem Zustand vorgelegen zu sein, und bleibt bei Abkühlung in einem amorphen Zustand. Produkte aus PLA weisen daher einen sehr geringen kristallinen Anteil auf.

Gerade diese Kristallinität könnte aber der Schlüssel zu höherer Temperaturbeständigkeit sein. Ähnlich wie bei Polyethylen und Polypropylen ist auch bei Polymilchsäure die Kristallisationskinetik Gegenstand wissenschaftlicher Forschung zur Beeinflussung der Materialeigenschaften. Dabei stehen die Senkung der Glasübergangstemperatur und die Erleichterung der Kristallbildung im Vordergrund.

made of conventional plastics. One exception is the elongation at break, which is very low without the use of additives. When melting polylactic acid (as is the case in most processing methods), the initially crystalline raw material loses the information of having existed in this state and remains in an amorphous state when cooled. The crystalline portion of PLA products is therefore very low.

It is exactly this crystallinity though that may be the key to increased heat resistance. Similarly to polyethylene and polypropylene, crystallisation kinetics is also the subject of scientific research on the influence of material properties in the case of polylactic acid. Special attention is attached to the reduction of the glass transition temperature and the facilitation of crystallisation.

Beteiligte wissenschaftliche Institutionen

Cobro

Cobro, ein polnisches Institut, das sich mit dem Testen und der Pilotproduktion von Verpackungen beschäftigt, war Forschungspartner des CORNET-Projekts und leitete des Arbeitspaket „Produkttests“. Im Zentrum standen mechanische Analysen – auch unter dem Blickwinkel, ob und wie die Verarbeitung das Material verändert hat. Dabei zeigte sich, dass die Verarbeitung großen Einfluss vor allem auf die Barriereigenschaften hat. Aber auch Produkte, die zu wenig oder zu viel getrocknet wurden, schnitten im Vergleich schlechter ab.

TGM

Das TGM ist eine Lehrereinrichtung für Kunststofftechnik und wirkte als österreichischer Forschungspartner am CORNET-Projekt mit. Schwerpunkt der Tätigkeit war, modifizierte Maisstärke als Füllstoff in den verschiedenen Anwendungen zu testen. Von 20 Modifikationen wurde eine zur Weiterentwicklung in ein Folgeprojekt eingebracht. Vorteilhaft sind das geruchslose Verarbeiten sowie die Eigenschaft, keine Ablagerungen zu bilden.

Participating Scientific Institutions

Cobro

Cobro, a Polish institute which deals with testing and the pilot production of packaging, was a research partner in the CORNET project and managed the work package “Product Tests”. The focus was placed on mechanical analyses – also with a view to whether and how processing has changed the material. It was demonstrated that processing has a significant influence, especially on the barrier properties; but also products which had been dried to little or too much showed worse results in comparison.

TGM

The TGM is a school for plastics technology and contributed to the CORNET project as an Austrian research partner. Activities focused on testing modified maize starch as a filling material in different application. Of 20 modifications, one was included in a follow-up project for further development. Odourless processing and the property of not forming deposits are advantageous.

Beteiligte Unternehmen

Rewe

Rewe ist ein Handelsunternehmen und war als österreichischer Firmenpartner am Projekt beteiligt. Zu den Aufgaben zählte das Testen von Verpackungen auf ihre Tauglichkeit für Transport und Kühlung sowie Überlegungen zum Marketing von Biokunststoff-Verpackungen.

Mambaby

Mambaby ist ein Hersteller von Schnullern und Babyflaschen. Das Unternehmen übernahm im Projekt das Testen der Spritzgießmassen für Schnuller und Tiefzieh-Verpackungen. Die Verarbeitung von Schnullerschilden aus PLA ist zwar durchführbar, da diese aber aus hygienischen Gründen ausgekocht werden, ist ihre Anwendung noch nicht möglich. Beim Testen der Tiefzieh-Verpackung erfüllte ein Folientyp die Kriterien anstandslos, ein weiterer konnte nicht gesiegelt werden, da er instabil war.

Participating Companies

Rewe

Rewe is a commercial enterprise and took part in the project as an Austrian industry partner. The tasks included testing packaging material for its suitability for transport and cooling, as well as considerations regarding the marketing of bioplastics packaging.

Mambaby

Mambaby is a manufacturer of pacifiers and baby bottles. The company was responsible for testing injection-moulding compounds for pacifiers and deep-drawn packaging. Although the processing of pacifier shields made of PLA is feasible, application is not possible yet as they are boiled for reasons of hygiene. In the tests of deep-drawn packaging, one type of film met the criteria without any difficulty; another one could not be sealed because it was unstable.

INSERAT CENTROPE

6 Polymilchsäure im Kontakt mit Lebensmitteln

Eine der Zielrichtungen des CORNET-Projekts war der Einsatz von Polymilchsäure-Verpackungen in der Lebensmittel-Branche. Ein Arbeitspaket des Projekts betrachtete, ob PLA alle Anforderungen erfüllt, die im Kontakt mit Lebensmitteln bestehen.

Besondere Anforderungen an Verpackungen bestehen dann, wenn sie zum Verpacken von Nahrungsmitteln verwendet werden. Zwei Fragestellungen stehen dabei im Vordergrund:

- Bleibt die Qualität von verpackten Lebensmitteln über die gesamte Haltbarkeitsdauer erhalten?
- Gibt es Wechselwirkungen zwischen der Verpackung und dem Lebensmittel?

Ein Arbeitspaket des CORNET-Projekts „Bio-Packing PLA“ beschäftigte sich unter der Federführung des Österreichischen Forschungsinstituts für Chemie und Technik (OFI) für Verpackungsmaterial aus PLA mit diesen Fragen. Gerade die zweite Frage ist im Zusammenhang mit bioabbaubaren Materialien bislang noch wenig adressiert worden.

Durchgeführte Versuche

Die Anforderungen an Materialien, die mit Lebensmitteln in Kontakt kommen, sind auch rechtlich festgeschrieben. Um die Einhaltung der entsprechenden EU-Regelungen zu überprüfen, wurde eine Reihe von Untersuchungen angestellt:

- Die Migration von Verpackungsmaterial in die verpackten Lebensmittel wurde mithilfe von Nahrungsmittel-Simulantien ermittelt. Die Charakterisierung der Rückstände erfolgte mittels Infrarot-Spektroskopie.
- Die organoleptischen Eigenschaften (also ob Geruch und Geschmack der verpackten Ware sich verändern) wurden mit den entsprechenden Sinnesorganen getestet.
- Verpackungen aus PLA wurden mit verschiedenen Lebensmitteln befüllt und Veränderungen der Lebensmittel sowie das Vorhandensein von Mikroorganismen überprüft.

Ergebnisse

Die Resultate der Untersuchungen zeigten, dass sich bioabbaubare Kunststoffe im Kontakt mit Lebensmitteln als sicher erweisen. Erfreulich ist, dass bei sensorischen Tests einige Bio-Verpackungen besser abschnitten als die Standardvarianten. Im mechanischen Bereich werden die hohen Vorgaben zwar meist erreicht, die PLA-Verpackungen liegen aber etwas hinter den „großen Brüdern“.

6 Polylactic Acid in Contact with Food

One of the CORNET project's topics was the use of polylactic acid packaging in the food industry. A work package of the project examined whether PLA meets all requirements regarding contact with food.

Special requirements are placed on packaging when it is used to package food. Two questions are of central importance:

- Will the quality of packaged foods be maintained throughout the entire shelf life?
- Is there any form of interaction between the packaging and the food?

A work package of the CORNET project “Bio-Packing PLA” led by the Austrian Research Institute for Chemistry and Technology (OFI) dealt with these questions regarding packaging material made of PLA. The second question in particular has so far hardly been addressed in the context of biodegradable materials.

Conducted Tests

The requirements placed on materials which get in contact with food are also have a legal basis. In order to examine compliance with the corresponding EU regulations, a series of analyses were carried out:

- The migration of packaging material into the packaged food was determined by means of food simulants. The characterisation of the residues was performed by infrared spectroscopy.

- The organoleptic properties (i.e. whether the odour or taste of packaged goods changes) were determined with the respective sensory organs.

- Packages made of PLA were filled with various different foods, and changes in the food as well as the presence of microorganisms were tested.

Results

The results of the tests showed that biodegradable plastics are safe when in contact with food. It is positive that some biopackaging types performed better than the standard versions in sensory tests. Although the high standards were generally met in



Aus gesundheitlicher Sicht gibt es keine Bedenken gegen die Verwendung von PLA im Lebensmittelkontakt. // From a health point of view there are no reservations about the use of PLA in contact with food.

Für bestimmte Anwendungen, z.B. die Aufbewahrung unter Schutzatmosphäre, sind Verpackungen aus Polymilchsäure nur begrenzt verwendbar. Die Ergebnisse sind insgesamt aber vielversprechend und zeigen, dass aus gesundheitlicher Sicht auch nicht-additivierte PLA für die Verpackung von Lebensmitteln herangezogen werden könnte, würden derartige Produkte auch mechanisch bestehen.

Resümee

Besonders geeignet erscheinen Verpackungen aus PLA für Hochpreis- und Nischensegmente, beispielsweise:

- für Bio-Produkte mit begrenzter Haltbarkeit
- für fermentierte Milchprodukte

Künftige Forschungsprojekte könnten den Einfluss spezieller Additive und die Kombination mit anderen bioabbaubaren Materialien näher betrachten.

mechanical terms, PLA packaging scored slightly lower than its “big brothers”.

For certain applications, for example storage in a protective atmosphere, packaging made of polylactic acid is only usable to a limited extent. Overall though, the results are promising and show that PLA without additives could also be used for packaging food from a health point of view if such products met the mechanical requirements.

Summary

PLA packaging appears to be particularly suitable for high-price and niche segments such as:

- organic products with a limited shelf life
- fermented dairy products

Future research projects could analyse the influence of special additives and the combination with other biodegradable materials in greater detail.

Beteiligte wissenschaftliche Institutionen

Das OFI

Das OFI (Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik), ein Forschungsinstitut mit langjähriger Kunststoffkompetenz, leitete im Projekt das Arbeitspaket Lebensmitteltests. Die von den Firmen hergestellten Verpackungen wurden auf ihre Eignung getestet und dabei denselben Prüfbedingungen unterworfen wie gängige Verpackungen. Die Ergebnisse sind vielversprechend und zeigen, dass Verpackungen aus PLA für den Lebensmittelbereich geeignet sind.

Participating Scientific Institutions

OFI

The Austrian Research Institute for Chemistry and Technology (OFI), a research institution with long-standing competence in plastics, led the work package “Food tests” in the project. The packaging materials manufactured by the companies were tested for their suitability and subjected to the same test conditions as common packaging materials. The results are promising and show that PLA packaging is suitable for the food segment.

Beteiligte Unternehmen

NÖM

NÖM ist ein Hersteller und Abfüller von Milchprodukten und hat als Firmenpartner am Projekt mitgewirkt. Das Unternehmen stellte eine Großabfüllanlage für die Fertigung von Fruchtzubereitungen zur Verfügung.

Agrana

Agrana ist ein Hersteller von Stärkeprodukten und Fruchtzubereitungen. Im Projekt kam dem Unternehmen die Aufgabe zu, Stärke bereitzustellen und zu modifizieren sowie die Vorcompounding der plastifizierbaren Stärke vorzunehmen. In einem neuen Großcompounder der Agrana-Tochter „Zuckerforschung Tulln“ wurden gute Ergebnisse erreicht, die in ein weiteres Forschungsprojekt eingebracht werden.

Miraplast

Miraplast ist Hersteller von Haushaltsartikeln und hat als österreichischer Firmenpartner am Projekt mitgewirkt. Das Unternehmen übernahm das Testen der Spritzgießmassen auf gängigen Formen. Der Fließwiderstand war noch höher als erwartet, auch mit herkömmlichen Fließhilfsmitteln waren kaum Verbesserungen zu erzielen. Erst durch die Wahl des geeigneten Polymers wurden die gewünschten Ergebnisse erzielt.

Participating Companies

NÖM

NÖM is a manufacturer and bottler of dairy products and participated in the project as an industry partner. The company provided a large-scale bottling plant for the production of fruit preparations.

Agrana

Agrana is a manufacturer of starch products and fruit preparations. The company’s task in the project was to provide and modify starch and to precompound plastifiable starch. In a new compounder of the Agrana subsidiary “Zuckerforschung Tulln” good results were produced, which will be integrated into another research project.

Miraplast

Miraplast is a manufacturer of household articles and participated in the project as an Austrian industry partner. The company was in charge of testing injection moulding compounds in commonly used moulds. As the flow resistance was even higher than expected, hardly any improvements were realised without additives. When the suitable polymer was chosen, the desired results were produced.

7 Der Lebenszyklus von Polymilchsäure

Erreichen die aus Polymilchsäure hergestellten Produkte ihr Lebensende, stellen sich verschiedene Fragen: Wie wird das Material entsorgt? Ist es kompostierbar? Und ist über den gesamten Lebenszyklus hinweg PLA gegenüber herkömmlichen Kunststoffen im Vorteil? Ein Arbeitspaket des CORNET-Projekts beschäftigte sich mit diesen Fragen.

Sollen die Umweltauswirkungen von Kunststoffen aus nachwachsenden Rohstoffen beurteilt werden, muss der gesamte Lebenszyklus betrachtet werden. Einer der Vorteile, die dabei ins Treffen geführt werden, ist die Kompostierbarkeit.

7 The Life Cycle of Polylactic Acid

When products made of polylactic acid reach the end of their useful life, various questions arise: How is the material disposed of? Can it be composted? Does PLA have an advantage over conventional plastics throughout its entire life cycle? A work package of the CORNET project dealt with these questions.

If the environmental impact of plastics made of renewable raw materials is to be evaluated, their entire life cycle must be analysed. One of the advantages to be mentioned is compostability.

In the CORNET project "Bio-Packing PLA" a separate work package, which was led by the Belgian research partner Celabor, was dedicated to considerations regarding the life cycle in general and an analysis of the end of the life cycle in particular.

Examination of Compostability

The harmonised EU standard EN 13432 was used as a basis for the composting of packaging. This standard provides for the evaluation of the heavy metal content, biodegradability, disintegration and the quality of the compost gained. The following results were produced:

The term "biodegradable" refers to breaking down the chain molecules of a plastic material into low-molecular units through microorganisms. Biodegradability was determined according to ISO 14855 by measuring the amount of CO₂ which is created during the composting process. The samples analysed in the project showed a time profile of biodegradation, which was dependent on the type of compost, the amount of the PLA waste tested, the additives contained and the crystallinity of the sample.

Biodegradability must be distinguished from the disintegration of material. It means that a plastic product visibly disappears during the composting process. However, it does not say whether the polymer molecules themselves were broken down,



Im CORNET-Projekt „Bio-Packing PLA“ war ein eigenes Arbeitspaket unter der Leitung des belgischen Forschungspartners Celabor Lebenszyklusüberlegungen im Allgemeinen und der Betrachtung des Lebenszyklus-Endes im Besonderen gewidmet.

Untersuchung der Kompostierbarkeit

Für die Kompostierung von Verpackungen wurde die harmonisierte EU-Norm EN 13432 als Grundlage herangezogen. Dieser Standard sieht die Evaluierung des Schwermetallgehalts, der Bioabbaubarkeit, der Desintegration und der Qualität des gewonnenen Komposts vor. Dabei wurden folgende Ergebnisse erzielt:

Unter dem Begriff „biologisch abbaubar“ wird die Aufspaltung der Kettenmoleküle eines Kunststoffs in niedermolekulare Einheiten durch Mikroorganismen verstanden. Die Bioabbaubarkeit wurde gemäß ISO 14855 bestimmt, indem die Menge an CO₂ gemessen wurde, die während des Kompostiervorgangs entsteht. Die im Projekt untersuchten Proben zeigten einen zeitlichen Verlauf des biologischen Abbaus, der von der Kompost-Art, der Größe der getesteten PLA-Abfälle, von den enthaltenen Additiven und der Kristallinität der Probe abhing.

Von der Bioabbaubarkeit ist die Desintegration (Materialauflösung) zu unterscheiden. Darunter wird verstanden, dass ein Produkt aus Kunststoff während des Kompostiervorgangs sichtbar verschwindet. Dabei ist aber noch nicht ausgesagt, ob auch die Polymer-Moleküle selbst aufgespalten wurden oder lediglich nicht mehr sichtbare Fragmente entstanden sind. Als Negativbeispiel seien hier sogenannte „Oxo-abbaubare Kunststoffe“ angeführt, additivierte Polyolefine, die unter Lichteinfluss in kleine Kunststoffpartikel zerfallen und somit mit dem Effekt „aus den Augen, aus dem Sinn“ Kompostierbarkeit vorgaukeln. Die biologische Umsetzung zu Kompost stoppt aber nach kurzem Umsatz. Die Desintegration wurde gemäß ISO 16929 bestimmt, wonach Verpackungsmaterial mit frischem Biomüll gemischt wird. Produkte aus Polymilchsäure verschwanden dabei in einem Zeitraum zwischen sechs und zwölf Wochen vollständig.

Lebenszyklus-Analyse von Polymilchsäure

Die Lebenszyklus-Analyse ist die Betrachtung eines Produkts oder Materials von seiner Entstehung bis zu seinem Verschwinden (englisch „cradle-to-grave“), also von der Gewinnung des Rohmaterials bis zur Entsorgung des daraus hergestellten Produkts. Die im CORNET-Projekt verwendete Methodik ist konsistent mit jener, die in den internationalen Normen ISO 14040 und 14044 beschrieben ist.

Zentrales Anliegen war dabei, die emotional diskutierten und oft sehr speziellen Sichtweisen zu dem Thema zu objektivieren und einen klaren Einblick in die Erstellung der Lebenszyklus-Analyse zu geben. Auf diese Weise soll es jedem Nutzer ermöglicht werden, die Rahmenbedingungen gemäß seiner individuellen Situation anpassen zu können.



Die belgische Stadt Leuven war der erste Treffpunkt des Projektteams. // The Belgian city of Leuven was the first meeting point of the project team.

or only fragments that are no longer visible were created. So-called „oxo-degradable plastics“ represent a negative example – they are polyolefins with additives, which decompose into small plastic particles under the influence of light, thus simulating compostability with the “out of sight, out of mind” effect. However, the biological transformation to compost stops after a short conversion.

The disintegration was defined in accordance with ISO 16929, which provides for mixing packaging material with fresh organic waste. Products made of polylactic acid disappeared completely in a period of between six and twelve weeks.

Life Cycle Analysis of Polylactic Acid

The life cycle analysis is a cradle-to-grave observation of a product or material, i.e. from the production of the raw material to the disposal of the product made of it. The methodology applied in the CORNET project is consistent with that specified in the international standards ISO 14040 and 14044.

The primary concern was to objectify views on this topic, which are often very particular and discussed emotionally, and to give a clear insight into the development of the life cycle analysis. This way, all users should be enabled to adjust the framework conditions in accordance with their individual situation.

Verglichen wurde der Lebenszyklus zweier Halbliterflaschen, einmal hergestellt aus PET (das aus Erdöl erzeugt wird) und einmal aus PLA. Die Relevanz verschiedener Entsorgungs-Szenarios (Recycling, Deponierung, Kompostierung) wurde geschätzt.

Die Analyse wies auf den großen Flächen- und Wasserverbrauch der Getreidekulturen hin, aus denen Stärke als Rohstoff für Polymilchsäure gewonnen wird. In Summe zeigt PLA aber deutliche Umweltvorteile gegenüber herkömmlichen Kunststoffen, vor allem aufgrund des geringeren Beitrags zur globalen Erwärmung und des geringeren Ausstoßes an Treibhausgas-Emissionen (kg CO₂-Äquivalent).

The life cycles of two half-litre bottles were compared; one of them was made of PET (which is made of oil), the other one of PLA. The relevance of different disposal scenarios (recycling, landfilling, composting) was estimated.

The analysis pointed out the large amount of land used and the high water consumption of the grain cultures, from which starch is gained as a raw material for polylactic acid. Overall however, polylactic acid shows substantial environmental advantages over conventional plastics, above all due to a smaller contribution to global warming and lower greenhouse gas emissions (kg CO₂ equivalent).

Beteiligte wissenschaftliche Institutionen

Celabor

Celabor ist ein belgisch-wallonisches Verpackungsinstitut und einer der Forschungspartner des Projekts. Es brachte seine Expertise im Tiefziehen sowie in der systematischen Analyse von Barriereigenschaften, Molmassen und Produktionsparametern ein. Das Arbeitspaket, das sich mit Kompostierbarkeit und Lebenszyklusanalyse von PLA beschäftigt, wurde von Celabor geleitet.

Es können je nach Materialtyp gute Korrelationen von Rohstoff und Verarbeitung gezeigt werden. Die Kompostierbarkeit ist grundsätzlich immer gegeben, die Geschwindigkeit hängt stark von den Bedingungen ab. In der Lebenszyklusanalyse zeigt PLA einige deutliche Vorteile gegenüber herkömmlichen Kunststoffen.

Participating Scientific Institutions

Celabor

Celabor is a Belgian-Walloon packaging institute and one of the research partners of the project. It contributed its expertise in deep-drawing and in the systematic analysis of barrier properties, molar masses and production parameters. The work package which focused on compostability and life cycle analysis of PLA was led by Celabor.

Depending on the type of material, good correlations of raw material and processing were shown. Compostability is generally always given, with the speed heavily depending on the conditions. In the life cycle analysis, PLA shows some clear advantages in comparison with conventional plastics.

Beteiligte Unternehmen

Vöslauer

Vöslauer ist ein Abfüller von Mineralwasser und hat als österreichischer Firmenpartner am Projekt mitgewirkt. Das Unternehmen erprobte die von der Firma NAKU beigestellten Flaschen-Preforms unter Serienbedingungen. Einige Hundert Stück der Musterabfüllung wurden im Rahmen der „Vienna Bio-Polymer Days 2010“ an über 100 internationale Teilnehmer verteilt.

Injektoplast

Injektoplast ist ein Hersteller von Werkzeugen und Verschlüssen für die Getränkeindustrie und hat als österreichischer Firmenpartner am Projekt mitgewirkt. Ziel war, für die NAKU-Vöslauer-Flasche einen Bio-Verschluss zu entwickeln, der die Verpackungsanforderungen erfüllt und trotz der Dickwandigkeit kompostierbar ist. Die verkürzten Tests verlaufen gut, die vollständige Kompostierung muss noch abgewartet werden.

Geberit

Geberit ist ein Hersteller von Sanitärprodukten und hat als österreichischer Firmenpartner am Projekt mitgewirkt. Aufgabe war das Testen der von Agrana und TGM hergestellten Spritzgussmasse mit Serienwerkzeugen. Das Verspritzen für Abdeckkappen verlief dank der großen Wandstärken gut, die Umsetzung ist jetzt zu diskutieren.

Participating Companies

Vöslauer

Vöslauer is a bottling plant for mineral water and participated in the project as an Austrian industry partner. The company tested the bottle preforms supplied by NAKU under series conditions. Several hundred pieces of the sample bottles were distributed to more than 100 international participants at the “Vienna Bio-Polymer Days 2010”.

Injektoplast

Injektoplast is a manufacturer of tools and lids for the beverage industry and participated in the project as an Austrian industry partner. The objective was to develop a bio-lid for the NAKU-Vöslauer bottle, which meets the packaging requirements and can be composted despite its thick walls. The shortened tests are going well, but the complete composting still remains to be seen.

Geberit

Geberit is a manufacturer of sanitary products and participated in the project as an Austrian industry partner. The task was to test the injection moulding compound produced by Agrana and TGM with series tooling. The injection for caps went well thanks to the great wall thickness; the implementation must now be discussed.

INSERAT TGM

8 Andere Biokunststoffe

Polymilchsäure ist nicht der einzige Kunststoff aus nachwachsenden Rohstoffen, der von sich reden gemacht hat.

Schon die historisch frühesten Beispiele für thermoplastische (Celluloid) und elastomere Materialien (vulkanisierter Kautschuk) wurden nicht aus Erdöl, sondern aus pflanzlichen Rohstoffen hergestellt.

Unter den Biokunststoffen, die heute an Aufmerksamkeit gewinnen, gibt es solche, die von natürlich vorkommenden Polymeren (Stärke, Cellulose) abgeleitet sind, und solche, die aus fermentativ gewonnenen Monomeren hergestellt werden.

Polyhydroxybuttersäure

Polyhydroxybuttersäure (abgekürzt PHB) ist wie Polymilchsäure ein fermentativ, also durch die chemischen Leistungen von Bakterienkulturen, hergestellter Polyester. Im Unterschied zu PLA kann bei der Herstellung von PHB auch der Polymerisationsschritt selbst durch Bakterien bewerkstelligt werden. Die Isolierung des Materials aus den Bakterien ist allerdings aufwendig.

Zu den dadurch bedingten relativ hohen Produktionskosten kommen derzeit auch noch schlecht beherrschbare Materialeigenschaften wie hohe Brüchigkeit. Eine größere Bandbreite an möglichen Eigenschaften erhält man durch die Herstellung von Blends, beispielsweise mit Celluloseacetat (siehe unten).

Thermoplastische Stärke

Von Stärke abgeleitete Materialien besitzen unter den heute verwendeten Biokunststoffen den größten Marktanteil. Stärke kann für diese Zwecke aus Mais, Weizen und Kartoffeln hergestellt werden, wobei Maisstärke die größte wirtschaftliche Bedeutung besitzt.

Um thermoplastisch verarbeitbar zu sein, werden der Stärke natürliche Plastifizierungsmittel wie Sorbit oder Glycerin beigefügt. Darüber hinaus werden auch bei diesem Material oft Blends mit anderen Polymeren hergestellt.

Der größte Nachteil von aus Stärke hergestellten Produkten besteht in deren Wasser- und Feuchtigkeitsempfindlichkeit sowie in der geringen mechanischen Festigkeit, die jedoch durch Modifizierungen bereits verbessert werden konnte. Außerdem schlägt auch hier der relativ hohe Preis zu Buche.

Biokunststoffe auf Cellulose-Basis

Cellulose lässt sich aus Holz oder Baumwolle gewinnen. Um als Werkstoff interessant zu sein, muss aber auch Cellulose modifiziert, beispielsweise zu Celluloseacetat verestert werden. Dieses Material – der am längsten gebräuchliche Kunststoff auf pflanzlicher Basis – lässt sich gut im Spritzguss, aber schlecht in Tiefziehprozessen verarbei-

8 Other Bioplastics

Polylactic acid is not the only plastic made of renewable raw materials, which has been talked about a lot.

Even the historically earliest examples of thermoplastic (celluloid) and elastomeric materials (vulcanised rubber) were not made of oil, but rather of plant-based raw materials.

Among the bioplastics that are attracting attention today, there are those derived from naturally existing polymers (starch, cellulose), and others that are manufactured from monomers obtained by fermentation.

Polyhydroxy Butyric Acid

Like polylactic acid, polyhydroxy butyric acid (PHB) is a polyester obtained by fermentation, i.e. it is created through the chemical activities of bacteria. As opposed to PLA, the polymerisation step itself can be carried out by bacteria in the production of PHB. However, it is complicated to isolate the material from the bacteria. Not only are the resulting production costs relatively high, but it is currently also still hard to control material properties such as high brittleness. A broader range of possible properties can be obtained through the production of blends such as cellulose acetate (see below).

Thermoplastic Starch

Materials derived from starch hold the highest market share among the bioplastics used today. For these purposes, starch may be produced of maize, wheat and potatoes, with maize starch having the greatest economic significance.

To enable thermoplastic processability, natural plasticisers such as sorbitol or glycerine are added to the starch. Moreover, blends with other polymers are also produced with this material.

The main disadvantage of products made of starch is their

sensitivity to water and moisture as well as their low mechanical strength, which has, however, already been improved through modifications. Furthermore, the price of these products is also relatively high.

Cellulose-Based Bioplastics

Cellulose can be extracted from wood or cotton. In order for cellulose to become interesting as a raw material, it must be modified, for example esterified to become cellulose acetate. This material – the plant-based plastic that



Thermoplastische Stärke aus Mais besitzt hohe wirtschaftliche Bedeutung. // Thermoplastic starch made of maize has great economic importance.

ten. Die wichtigste Anwendung ist aber die Herstellung von Fasern.

Celluloseacetat besitzt gute Barriereigenschaften und eine hohe Schlagzähigkeit.

Andere Biokunststoffe

Darüber hinaus sind auch viele andere Dinge versucht worden. Neben den biologisch abbaubaren Biokunststoffen gibt es auch solche, die zwar aus nachwachsenden Rohstoffen (und nicht aus Erdöl) erzeugt werden, aber nicht abgebaut oder kompostiert werden können.

Zu erwähnen seien beispielsweise Nüsse als Quelle für Rohstoffe für derartige nicht-abbaubare Biokunststoffe, wie z. B. Polyamide. Ein derartiges Polyamid findet sich zum Beispiel unter einer Toyota-Motorhaube als Ansaugkrümmer. Ein anderes Beispiel für einen nicht-abbaubaren Biokunststoff ist Bio-Polyethylen, das chemisch dem synthetischen Polyethylen gleicht, aber aus Bioethanol erzeugt wird, also pflanzlichen Ursprungs ist.

Insgesamt fristen nicht-abbaubare Biokunststoffe noch ein Schattendasein, sie könnten in Zukunft aber ein Marktvolumen erreichen, das mit dem der abbaubaren Biokunststoffe vergleichbar ist.

has been in use for the longest time – is easy to process in injection moulding, but processing by deep-drawing is difficult. The most important application is the production of fibres though.

Cellulose acetate has good barrier properties and high impact strength.

Other Bioplastics

Beyond that, many other things have been tried. Apart from bio-degradable bioplastics there are also materials which are made of renewable raw materials (rather than oil), but cannot be degraded or composted.

Nuts, for example, must be mentioned as a source for raw materials for such non-degradable bioplastics. Polyamides are one example. Such polyamides can, for example, be found under a Toyota bonnet as intake manifolds. Another example of a non-degradable bioplastic is bio-polyethylene, which chemically resembles synthetic polyethylene, but is produced from bioethanol and is therefore of plant origin.

Overall, non-degradable bioplastics are still leading a shadowy existence, but could reach a market volume comparable to that of degradable bioplastics in the future.

Der Kunststoff-Cluster

Durch die Zusammenarbeit von Niederösterreich, Oberösterreich und Salzburg ist der Kunststoff-Cluster zum größten Netzwerk für Kunststoff-Technologie in Europa geworden. Die niederösterreichischen Cluster-Partner sind dadurch Mitglieder eines großen, überregionalen Netzwerks, werden aber regional von ecoplus betreut. Das Schwerpunktthema in Niederösterreich ist Biokunststoff. Mit dem internationalen Forschungsprojekt „Bio-Packing PLA“ legt der Kunststoff-Cluster die Grundlage für innovative Produktentwicklungen seiner Partnerunternehmen im Verpackungsbereich.

Trägersgesellschaften des Kunststoff-Clusters sind ecoplus, die Wirtschaftsagentur des Landes Niederösterreich, die Clusterland Oberösterreich GmbH und ITG Salzburg GmbH.

Ansprechpartner im ecoplus-Büro St. Pölten:

Ing. Harald Bleier

ecoplus Clustermanager in Niederösterreich
E-Mail: h.bleier@ecoplus.at
Tel. +43/2742/9000-19672

DI Alexander Komenda

Projektmanager

E-Mail: a.komenda@ecoplus.at
Tel. +43/2742/9000-19675

The Austrian Plastics Cluster



Ing. Harald Bleier

The cooperation of Lower Austria, Upper Austria and Salzburg has made the plastics cluster the largest network for plastics technologies in Europe. The Lower Austrian cluster partners have thus become members of a large, supraregional network, but are supported regionally by ecoplus. In Lower Austria a special focus is placed on bioplastics. With the international research project “Bio-Packing PLA” the plastics cluster provides the basis for innovative product development of its partner companies in the packaging sector.

The supporting organisations of the plastics cluster are ecoplus, the business agency of Lower Austria, Clusterland Oberösterreich GmbH and ITG Salzburg GmbH.

Contacts at the ecoplus office St. Pölten:

Ing. Harald Bleier

ecoplus Cluster Manager in Lower Austria
E-mail: h.bleier@ecoplus.at
Phone +43/2742/9000-19672

DI Alexander Komenda

Project management

E-mail: a.komenda@ecoplus.at
Phone +43/2742/9000-19675

Ein Projekt besteht aus Menschen

Koordiniert man ein großes Projekt zur Erarbeitung und Verbreitung von Wissen, dann zählen nicht nur die Fakten. Auch die Menschen mit ihren Interessen, Emotionen und Persönlichkeiten gilt es zu gewinnen.

Ein Projekt wie „Bio-Packing PLA“ erzeugt Wissen durch das Zusammenführen von Kompetenz, durch die Nutzung von Laborinfrastruktur und Maschinenparks. Ein solches Projekt besteht vor allem aber auch aus Menschen – Menschen, die ihr Know-how einbringen, Menschen, die ihre Zustimmung geben, Menschen, die Geld investieren, Menschen, die ein Projekt am Laufen halten. Das Projektsteuerungsteam des St. Pöltner Büros des Kunststoff-Clusters – allen voran Clustermanager Harald Bleier und Projektkoordinator Alexander Komenda – haben auch mit diesem Aspekt des Projekts ihre Erfahrungen gemacht und auch diese gehören zu dem, was man für die Zukunft daraus lernen kann.

Die Erfahrungen begannen schon damit, österreichische Firmen zu überzeugen, bei dem Projekt mitzuwirken. Bleier erinnert sich an so manches Gespräch, bei dem er von einem Unternehmen auf das andere verwiesen wurde: „Ich bin dabei, wenn der auch dabei ist.“ Bereits in diesem Stadium war so manches argumentative Geschick gefragt.

Erweckung durch die erste Rechnung

Die Anlaufphase gestaltete sich zunächst schleppend: Schließlich waren Teams aus sechs europäischen Ländern zu koordinieren (Komenda: „Eigentlich sieben, denn die beiden Teile Belgiens traten unabhängig voneinander auf“), in all diesen Staaten waren Genehmigungen einzuholen. Auch die heimischen Projekt-Meetings waren zunächst nur spärlich besucht: Viele hatten zwar ihre prinzipielle Zustimmung gegeben, aber wenn's darauf ankam, waren oft andere Dinge wichtiger.

„Das änderte sich, als die erste Rechnung verschickt wurde“, erinnert sich Harald Bleier schmunzelnd. Plötzlich gingen die Wogen hoch: Wieso musste man für ein Projekt bezahlen, das noch kein Ergebnis geliefert hatte? Hier war wiederum entsprechende Über-

A Project Consists of People

When coordinating a large project designed to develop and spread knowledge, it's not only facts that count. It is also important to win people with their interests, their emotions and their personalities.



In einem Projekt wie „Bio-Packing PLA“ muss man die Menschen mit ihren Interessen und Emotionen gewinnen. // In a project like “Bio-Packing PLA” it is important to win people with their interests and emotions.

© ecoplus

A project like “Bio-Packing PLA” generates knowledge by combining expertise, by using laboratory infrastructure and machinery. But above all, such a project also consists of people – people who contribute their knowledge, people who give their approval, people who invest money, and people who keep a project going. The project management team of the St. Pölten office of the plastics cluster – in particular cluster manager Harald Bleier and project coordinator Alexander Komenda – have also experienced these aspects of the project; and there are lessons to be learned for the future in this area as well.

The experiences began with convincing Austrian companies to participate in the project. Bleier remembers several occasions when he was referred from one company to another: “I will participate if they are in it as well.” Even at this early stage argumentative skills were frequently required.

Awakening through the First Invoice

The start-up phase was dragging initially: After all, teams from six European countries had to be coordinated (Komenda, “Actually seven teams, as the two parts of Belgium operated independently

zeugungsarbeit zu leisten: dass ein Vorhaben dieser Größe eine gewisse Zeit benötige, um in Gang zu kommen, dass Ergebnisse schon in Sicht seien, aber die Verbreitung des Wissens von der Beteiligung jedes Teilnehmers abhing.

„Es ist uns aber gelungen, jede einzelne Firma wieder ins Team zu bekommen. Die zweite Rechnung war dann kein Thema mehr“, meint Bleier heute zufrieden. Dass die Firmen – sowohl finanziell als auch durch das Aufbringen von In-kind-Leistungen – in das Projekt investierten, ist wohl als ein Schlüssel zum Erfolg anzusehen. Es sei sogar wichtig gewesen, meint Bleier, dass der Betrag eine Schwelle überstieg, die in der Regel die Abzeichnung der Zahlung von der Geschäftsführung notwendig macht. Denn wenn die Unternehmensleitung in etwas investiere, dann wolle sie auch, dass dabei etwas herauskommt.

Dann erhalten diejenigen Leute, die für das Projekt firmenintern zuständig sind, den nötigen Rückhalt, dann ist die Beteiligung kein Alibi.

Aktives Mitwirken hat sich bezahlt gemacht

Das Engagement der Unternehmen hat sich aber ausgezahlt, wie Alexander Komenda nun berichten kann: „Wer sich gut eingebracht hat, der hat heute auch etwas davon.“ Tatsächlich war ein entscheidendes Moment des Projekts, dass die beteiligten Unternehmen Polymilchsäure auf ihren eigenen Maschinen verarbeitet haben. Erste Versuche sind vielleicht noch etwas mitleidig angegangen worden, gleichsam nach dem Motto: „Wir glauben zwar nicht, dass etwas dabei herauskommt, aber wir probieren es einmal.“ „Wenn man aber dann mehr investiert, wenn man versucht herauszufinden, warum etwas nicht funktioniert, wenn man die Rezeptur verändert und Additive beimischt, dann entsteht Wissen“, meint Komenda.

Aber auch durch den Austausch zwischen den wissenschaftlichen Institutionen aus allen beteiligten Ländern konnten alle profitieren, auch über die erarbeiteten Forschungsergebnisse hinaus. „Wenn man sich zu einem ganztägigen Meeting trifft, dann reist man meist schon am Tag davor an. Und das gemeinsame Bier am Abend bringt oft ebenso viel wie die Arbeit an den Fakten“, kommt Komenda auch auf die zwischenmenschlichen Aspekte einer solchen Kooperation zu sprechen. Heute wisse man, was die Stärken des jeweils anderen seien, vieles könne heute auf Zuruf abgewickelt werden, auch wenn es nicht genau so in einem Projektplan steht.

Ein Markt tut sich auf

„Viele Leute fragen mich: Gibt’s denn schon Produkte aus PLA?“ erzählt Bleier zum Stand der Dinge am Ende des Projekts „Bio-Packing PLA“: „Ja, der Markt ist dabei sich zu entwickeln. Und wir sind mit unseren Projektpartnern vorne mit dabei.“



DI Alexander Komenda war Gesamtprojektleiter und Seele des Projekts „Bio-Packing PLA“ // DI Alexander Komenda was both over-all project head and the soul of the project “Bio-Packing PLA”.

of each other”), and approvals had to be obtained in all of these countries. Project meetings in Austria initially also only had few attendants: although many had agreed in principle, other things were often more important when it came to a crunch.

“That changed when the first invoice was sent out,” Harald Bleier remembers with a smile. All of a sudden, feelings ran high – why pay for a project that had not produced any results yet? Once again, there was some convincing to do: that a project of this dimension takes some time to get going, that some results were in sight, but that spreading knowledge depended on the contribution of all participants.

“But we managed to get every single company back on the team. The second invoice was no longer an issue,” Bleier is satisfied today. The fact that companies invested in the project – both financially and through in-kind services – is to be considered a key to success.

In Bleier’s opinion, it was also important that the amount invoiced exceeded a threshold that would generally require approval of the payment by the management – because if the management invests in something, than they also want to see results. Then the people responsible for the project within a company get the necessary support, and participation is no alibi.

Active Participation Has Paid Off

The commitment of the companies was worthwhile, as Alexander Komenda now reports: “Those who made a contribution also benefit from it today.” It was a decisive moment of the project that the participating companies processed polylactic acid on their own machinery. The first tests were approached in a pitying manner, the motto being “although we don’t believe this will come to anything, we’ll give it a try.” “But once a little more has been invested, you will try to identify why something doesn’t work. When the formula is changed and additives are added, then knowledge is created,” says Komenda.

In addition, everyone benefited from the exchange of the scientific institutions from all participating countries – often far beyond the research results that had been produced. “When you get together for an all-day meeting, you usually arrive on the day before. Having a beer together in the evening often gains just as much as working on the facts,” Komenda comments on the interpersonal aspects of such cooperations. Today the participants know each other’s strengths, and many things can be done relatively informally, even if the project plan doesn’t say exactly the same thing.

A Market Is Opening Up

“Many people ask me: Are any PLA products available yet?” Bleier says on the status quo at the end of the project “Bio-Packing PLA”: “Yes, the market is currently developing. And we are at the forefront with our project partners.”

9 Zukunftsperspektiven

Nach dem Projekt ist vor dem Projekt. „Bio-Packing PLA“ hat vieles an Wissen zum Material Polymilchsäure erarbeitet und zahlreichen Unternehmen zugänglich gemacht. Als Nächstes wird es darum gehen, den Schritt in die Regale zu tun und die Verwertung von Biokunststoffen am Ende ihres Lebenszyklus zu beleuchten.

Viele der beteiligten Länder werden die gewonnenen Erfahrungen in ein zweites CORNET-Projekt einfließen lassen, für das der Name „Second Life“ vorgeschlagen wurde. Unter Federführung des DK1 in Darmstadt beschäftigt man sich hier mit dem zweiten Teil des Stoffkreislaufs für PLA. Der Österreichische Kunststoff-Cluster macht im eigenen Bereich weiter. Die Forschungsmannschaft des CORNET-Projekts „Bio-Packing PLA“ wird sich zum regelmäßigen Erfahrungsaustausch zu aktuellen Projekten treffen, nicht zuletzt weil man gesehen hat, dass das Rad auch auf diesem Gebiet zuweilen mehrmals erfunden wurde.

Der Schritt in die Regale

Der nächste Schritt muss sein, Produkte ins Regal zu bringen: Zu diesem Zweck ist eine Kooperation mit dem Lebensmittel-Cluster Niederösterreich zum Thema Biokunststoff-Verpackungen entstanden. In einer Vielzahl von Einzelversuchen wird das neue Verpackungsmaterial erprobt, die Partner können einander von den Erfahrungen berichten, um auch im Lebensmittelbereich eine Kompetenz-Plattform Biokunststoff zu errichten.

Im Rahmen der Förderschiene „COIN“, die die Kooperation von Klein- und Mittelbetrieben mit Forschungseinrichtungen zum Ziel hat, wurde bereits das Projekt „PaToPa“ gestartet. Es beschäftigt sich mit dem Aufbereiten und dem Recycling von Industrieabfällen. Das Konsortium umfasst die Wertschöpfungskette vom Anlagenbauer über den Verwerter bis zum Additivhersteller und Lebensmitteltechniker.

Was geschieht mit Biokunststoffen nach deren Verwendung?

Im Hinblick auf das Ende des Lebenszyklus von Biokunststoffen sind noch einige Fragen offen. Technische Antworten sind hier leichter zu geben als logistische und soziale Antworten: Wie kann ein Sammelsystem für diese Materialien aufgebaut werden, wie werden die Sammelsysteme von der Bevölkerung wahrgenommen, welche Änderungen kommen auf die bestehenden Kreisläufe zu?

Ebenso ist zu klären, ob Biokunststoffe grundsätzlich CO₂-neutral verbrannt werden und der Wärmegewinnung dienen sollen oder ob sie immer kompostiert werden. Soll es Biokunststoff nur für ein bestimmtes Produkt, dafür aber mit Pfand geben? Wie geht man etwa mit den Biokunststoffen um, die aus dem Ausland in das Kunststoff-Sammelsystem eines Landes kommen.

Zu diesen Fragen möchte der Kunststoff-Cluster das Podium anbieten. Es bedarf dazu der Beteiligung aller Partner aus Industrie, Forschung, aus Behörden und Politik, denn es geht um einen großen gemeinsamen Weg für unsere Biokunststoffe!

9 Future Prospects

After the project is before the project. „Bio-Packing PLA“ has developed a lot of knowledge on the material polylactic acid and made it accessible to numerous companies. The aim of the next phase will be to take the step to the shelves and to illustrate the utilisation of bioplastics at the end of their life cycle.

Many of the participating countries will incorporate the experience gained in a second CORNET project, for which the name „Second Life“ has been suggested. Under the leadership of DK1 in Darmstadt, the project will deal with the second part of the materials cycle for PLA. The research team of the CORNET project „Bio-Packing PLA“ will meet for a regular exchange of experience regarding current projects, not least because it turned out that the wheel was invented several times in this project as well.

The Step to the Shelves

As a next step, the products must be taken to the shelves. For this purpose, a cooperation on the topic of bioplastics has been established with the food cluster Lower Austria. The new packaging material is tested in a series of individual tests. The partners can report their experiences to each other in order to set up a competence platform for bioplastics in the food segment. Within the funding programme „COIN“, which aims at the cooperation of small and medium-sized companies with research facilities, the project „PaToPa“ has already been started. It deals with the treatment and recycling of industrial waste. The consortium covers the value chain from the plant engineer to the user, to the manufacturer of additives and the food engineer.

What Happens with Bioplastics after They Have Been Used?

When it comes to the end of the life cycle of bioplastics, several questions are still open. Technical answers are easier to give than logistical and social answers: How can a collection system for these materials be set up? How are the collection systems perceived by the people? Which changes are coming up for existing cycles?

It must also be clarified if bioplastics should generally be burned CO₂-neutrally and serve to produce heat, or if they should always be composted. Should bioplastics only be available for a specific product, but with a returnable deposit? How should bioplastics that get into the plastic collection system of a country from abroad be dealt with?

The plastics cluster wants to provide a podium for these questions. For this purpose the involvement of all partners from industry, research, from the authorities and politics is necessary – because we need to find a great common way for our bioplastics!



ACR MACHT SIE FIT FÜR IHRE INNOVATION!

1.300 Forschungsprojekte pro Jahr, 9.000 Kunden, 500 MitarbeiterInnen: Das ist die Austrian Cooperative Research (ACR), die Vereinigung der Kooperativen Forschungseinrichtungen in Österreich. Mit ihrem Angebot – kooperative Forschung und Entwicklung, Wissenstransfer sowie hochwertiges Messen und Prüfen – richtet sich die ACR besonders an die Träger der österreichischen Wirtschaft: die KMU.

Die ACR-Institute decken alle Bereiche der Wirtschaft ab:

- BAUTECHNOLOGIE
- INFORMATIONEN- UND KOMMUNIKATIONSTECHNOLOGIE
- LEBENSMITTEL- UND KONSUMENTENSICHERHEIT
- LIFE SCIENCES
- MIKRO- UND NANOSTRUKTURFORSCHUNG
- WIRTSCHAFTS- UND SOZIALWISSENSCHAFTEN
- UMWELTECHNIK UND ENERGIE
- WERKSTOFFTECHNIK UND -VERARBEITUNG

Starker Partner der KMU

Nur durch Innovation und die Erschließung neuer Märkte bleiben Unternehmen auf Dauer wettbewerbsfähig. Kleineren Unternehmen fehlt jedoch häufig der Zugang zu Forschungsinstituten und Fördergeldern. Die Weiterentwicklung von Produkten bleibt daher oft auf der Strecke. Die ACR kennt die Herausforderungen, die KMU am Innovationspfad zu bewältigen haben und bietet ihnen Hilfestellung bei der Umsetzung neuer Entwicklungen: Von der Prüfung einer ersten Idee über Unterstützung bei Förderansuchen bis hin zu Forschungsleistungen, Produktentwicklung und optimiertem Projektmanagement.

Cluster- und Netzwerkinitiativen

Die ACR macht sich auch für Branchenlösungen stark. Bei Collective Research handelt es sich um Forschungsprojekte, die von Clustern, Verbänden bzw. Netzwerken für ihre Mitglieder in Auftrag gegeben werden. Unternehmen übernehmen dabei das Monitoring der Forschungsergebnisse. Die Endergebnisse werden der gesamten Branche zur Verfügung gestellt.

Gut für Ihre Innovationen

Austrian Cooperative Research - ACR
1090 Wien, Sensengasse 1
T: +43/ (1) 219 85 73
office@acr.at, www.acr.at



AUSTRIAN COOPERATIVE RESEARCH
KOOPERATION MIT KOMPETENZ

ACR-Institute: Bautechnisches Institut Linz (BTI) · Bautechnische Versuchs- und Forschungsanstalt Salzburg (bvfs) · Forschungsgesellschaft für Wohnen, Bauen und Planen (FGW) · Holzforschung Austria (HFA) · Institut für Brandschutztechnik und Sicherheitsforschung (IBS) · KMU FORSCHUNG AUSTRIA (KMFA) · Lebensmittelversuchsanstalt (LVA) · Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik (ofci) · Österreichisches Gießerei-Institut (ÖGI) · Österreichisches Institut für angewandte Telekommunikation (ÖIAT) · Schweißtechnische Zentralanstalt (SZA) · Versuchsanstalt für Getreideverarbeitung (VFG) · Versuchs- und Forschungsanstalt der Hafner Österreichs (VFH) · Forschungsinstitut der Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie (VÖZFI) · Zentrum für Elektronenmikroskopie Graz (ZFE)

was eine leistungsstarke wirtschaft möglich macht, spürt man in niederösterreich



Es gibt viele Gründe, warum sich Niederösterreichs Wirtschaft in den letzten Jahren besser als andere entwickelt hat: Die neue Lage im Herzen Europas, die wir offensiv nutzen. Das entscheidungsfreudige und investitionsfreundliche Klima im Land, das Unternehmen anderswo vermissen. Und nicht zuletzt das umfassende und kompetente Service, das wir als Wirtschaftsagentur des Landes leisten – von der Unternehmensgründung bis zur internationalen Betriebsansiedlung.

Das Ergebnis ist eine Bilanz, die sich nicht nur in positiven Ziffern und Zahlen zeigt, sondern auch in einer wirtschaftlichen Stärke, von der alle in Niederösterreich profitieren. Und auf die wir weiter bauen können.

www.ecoplus.at

ecoplus. Niederösterreichs Wirtschaftsagentur GmbH
Niederösterreichring 2, Haus A, 3100 St. Pölten

