

# BIOPRO Magazin

Gesundheitsindustrie und Bioökonomie in Baden-Württemberg Ausgabe 1/2019



**Gesundheit:** BABYBE GmbH: Frühgeborene rund um die Uhr in Kontakt mit Mama

**Bioökonomie:** Sellerie und Strom: Duales System auf dem Acker

**Bioanalytik:** Biologicals werden für Boehringer Ingelheim immer wichtiger



## BIOPRO in Baden-Württemberg

Im Jahr 2002 gründete die Landesregierung Baden-Württembergs die BIOPRO Baden-Württemberg GmbH mit Sitz in Stuttgart. Die zu 100 Prozent vom Land getragene Gesellschaft unterstützt die Gesundheitsindustrie mit den Branchen Biotechnologie, Medizintechnik und Pharmazeutische Industrie sowie den Aufbau einer Bioökonomie in Baden-Württemberg. Wir sind zentraler Ansprechpartner für Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Netzwerke. Unser Ziel ist es, mit unserem Fachwissen Baden-Württemberg als herausragenden Standort weiterzuentwickeln und ein optimales Klima für Innovationen zu schaffen. Wir bewirken mit unserer Arbeit aber auch sehr konkret, dass wissenschaftliche Erkenntnisse schneller den Weg in die Wirtschaft finden.

Die BIOPRO informiert die Öffentlichkeit über die Leistungsfähigkeit und den Ideenreichtum von Medizintechnik, Biotechnologie und Pharmazeutischer Industrie. Außerdem begleiten wir Gründer auf dem Weg in ihr eigenes Unternehmen.

**Gesundheitsindustrie:** Baden-Württemberg ist ein starker Standort der Gesundheitsindustrie. Die zahlreichen Unternehmen der Medizintechnik, der Pharmazeutischen Industrie und der Biotechnologie bilden einen Kernbereich der baden-württembergischen Wirtschaft. Wir untermauern dies mit Daten und Fakten und tragen dazu bei, es national und international deutlich zu machen.

**Bioökonomie:** In einer Bioökonomie dienen nachwachsende Rohstoffe als Basis zum Beispiel für Chemikalien, Kunststoffe und Energie. Wichtige Verfahren zur Umsetzung von Biomasse in Zwischenprodukte kommen aus der Biotechnologie/Biologie. Wir sensibilisieren Unternehmen für die wirtschaftlichen Chancen in diesem Bereich und engagieren uns für die Etablierung einer Bioökonomie in Baden-Württemberg.



### Liebe Leser,

um langfristig die Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen zu reduzieren, findet auch in der Textilbranche ein Umdenken statt. Auch Textilprodukte – sei es für Bekleidung, medizinische Anwendungen oder Verbundwerkstoffe für technische Applikationen – sollen in Zukunft nachhaltig sein. Dabei spielen sowohl die Rohstoffauswahl und ein ressourcenschonender Anbau als auch eine nachhaltige Produktion und die Wiederverwertbarkeit des Materials eine Rolle. Forschungsinstitute und Unternehmen aus Baden-Württemberg entwickeln innovative Prozesse, um eine nachhaltige Textilwirtschaft zu ermöglichen. Und auch wir Verbraucher können dabei mithelfen, indem zum Beispiel hochwertige Bekleidungstextilien länger genutzt werden. Welche Schritte bereits gemacht sind und welche noch kommen sollen, erfahren Sie in unserem Schwerpunkt „Nachhaltige Textilien“.

Mit der sogenannten Känguru-Methode stellen Mütter und Väter den Hautkontakt zu ihrem frühgeborenen Säugling her. Die BABYBE GmbH aus Stuttgart zeigt mit ihrem Gelkissen, das auch im Brutkasten Herzschlag und Stimme der Eltern überträgt, wie die Behandlung von Frühchen im Klinikalltag noch optimiert werden kann.

Dass Biomassereststoffe aus ländlichen Räumen als Rohstoff für Chemikalien und Energie dienen können, erfahren Sie in unserem Beitrag über das europäische Projektkonsortium um das Fraunhofer IGB Stuttgart, SteamBio, auf Seite 16.

Und in unserem Interview auf Seite 20 erklärt Dr. Ralf Schumacher, dass Biopharmazeutika eine immer wichtigere Rolle für Boehringer Ingelheim spielen.

Viel Spaß beim Lesen wünschen  
Prof. Dr. Ralf Kindervater  
und das Redaktionsteam der BIOPRO Baden-Württemberg GmbH



▶ Editorial	3
▶ Inhalt	4
▶ Kurz notiert	5
Das Internationale Biogas und Bioenergie Kompetenzzentrum (IBBK) „carbonauten“ verwandeln Biomasse in hochwertige Plattformprodukte Tabak im Dienst der Gesundheit Der EXI-Gründungsgutschein	
▶ Schwerpunkt	6
<b>Bioökonomie:</b> Nachhaltige Textilien Kommentar	11
▶ Gesundheit	12
<b>Unternehmensporträt:</b> BABYBE GmbH: Frühgeborene rund um die Uhr in Kontakt mit Mama	
<b>Biosensoren:</b> Medizinischer Schnelltest für zu Hause	14
▶ Bioökonomie	16
<b>Ressourcen:</b> SteamBio – Biomassereststoffe aus dem ländlichen Raum als flexibler Rohstoff für die Produktion von Chemikalien und Energie	
<b>Energiegewinnung:</b> Sellerie und Strom: Duales System auf dem Acker	18
▶ Im Gespräch	20
<b>Bioanalytik:</b> Biologicals werden für Boehringer Ingelheim immer wichtiger	
▶ BIOPRO aktuell	22
<b>EU-Projekte:</b> Internationale Kooperationen für die Bioökonomie	
▶ Impressum	23



### Das Internationale Biogas und Bioenergie Kompetenzzentrum (IBBK)

Die Anzahl der Biogasanlagen in Deutschland hat sich seit der Jahrtausendwende nahezu verzehnfacht. Die IBBK-Fachgruppe Biogas GmbH, gegründet im Jahr 2000, hat diese Entwicklung in Form von Schulungen, Beratungsdienstleistungen und Projekten mitgestaltet und berät seit 2015 auch Betreiber bestehender und geplanter Anlagen im Auftrag des Landes Baden-Württemberg. Denn Strategieberatungen für bestehende Anlagen werden immer wichtiger, um deren Wirtschaftlichkeit perspektivisch zu sichern. Diplom-Agrarbiologe Michael Köttner, Gründer und Geschäftsführer des Unternehmens, ist dabei der Kreislaufgedanke sehr wichtig: „Wir halten nichts vom Bau von Biogasanlagen auf der grünen Wiese mit dem ausschließlichen Ziel der Biogasgewinnung.“ Vielmehr steht der Kreislaufgedanke im Vordergrund: Die Biogas-Technologie ist laut Köttner vor allem ein Instrument im Rahmen der Kreislaufwirtschaft mit dem vorrangigen Ziel, Nährstoffkreisläufe zu schließen. Die optimale stoffliche und energetische Verwertung von Biomasse im Rahmen einer Kaskadennutzung wird bei allen Projekten des IBBK angestrebt.

### „carbonauten“ verwandeln Biomasse in Plattformprodukte

Mittels der sogenannten „carbotwin“-Technologie kann Biomasse bei gleichzeitiger Energiegewinnung karbonisiert und in Kohlenstoff umgewandelt werden. Dieser kann dann wiederum als Ausgangsstoff für verschiedene Industriezweige eingesetzt werden (Verpackung, Landwirtschaft, Kosmetik etc.). Der Kohlenstoff wird so in den Endprodukten gespeichert und gelangt nicht, wie bei der einfachen Verbrennung, als CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre. Dass dies nicht nur umweltfreundlich, sondern auch wirtschaftlich rentabel ist, zeigt das Start-up carbonauten UG aus Giengen in Baden-Württemberg. Laut Torsten Becker, Gründer und Geschäftsführer des Unternehmens, bietet die innovative

Technologie neben ihrer Umweltfreundlichkeit noch viele weitere Vorteile: „Durch die modulare und robuste Bauweise ohne drehende Teile und das energiepositive Karbonisierungsverfahren sind unsere Anlagen sehr effizient und flexibel hinsichtlich verschiedener Biomassen“, erklärt er. Die Verkohlungsprozess erfolgt mittels Pyrolyse im sogenannten Batch-Verfahren. Der entscheidende Vorteil der Technologie: Während der Verkohlungsprozess entsteht Synthesegas mit einer Leistung von 700 bis 1.000 kW. Es wird teilweise zur Erhitzung der Wärmekammern genutzt. Durch den geringen Energiebedarf des Produktionsprozesses verfügt die Technologie über eine positive Energiebilanz. „Das heißt, neben hochwertiger Biokohle können wir Strom und Heizwärme produzieren“, erklärt Torsten Becker begeistert.

### Tabak im Dienst der Gesundheit

Die getrockneten Blätter von Tabak (*Nicotiana tabacum*) sind in den westlichen Industrieländern zu recht in Verruf geraten. Der Zigarettenkonsum geht seit Jahren zurück, und damit auch der Tabakanbau. Das Projekt Newcotiana soll der Tabakindustrie den Weg in eine nachhaltige Zukunft weisen. Das Zauberwort heißt in diesem Zusammenhang „Molecular Farming“: Statt den Inhaltsstoff für Zigaretten zu liefern, soll Tabak Medikamente und Kosmetika produzieren. Newcotiana ist ein Großprojekt, an dem 19 akademische und industrielle Partner aus acht europäischen Ländern sowie Australien beteiligt sind und das die EU mit 7,2 Millionen Euro im Rahmen des Horizon-2020-Programms für insgesamt viereinhalb Jahre fördert. Verschiedene Züchtungsmethoden, darunter eine moderne Form der Pfropfung, werden getestet und miteinander kombiniert. Der Pflanzenbiotechnologe Prof. Dr. Holger Puchta vom Karlsruher Institut für Technologie arbeitet an der entscheidenden Schlüsseltechnik: „Mithilfe der Gentechnologie CRISPR/Cas wollen wir eine Technik etablieren, mit der wir das Tabakgenom gezielt und effizient verändern können. Tabak soll auf diese Weise medizinisch relevante Proteine wie Antikörper oder Wachstumsfaktoren produzieren können.“ Eine solche Tabakpflanze, die

komplexe menschliche Proteine produziert, trägt artfremde Geninformationen und fällt als gentechnisch veränderter Organismus (GVO) automatisch unter das Gentechnikgesetz. „Solche Pflanzen durchlaufen zahlreiche Sicherheitstests und wachsen zunächst in geschlossenen Gewächshäusern heran“, erklärt Puchta. Feldversuche seien in Spanien unter den GMO-Regulierungen geplant.

### Der EXI-Gründungsgutschein

Das Beratungsprogramm EXI-Gründungsgutschein wird seit Mitte 2012 vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg aus Mitteln des Europäischen Sozialfonds sowie aus Landesmitteln gefördert, um Baden-Württemberg zu einer der pulsierendsten Start-up-Regionen Europas zu machen. Der EXI-Gründungsgutschein kann von Gründern aus allen Hightech-Bereichen für ein zweistufiges Beratungsprogramm genutzt werden. In der ersten Stufe, der sogenannten Kompaktberatung, geht es darum, die Gründungsidee und das Team kennenzulernen, um die Tragfähigkeit des Vorhabens einzuschätzen. Außerdem werden individuelle Förder- und Finanzierungsmöglichkeiten vorgestellt. Gründungsideen mit Potenzial wird eine zweite hierauf aufbauende Intensivberatung angeboten, die ausschließlich durch akkreditierte und geprüfte Berater des Steinbeis-Beratungszentrums erfolgt. Hier werden relevante und zeitintensive Themenfelder vertieft. Die BIOPRO Baden-Württemberg ist bereits seit drei Förderphasen der Life-Sciences-Partner und bietet Kompaktberatungen für Gründer aus Biotechnologie, Medizintechnik, Diagnostik, Pharmazeutischer Industrie sowie angrenzenden Technologiefeldern an.



EXI, das Förderprogramm für Existenzgründer in der Vorgründungphase. Foto: Romolo Tavani / Shutterstock



Textilien können nachhaltig produziert und auch vollständig recycelt werden. (Konzept der Montage: Kindervater/BIOPRO, Pott; grafische Umsetzung: Designwerk – Kussmaul, Fotos: Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf, Kindervater / BIOPRO, iStockphoto, Peter Gudella / shutterstock, Rob kemp / shutterstock, bergamont / Adobe Stock, Stanislau\_V / Fotolia, Designwerk – Kussmaul)

## Bioökonomie Nachhaltige Textilien

Baden-Württemberg ist ein Stammland der textilen Innovation. Auch das Zukunftsthema „nachhaltige Textilien“ bekommt hier entscheidende Impulse.

Das gilt für den Bekleidungssektor und vor allem für den boomenden Bereich der technischen Textilien. Unternehmen und Forschungseinrichtungen arbeiten daran, die gesamte textile Wertschöpfungskette vom Rohstoff über die Produktion und Nutzungsdauer bis zur Entsorgung nachhaltiger zu gestalten als je zuvor.



Baden-Württemberg ist ein Textilland. Mit Stand 2017 gibt es hier 121 Betriebe mit jeweils mehr als 20 Beschäftigten. Die Unternehmen haben insgesamt mehr als 11.500 Mitarbeiter und erwirtschaften einen Umsatz von 2.238 Millionen Euro. Damit gehört Baden-Württemberg mit Bayern und Nordrhein-Westfalen im Länderranking zu den Top 3 der deutschen Textilindustrie. Zudem sind international führende Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen in Baden-Württemberg angesiedelt. Die Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung (DITF) im schwäbischen Denkendorf sind sogar das größte Textilforschungszentrum in Europa. Hinzu kommen die renommierten Hohenstein-Institute in Bönningheim und zahlreiche Forschungsabteilungen an den Hochschulen und in den Textilunternehmen des Landes.

Einer der wichtigsten Trends im Innovationsbereich sind nachhaltige Textilien. An den DITF wurden sie zu einem Schwerpunkt erklärt, der alle Abteilungen durchdringt und bei allen Produkt- und Verfahrensentwicklungen gelebt werden soll.

Dabei zählt längst nicht mehr nur der ökologische Nutzen. Denn nachhaltige Produkte und Verfahren rechnen sich auch ökonomisch für die Industrie. Das zeigt ein einfaches Beispiel: Wenn zur Ausrüstung oder Oberflächenbehandlung eines Textils keine toxischen Chemikalien mehr eingesetzt werden, entfallen das aufwendige und damit teure Handling mit den Giftstoffen und ihre Entsorgung. Forschung und Industrie ziehen aber nicht nur deshalb an einem Strang in die nachhaltige textile Zukunft. Auch die Nachhaltigkeitsstrategien von Land, Bund und EU zielen auf verschiedenen Ebenen, nicht zuletzt durch einen allgemeinen Bewusstseinswandel, in diese Richtung.

### **Nachhaltig von der Rohstoffquelle bis zur Entsorgung**

Die Weichen dafür, wie nachhaltig ein Textilprodukt ist, werden bereits mit der Auswahl der Ressourcen gestellt. Rohstoffquellen sollten generell geschont, und die Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen soll reduziert werden. Nachwachsende Rohstoffe zu verwenden und sie wasser- und energiesparend anzubauen ist ebenso wichtig wie ressourcenschonende Produktionsprozesse. Und auf eine nachhaltige Produktion folgt im Idealfall eine nachhaltige Nutzung mit möglichst vielen Lebenszyklen des textilen Materials. Hightech-Lösungen aus den Forschungsabteilungen liefern hier wertvolle Ansätze, wie Materialien industriell recycelt werden können.

Gerade im Bereich Bekleidung und Heimtextilien kann auch der Endverbraucher einen entscheidenden Beitrag leisten: Die Nutzungsdauer eines Textils lässt sich durch die Wahl qualitativ hochwertiger Ware in der Regel verlängern. Im Outdoorbereich kann das allerdings nach hinten losgehen. Hochwertige Textilien sollen wasser- und schmutzabweisend sowie atmungsaktiv sein. Das lässt sich mit PTFE-Membranen (PTFE: Polytetrafluorethylen) erreichen, deren

Herstellung jedoch mit umweltschädlichen Prozessschritten einhergeht. Die DITF arbeiten deshalb gemeinsam mit den Hohenstein-Instituten an einer Alternative aus Polypropylen (PP), die für die Unternehmen noch dazu kostengünstiger herzustellen ist. Einen anderen Weg gehen die Hohenstein-Institute gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB in Stuttgart. Sie arbeiten im Projekt „Hydrophobine“ daran, Textilien mithilfe von Pilzproteinen wasserabweisend zu machen.

Nachhaltige Textilien haben noch viel mehr zu bieten für viele Einsatzbereiche, auch weit jenseits von Bekleidung. Diese macht mit 40 Prozent ohnehin den geringeren Anteil der Branche aus. Der Schwerpunkt deutscher Forschungs- und Entwicklungsarbeit liegt bei technischen Textilien. So hat zum Beispiel im Bauwesen und im gesamten Sektor der Fahr- und Flugzeuge der Trend zum Leichtbau textile Materialien in den Fokus gerückt. Der Schwerpunkt liegt hier bei leichten und gut formbaren Verbundwerkstoffen. Die großen Forschungs- und Entwicklungszentren arbeiten seit Jahren mit Hochdruck daran, umweltverträgliche und im Sinne der Kreislaufwirtschaft weitgehend wiederverwendbare Produkte zu entwickeln.

### **Natürliche Biopolymere – die nachhaltigen Fast-alles-Könner**

Die DITF befassen sich intensiv mit natürlichen Biopolymeren wie Cellulose, Hanf und Flachs, die auch als Ausgangsstoffe für Verbundwerkstoffe infrage kommen. Wenn es um Biopolymere geht, muss zunächst definiert werden, was genau damit gemeint ist. Denn mitnichten sind alle Polymere, die sich biologisch abbauen lassen, Biopolymere, wie Dr. Frank Hermanutz sagt. Er leitet den Bereich Biopolymere und Nassspinnverfahren an den DITF und stellt klar: „Biopolymere, wie zum Beispiel viele bioabbaubare Ester, können, müssen jedoch nicht aus natürlichen Rohstoffen gewonnen werden. Sie lassen sich ebenso gut aus Erdöl herstellen, das ändert nichts an ihrer biologischen Abbaubarkeit. Für uns besonders interessant sind Biopolymere aus nachwachsenden Rohstoffen, also aus natürlichen Quellen.“ Diese nativen Polymere sind ebenso vielfältig wie die Produkte, die daraus entstehen können. Schwerpunktmäßig verarbeiten Hermanutz und sein Team neben dem gängigen Rohstoff Holz und dem daraus gewonnenen Zellstoff auch Chitin und Alginat zu Fasern. Die cellulosebasierten Fasern werden neben Hanf und Flachs in Verbundwerkstoffen eingesetzt.

### **Mit „green solvents“ umweltfreundlich Fasern spinnen**

Um Cellulosefasern besonders nachhaltig und umweltfreundlich herzustellen, wurde an den DITF ein besonderes Verfahren mit „green solvents“ entwickelt. Damit Cellulose zu Fasern versponnen werden kann, muss das Material zunächst in Lösung gebracht werden. Da sich Cellulose jedoch nicht in Wasser löst, werden bei herkömmlichen Verfahren giftige Lösungsmittel eingesetzt. Hermanutz und seine Kollegen haben mit ionischen Flüssigkeiten

eine Alternative gefunden, die genauso gut funktioniert, aber keine toxischen Abwässer produziert. Sie verwenden ein flüssiges organisches Salz. Es weist relativ große Kationen auf und ist deshalb bei Raumtemperatur flüssig. Es löst die Cellulose direkt, die dann ohne Zugabe von Stabilisatoren gesponnen werden kann. Das Lösemittel kann einfach mit Wasser ausgewaschen werden. Das Verfahren für diese Verarbeitung von Cellulose wurde an den DITF entwickelt und etabliert. „Ionische Flüssigkeiten ermöglichen uns außerdem die Herstellung von Super-Mikrofaser-Filamenten, die besonders viel Wasser aufnehmen und zum Beispiel zu Hygiene- und Medizintextilien verarbeitet werden können“, ergänzt Hermanutz.

Ein Flaggschiff aus der Entwicklung innovativer Cellulosefasern an den DITF ist deren Verarbeitung als Verstärkungsfasern in „PURCELL“, einem Verbundwerkstoff, der ausschließlich aus Cellulose aufgebaut ist. „Wenn wir die Fasern in eine Cellulosematrix einbinden, erhalten wir einen Verbund mit sehr guter Faser-Matrix-Haftung, weil beides aus dem gleichen Material besteht“, sagt Hermanutz. So entsteht ein Verbundwerkstoff, der vielseitig eingesetzt werden kann, zum Beispiel im Automobilbau. „Wir produzieren zunächst formbares Halbzeug, das heißt, Platten mit einem gewissen Wasseranteil. Dieser verdampft, wenn die Platte in der Heißpresse bei 160 °C in die gewünschte Form gebracht wird“, erklärt Hermanutz. In puncto Oberflächenmodifizierung ist der PURCELL-Verbundwerkstoff sogar glasfaserverstärkten Kunststoffen, den GFK, überlegen: Die Versuche an den DITF haben gezeigt, dass sich die Oberfläche gut lackieren oder färben lässt, was mit GFK nicht möglich ist. „Da das Material zudem nicht klebt, benötigen wir kein Trennmittel, wenn der Werkstoff in der Presse in Form gebracht wird“, ergänzt Hermanutz.

### Natürliche Polymere sind enorm vielseitig und zu 100 Prozent recycelbar

Der größte Pluspunkt für die Nachhaltigkeit des neuen Materials zeigt sich am Ende der Nutzungsdauer der daraus gefertigten Produkte: Der Cellulose-Verbundwerkstoff lässt sich abfallfrei zu 100 Prozent recyceln. In den DITF-Laboren wurden entsprechende Produkte bereits bis zu vier Mal recycelt und zu neuen Verbundwerkstoffen verarbeitet. Unter Laborbedingungen haben sich seine Produkteigenschaften dabei nicht verschlechtert. „Wir haben auch die Alterung bereits simuliert und keine Einbußen festgestellt. Jedoch muss noch untersucht werden, wie sich das Material nach realen 10 - 15 Jahren unter verschiedensten Umwelteinflüssen verhält“, räumt Hermanutz ein. Am Ende einer Werkstoffnutzung kann das Rezyklat also entweder wiederverwertet oder auch kompostiert und über diesen Weg wieder in den Stoffkreislauf eingebracht werden. Aber es gibt noch eine weitere interessante Möglichkeit: Der Cellulose-Werkstoff kann mechanisch zerkleinert und zu Fischfutter verarbeitet werden. „Der Werkstoff ist garantiert frei von Mikroplastik und wird von den Fischen genauso gerne gefressen wie herkömmliche Pflanzenreste“, sagt Hermanutz.

Mittel- und langfristig kann der neue Werkstoff dazu beitragen, dem zunehmenden Abfallproblem mit Verbundwerkstoffen entgegenzuwirken. Aktuell entstehen jährlich allein in Deutschland rund 250.000 Tonnen Abfälle aus glasfaserverstärktem Kunststoff, die nicht wiederverwertet werden können. Zurzeit wird GFK-Müll schlicht verbrannt, und der Glasfaseranteil nach der Verbrennung als Zementzusatz genutzt. „Die Flügel von Windrädern zum Beispiel bestehen aus GFK. Nun ist es so, dass die Förderung für immer mehr Windräder ausläuft und diese häufig nicht mehr



Der Eisbärpavillon – ein textiler Membranbau in futuristischem Design – Setzt Zeichen für nachhaltige Energienutzung. Foto: DITF Denkendorf



wirtschaftlich betrieben werden können. Es folgt der Abbau und damit eine Verschärfung des Problems mit immer mehr GFK-Abfall“, erklärt Hermanutz. Er hofft, dass PURCELL und die daraus gewonnenen Werkstoffe hier eine technisch ebenbürtige, nachhaltige Alternative bieten werden.

Trotz der guten Aussichten gibt es – noch – einige Einschränkungen für das neue Material. Wenn hochfeste, konstruktive Bauteile gefragt sind, etwa im Karosseriebau, ist das reine Cellulosematerial nicht geeignet. „Deshalb haben wir einen Hybridwerkstoff mit einem 30-prozentigen Carbonanteil entwickelt. Dieser liefert uns die geforderte Festigkeit und Steifigkeit“, so Hermanutz. Allerdings ist auch nicht für jedes denkbare Produkt höchste Festigkeit gefordert. Und hier kommen dann auch Hanf und Flachs als Rohstoff für Verbundwerkstoffe ins Spiel. Die Pflanzen weisen von Natur aus Fasern höchst unterschiedlicher Dicken und Längen auf. Deshalb sind hochfeste Produkte damit nicht machbar. Verpresst gibt das Material jedoch hervorragende Matten ab, die zum Beispiel als Autorücksitze dienen können. Das ist aber noch nicht alles. Prinzipiell kann jede Cellulosefaser, egal aus welchem Rohstoff und welcher Mischung, gewoben, verstrickt oder auf sonstige Weise textil weiterverarbeitet werden, was das Nutzungsspektrum weiter erhöht, zum Beispiel im Bereich der Gebäude-Innenausstattung.

### Mit Chitosan beschichten

Auch Alginate, Chitin und sein chemischer Verwandter, das Chitosan, werden als gut verfügbare und erneuerbare Ausgangsmaterialien zur Produktion von Textilien herangezogen. Alginate können mithilfe von Bakterien biotechnologisch hergestellt werden und bieten sich auch als nachhaltiger Rohstoff für textile Wundauflagen an. Die Hohenstein-Institute haben mit Industriepartnern ein innovatives Verfahren für die Herstellung solcher Produkte entwickelt. Dass Chitin nicht nur Insekten gut kleidet beziehungsweise panzert, beweist ein Forschungs- und Entwicklungsprojekt am Fraunhofer IGB. Hier wurde gemeinsam mit sechs weiteren Partnern Insektenchitin durch ein neues biotechnologisches Verfahren nutzbar gemacht und für die Beschichtung von Textilien verwendet.

### Bio-Carbonfasern aus Holzreststoff

Dass selbst Hochleistungsfasern für technische Anwendungen biobasiert und nachhaltig sein können, beweist das DITF-Team mit der Entwicklung von Carbonfasern aus Cellulose. Carbonfasern bestehen zum Großteil aus Kohlenstoff, der grafitartig angeordnet ist. Sie verstärken Kunststoffe, Metalle oder Keramik. „Verbundwerkstoffe aus Carbonfasern sind das steifste Material, das wir kennen, bei gleichzeitig niedriger Dichte“, sagt Dr. Erik Frank, der bei den DITF den Bereich Carbonfasern und neue Materialien leitet. Bauteile, die stark belastet sind oder hohe Temperaturen aushalten müssen und gleichzeitig leichtgewichtig sein sollen, enthalten daher oftmals Carbonfasern.



Neuer energiesparender Ofen an den DITF zur Stabilisierung der Vorläuferfasern von Carbonfasern im Teilvakuum. Foto: DITF

Sie werden beispielsweise für Hitzeschilde in der Raumfahrt und in Flugzeugrümpfen eingesetzt oder stecken in der Karosserie und in Bremscheiben von Formel-1-Rennwagen, im Rahmen mancher Mountainbikes, in Skiern und vielen anderen Sportgeräten. Doch Frank zufolge sind Carbonfasern mit einem Kilogrammpreis von mindestens 15 Euro mehr als zehnmal so teuer wie herkömmliche Verstärkungsmaterialien, etwa Glasfasern oder Stahl. Ihr Einsatz beschränkt sich daher meist auf hochpreisige Produkte.

Bis zum Jahr 2022 könnte der weltweite Bedarf an Carbonfasern von 70,5 Tonnen im Jahr 2017 jedoch auf 120,5 Tonnen ansteigen, schätzt der Branchenverbund Carbon Composites e. V. Das Leichtbaumaterial wird nämlich für Elektroautos zunehmend interessant, die dadurch höhere Reichweiten erreichen können. Auch beim Bau immer größerer Rotorblätter für Windkraftanlagen könnten Carbonfasern wichtig werden. In der Baubranche sind sie als Ersatz für die korrosionsanfällige Stahlarmierung im Beton denkbar.

### Lignin – ein billiger und nachwachsender Rohstoff

Laut Frank könnte sich der Preis für Carbonfasern in einigen Jahren halbieren. Als preisgünstiges und nachwachsendes Ausgangsmaterial untersuchen die Denkdorfer Forscher unter anderem Lignin. Zusammen mit elf weiteren Partnern wollen sie die Bio-Carbonfasern in dem EU-Projekt LIBRE (Lignin-based carbon fibres for composites) zur Marktreife bringen.

Lignin sorgt für das Verholzen von Gräsern, Stauden, Sträuchern und Bäumen. Das Polymer verklebt Cellulosefasern in den Zellwänden der Pflanzen und verfestigt sie, sodass selbst über 100 Meter hohe Mammutbäume nicht einknicken. In den Papierfabriken fallen jedes Jahr mehrere Millionen Tonnen Lignin als Nebenprodukt an. Statt es wie bisher meist zu verbrennen, formen die Verbundpartner das beige-braune Pulver so um, dass es sich zu Fäden verspinnen lässt. Diese werden in einem weiteren Prozess zu den anthrazitfarbenen Carbonfasern umgewandelt.

Bislang werden die Ausgangsfasern meist aus Polyacrylnitril in einem Nassspinnverfahren hergestellt. Der Prozess ist empfindlich und langwierig. „Darauf entfällt die Hälfte der Kosten der Carbonfaserherstellung“, erklärt Frank. Außerdem sind sowohl der Grundbaustoff Acrylnitril als auch die verwendeten Lösungsmittel giftig. Entstehende Abgase bei der thermischen Weiterbehandlung müssen entsprechend aufwendig gereinigt werden. Ganz selten wird auch Pech als Basis für besonders steife und zugfeste Carbonfasern verwendet. Hierbei fallen jedoch noch höhere Aufbereitungskosten an, so Frank.

„Um die Ausgangsfasern herzustellen, verwenden wir ein Schmelzspinnverfahren, weil es preiswerter ist und ohne Lösungsmittel auskommt“, erklärt Frank. Zunächst muss das meist unerschmelzbare Lignin schmelzbar gemacht werden. Dafür modifiziert Franks Team das Lignin chemisch oder vermischt es mit schmelzbaren Additiven.

### **Spinnfäden, dünner als menschliches Haar**

Danach kann das pelletierte Ligningemisch in der Schmelzspinnanlage in der Denkendorfer Fabrikationshalle bei Temperaturen von bis zu 250 °C aufgeschmolzen werden. Eine Schnecke treibt die weiche Masse in einem Extruder wie in einem Fleischwolf vorwärts und drückt sie durch mehrere Hundert Löcher einer Düse. An der Luft härten die Fasern – zehnmal dünner als ein menschliches Haar – aus und werden als Endlosgarn von mehreren Kilometern Länge auf Rollen gewickelt.

Anschließend müssen die Fasern wieder unerschmelzbar gemacht werden. Dafür durchläuft die Faser einen Umluftofen, in dem zunehmend heißer werdende Luft ein Vernetzen der Ligninmoleküle bewirkt. Ein neuer, besonders energieeffizienter Ofen, den die Denkendorfer zusammen mit der Firma centrotherm international AG in Blaubeuren entwickelt haben, soll die Herstellungskosten weiter senken. „Er nutzt ein Teilvakuum, um später homogenere Carbonfasern mit noch besseren mechanischen Eigenschaften zu erhalten“, ergänzt Frank. Auch die Zeit, die für die Vernetzungsreaktion gebraucht werde, könnte sich von derzeit über 60 Minuten auf 30 Minuten verkürzen, so der Chemiker.

Im letzten Schritt, dem Carbonisieren, werden nahezu alle chemischen Elemente außer dem Kohlenstoff aus der Faser abgespalten. Dazu erhitzen die Denkendorfer Forscher die Faser in einem Hochtemperaturofen bei über 1.000 °C unter Stickstoffatmosphäre. „Die Werte für Zugfestigkeit und Steifigkeit liegen bei der ligninbasierten Carbonfaser über denen von hochlegiertem Stahl, wobei Stahl wesentlich schwerer ist“, sagt der Chemiker.

### **Bislang geringe Kohlenstoffausbeute und brüchige Fasern**

Bereits in den 1960er/70er Jahren haben Forscher begonnen, Carbonfasern auf Ligninbasis herzustellen. Lignin hat nämlich den Vorteil, dass es bereits zu 60 Prozent aus Kohlenstoffatomen

besteht und die aromatische Vorstruktur der späteren Kohlenstofffaser aufweist. Doch die Kohlenstoffausbeute und die Qualität waren bislang gering. Mit dem inzwischen patentierten Prozess, den Franks Team entwickelt hat, können sie die Hälfte der ursprünglich im Lignin vorhandenen Kohlenstoffmenge bergen. Alles darunter wäre unwirtschaftlich. Damit sei die Kohlenstoffausbeute ähnlich hoch wie bei den bisherigen polyacrylnitril-basierten Carbonfasern und höher als mit Cellulose als weiterer biobasierter Rohstoffalternative, so Frank.

Das größte Problem war bisher, dass die langen Polymerketten des Lignins nach dem Celluloseaufschluss in der Papierindustrie nur noch zerstückelt vorhanden sind. Die Ausgangsfaser wird dadurch spröde und brüchig und lässt sich nur schwer weiterverarbeiten. Um das zu umgehen, mischen Franks Mitarbeiter dem Ligningemisch vor dem Aufschmelzen hochmolekulare Cellulose zur Stabilisierung bei. Langfristig will Frank aber nur noch reines Lignin verwenden, weil sich Lignin und Cellulose gegenseitig stören. „Wir nehmen die kleinen Molekülbruchstücke des Lignins und verbinden sie über eine chemische Komponente wieder zu einer langen Molekülkette“, erklärt der Chemiker. Dadurch kann künftig eine Ausgangsfaser für Carbonfasern ausschließlich aus dem kostengünstigen Lignin hergestellt werden.

Das vierjährige LIBRE-Projekt läuft noch bis zum Jahr 2020. Bis dahin wollen die Denkendorfer etliche Kilogramm Lignin-Carbon-Fasern produzieren. Projektpartner werden Verbundwerkstoffe aus diesen Carbonfasern für Windrad- und Automobilelemente austesten.

### **Biobasierte Polyester**

„Polyestertextilien“ klingt erst mal nach Petrochemie. Sie können jedoch auch aus nachwachsenden Rohstoffen statt aus Erdöl hergestellt werden. Polylactid (PLA) zum Beispiel kann aus Getreide wie Mais gewonnen werden. Dabei wird jedoch kontrovers diskutiert, ob es nachhaltig ist, aus Nahrungsmitteln PLA herzustellen. Da PLA bioresorbierbar ist, eignet es sich gut für den Einsatz in der Medizin, etwa als Matrix für die Regeneration von Gewebe und als Nahtmaterial. Auch Polyhydroxybutyrat (PHB) kann in textilen Medizin- und Pflegeprodukten eingesetzt werden. Hier sieht es mit den Rohstoffquellen etwas anders aus, PHB kann inzwischen auch biotechnologisch in Fermentern hergestellt werden. Als Futter dienen in der „Bakterienfabrik“ erneuerbare Rohstoffe wie Zucker, Stärke und Glycerin.

### **Nachhaltige Textilien in exotischen Einsatzgebieten**

Wie vielseitig Textilien sind, zeigt sich auch an exotischen Einsatzgebieten. An den DITF wurde ein flächiges 3D-Textil namens „FogHa-TiN®“ entwickelt, um in trockenen Küstenregionen als Nebelfänger und damit zur nachhaltigen Gewinnung von Trinkwasser zu dienen. Ein entsprechendes Produkt ist inzwischen



## BIOPRO Kommentar zum Thema „nachhaltige Textilien“

Baden-Württemberg war einst ein großer Standort der textilen Produktionskette. Die wirtschaftliche Entwicklung in den Billiglohnländern und eine weitgehende Automatisierung der Herstellprozesse für Massenwaren führte zu einem Niedergang der textilen Wertschöpfung in unserem Land.

Geblichen sind etliche Weltmarktführer in Spezialbereichen, in denen sie sich über fortgesetzte Innovationsprozesse am Weltmarkt behaupten konnten und können. Neben dem Bereich „technische Textilien“ für Hightech-Anwendungen kommt nun ein neuer Sektor, in dem diese Unternehmen sich weitere Marktsegmente erobern können: die nachhaltigen Textilien und eine Teilhabe an der Materialverarbeitung faserbasierter Rohstoffe in der Bioökonomie.

Hier kommt es derzeit zu einer Renaissance von alternativen Pflanzenfasern wie zum Beispiel Hanf oder Flachs, die teilweise schon seit Jahrhunderten bekannt sind, aber in Zeiten der Chemiefasern und der Massenbaumwolle verdrängt wurden. Wissenschaftler entwickeln neue Faserwerkstoffe, die aus

Holz oder anderem lignozellulosehaltigen Pflanzenmaterial durch katalytische Spaltung gewonnen werden können. Wichtig bei den biobasierten Ressourcen ist, dass das Material wiederverwendet wird. Und so muss eine vollständige Kreislaufwirtschaft (Cradle to Cradle) immer Bestandteil einer neuen Entwicklung sein. Bei Fasern, die zu 100 % biobasiert sind und sich biologisch abbauen lassen, ist sogar eine abschließende Kompostierung möglich.

Hier können viel Neuland gewonnen und gemeinsam mit innovativen Designern, Modelabeln und anderen Abnehmern von textilen Produkten verloren geglaubte Marktnischen zurückerobert werden. Dabei müssen natürlich der Markt und die Konsumenten mitspielen und die in den entsprechenden Textilien gelebte Nachhaltigkeit auch wertschätzen. Denn wir Verbraucher haben es über unser Einkaufsverhalten ebenfalls in der Hand, ob sich eine biobasierte Wirtschaft durchsetzen kann.

Das ist zwar nicht immer ganz einfach, doch der Wind scheint sich langsam, aber sicher zu drehen.

Herzlichst,  
Ihr Prof. Dr. Ralf Kindervater

als „CloudFisher“ auf dem Markt. Das Textil eignet sich aber auch für technische Anwendungen, wie die Abscheidung von gesundheitsschädlichen Aerosolen aus Dämpfen.

Ein weiteres Beispiel für nachhaltigen Textileinsatz ist der Eisbär-Pavillon, der 2013 als visionäres Zukunftskonzept für energieeffizientes Bauen an den DITF entstand. Inspiriert vom Eisbärfell und seinen besonderen Fähigkeiten zur Lichtleitung und Wärmeisolation, haben die Forscher zusammen mit Unternehmen einen textilen Membranbau entwickelt, der Sonnenwärme einfängt und zu Energiespeichern leitet.

Ein weiteres interessantes Einsatzgebiet im Dienst der Nachhaltigkeit sind textile Mooswände, die Feinstaub aus der Luft filtern sollen. Gemeinsam mit botanisch und bautechnisch versierten Unternehmen haben die DITF im Projekt „MoosTex“ eine Mooswand entwickelt, bei der eine aktive Bewässerung den „Feinstaubhunger“ der Moose regelt. Das Prinzip hat sich selbst im extrem trockenen Sommer 2018 bewährt und wird nun weiterentwickelt.

Einen anderen Aspekt nachhaltiger Filterwirkung hat Rhodia Acetow im Blick: Das Unternehmen mit Sitz in Freiburg hat ein

Filtermaterial entwickelt, das ähnlich gute Abbauwerte aufweist wie reiner Zellstoff. Je nach Ausrüstung zerfällt es entweder besonders schnell unter Lichteinfluss, oder es wird besonders schnell in Wasser oder Kompost zersetzt. Obwohl solche Entwicklungen für technische Textilien die Industrieinnovationen im Land dominieren, gibt es doch auch zahlreiche Neuentwicklungen für den Bekleidungssektor. So entwickelt die Lauffenmühle GmbH in Lauchringen kreislauffähige Gewebe. Das Unternehmen setzt auf Kreislaufführung aller eingesetzten Materialien ohne jegliches Downcycling. Die Produkte eignen sich für Arbeits- und Schutzbekleidung, aber auch für Textilien im Bereich Medizin und Pflege.

So vielfältig die angeführten Beispiele für nachhaltige Textilien sind, so stellen sie doch nur eine relativ kleine Auswahl aller Entwicklungen und Innovationen dar. Weitere Akteure in diesem Sektor haben sich im Bündnis für nachhaltige Textilien zusammengeschlossen. Sie setzen sich über die gesamte Wertschöpfungskette für nachhaltige Produktion / faire Arbeitsbedingungen, nachhaltige Lieferketten und einen nachhaltigen Konsum ein. Mitglieder sind auch Unternehmen aus Baden-Württemberg wie VAUDE (Gründungsmitglied des Bündnisses) und TRIGEMA.

Dr. Heike Lehmann, Dr. Helmine Braitmaier



Das Frühgeborene liegt im Inkubator auf einem bionischen Gelkissen, das mithilfe von Luft sanft hin- und herbewegt wird. Foto: BABYBE GmbH

### Unternehmensporträt

## BABYBE GmbH: Frühgeborene rund um die Uhr in Kontakt mit Mama

Früher dachte man, dass Frühgeborene möglichst viel Ruhe brauchen. Dem ist aber nicht so, wie Studien belegen: Demnach braucht das Gehirn von Frühchen 24 Stunden am Tag Stimulierung, um sich gesund fertig entwickeln zu können, idealerweise nah bei der Mutter. Das Stuttgarter Start-up BABYBE GmbH hat hierfür ein spezielles Gelkissen entwickelt, mit dem Babys auch im Brutkasten Herzschlag und Stimme der Mutter wahrnehmen können. Das System ist bereits in mehreren Kliniken weltweit im Einsatz.

In Deutschland und den anderen Industrieländern kommen derzeit rund neun Prozent der Neugeborenen zu früh zur Welt, in vielen Entwicklungsländern liegt die Rate bei über zehn Prozent – Tendenz steigend. Dabei spricht man von einer Frühgeburt, wenn das Kind vor der vollendeten 37. Schwangerschaftswoche geboren wird. Die Gründe sind häufig unbekannt, reichen aber von Infektionen, später Schwangerschaft oder chronischer Erkrankung bis hin zu den bekannten Faktoren Alkohol und Rauchen.

Dank der modernen neonatalen Intensivmedizin ist die Überlebenschance für Frühgeborene in den letzten Jahren zwar stark gestiegen, und selbst sehr kleine Babys mit einem Geburtsgewicht von weniger als 1.000 Gramm überleben zu mehr als 80 Prozent, wenn sie in gut ausgestatteten Zentren behandelt werden. Allerdings zeigen manche der zu früh Geborenen später Verhaltensauffälligkeiten, motorische oder kognitive Einschränkungen. Man versucht zwar, dem entgegenzuwirken, indem die Kinder so häufig wie möglich Hautkontakt zur Mutter haben und idealerweise auch gestillt werden – als Känguru-Methode (Kangaroo Mother Care, KMC) bezeichnet. Im Alltag ist das aber sehr schwer durchzuführen und oft nur wenige Stunden pro Tag praktikabel.



## Rund um die Uhr geborgen wie an der Mutterbrust

Dies brachte zwei junge Forscher auf die Idee, nach einer Methode zu suchen, mit der sie den Frühchen einen täglichen Rund-um-die-Uhr-Kontakt mit der Mutter und damit ein möglichst normales Entwicklungsumfeld ermöglichen können. Mit Erfolg: Raphael Lang und Camilo Anabalón, die 2013 das Start-up BABYBE mit Sitz in Stuttgart gründeten, haben gemeinsam mit Neonatologen ein bionisches Gelkissen entwickelt, auf dem sich Frühgeborene im Inkubator oder Babybettchen ähnlich geborgen wie an der Mutterbrust fühlen können. „Sogar Herz und Lunge spüren die Babys so, als wenn sie direkt bei der Mutter auf dem Bauch liegen würden“, beschreibt Lang das System. „Und auch die Stimme der Mutter kann wiedergegeben werden.“

Das BABYBE®-System besteht neben der bionischen Matratze aus zwei weiteren Komponenten: dem etwa 1,5 Kilogramm schweren Modul in Schildkrötenform – genannt Turtle –, das sich die Mutter an den Körper hält, sodass Herzschlag oder Atem- und Sprachgeräusche sowie Lungenbewegungen bis zu einer Entfernung von 30 Metern in den Inkubator übertragen werden können, und dem Kontrollmodul, das außen am Inkubator hängt und die Signale überträgt.

## Das Gehirn entwickelt sich bis zur letzten Schwangerschaftswoche

„Wie man aus Studien weiß, braucht das Gehirn von Frühgeborenen 24 Stunden am Tag Stimulation. In dieser Zeit finden normalerweise im Mutterleib noch wichtige Umbauphasen statt“, erklärt Lang. „Früher dachte man, dass das Gehirn zwei Monate vor der planmäßigen Geburt praktisch schon fertig entwickelt ist und Frühgeborene deshalb ganz viel Ruhe brauchen. Das stimmt aber nicht und hat Probleme wie Atemaussetzer, Bindungsprobleme oder auch verzögerte Sprachentwicklung zur Folge. Deshalb nimmt man heute die Kinder möglichst häufig aus dem Inkubator und legt sie den Müttern auf die Brust. Erfahrungsgemäß kann man das aber nicht permanent machen, denn die Mutter muss auch selbst einmal schlafen oder hat vielleicht noch weitere Kinder.“

In der Zeit, in der die Mutter nicht zur Verfügung steht, kommt das BABYBE®-System zum Einsatz: Dann ist das Frühgeborene trotzdem durch eine vertraute Geräuschkulisse aus Herz-, Atem- und Sprachgeräuschen der Mutter nah und kann sich in der gewohnten Atmosphäre ganz ähnlich wie im Mutterleib entwickeln. „Gerade wenn die Mutter zuhause ist, haben wir noch ein weiteres Feature entwickelt“, sagt der Erfinder. „Gekoppelt mit dem eigenen Smartphone, können die Eltern dem Kind nicht nur rund um die Uhr die mütterlichen Herzgeräusche, sondern beispielsweise auch eine Gutenachtgeschichte schicken.“

## Positive Auswirkung auf Gewichtszunahme und Atemrhythmus

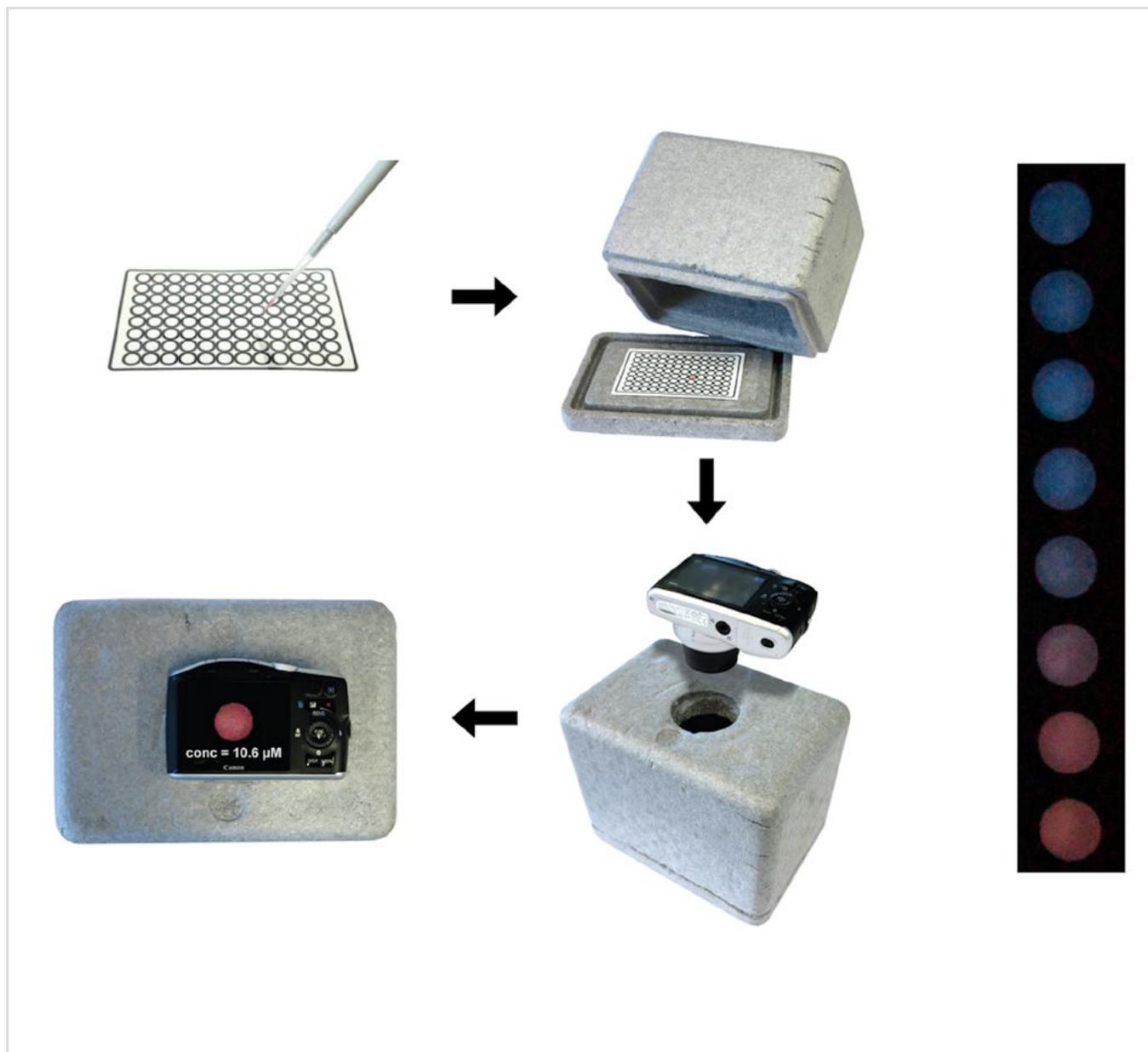
Die Therapie mit dem BABYBE zeigte bereits Erfolge: Eine erste Pilotstudie in Chile konnte gute Auswirkungen auf die Atemfrequenz als Indikator für Stressbelastung und auf die Gewichtszunahme der Kinder ausmachen. Derzeit läuft eine weitere, großangelegte Studie in Zusammenarbeit mit Kliniken in ganz Deutschland. Diese soll die Effekte in größeren Patientenzahlen und unter verschiedenen Voraussetzungen aufzeigen. „Wie wir sehen, ist eine solche Untersuchung auch ganz wichtig für den wissenschaftlichen Austausch zwischen den Kliniken“, sagt Lang. „Denn in Deutschland gibt es noch keine allgemeine Skala, wie mit Frühgeborenen zu verfahren ist. Da macht eigentlich jeder mehr oder weniger sein eigenes Ding, und Therapien können recht unterschiedlich sein. Die Studie kann auch dabei helfen, in Zukunft Standards für eine bestmögliche Behandlung festzulegen.“

Heute hat die BABYBE GmbH fünf Mitarbeiter, und zahlreiche zertifizierte Geräte sind in Kliniken weltweit im Einsatz. Großes Ziel ist es, dass alle Kassen die Vergütung übernehmen und das System in den Krankenkassenkatalog aufgenommen wird: „Die Techniker Krankenkasse ist da absoluter Vorreiter – sponsert Geräte und gibt Zuschüsse“, hebt Lang hervor. „Ein System kostet etwa 15.000 Euro, und man kann es bestimmt zehn Jahre lang verwenden. Wenn man pro Jahr zehn Kinder damit behandeln kann, dann spart man bei 2.000 bis 3.000 Euro, die ein Frühchen pro Tag mehr kostet als ein normales Kind, schon erheblich. Dabei sind die Geräte wirklich Peanuts in der Gesamtkalkulation. Außerdem muss man bedenken, dass Frühgeborene wegen der schlechteren Sprachentwicklung oft später eingeschult werden – es entstehen also auch sehr hohe Folgekosten im Bereich Nachsorge und Lerntherapie.“

## Forschung für Frühchen geht weiter

Produziert werden die Gelmatratzen aus Polyurethan als spezielles Hightech-Produkt nach dem FDA- und dem Öko-Tex-100-Standard bei der Firma Technogel Germany GmbH im thüringischen Berlingerode, das komplette System wird von der Sasse Elektronik nahe Nürnberg hergestellt. Die BABYBE GmbH übernimmt den Vertrieb. „Aber wir wollen natürlich definitiv auch noch weiter wachsen“, sagt der Ingenieur. Außerdem ist das Start-up gemeinsam mit seinem Netzwerk aus 30 europäischen und südamerikanischen Neonatalkliniken weiterhin in der Forschung engagiert. So antwortet der Firmengründer auch auf die Frage, ob zukünftig weitere Produkte angedacht sind: „Das ist momentan noch ein bisschen Geheimnis.“

Dr. Petra Neis-Beeckmann



*Für den Test werden außer Blutprobe und Sensor noch ein Papierstreifen und eine Kamera benötigt – ein entsprechendes, günstiges Gerät für den Patienten wollen die Forscher in den nächsten Monaten entwickeln. Foto: Max-Planck-Institut für medizinische Forschung*

## Biosensoren Medizinischer Schnelltest für zu Hause

Bei einer ganzen Reihe von Erkrankungen muss regelmäßig die Konzentration von Medikamenten oder Metaboliten im Blut bestimmt werden, was den Patienten den Alltag ziemlich erschweren kann. Forscher am Heidelberger Max-Planck-Institut für Medizinische Forschung haben nun einen Test entwickelt, der auf dem Glühwürmchenenzym Luciferase basiert. Damit lassen sich die Parameter in lediglich einem Blutstropfen schnell und günstig in jeder Arztpraxis oder gar zu Hause auf einem Papierstreifen messen.

Der Therapieerfolg vieler Erkrankungen hängt davon ab, dass Medikamente in der für jeden einzelnen Patienten richtigen Dosis verabreicht werden, bzw. die Konzentrationen krankmachender Metaboliten im Körper exakt bestimmt werden, um die bestmögliche Medikation verordnen zu können. Aktuell wird eine solche Kontrolle von Medikamentendosen oder Metabolitenkonzentrationen durchgeführt, indem den Patienten Blut abgenommen und in einer geeigneten medizinischen Einrichtung per Massenspektrometrie analysiert wird. Für diese Untersuchung müssen sich die Betroffenen je nach Erkrankung häufig zum Arzt oder ins Krankenhaus begeben, was über Jahre hinweg aufwendig und belastend sein kann.

Dies wollen Forscher des Max-Planck-Instituts (MPI) für medizinische Forschung in Heidelberg nun ändern. Sie erarbeiteten einen Test, mit dem Messungen verschiedener Parameter direkt im Blut von Patienten schnell und einfach – ähnlich



der Blutzuckermessung von Diabetikern – möglich werden. Entwickelt haben die Wissenschaftler um Prof. Dr. Kai Johnsson, Direktor am MPI, das Grundprinzip für den Test bereits 2014. LUCID (Luciferase-based Indicators of Drugs) wird das System genannt. Es basiert auf dem Enzym Luciferase, das auch für die Biolumineszenz der Glühwürmchen verantwortlich ist und sie zum Leuchten bringt. Auch für den neuen Heidelberger Test setzt das Glühwürmchenenzym eine Leuchtreaktion in Gang, die ganz einfach gemessen werden kann und sogar mit bloßem Auge zu erkennen ist.

### **Besondere Kombination macht den Biosensor so leistungsstark**

„Unser Testsystem basiert auf einem von uns entwickelten Biosensor, der halb Protein – die Luciferase –, halb synthetisches Molekül ist und damit Licht emittieren kann“, erklärt Johnsson. „Und diese Kombination macht ihn so leistungsstark. Dabei wird die Luciferase gewonnen, indem wir das Gen in Bakterien exprimieren; auch das synthetische Molekül stellen wir in unserem Labor her.“

Bei der Analyse des gesuchten Stoffs im Blut bindet der Biosensor dann einen Cofaktor, der die Farbe des abgestrahlten Lichts von Blau nach Rot ändert. Ist der gesuchte Stoff nicht vorhanden und damit auch der Cofaktor nicht bzw. in geringerer Menge, dann bindet dieser demnach auch nicht oder seltener an den Sensor, und die Farbe des Lichts ändert sich nicht bzw. in geringerem Ausmaß. Die Konzentration des Metaboliten im Blut kann nun ganz einfach über das Verhältnis von blauem zu rotem Licht bestimmt und mit einer simplen Kamera und einem Stück Papier gemessen werden. Der metabolische Assay kann für die Konzentrationsbestimmung von vielerlei Biomolekülen und Substanzen angewandt werden. Man kann ihn beispielsweise an Glucose, eine ganze Reihe von Aminosäuren oder Lipide koppeln. Grundsätzlich kann aber die Konzentration jedes Metaboliten gemessen werden, der vom Cofaktor – dem Nicotinsäureamid-Adenin-Dinukleotid-Phosphat (NADP) – oxidiert werden kann.

### **Praxistest bereits erfolgreich**

„Das Schöne an der Methode ist es, dass wir innerhalb von Minuten Tests durchführen können, die genauso zuverlässig sind wie die bisherigen massenspektrometrischen Untersuchungen der Blutproben“, berichtet Johnsson. „Das macht sie so interessant für diagnostische Tests und würde das Leben vieler Patienten erheblich einfacher machen.“ Einem Praxistest haben die Wissenschaftler das System bereits unterzogen: An der Heidelberger Kinderklinik wurden Blutproben von Patienten mit Phenylketonurie analysiert. Bei der Erkrankung handelt es sich um eine der häufigsten angeborenen Stoffwechselstörungen, die zwar durch eine proteinarme Diät therapiert werden kann,

wobei aber der Spiegel der Aminosäure Phenylalanin im Blut gut überwacht werden muss. Die Ergebnisse des Luciferase-Testsystems waren überaus überzeugend und konnten sich in der Genauigkeit mit der Massenspektrometrie messen.

„Unsere Hoffnung ist, dass dies den Alltag der Betroffenen in Zukunft erleichtern wird und sie die Untersuchung selbst zu Hause durchführen können“, so der Biochemiker. „Allerdings ist der Test im Moment noch nicht so weit, dass wir ihn den Patienten in die Hand geben können, sondern er erfordert noch etwas mehr Entwicklungsarbeit.“ Der funktionierende Sensor, der die gewünschten Stoffe in den Blutproben quantifizieren kann, existiert jetzt. Was nun noch fehlt, ist „das Drumherum“ – ein entsprechendes Gerät mit Chip, das die Photonen misst. „Das ist aber mit dem entsprechenden Engineering ein lösbares Problem“, sagt Johnsson. „Man kann hierfür wahrscheinlich sogar ein Gerät basteln, das nur im zweistelligen Eurobereich liegt. Denn eigentlich ist eine Kamera gut genug, wie sie heute in einem ganz normalen Mobiltelefon auch zu finden ist.“

### **Biosensor wird auch zu Forschungszwecken verwendet**

Die Möglichkeit der Konzentrationsbestimmung von Metaboliten an sich wird schon seit längerer Zeit in Krankenhäusern praktiziert. Allerdings war eine Direktbestimmung in Blut bisher nicht möglich, weil Licht geringer Wellenlänge von den Bestandteilen des Bluts absorbiert und damit nicht wahrgenommen oder gemessen werden kann. „Der Trick im Testsystem, das wir jetzt zur Hand haben, ist es, dass nun das Molekül, das das Licht aussendet, auch die Wellenlänge ändert“, erklärt der Wissenschaftler. „Und dies kann man messen. Das heißt, nicht das Licht an sich, sondern nur das Verhältnis von blauem zu rotem Licht muss stark genug sein, damit wir den gewünschten Stoff direkt im Blut bestimmen können. Dafür ist ein halber Mikroliter Blut mehr als ausreichend. Und diese Tatsache macht den Biosensor so vielseitig anwendbar.“

Das Testsystem wird aber nicht nur in der medizinischen Diagnostik eingesetzt. Die Heidelberger Experten für Biosensoren setzen die Technologie auch dazu ein, um Vorgänge in lebenden Zellen zu erforschen. „Wir quantifizieren damit Metaboliten in verschiedenen Kompartimenten wie dem Nukleus oder den Mitochondrien“, berichtet Johnsson. „Damit können wir beispielsweise verfolgen, wie diese sich ändern, wenn in der Zelle bestimmte Prozesse aus dem Ruder laufen.“

Die nächsten Wochen und Monate wollen die Max-Planck-Forscher nun dazu nutzen, um den Biosensor noch weiter zu validieren und zu automatisieren, sodass er für Patienten anwendbar wird.

**Dr. Petra Neis-Beeckmann**



Die notwendige Prozesstechnik wurde im Rahmen des Projekts an die Größe einer semimobilen Demonstrationsanlage angepasst und an einem nordspanischen Versuchsstandort ausführlich getestet. Foto: Fraunhofer IGB

## Ressourcen

# SteamBio – Biomassereststoffe aus dem ländlichen Raum als flexibler Rohstoff für die Produktion von Chemikalien und Energie

Biomasse stellt die Hauptressource der Bioökonomie dar. Allerdings liegt sie in der Regel dezentral vor und verfügt über eine niedrige energetische Dichte. Für eine wirtschaftliche Nutzung resultieren hieraus einige Herausforderungen. Eine Projektgruppe rund um das Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und

Bioverfahrenstechnik IGB, Stuttgart, hat sich diesen gestellt und demonstriert, wie Biomasse aus dem ländlichen Raum für industrielle Prozesse zugänglich gemacht werden kann.

Agrar- und forstwirtschaftliche Reststoffe gelten durch ihre weitreichende Verfügbarkeit und geringe Kosten als vielversprechende Ressourcen. Allerdings liegen sie nicht zwangsläufig in den geeigneten Formen für eine eingängige industrielle Nutzung vor. So ist Biomasse im Allgemeinen durch einen verhältnismäßig hohen Feuchtigkeitsgehalt gekennzeichnet. Im Vergleich zu fossilen Rohstoffen wie zum Beispiel Kohle resultiert hieraus eine geringere Energiedichte und eine Anfälligkeit für biologische Abbauprozesse. Hinzu kommt, dass agrar- und forstwirtschaftliche Rohstoffe lediglich dezentral bereitgestellt werden können und als Feststoffe vorliegen, weshalb beispielsweise ein Transport in Pipelines, wie im Falle



von Erdöl oder -gas, nicht möglich ist. In Kombination erschweren diese Faktoren die industrielle Nutzung und Verarbeitung biotischer Ressourcen und können die Rentabilität biobasierter Wertschöpfungsketten beeinträchtigen. Für eine erfolgreiche Transformation hin zu einer biobasierten Wirtschaftsweise müssen innovative Konzepte daher diesen Herausforderungen gerecht werden und ihre Wirtschaftlichkeit sicherstellen.

Ein europäisches Projektkonsortium um das Fraunhofer IGB in Stuttgart hat sich dieser Problematik angenommen und sich das Ziel gesetzt, Biomasse aus dem ländlichen Raum als flexible Alternative zu fossilen Ressourcen zu etablieren und für industrielle Prozesse zu erschließen. Im Rahmen des Vorhabens konzentrierten sich die Projektpartner auf lignocellulosehaltige Reststoffe aus der Agrar- und Forstwirtschaft, die mithilfe eines semimobilen, dezentralen Prozessmoduls einer optimierten energetischen und stofflichen Nutzung zugänglich gemacht werden sollten. Durch ein innovatives Verfahren sollten dabei neben einem optimierten Feststoff zusätzlich organische Substanzen als wertvolle Plattformchemikalien für die Chemieindustrie gewonnen werden. Somit könnten weiter entfernte Industrie- und Verarbeitungsstandorte kosteneffektiv mit biobasierten Ausgangsprodukten versorgt werden. Hierfür brachten zwischen Februar 2015 und Juli 2018 elf Partner aus Großbritannien, Schweden, Spanien und Deutschland ihre Kompetenzen und Fähigkeiten in ein interdisziplinäres Team ein. Die Teammitglieder gehörten sowohl Forschungseinrichtungen als auch Unternehmen an und deckten in gleichem Maß ingenieurwissenschaftliche und betriebswirtschaftliche sowie ökologische Aspekte des Projektvorhabens ab.

### **Das SteamBio-Verfahren ...**

Für die Verarbeitung der Reststoffe setzen die Projektpartner auf eine Verfahrenskombination aus Trocknung und Torrefizierung. Bei der Trocknung entweicht zunächst das in der Biomasse enthaltene Wasser, bevor bei der Torrefizierung einer der drei Biomassehauptbestandteile, die Hemicellulose, ausgetrieben wird. Dabei wird die Biomasse unter Sauerstoffausschluss bei Temperaturen von bis zu 250 °C behandelt. Als Endprodukt bleibt ein kohleähnlicher Feststoff zurück, der vorwiegend aus Cellulose und Lignin besteht und aufgrund einer höheren Energiedichte (im Vergleich zum Ausgangsprodukt) und wasserabweisender Eigenschaften eine deutlich verbesserte Transport- und Lagerfähigkeit aufweist. Diese torrefizierte Biomasse kann im Anschluss als flexible, klimafreundlichere Alternative zu fossilen Energieträgern verwendet oder mittels des Verfahrens der Vergasung zur Herstellung von Biotreibstoffen oder Chemikalien herangezogen werden.

Die Besonderheit des im Projekt angewandten Verfahrens liegt dabei in der Wahl des Prozessmediums. Durch den Einsatz

von überhitztem Dampf unterscheidet es sich von klassischen industriellen Trocknungsprozessen. Das Verfahren wurde am Stuttgarter Fraunhofer IGB für die industrielle Anwendung entwickelt und erlaubt unter Zuhilfenahme spezieller Kondensatoren die Rückgewinnung wertvoller organischer Komponenten, die während der Torrefizierung anfallen. Je nach eingesetzter Biomasse können so bis zu 25 % des Eingangsgewichts als organische Substanzen gewonnen werden. Im Fall von Buchenholz ermöglicht dies beispielsweise die Extraktion von Essigsäure, Furanen oder Phenolen, die weiterverarbeitet zur Substitution von fossilbasierten Plattformchemikalien genutzt werden können. Aufgrund der Werthaltigkeit einiger dieser Chemikalien reichen oftmals bereits verhältnismäßig geringe Massenströme aus, um die Rentabilität des gesamten Biomasseverarbeitungsprozesses signifikant zu erhöhen.

Im Rahmen des Projekts wurde die Anwendbarkeit des Verfahrens in einem praxisnahen Umfeld im Demonstrationsmaßstab (150 kg Biomasse je Betriebsstunde) getestet und aufgezeigt. Der Hauptteil der notwendigen Prozesstechnik wurde hierfür in einen standardisierten 40-Fuß-Container eingepasst, um den Anforderungen an eine semimobile Demonstrationseinheit zu entsprechen. Die Versuche selbst erfolgten an einem Versuchsstandort in Nordspanien, wo lokal verfügbare Reststoffe, wie Olivenbaum- oder Rebschnitte und verschiedene Holzchips, als Input-Substrate dienten, um die Anwendbarkeit auf unterschiedlichste Reststoffe zu untersuchen. Dabei konnte gezeigt werden, dass eine kommerziell relevante Rückgewinnung der organischen Komponenten mithilfe des Verfahrens möglich ist und regionale agrar- und forstwirtschaftliche Reststoffe in einer ökonomisch gangbaren Form stabilisiert werden können.

### **... als Chance für den ländlichen Raum**

Mit dem Konzept einer dezentralen Verarbeitung von agrar- und forstwirtschaftlichen Rohstoffen wird darüber hinaus ein Grundstein für eine verbesserte Wertschöpfung im ländlichen Raum gelegt. So ist die Wahl des Versuchsstandortes in einem strukturschwachen, aber biomassereichen Gebiet in Nordspanien auch nicht dem Zufall geschuldet, sondern zeigt das Potenzial dieser Region auf. Das Projekt bewegt sich somit auch im Kontext der Bioökonomie-Vision der baden-württembergischen Landesregierung. Diese favorisiert eine modulare, dezentrale Bioökonomie, die unter anderem zur Stärkung ländlicher Gebiete beitragen soll. Auch in Baden-Württemberg stehen in diesen Gebieten ungenutzte Ressourcen wie Rebschnitt oder forstwirtschaftliche Reststoffe zur Verfügung. Das beschriebene Verfahren des SteamBio-Projektkonsortiums kann auch für deren Verarbeitung und potenzielle Nutzung eine vielversprechende Herangehensweise darstellen.

Jan Lask



*Sellerie wächst unter der APV-Anlage.  
Foto: Gunther Willinger*

## Energiegewinnung

# Sellerie und Strom: Duales System auf dem Acker

Teller oder Tank, Kartoffeln oder elektrischer Strom? Neben Energiepflanzen für Biokraftstoffe und Biogas konkurrieren heute auch Freiflächen-Solaranlagen mit der Nahrungsmittelproduktion um Fläche. Eine Lösung könnte die sogenannte Agrophotovoltaik (APV) sein, bei der die Ackerfläche auf mehreren Ebenen genutzt wird: Oben sammeln Solarzellen Sonnenenergie, und unten beackert der Bauer das Feld. Das Pilotprojekt APV-RESOLA untersucht die Effizienz dieser Doppelnutzung.

Auf fünf Meter langen Stahlbeinen ruhen die Solarzellen, die in einem genau berechneten Abstand voneinander angebracht sind, um eine optimale Stromausbeute bei ausreichend Licht für die Kulturpflanzen zu gewährleisten. Während die Kollektoren in luftiger Höhe die Energieernte einfahren, gedeihen im Ackerboden darunter Kartoffeln und Sellerieknollen. Bereits 1981 hatte Prof. Adolf Goetzberger, Gründer des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme, ISE, in einem Aufsatz zum ersten Mal diese Doppelnutzungs-Strategie vorgeschlagen. Was damals von vielen belächelt wurde, steht jetzt auf 0,3 Hektar auf einem Acker der Hofgemeinschaft Heggelbach, einem Demeter-Bauernhof östlich von Stockach am Bodensee. Die vom Bundesforschungsministerium finanzierte Anlage läuft seit September 2016, und bislang deutet alles darauf hin, dass sich Landwirtschaft und Energieerzeugung auf ein und derselben Fläche erfolgreich kombinieren lassen.



Die Solaranlage überspannt 126 x 24 Meter und trägt 720 Solarmodule mit einer maximalen Gesamtleistung von 194 Kilowatt (kWp). Auf den rund 3.000 Quadratmetern unter den Kollektoren wachsen Streifen von Klee gras, Kartoffeln, Sellerie und Weizen. Auf weiteren 3.000 Quadratmetern werden die Ackerstreifen direkt im Anschluss als Vergleichsfläche ganz normal bewirtschaftet. Für den Nahrungsmittelanbau ist Ökobauer Florian Reyer von der Hofgemeinschaft Heggelbach zuständig: „Unter der Anlage wird es beim Rangieren zwischen den Pfosten manchmal schon etwas eng, aber im Großen und Ganzen ist die Bewirtschaftung kein Problem“, berichtet er und begutachtet die Sellerieknollen, die jetzt im Spätherbst fast erntereif sind. Die Landwirte interessiert vor allem, welchen Einfluss die Kollektoren auf den Boden und die Erträge haben. Um das zu untersuchen, erfassen die Agrarwissenschaftlerinnen Prof. Dr. Petra Högy und M.Sc. Andrea Ehmann von der Universität Hohenheim nicht nur die genaue Erntemenge und -qualität. Mit über 30 fest installierten sowie weiteren mobilen Messstationen werden auch Temperatur und Feuchte von Boden und Luft, Sonneneinstrahlung und Niederschlagsmenge aufgezeichnet.

### Gute Solarstromerträge

„Unsere Ergebnisse zeigen, dass sich die Anlage kaum auf die Niederschlagsverteilung auswirkt und den Pflanzen nur relativ wenig Sonnenlicht wegnimmt“, erläutert Högy. Das bereits ausgewertete Erntejahr 2017 zeigte etwas über fünf Prozent Einbußen beim Klee gras und zwischen 18 und 19 Prozent bei Getreide, Kartoffeln und Sellerie. Im extrem langen und trockenen Sommer 2018 war die Beschattung durch die Kollektoren möglicherweise sogar von Vorteil. „Für 2018 zeichnet sich eine vergleichbare Ernte beim Weizen und möglicherweise eine etwas höhere Kartoffelernte im APV-Anbau ab“, berichtet Ehmann. Positive Beschattungseffekte könnten in Zeiten des Klimawandels oder in heißeren und trockeneren Regionen ein zusätzlicher Vorteil des APV-Ansatzes sein.

Im ersten Jahr (2017) produzierte die Anlage über 245.000 Kilowattstunden Strom, das sind 1.260 Kilowattstunden pro installiertem Kilowatt Leistung und liegt damit ein Drittel über dem deutschlandweiten Durchschnitt von 950 Kilowattstunden. Für 2018 rechnet Stephan Schindele, Projektleiter am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE in Freiburg, mit einem ähnlich guten Energieertrag. Eine leicht verringerte Feldernte und die gute Stromernte zusammengenommen können sich in der Bilanz sehen lassen: „Unterm Strich konnte der Gesamtertrag auf der Fläche im ersten Erntejahr um 60 % gesteigert werden“, freut sich Schindele, der das Projekt auf den Weg gebracht hat. Eine

APV-Anlage könnte also für Landwirte ein interessanter zusätzlicher Einkommenszweig sein.

### Bürger bevorzugen APV gegenüber Biogas und Freiflächen-PV

Die APV-Anlage mit ihren 50 Tonnen Stahl, die sich auf Stelzen über den Acker erhebt, ist nicht gerade eine filigrane Schönheit. „Einige Leute in der Region waren anfangs schon sehr skeptisch“, erinnert sich Ökobauer Florian Reyer. Zur Einbindung der Bürger hat das Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) Bürgerwerkstätten vor und nach dem Bau der Pilotanlage durchgeführt. „Die Teilnehmer waren sich einig, dass zuerst alle verfügbaren Dachflächen mit PV-Modulen bestückt werden sollten, da man dafür keine zusätzlichen Ständer oder Trafostationen bräuchte“, berichtet Dr. Christine Rösch vom KIT. Wenn man dann noch Strom vom Acker benötige, dann lieber von APV als von Freiflächen-PV und Biogasanlagen, „weil man darunter noch Nahrungsmittel anbauen kann.“ Allerdings wäre das ohne Zweifel ein massiver Eingriff in die Landschaft. Die Bürger befürchten, dass es wie bei den Biogasanlagen zu einem „APV-Wildwuchs“ und zu einer „Überdachung der Landschaft“ kommen könne. Zudem bestünde die Gefahr einer „Pseudolandwirtschaft“, da die Stromernte einfacher, verlässlicher und lukrativer sei als die Biomasseernte.

### Doppelnutzung mit viel Potenzial

Stephan Schindele und seine Kollegen sehen viel Potenzial in Gärtnereien und bei Obstbauern, wo Solarmodule zur Beschattung oder als Hagelschutz eingesetzt werden könnten. Gewächshäuser und Folienkulturen eignen sich außerdem für modifizierte APV-Ansätze. In Chile und Vietnam werden vom Fraunhofer ISE gerade kleinere Anlagen getestet, die lokale Energieautarkie in den ländlichen Raum bringen.

Gunther Willinger

#### ▶ INFO

Das Projekt APV-RESOLA wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und sowie von FONA-Forschung für nachhaltige Entwicklung. Es ist ein gemeinsames Projekt von Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, BayWa r.e. Solar Projects GmbH, Elektrizitätswerke Schönau, Hofgemeinschaft Heggelbach, Karlsruher Institut für Technologie, Regionalverband Bodensee-Oberschwaben und der Universität Hohenheim.

Konstruktion der Solaranlage: Hilber Solar, Österreich  
Projektlaufzeit: Juni 2016 bis Juni 2019



*Dr. Ralf Schumacher (55) verantwortet seit 2018 die nicht-klinische Entwicklung von Biologicals. Er war in ähnlicher Position viele Jahre bei Roche tätig und hat die Entwicklung von Antikörpern als Therapeutikum von kleinen Anfängen bis in die jetzige industrielle Dimension begleitet. Foto: Boehringer Ingelheim*

## Bioanalytik

# Biologicals werden für Boehringer Ingelheim immer wichtiger

Biopharmazeutika spielen in der Pipeline von Boehringer Ingelheim eine immer größere Rolle. Sichtbarer Ausdruck ist das im Bau befindliche Entwicklungszentrum für Biologicals, das bis 2020 deren Verfahrensentwicklung unter einem Dach vereint. Walter Pytlík hat für die BIOPRO mit Dr. Ralf Schumacher darüber gesprochen. Schumacher ist bei Boehringer Ingelheim für die nicht-klinische Entwicklung von Biologicals verantwortlich.

Welche biologischen Moleküle gelangen ins neue Zentrum?

Das Unternehmen hat vor zwei Jahren entschieden, die Auftragsherstellung von der eigenen Entwicklung komplett getrennt aufzubauen. Ins neue Gebäude kommen die Entwicklungsarbeiten für die eigenen NBEs (Anm. d. Red.: New Biological Entities, neue biologische Wirkstoffe) und die Biosimilars.

Vier von zehn Wirkstoffkandidaten in Ihrer Pipeline sind Biologicals. Auf Ihrer FuE-Pressekonferenz war von 80 klinischen und präklinischen Projekten die Rede. Können Sie dies aufschlüsseln?

Zunächst eine Klarstellung: Wir machen hier alle Entwicklungsarbeiten, die nicht-klinisch notwendig sind. Wir etablieren Prozesse, stellen Verfahren her, skalieren diese hoch und verwenden Verfahren zur Herstellung von klinischem Material. Da kann das Projekt schon in Phase I oder II der klinischen Entwicklung sein.

Wir haben rund 25 Projekte in unterschiedlichen Phasen, die vom Stadium der Präklinik bis zur Zulassung reichen. Unser Schwerpunkt liegt bei klassischen Antikörpern, wir haben auch relativ viele sogenannte „engineerte“ Moleküle, das sind bispezifische Moleküle, sogenannte T-Cell-Engager. Davon haben wir etwa 20 bis 25 Prozent.

Und die Kandidaten bewegen sich in den Indikationen Immunologie und Immunonkologie?

Richtig. Es sind Antikörper, die auf Oberflächenstrukturen der Tumorzelle gerichtet sind, aber auch Checkpoint-Inhibitoren. Zu nennen in der Immunologie wäre ein klassischer Antikörper wie der IL-36-Rezeptorblocker, der in der Immunregulation eine Rolle für inflammatorische, psoriatische Erkrankungen spielt. Es gibt auch Ansätze in der Ophthalmologie, und wir haben auch bei kardiovaskulären Krankheiten Ansätze.

Bioanalytik, Prozessentwicklung und Medikamentenherstellung für klinische Studien unter einem Dach zusammen- und an die Herstellung heranzuführen, sei notwendig, haben Sie bei der Grundsteinlegung gesagt. Warum?

Weil wir bei der biotechnologischen Herstellung von Medikamenten wissen, dass alle Prozessschritte zum einen hochtechnologisch sind, zum anderen aber auch alle voneinander abhängen. Wenn zum Beispiel jemand bei der Fermentation auf die kluge Idee kommt, dass die Zellen besser wachsen, wenn man die Temperatur von 37 Grad auf 36,5 Grad senkt, mag das einen subtilen, aber entscheidenden Unterschied bei der Qualität des hergestellten Proteins machen, weil zum Beispiel die Glykosylierung anders sein mag. Das kann aber nicht isoliert passieren. Was sich Fermenteur, Aufreiniger, Analytiker überlegen, muss zusammen mit den jeweils



anderen Disziplinen geschehen. Nur wenn der Analytiker von der Temperaturveränderung weiß, kann er die Veränderung bewerten und verstehen. Außerdem generieren wir Unmengen von Daten. Jeder Fermentationslauf erzeugt viele In-Prozess-Daten, die man interpretieren und auch archivieren muss.

**Könnten Sie veranschaulichen, was Sie mit Verzahnung eines komplexen Netzwerks von Technologien meinen, vielleicht anhand Ihrer „immunologischen Hoffnung“, dem IL-36-Rezeptorhemmer?**

Man könnte glauben, dass die Herstellung eines solchen oftmals hergestellten klassischen Antikörpers nicht besonders herausfordernd ist. Wir stellen aber fest, dass es in der individuellen Sequenz, der Abfolge der Aminosäuren, immer wieder Elemente, Aminosäuren-Stretches gibt, die zum Beispiel eine wasserabweisende Struktur haben, oder dass manche Antikörper eine Aminosäure so an der Oberfläche exponiert haben, dass diese eine leichte Veränderung, vielleicht in Form einer Oxidation, durchmacht oder sich sogar umlagert.

Das heißt: Jeder Antikörper ist tatsächlich individuell. Obwohl man ihn schon oft hergestellt hat, ist jeder einzelne wieder neu. Von den Moleküleigenschaften, die die Sequenz bestimmt, müssen wir ableiten, was wir uns in der Fermentation leisten können, welche Spurenelemente wir dazugeben sollen, welche Art von Medienkomponenten die Zelle braucht, was für eine Wachstumseigenschaft die Zelle hat, die ja eigens für diesen Antikörper hergestellt wurde. Dieses Wissen müssen wir in der Fermentation abbilden. Dort wiederum müssen wir so ernten, dass die Aufreinigung möglichst wenig Nebenprodukte hat. Man muss berücksichtigen, dass es sich um lebende Zellen handelt, die auch „Fehler“ machen; auch da gibt es leichte Verunreinigungen oder Aggregationstendenzen. In der Aufreinigung muss man wissen, was aus der Fermentation kommt, was in der Ernte enthalten ist. Das muss dort mit dem Wissen der Sequenz und der damit verbundenen Eigenschaften (beispielsweise Salze, pH-Wert, Zusätze) berücksichtigt werden, um keine Fehler zu machen. Und das wiederum muss von der Analytik begleitet werden. Diese muss an jeder Stelle sagen können, was gerade passiert, zum Beispiel, dass man sich hier im „grünen Bereich“ bewegt oder gerade eine Phase mit einer Aggregationstendenz durchläuft.

Bei diesem speziellen Antikörper gehen wir auf eine relativ hohe Konzentration, in einem Bereich von über 100 mg/ml, was für spätere subkutane Anwendungen eine Grundvoraussetzung ist. Da geraten Proteine schon einmal in Viskositätsprobleme, das heißt, in Selbstaggregationstendenzen. Auch hier muss man wieder die Sequenz und die Aufreinigungseigenschaften kennen, um zu wissen: Wie hoch kann ich konzentrieren, welche Art von Zusatzstoffen wird toleriert? All das ist innerhalb der Wertschöpfungskette miteinander verbunden.

**Zellkulturbasierte Herstellung von Biologicals mit chinesischen Hamsereizellen nutzt eine jahrzehntealte Technologie. Dient das neue Entwicklungszentrum auch ATMPs und dafür notwendigen Technologien?**

ATMPs (Anm. d. Red.: Advanced Therapy Medicinal Products, Arzneimittel für neuartige Therapien) wie Gentherapie, Viren oder andere Vakzine können durchaus andere Expressionssysteme jenseits von CHO (Anm. d. Red.: Chinese Hamster Ovary) erforderlich machen. Zwar werden wir hier sehr wahrscheinlich nicht produzieren, weil es da andere Sicherheitsanforderungen gibt. Aber wir werden uns mit der Verfahrensentwicklung für diese neuartigen Modalitäten beschäftigen.

**Große Pharmaunternehmen müssen Antworten auf wachsenden Kostendruck finden. Kann das neue Entwicklungszentrum auch hierzu einen Beitrag leisten?**

Boehringer Ingelheim schreibt sich die Entwicklung von First-In-Class- und Breakthrough-Therapies auf die Fahnen. Breakthrough heißt, dass man im Rahmen der klinischen Entwicklung irgendwann feststellt, dass dieses Medikament für Patienten möglicherweise die einzige und beste Option ist, sodass man bei der Zulassung eine schnellere Entwicklung beantragt. Wir werden uns hier auch mit alternativen Entwicklungsstrategien beschäftigen, damit wir frühzeitig in eine kommerzielle Produktentwicklung einsteigen können. Wir müssen Plattformen etablieren, die eine solche Beschleunigung erlauben. Wir werden Plattformen entwickeln in Bezug auf Zelllinien, Fermentation und Medien, in Bezug auf Aufreinigung und analytische Methoden, sodass wir verkürzte und bezüglich des Aufwands verringerte Entwicklungszeiten haben werden.

**Werden Sie auch Single-Use-Systeme einsetzen?**

Ja, wir werden in diesem Gebäude einen Herstellbereich etablieren, der sich Clinical Supply Center nennt. Hier werden wir unter GMP-Bedingungen den Wirkstoff herstellen, der später auch zur Anwendung im Menschen verwendet wird. Dafür werden wir Einweg-Fermenter einsetzen.

**Boehringer Ingelheim hat bislang noch keinen eigenen biopharmazeutischen Blockbuster. Steigen die Chancen mit dem neuen Entwicklungszentrum?**

Wir haben einige gute Produkte in der Pipeline. Ja, im neuen Entwicklungsgebäude werden die Voraussetzungen dafür geschaffen, deutlich mehr, deutlich besser, deutlich schneller diese Blockbuster zu entwickeln. Ja, Boehringer Ingelheim wird in diesem Bereich eine deutlich größere Rolle spielen als bisher.

**Vielen Dank für das Gespräch.**

Walter Pytlik



Um die Bioökonomie in Europa zu etablieren, arbeitet die BIOPRO gemeinsam mit Partnern des Alpen- und des Donauraums. Foto: Denys Rudyi / Fotolia

## EU-Projekte

# Internationale Kooperationen für die Bioökonomie

Die BIOPRO ist an drei Projekten im Alpen- und im Donauraum zur europäischen territorialen Zusammenarbeit beteiligt. Ziel der Projekte ist es, die Transformation zur Bioökonomie durch Etablierung regionaler und internationaler Kooperationen zu unterstützen.

Die EU gibt einen europäischen Ansatz und eine breite Definition der Bioökonomie vor, doch erarbeiten einzelne Regionen und Länder durchaus eine heterogene Landschaft an Bioökonomiekonzepten, resultierend aus verschiedenartigen ökologischen, ressourcenbasierten und wirtschaftlichen Voraussetzungen. Der Vorteil, wenn man regionale, nationale und internationale Ansätze nicht bis ins kleinste Detail standardisiert, liegt darin, dass die globale Wirtschaft in transnationalen sowie regionalen bioökonomischen Entwicklungen bestehen bleibt und sich unterschiedliche Stärken einzelner Regionen gegenseitig ergänzen. Auch können viele Güter und Dienstleistungen nur in spezifischen Regionen der Welt erstellt werden. So wird deutlich, dass auch in einer bioökonomischen Welt Regionalität durch internationale Kooperationen in Einklang gebracht werden muss.

## Transformationsunterstützung

Die BIOPRO unterstützt diese regionale und transnationale Transformation unter anderem durch Ihre Beteiligung in drei Projekten zur europäischen territorialen Zusammenarbeit innerhalb von zwei Interreg-B-Programmen. Interreg B besteht aus insgesamt sechs Programmräumen, in denen die BIOPRO momentan im Alpenraum- und im Donauraumprogramm aktiv ist. Allen drei Projekten der BIOPRO ist gemeinsam, dass die Bioökonomie durch die Etablierung von transnationalen Kooperationen gefördert wird. So werden in den Projekten Akteure aus Industrie, Wissenschaft und Politik in vielfältigen Veranstaltungsformaten aktiv mit einbezogen, um einen echten Mehrwert auch nach Projektende zu generieren. Langfristiges Ziel ist es, den sozioökonomischen Status der Bevölkerung, einen guten Beitrag zum Umwelt-, Klima- und Ressourcenschutz sowie Entwicklungsmöglichkeiten für den ländlichen Raum durch internationale Kooperation und regionale Ansätze zu ermöglichen.

## Der Donauraum

Die EU-Donauraumstrategie wurde 2011 von der Europäischen Union verabschiedet mit dem Ziel, das Wirtschaftspotenzial der Donauregion zu entwickeln, die Umweltbedingungen zu verbessern und insgesamt den Wohlstand sowie die Lebensqualität der Einwohner zu erhöhen. Um möglichst viele Unternehmen über die sich neu bietenden Chancen im Rahmen einer Bioökonomie zu informieren und Innovationen anzustoßen, wurden im Projekt



DanuBioValNet vor allem nationale Clusterorganisationen als zentrale Ansprechpartner für die Regionalentwicklung ausgewählt. Cluster katalysieren als nachhaltige Partner die Umsetzung einer Bioökonomie in Richtung Industrie, Wissenschaft und Politik. Langfristiges Ziel ist es, ein Netzwerk der biobasierten Industrie im Donaauraum zu schaffen, das über Sektorgrenzen hinweg interdisziplinär arbeitet.

### Der Alpenraum

Der Alpenraum ist innerhalb Europas ein einzigartiger, facettenreicher Raum – ob als Lebensraum für knapp 70 Millionen Menschen, als kulturhistorisch bedeutender Siedlungsraum, als Transitkorridor für europäische Verkehrsströme, als Urlaubsziel für Millionen Menschen und nicht zuletzt als einzigartiger Naturraum.

### Bioökonomie und Kreislaufwirtschaft im Einklang entwickeln

Innovative Wirtschaftsmodelle und Geschäftsfelder sollen durch neue Vernetzungsformen der Akteure des Alpenraums etabliert werden. Konkret geht es dabei um die Bereiche

Land- und Forstwirtschaft, Verpackung von Lebensmittel- und Pharmazieprodukten sowie chemische Industrie. Im Einzugsgebiet der jeweiligen Partner werden innerhalb dieser Sektoren Wertschöpfungsketten kartiert und neu miteinander verknüpft.

### Holz als einer der Eckpfeiler der Bioökonomie

Die biobasierten Rohstoffe sind regional und national in unterschiedlichen Mengen vorhanden und entwickelt. Ressourcen für eine Bioökonomie in Baden-Württemberg sind vor allem Rohstoffe aus Abfallwirtschaft, Landwirtschaft und Forstwirtschaft. Allein 38 % Baden-Württembergs sind mit Wald bedeckt und bieten somit ein großes Potenzial als Rohstofflieferant für die Bioökonomie. Der Rohstoff Holz kann entweder direkt im Baugewerbe oder indirekt durch Verwertung und Transformation von Rest- und Nebenströmen der verarbeitenden Industrie eingesetzt werden. Das Projekt CirculAlps setzt sich dafür ein, einen Mehrwert für die regionale Entwicklung zu generieren, indem lokale Stoffströme erfasst und Empfehlungen gegeben werden, welche Rohstoffe, Produkte und Prozesse lokal oder über ländergrenzen hinweg erfolgreich sein können.

Dr. Dominik Patzelt

## Impressum

#### Herausgeber:

BIOPRO Baden-Württemberg GmbH  
Breitscheidstraße 10  
70174 Stuttgart  
Phone + 49 (0) 711 - 21 81 85 00  
Fax + 49 (0) 711 - 21 81 85 02  
E-Mail: [redaktion@bio-pro.de](mailto:redaktion@bio-pro.de)

Internet: [www.bio-pro.de](http://www.bio-pro.de)

#### Vertretungsberechtigter Geschäftsführer:

Prof. Dr. Ralf Kindervater

Registergericht: Amtsgericht Stuttgart  
Registernummer: HRB 23470  
Umsatzsteuer-Identifikationsnummer  
gemäß § 27a Umsatzsteuergesetz:  
DE 227283342

#### V.i.S.d.P.:

Prof. Dr. Ralf Kindervater

#### Chefredaktion:

Dr. Barbara Jonischkeit

#### Redaktion:

Dr. Ariane Pott

#### Lektorat:

Textstudio Eva Wagner, Dorfen

#### Autoren dieser Ausgabe:

Özgül Boztepe, Dr. Helmine Braitmaier,  
Viola Hoffmann, Juilette Irmer, Prof. Dr. Ralf  
Kindervater, Jan Lask, Dr. Heike Lehmann,  
Dr. Petra Neis-Beeckmann, Dr. Dominik Patzelt,  
Walter Pytlik, Gunther Willinger

#### Gestaltung:

Designwerk Kussmaul, Weilheim

#### Fotos Seite 2:

David Matthiessen

#### Druck:

Offizin Scheufele Druck und Medien GmbH & Co. KG,  
Tränkestraße 17, 70597 Stuttgart

Namentlich gekennzeichnete Artikel müssen nicht die Meinung des Herausgebers widerspiegeln. Alle Produkte und Dienstleistungen sind Marken der jeweiligen Unternehmen. Die in diesem Magazin veröffentlichten Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. Ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers ist der Nachdruck verboten.

© BIOPRO Baden-Württemberg GmbH, März 2019

## Hinweis für Abonnenten:

Die Datenschutzerklärung der BIOPRO Baden-Württemberg GmbH finden Sie unter [www.bio-pro.de/de/datenschutzerklaerung](http://www.bio-pro.de/de/datenschutzerklaerung). Jede Einwilligung in die Verwendung, Verarbeitung und Speicherung von Daten bei der BIOPRO Baden-Württemberg GmbH kann jederzeit widerrufen werden.

schriftlich: BIOPRO Baden-Württemberg GmbH,  
Breitscheidstr. 10, 70174 Stuttgart

per E-Mail: [datenschutz@bio-pro.de](mailto:datenschutz@bio-pro.de)

[www.bio-pro.de](http://www.bio-pro.de)

