

BIOPRO Magazin

Gesundheitsindustrie und Bioökonomie in Baden-Württemberg Ausgabe 2/2020

Verpackung der Zukunft –

biobasiert, recycelbar, nachhaltig, ökonomisch?



Gesundheit:

Eine elektronische Nase für vielerlei
Anwendungen

Bioökonomie:

Sensoren im Dienste der
Bioökonomie

Bioökonomie:

alphabeet – das Smartphone
als grüner Daumen

Im Gespräch:

Neues, biogenes Herbizid
patentiert



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,

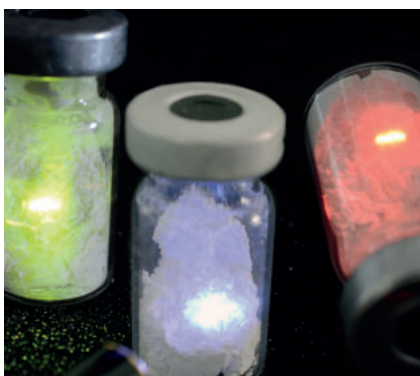
Um das nachhaltige Wirtschaftswachstum in einer Bioökonomie zu erreichen und die Treibhausgasemissionen zu senken, ist eine Umstellung auf biobasierte Ressourcen in zahlreichen Branchen vonnöten, auch in der Verpackungsbranche. Neben der zwingenden Reduzierung des Verpackungsmülls und der Erhöhung der Recyclingquoten kann der Einsatz von nachhaltigen biogenen Ressourcen, um die Werkstoffe zu gewinnen, einen Beitrag leisten, die gesetzten Klimaziele zu erreichen. In unserem Schwerpunkt „Verpackung der Zukunft“ erfahren Sie, welche Ansätze baden-württembergische Hochschulen und Unternehmen erarbeiten, um auch im Verpackungsbereich eine nachhaltige Entwicklung sicherzustellen.

Natürlich arbeiten auch baden-württembergische Unternehmen an der Impfstoffentwicklung gegen das Coronavirus, das uns seit Anfang des Jahres in Atem hält. Details zu der von der CureVac AG entwickelten mRNA-Technologie können Sie auf Seite 14 nachlesen.

Unter dem Begriff „Urban Gardening“ versteht man die unterschiedlichsten Konzepte für Agrarproduktion in der Stadt. Mehr über den Ansatz des Stuttgarter Agrartech-Start-ups farmee, mit einer App die Lebensmittelproduktion zu verbessern, erfahren Sie auf Seite 18.

In unserer Rubrik „Im Gespräch“ präsentieren wir Ihnen in diesem BIOPRO-Magazin zwei Interviews zur neuartigen Entwicklung eines biogenen Herbizids, das in Zukunft das in die Kritik geratene Glyphosat ersetzen könnte.

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



▶ Editorial	3
▶ Inhalt	4
▶ Kurz notiert	5
• Europa hat Rücken • Starthilfe für Life-Sciences-Unternehmen • Biogas als Regelenergie • Recycling der Zukunft	
▶ Schwerpunkt	6
Bioökonomie: Verpackung der Zukunft BIOPRO-Kommentar zum Thema „Verpackung der Zukunft“	11
▶ Gesundheit	12
Mikrostrukturtechnologie: Eine elektronische Nase für vielerlei Anwendungen	
▶ Gesundheit	14
Unternehmen: CureVac als Pionier der mRNA-Technologie – Was steckt hinter dem neuartigen COVID-19-Impfstoff?	
▶ Bioökonomie	16
Biosensoren: Sensoren im Dienste der Bioökonomie	
Urbane Landwirtschaft: alphabeet – das Smartphone als grüner Daumen	18
▶ Im Gespräch	20
Preisträger: Neues, biogenes Herbizid patentiert	
Preisträger: Gleich und doch anders: Was macht den Zucker 7dSh zum besseren Herbizid?	21
▶ BIOPRO aktuell	22
Gesundheitsindustrie: Das MDR-Soforthilfe-Programm unterstützt bei der Umsetzung der neuen europäischen Medizinprodukteverordnung	
▶ Impressum	23

Europa hat Rücken

Leider gibt es noch kein Erfolgsrezept zur Behandlung von Bandscheibenleiden. Einen neuen Ansatz verfolgt iPSpine, ein von der EU mit 15 Mio. Euro gefördertes Großprojekt. Der Therapieansatz, den die 20 Projektpartner seit Januar 2019 entwickeln, fußt auf der Kombination von iPS (induzierten pluripotenten Stammzellen) mit Biomaterialien. Nachdem das Biomaterial die Bandscheibe mechanisch stabilisiert hat, sollen patienteneigene, im Labor reprogrammierte Stammzellen zu iPS werden. Die sich daraus entwickelnden Bandscheiben-Vorläuferzellen werden zusammen mit dem Biomaterial in die Bandscheibe injiziert. Hier bilden sie alle extrazellulären Substanzen, die eine gesunde Bandscheibe braucht. Ein zentrales Werkzeug des Projekts entsteht gemeinschaftlich bei zwei Projektpartnern in Ulm. Im Institut für Unfallchirurgische Forschung und Biomechanik der Universität Ulm befasst sich die Arbeitsgruppe um Prof. Dr. Hans-Joachim Wilke bereits seit 30 Jahren mit der Biomechanik der Wirbelsäule. Im Rahmen des EU-Projekts nutzt Wilke gemeinsam mit der SpineServ GmbH & Co. KG einen Belastungssimulator, um die von anderen Projektpartnern entwickelten Biomaterialien in echten Bandscheibenpräparaten zu testen.

Starthilfe für Life-Sciences-Unternehmen

Neben einer soliden Finanzierung gehören eine geeignete Infrastruktur und ein Netzwerk zum guten Start ins Unternehmertum. Der Technologiepark Heidelberg bietet Gründern aus den Life Sciences und anderen Hightech-Branchen genau diese Erfolgsfaktoren. Er wurde 1984 als erster Life-Sciences-Park Deutschlands gegründet und vereint nun an sechs Standorten in Heidelberg auf einer Fläche von derzeit 80.000 Quadratmetern Labor- und Bürofläche zahlreiche Unternehmen und Forschungseinrichtungen der Branchen Life Sciences, Pharmazie, Medizintechnik und Informationstechnologie.

Das Ende September 2019 neu eröffnete Business Development Center (BDC) bietet Büroräume, Labore, Reinraumflächen, ein Conference Center und Co-Working-Spaces. Im Technologiepark gibt es aber noch mehr als Flächen und Infrastruktur. „Wir verstehen uns als Kommunikationsplattform, auf der wir Partner zusammenbringen und Expertise integrieren“, erklärt Dr. André Domin, Geschäftsführer der Technologiepark Heidelberg GmbH. Gemeinsam mit Dr. Thomas Prexl, Leiter des Gründerbüros am TP Heidelberg, berät Domin Jungunternehmern in strukturellen, betriebswirtschaftlichen und anderen Fragestellungen der Existenzgründung.

Biogas als Regelernergie

PD Dr. Andreas Lemmer von der Universität Hohenheim befasst sich seit vielen Jahren mit dem Thema Biogas. Er erklärt, warum Methan so zukunfts-trächtig ist: „Methan bietet uns eine hervorragende Möglichkeit, um Stromnetze langfristig zu stabilisieren. Dafür müssen wir die Biogasproduktion von seiner Nutzung räumlich und zeitlich entkoppeln. Das Erdgasnetz ist nicht nur ein Transport-, sondern auch ein gigantisches Speichernetz, das den gesamten deutschen Erdgasbedarf von drei Monaten speichern kann. Es gibt hierzulande kein Energiespeichersystem, das ähnlich leistungsfähig ist. Diese Speicherfunktion können wir nutzen, um genau dann aus Methan Strom zu erzeugen, wenn er gebraucht wird.“ Damit wird Biogas zu einer erneuerbaren Regelernergie, die immer dann einspringen kann, wenn die anderen erneuerbaren Energiequellen wie Wind oder Fotovoltaik wetterbedingt nicht viel liefern. Lemmer entwickelt mit seinem Team und Kooperationspartnern die fermentative Hochdruckmethanisierung von Wasserstoff. Dabei wandeln Mikroorganismen im Fermenter CO₂ und Wasserstoff in Methan um. Mithilfe von Rieselbett-Reaktoren wollen die Forscher die Raum-Zeit-Ausbeute an Methan erhöhen.

Recycling der Zukunft

Kunststoffrecycling ist zur Zeit noch nicht sehr effizient. „Kunststoff-Rezyklate müssen sortenrein sein und bestmöglich einer bestimmten Spezifikation entsprechen, damit sie im Sinne eines Kreislaufs wieder in Verpackungen eingesetzt werden können“, erklärt Jochen Mößlein, Gründer und Geschäftsführer des Technologieunternehmens Polysecure GmbH aus Freiburg. Herkömmliche Sortiersysteme können aber nur zwischen Hauptpolymeren wie PET (Polyethylenterephthalat) und PE (Polyethylen) unterscheiden. Eine innovative Lösung bietet die von Polysecure entwickelte markergestützte Sortiertechnologie, das Tracer Based Sorting (TBS). „Die Tracer können über ihre Fluoreszenz differenziert werden. So kann jeder Kunststoff bzw. jede Verpackung entsprechend ihrer Spezifikation erkannt werden“, so der Physiker und Betriebswirt Mößlein. Die Tracer werden dazu in die Kunststoffe gemischt oder über die Bedruckung auf die Oberfläche gebracht. Nach der Sortierung lassen sie sich zusammen mit den Etiketten und Druckfarben extrahieren und wieder einsetzen. Einen weiteren entscheidenden Faktor erklärt Mößlein ebenfalls: „Für die Umsetzung einer nachhaltigen Innovation ist ebenso wichtig, dass TBS das Recycling von Kunststoffverpackungen nicht nur wesentlich verbessert, sondern auch günstiger macht. Erst wenn Rezyklate gegenüber frischen Kunststoffen wettbewerbsfähig sind, werden sie nicht mehr in der Natur und auf Deponien landen.“



Fluoreszierende Markerpartikel werden in kleinsten Mengen auf eine Verpackung aufgetragen und können in der Sortieranlage identifiziert werden. Foto: Polysecure

Verpackung der Zukunft –

biobasiert, recycelbar, nachhaltig, ökonomisch?



Innovative Verpackungskonzepte der Zukunft müssen hohen Anforderungen genügen. (Konzept der Montage: BIOPRO; grafische Umsetzung: Designwerk – Kussmaul, Foto: Kindervater / BIOPRO, Vectorpocket / shutterstock, asifakbar / shutterstock, magdal3na / AdobeStock, OutNature GmbH)

Bioökonomie

Verpackung der Zukunft

Wie sieht die Verpackung der Zukunft aus, und welche Anforderung muss sie erfüllen? Kann eine Verpackung biobasiert, recycelbar, nachhaltig und ökonomisch sein? In Baden-Württemberg gibt es verschiedene

Lösungsansätze, um aus landwirtschaftlichen Rest- und Nebenströmen sowie aus Siedlungsabfällen Verpackungen mit diesen Eigenschaften zu entwickeln.

Zahlreiche Produkte in unserem Alltag basieren auf fossilen Rohstoffen, wie zum Beispiel die aus Erdöl hergestellten Kunst- und Treibstoffe, aber auch Polymere für Textilfasern und Medikamente. Doch die Nutzung von fossilen Rohstoffen

wie Erdöl, Kohle und Gas geht mit einem hohen Ausstoß von CO₂ einher und schadet damit dem Klima. Da unsere aktuelle Wirtschaft zum großen Teil auf fossilen Rohstoffen basiert, ist hier ein Umdenken gefragt. In Deutschland hat das an vielen Stellen schon begonnen, mit dem Ziel, ein nachhaltiges Wirtschaftswachstum zu generieren. Die Bioökonomie setzt dabei auf die Prozessinnovationen, die einen Beitrag zu den Nachhaltigkeitszielen leisten. Deren Basis können sowohl Technologien mit biogenen Roh- und Reststoffen als Ausgangssubstrat sein als auch biologische Verfahren, die Stoffwechselleistungen von Lebewesen nutzen, wie beispielsweise Algen, Bakterien oder andere Mikroorganismen, bzw. Teile davon.

Auch Verpackungen werden vielfach aus fossilen Ressourcen hergestellt. Sie dienen dem Schutz des abgefüllten Guts und führen zum Beispiel im Lebensmittelbereich dazu, dass Lebensmittel länger genießbar sind. Sie werden in der Logistik für den Transport benötigt und müssen im Bereich der medizinischen und pharmazeutischen Produkte noch weiteren Anforderungen genügen. Verpackungen werden aus unterschiedlichen Kunststoffen, Papier, Karton sowie Verbundstoffen, Metallen, Glas und Holz hergestellt. Doch was passiert nach der Nutzung mit einer Verpackung?

Littering verschmutzt die Umwelt

Im Rahmen einer Kreislaufwirtschaft ist es das höchste Ziel, bestehende Materialien und Produkte so lange wie möglich wiederzuverwenden, aufzuarbeiten und zu recyceln. Im Getränkebereich sind Mehrwegsysteme von Kunststoff- und Glasflaschen weit verbreitet. Doch auch Einweg-Getränkeverpackungen werden zahlreich genutzt. Die Recyclingquote von PET-Einweg-Pfandflaschen wird mit etwa 90 Prozent angegeben. Die Gesamt-Recyclingquoten von Verpackungen waren im Jahr 2017 jedoch deutlich geringer. Während die Recyclingquoten für Glas (84,4 %), Papier/Karton (87,6 %) und Stahl (92,2 %) recht hoch waren, nahmen sie im Kunststoffbereich (49,7 %) zwar zu, waren jedoch nach wie vor deutlich niedriger. Auch Holzverpackungen (25,8 %) fielen durch eine niedrige Recyclingquote auf. In den letzten Jahren war insbesondere im Bereich des Umweltschutzes immer wieder die Verpackungsindustrie im Fokus von Politik und Gesellschaft, denn die zunehmend größer werdende Menge von nicht ordnungsgemäß entsorgtem Verpackungsmüll (Littering) verschmutzt nicht nur die regionale Umwelt, sondern belastet auch die Meere und die Binnengewässer. Gerade bei Kunststoffen überwiegen die Umweltbeeinträchtigungen in der Nutzungs- und Nachnutzungsphase (Littering, Mikroplastik etc.) gegenüber der Herstellung. Allerdings ist der von Deutschland ausgehende Plastikeintrag in die Umwelt marginal, weil die Erfassung von Verpackungsabfällen insgesamt gesehen funktioniert. In Deutschland fielen im Jahr 2017 insgesamt 18,7 Mio. t Verpackungsabfall an, ein trauriger Höchststand. Dabei stellen Nahrungsmittel, Getränke und Heimtierfutter etwa

62,3 Prozent des Verpackungsverbrauchs privater Endverbraucher dar. Damit legte Deutschland mit 226,5 kg Verpackungsabfall pro Kopf noch einmal um 3,8 Prozent im Vergleich zum Vorjahr zu. Zur Abfallvermeidung stellt das regionale Mehrwegsystem, zum Beispiel im Getränkebereich, eine Lösung dar, es gibt jedoch besonders im Lebensmittelbereich Verpackungen, die nicht mehrfach verwendet werden können. Wenn Abfallvermeidung als beste Lösung nicht funktioniert, ist Recycling die nächstbeste Lösung. Hier setzt das neue Verpackungsgesetz, das im Januar 2019 in Kraft getreten ist und höhere Vorgaben für Recyclingquoten macht, an. Vor dem Recycling liegt jedoch zunächst die Herstellung einer Verpackung. Ein Ansatz dazu liegt in der Bioökonomie, denn mit biobasierten, nachhaltig hergestellten und zusätzlich recyclingfähigen Verpackungsmaterialien aus biobasierten Roh- und Reststoffen aus der Land- und Forstwirtschaft sowie mit Siedlungsabfällen, in einigen Fällen unter Einsatz von biologischen Produktionssystemen, könnte man einen Schritt in ein nachhaltigeres Verpackungswesen gehen.

Es gibt inzwischen Verfahren, erdölbasierten Kunststoff durch biobasierten Kunststoff zu ersetzen. Hier gibt es verschiedene Ansätze. Die Tecnar GmbH aus dem baden-württembergischen Ilsfeld ist schon seit 1998 Vorreiter im Einsatz von innovativen biobasierten Materialien. Die auf Lignin basierenden Werkstoffe des Unternehmens können bereits zahlreiche Kunststoffe substituieren, wie beispielsweise ABS, PE, PP, PS sowie technische Kunststoffe wie Polyamide (PA6, PA6.6, PA12). Es ist daher nicht überraschend, dass der vielseitige Werkstoff ARBOBLEND® auch in der Kaffeebranche zum Einsatz kommt. Als Kaffee kapsel ersetzt der Biowerkstoff Aluminium beziehungsweise Kunststoff, aus dem die herkömmlichen Kaffee kapseln hergestellt werden. Ferner sind die Bio-Kaffee kapseln auch als „biologisch abbaubar“ zertifiziert.

Holz statt Aluminium

Biobasierte Kaffee kapseln sind auch das Produkt der Waiblinger rezemo GmbH. Denn die herkömmlichen Kaffee kapseln aus Kunststoff oder Aluminium können kaum recycelt werden und sind daher eine große Belastung für die Umwelt. Und dies in gigantischen Mengen: Die Kaffeehersteller selbst schätzen, dass weltweit pro Minute etwa 12.300 Tassen Alukapsel-Kaffee getrunken werden, wodurch allein bei uns in Deutschland jährlich rund 8.000 t Verpackungsmaterial anfallen.

Vor diesem Hintergrund machten es sich zwei junge Wirtschaftsingenieure aus Stuttgart – Julian Reitze und Stefan Zender – zum Anliegen, eine umweltverträgliche Alternative zu entwickeln. „Damals in unserer Studenten-WG haben wir ziemlich viele Kaffee kapseln verbraucht. Das hat uns zunehmend beschäftigt, dass solche Einwegverpackungen – wie auch Joghurtbecher und so weiter – doch eine große Umweltbelastung sind“, berichtet Reitze. „Wir haben dann angefangen, nach Alternativen zu recherchieren, sind aber nicht so recht fündig geworden. Es gibt

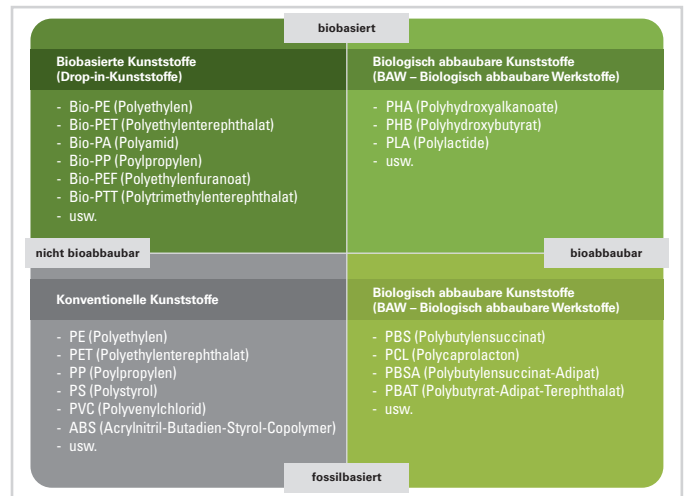
zwar Lösungen, die als ökologisch deklariert werden; diese beinhalten aber trotzdem klassische Kunststoffe.“ So fingen die beiden damaligen Studenten an, sich in die Materie einzuarbeiten und sich mit potenziellen Materialgattungen aus vollständig nachwachsenden Ausgangsmaterialien zu beschäftigen.

Sie wurden fündig und gründeten 2016 die Firma rezemo GmbH, die mit mittlerweile neun Mitarbeitern ihren Firmensitz in Waiblingen hat. „Nach vielen Versuchen sind wir auf Holzverbundstoffe gestoßen“, sagt der Firmengründer. „Die Idee stammt aus der Fußbodenindustrie, wo Holzfasern mit PVC stabilisiert werden, ist aber grundlegend neu in der Verpackungsbranche – dazu auch noch für den Lebensmittelkontakt.“ Dabei muss sich das Material nicht nur für Lebensmittel eignen, sondern auch so dünnwandig und in der Herstellung effizient sein, dass eine größere Produktion lohnenswert ist. Nach monatelanger Grundlagenforschung in Kooperation mit dem Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF der Universität Stuttgart und dem Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA sowie dem Bau zahlreicher Demonstrationswerkzeuge und Prototypenmaschinen konnten diese Vorgaben tatsächlich erfüllt werden. Die beiden Ingenieure hatten eine völlig neuartige Generation an Kaffeekapseln aus nachwachsenden Rohstoffen entwickelt.

Kapseln aus heimischem Holz plus Pflanzenstärke

Als Holzkomponente verwendet das Start-up Hobelspäne, die als Reststoffe in Sägewerken der Schwäbischen Alb anfallen. Diese sind völlig unbehandelt und müssen nicht erst chemisch aufbereitet werden, sondern werden direkt in ihrer natürlichen Form eingesetzt. Das Material wird strikt überwacht, ist zertifiziert und generell auch direkt als Lebensmittelzusatz – etwa in Joghurt – geeignet. Um die Kapseln zu stabilisieren, erwies sich ein Biokunststoff als Bindemittel besonders geeignet: Polylactat (PLA) aus Pflanzenstärke, das eine Matrix für Holzspäne aus heimischen Wäldern bildet. Beide Materialien werden im Spritzgussverfahren in Standardmaschinen erhitzt und unter hohem Druck in speziellen Werkzeugen in Form gebracht. Damit ist die Kaffeekapsel aus Waiblingen zu 100 Prozent biobasiert und darüber hinaus auch wieder vollständig und ohne Reststoffe abbaubar.

Der Kaffee in der Holzverpackung stammt aus fairem und, wann immer möglich, aus ökologischem Anbau und wird von lokalen Röstereien aus der Region verarbeitet. Bei den Kunden komme das Produkt gut an, sagt Reitze: „Wir liefern sie leer an einen Dienstleister, wo sie befüllt werden. Verschlossen werden sie mit einem dünnen Cellulosedeckel aus ähnlichem Material wie Filterpapier. Man kann sie dann entweder über unseren Onlineshop oder in ausgewählten Feinkostläden und Supermärkten kaufen; eine Kapsel kostet je nach Sorte zwischen 42 und 46 Cent. Wir sind aber kein Discount-Produkt. Das Feedback, das wir bekommen, ist jedoch sehr positiv. Das



Übersicht über alle Kunststofftypen (biobasierte Kunststoffe und fossilbasierte Kunststoffe), eingeteilt nach ihrer Rohstoffquelle (biobasiert oder fossilbasiert) und ihrer Funktionalität („biologisch abbaubarer Werkstoff – BAW“ oder nicht bioabbaubar). Foto: BIOPRO Baden-Württemberg GmbH (eigene Darstellung auf Grundlage von European Bioplastics e. V.)

klassische Konservendenken lässt eben bei vielen Menschen auch nach, und man sucht nach Alternativen.“

Futterquellen für Bakterien

Holzreststoffe sind auch die Basis im BMBF-geförderten Forschungsprojekt „SusPackaging“, in dem Mikrobiologen um Prof. Dr. Dieter Jendrossek am Institut für Mikrobiologie der Universität Stuttgart gemeinsam mit Forschern der Fraunhofer-Gesellschaft einen wirtschaftlich sinnvollen Weg suchen, um aus Holzreststoffen nachhaltige Verpackungen herzustellen. Die Wala Heilmittel GmbH und die WELEDA AG würden entsprechend ihrem ganzheitlichen Ansatz gerne Tuben und Tiegel, Shampooflaschen, Seifen- und Lotionspender aus nachhaltigem Biokunststoff verwenden. Sie sind deshalb als assoziierte Partner an dem Vorhaben beteiligt. „Im Moment müssen wir allerdings noch einiges an Grundlagen klären, bevor es in die Produktion gehen kann. Wir haben deshalb eine zweite Projektphase beantragt, in der wir unter anderem das Material für einen Probenkörper herstellen wollen“, erklärt Jendrossek.

Ausgangsstoffe sind für die Forscher zunächst Holzreststoffe. Das können zum Beispiel Holzspäne aus einem Sägewerk sein. Sie bestehen wie jegliches Holz vor allem aus Cellulose und Hemicellulose. Daraus gewinnen die Projektpartner am Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB durch ein chemisch-enzymatisches Verfahren Rohglucose (aus Cellulose) und Rohxylose (aus Hemicellulose). „Die flüssigen Substrate enthalten rund 45 Prozent Kohlenhydrate, die von Bakterien als Futterquelle genutzt werden können. Es sind jedoch starke Verunreinigungen und Spurenstoffe in nicht definierter Zusammensetzung enthalten, und das macht den biologischen Prozess so schwierig“, sagt

Dr. Felix Becker, Projektmitarbeiter an der Universität Stuttgart. „Die Bakterien wachsen langsamer und liefern weniger Produkt als auf reinen Substraten. Uns geht es jedoch darum, aus schwierigen Substraten in akzeptabler Zeit ein gutes, umweltverträgliches Produkt zu machen“, bringt Jendrossek das Ziel auf den Punkt.

Mikroorganismen werden an „dreckige“ Substrate gewöhnt

Dafür haben die Stuttgarter Mikrobiologen eine raffinierte Strategie entwickelt: Sie lassen die Evolution für sich arbeiten. Zum Einsatz kommen zwei verschiedene Bakterienarten. Der Rhizobienstamm *Ensifer adhaerens* wurde ursprünglich aus Bodenproben isoliert und toleriert das unsaubere Substrat etwas besser. Der andere, *Paraburkholderia sacchari*, aus einer deutschen Stammsammlung, liefert dafür eine bessere Ausbeute. Beide wurden über zwei Jahre hinweg langsam an das „schlechte“ Substrat gewöhnt, das in immer höherer Konzentration zugegeben wurde. „Wir haben die Bakterien selektiv vermehrt. Das heißt, wir haben jeweils diejenigen weiterkultiviert, die aufgrund von Mutationen besonders gut in dem unreinen Medium gewachsen sind“, so Becker. Die Bakterien haben eine Generationszeit von zwei bis drei Stunden. Im Laufe von einigen tausend Generationen konnten so Stämme gezüchtet werden, die mit dem unreinen Substrat besonders gut zurechtkommen.

Den „Proof of Concept“ im Labormaßstab hat das Team also gezeigt. In der nächsten Phase geht es darum, den technologischen Prozess im Reaktor zu optimieren. Im Fokus steht dann auch eine maximale Ausbeute an Biopolymeren. Diese werden als amorphe Polyestertröpfchen in großen Granula in den Bakterienzellen abgelagert. „Unter optimalen Bedingungen bestehen die Bakterien bis zu 80 Prozent aus Polyhydroxyalkanoaten, kurz PHAs. Bei uns sind es ca. 30 bis 40 Prozent“, sagt Becker. Zudem sind insgesamt weniger Zellen pro Liter Nährmedium enthalten, einfach weil die Bakterien hier weniger gut wachsen als ihre Kollegen auf reinem Substrat. Eine effiziente Extraktion und Weiterverarbeitung der PHAs ist deshalb umso wichtiger. Das Fraunhofer-Team um Dr. Ana Lucía Vásquez-Caicedo hat ganz im Sinne der Nachhaltigkeit ein effizientes, lösungsmittelfreies Extraktions- und Aufreinigungsverfahren entwickelt, und auch Produktionsverfahren für PHA-Copolymere stehen inzwischen bereit. Die genannten Bakterien liefern vor allem PHAs mit langkettigen Fettsäuren, und diese machen Biokunststoff sehr weich. Über die Kombination mit kürzerkettigen PHAs können die mechanischen Eigenschaften jedoch gesteuert werden. Als Co-Polymere kommen zum Beispiel Derivate der Polyhydroxybuttersäure (PHB) infrage, die ebenfalls biotechnologisch mithilfe von Bakterien produziert werden können.

Vom Reststoff zum Wertstoff

Um Ressourcen zu schonen, ist es natürlich auch interessant, Verpackungen aus Reststoffen und Siedlungsabfällen zu gewinnen. So arbeitet im EU-Projekt VAMOS (Value Added Materials from

Organic Waste Sugars) ein Projektkonsortium daran, aus dem Lignocellulose-Anteil der Haushaltsabfälle Zucker zu gewinnen. Aus den im Projekt gewonnenen Zuckern sollen unter anderem verschiedene Biokunststoffe (duroplastischer Kunststoff und Polymilchsäure) hergestellt werden. Die Polymilchsäure kann für Verpackungen im „Non-food“-Bereich eingesetzt werden, wie zum Beispiel für Reinigungs- und Körperpflegeprodukte. Mithilfe der industriellen Biotechnologie würde damit aus den gemischten Abfällen ein Mehrwert geschaffen, der bisher durch herkömmliches Materialrecycling für Haushaltsabfälle nicht möglich ist. Gelingen soll dies mit der patentierten Technologie des britischen Unternehmens Fiberight. In dem Verfahren hydrolysieren Enzyme die aus dem organischen Abfall abgetrennten Materialien mit zum Beispiel hohem Papieranteil und gewinnen daraus verschiedene Zucker. Der organische Abfall wird zu Biogas umgesetzt. Die ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH ist Partner im Projekt und leitet die Nachhaltigkeitsbewertung der gesamten Wertschöpfungskette, die ökologische, ökonomische und soziale Aspekte mit einschließt. „Ziel ist es, den Materialkreislauf zu schließen“, erklärt Dr. Heiko Keller, Projektmanager bei ifeu. „Denn hier gibt es die Möglichkeit, die Fraktionen, die nicht sortenrein durch den Verbraucher getrennt werden können und in der Regel verschmutzt sind, biotechnologisch zu recyceln. Das hat großes Potenzial.“ Zu Beginn des Projekts berät das ifeu, zum Beispiel um eventuelle unerwartete Rückkopplungen unter anderem mit bisherigen Abfallverwertungssystemen frühzeitig zu erkennen. Im späteren Stadium führen die Experten eine quantitative Analyse in Form einer Ökobilanz, also eine Lebenszyklusanalyse (Life Cycle Assessment), durch. In der integrierten Nachhaltigkeitsbewertung werden die ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekte zusammengebracht und daraus Handlungsempfehlungen abgeleitet.



„Bioraffinerie-Technikum“ der Universität Hohenheim am Standort Lindenhöfe. Foto: Konversionstechnologien nachwachsender Rohstoffe, UHOH/Maciej Olszewski

An dem EU-Projekt sind Partner aus Deutschland, Großbritannien, Irland, Italien, Österreich und Dänemark beteiligt.

Bioraffinerie als Alleskönner

Auch im EU-Projekt MYPACK, in dem Partner aus Frankreich, Deutschland, Italien, Griechenland, den Niederlanden und der Schweiz zusammenarbeiten, geht es um die Entwicklung des biobasierten Kunststoffs PLA, nur ist die Basis eine andere. Die Zucker für PLA sollen aus landwirtschaftlichen Reststoffen sowie aus Reststoffen der Lebensmittelindustrie gewonnen werden. Als weiteres Polymer untersucht das Konsortium, an dem unter anderem die Universität Hohenheim und weitere Unternehmen aus der Bundesrepublik beteiligt sind, Polyethylenfuranoat (PEF). PEF kann ebenfalls aus Lebensmittelabfällen beziehungsweise Reststoffen der Lebensmittelindustrie gewonnen werden und soll insbesondere PET als Lebensmittelverpackung ersetzen. Doch die Arbeitspakete des Projekts beinhalten nicht nur die Entwicklung innovativer Verpackungslösungen, es werden auch die Erwartungen und Bedarfe der Industrie und der Verbraucher erfasst.

Mit der Ausschreibung des Förderprogramms zu Bioabfall- und -abwasserraffinerien „Bio Ab-Cycle“ wird das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft im kommenden Jahr Bioraffinerien fördern, die aus Abfällen und Abwässern Rohstoffe gewinnen und anschließend im Kreislauf führen werden. Zwei vom Umweltministerium geförderte Machbarkeitsstudien und von den Landesagenturen BIOPRO, Umwelttechnik Baden-Württemberg

und dem Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB in Stuttgart konnten bereits die grundsätzliche Funktionalität der Ansätze aufzeigen.

In einem weiteren Projekt „Bioraffinerie für die Bioökonomie in Baden-Württemberg (B4B)“, an dem das Karlsruher Institut für Technologie (KIT), die Universität Hohenheim sowie die BIOPRO Baden-Württemberg GmbH beteiligt sind, wird Miscanthus in eine Kohlenhydrat- und eine Ligninfraktion gespalten. Die dabei entstehenden Hexosen werden in weiteren Prozessschritten zu Hydroxymethylfurfural (HMF) verarbeitet, die Pentosen zur Furfural, und aus dem Lignin werden bifunktionelle, phenolische Verbindungen gewonnen. Auch in diesem Projekt sind die ökologische Bewertung (Life Cycle Assessment, LCA) und die Kostenbetrachtung ein wichtiger Teilaspekt.

Anhand der Beispiele wird deutlich, dass Bioraffinerien, die Plattformchemikalien aus verschiedenen biobasierten Ressourcen oder durch biologische Verfahren gewinnen, auch eine Lösung für die Verpackungsindustrie bieten können.

Papierverpackung aus Pflanzenfasern

Papier, das in der Regel aus Holzfasern oder Recyclingmaterial gewonnen wird, ist schon seit Langem Bestandteil verschiedener Verpackungssysteme mit hoher Recyclingquote. Dass Papier auch aus pflanzlichen Biogassubstraten gewonnen werden kann, ist neu und wird im Projekt des Energieparks Hahnennest erarbeitet. Dort werden die faserreichen Stängel der Durchwachsenen



Diese nachhaltige Verpackungslösungen aus Silphie-Fasern wurde in der Kategorie „Neue Materialien“ mit dem Deutschen Verpackungspreis 2020 ausgezeichnet. Foto: OutNature GmbH

BIOPRO-Kommentar zum Thema „Verpackung der Zukunft“

In neun Jahren ist es so weit: Bis zum Jahr 2030 soll in der Europäischen Union der Ausstoß von Treibhausgasen verbindlich um 55 Prozent verringert werden. Um dies zu schaffen, muss die gesamte Wirtschaft auf ein zukunftsfähiges Wirtschaftssystem unter Anwendung bioökonomischer Denk- und Handlungsweisen umgestellt werden. Dass die Vorgehensweise der Bioökonomie auch im Bereich der Verpackungen sinnvoll ist, liegt auf der Hand, denn auch hier soll eine nachhaltige biobasierte Kreislaufwirtschaft etabliert werden.

Doch die Zeit läuft uns davon, daher geht Baden-Württemberg von zwei Seiten an das Problem heran. Zum einen werden biobasierte Materialien für die Verpackungsbranche – seien es Drop-in-Kunststoffe, innovative neuartige Werkstoffe oder neuartige Papiervarianten mit alternativen Faserbeimischungen – entwickelt; zum anderen wird bedacht, wie diese Verpackungswerkstoffe in eine Kreislaufwirtschaft zu integrieren sind, also eine synergistische Herangehensweise. Denn zum europaweiten Ziel, im Jahr

2050 klimaneutral zu sein, wollen wir in Baden-Württemberg einen entscheidenden Beitrag leisten. Beispiel für die Gewinnung von biobasierten nachhaltigen Verpackungen gibt es schon. So werden im Energiepark Hahnennest die faserreichen Stängel der Durchwachsenen Silphie mit einer Dampfaufschlussanlage vor der Vergärung in der Biogasanlage aufgeschlossen. Die Naturfaser wird zu einer biobasierten Faserpapier-Verpackung weiterverarbeitet, das Recycling im Papiersektor fest im Blick.

Einen weiteren Ansatz liefert das von der BIOPRO betreute Projekt B4B. Hier werden in einer Bioraffinerieanlage aus lignocellulosehaltiger Biomasse auf Miscanthus-Basis verschiedene Plattformchemikalien gewonnen, die als Basis für zahlreiche Produkte, wie zum Beispiel Verpackungen, dienen können. Besonders wichtig dabei ist, dass schon jetzt Produkt- und Marktentwicklung mit in das Projekt einbezogen werden, sonst versandet auch diese gute Idee, wie viele andere beim versuchten Markteintritt. Denn auch für eine Bioökonomie gilt: Nicht nur der Carbon-Footprint ist für eine Anwendung entscheidend, sondern auch Daten aus Life-Cycle-Analysen, und natürlich die Wirtschaftlichkeit des jeweiligen Produktes.

Herzlichst,
Ihr Prof. Dr. Ralf Kindervater

Silphie mit einer innovativen Dampfaufschlussanlage vor der Vergärung in der Biogasanlage aufgeschlossen. Während die verbleibenden Reststoffströme zur Gewinnung von Biogas verwendet werden, werden die Pflanzenfasern für die Herstellung von Papierverpackungen aufbereitet. Das Projekt wird durch die Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie Hohenheim wissenschaftlich begleitet. Das Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz fördert dies mit 60.000 Euro. Aufgeschlossen werden die Pflanzenfasern in der im Jahr 2020 in Betrieb genommenen Dampfaufschlussanlage der OutNature GmbH. Damit ist es möglich, die in der Durchwachsenen Silphie enthaltenen Naturfasern vor der Vergärung zu extrahieren. Die Silphie Paper GmbH verarbeitet das Material weiter zu nachhaltigem Papier. Dass dies Potenzial hat, zeigt die von der OutNature GmbH konzipierte Verpackung für Obst- und Gemüseschalen aus Silphie-Fasern. Das Produkt wurde in der Kategorie „Neue Materialien“ mit dem Deutschen Verpackungspreis 2020 ausgezeichnet.

Recyclingfähigkeit als Gemeinsamkeit

Unabhängig von der Ressource ist es jedoch wichtig, dass bereits verwendete Verpackungsmaterialien wieder recycelt werden können. Bei Papier und Kartonagen ist das Recycling bereits weitestgehend etabliert. Bei den sogenannten Drop-in-Kunststoffen, die die gleichen chemischen Strukturen aufweisen wie die

fossilbasierten Kunststoffe, also beispielweise Bio-PET, stellt Recycling kein Problem dar. Diese Kunststoffe können über die etablierten Recyclingwege wiederaufbereitet werden. Ist die chemische Struktur nicht dieselbe wie bei herkömmlichen Kunststoffen, dann ist die Sortierung der Verpackungskunststoffe ein Problem. Damit sich spezielle Recycling-Anlagen für zum Beispiel PLA wirtschaftlich lohnen, ist es erforderlich, dass das Verpackungsmaterial in ausreichender Menge im Einsatz ist. Damit wird deutlich: Biobasiert ist nicht per se ein Vorteil. Denn auch biobasierte Verpackungen müssen sich in die Kreislaufwirtschaft einfügen und ihren ökologischen Vorteil mittels entsprechender Ökobilanzen sowie Nachweisen zur chemischen Sicherheit unter Beweis stellen. So zeigte eine Studie beispielsweise, dass biobasierte Kunststoffe in Bezug auf die Toxizität keinesfalls unbedenklicher sind als ihre fossilen Pendanten. Dass die Herstellung von biobasierten Verpackungsprodukten nicht die alleinige Lösung sein kann, zeigt eine Richtlinie der EU, die ab Sommer 2021 Einwegartikel aus Plastik verbietet. Die Herangehensweise zeigt eine der Herausforderungen, bei der sowohl Verbraucher wie Industrie gefordert sind: die Vermeidung von Verpackungsmüll. Ob es durch die verschiedenen neuen Regelungen auch ein Umdenken in der Gesellschaft geben wird, wird sich zeigen.

Dr. Heike Lehmann, Dr. Petra Neis-Beeckmann, Dr. Ariane Pott



Die SMELLDECT GmbH ist zuständig für Fertigung und Vertrieb der eNase – ein kleines Gerät, das aus Chip, Elektronik und Lüftung besteht: Hier als ansteckbares Brandwächter-Modul für Computerschränke. Foto: SMELLDECT

Mikrostrukturtechnologie

Eine elektronische Nase für vielerlei Anwendungen

Sinnesorgane sind ausgefeilte Meisterwerke der Natur. Der Mensch hat deshalb schon oft versucht, sie zu kopieren. Ob Kamera oder Mikrofon – hierfür standen immer natürliche Vorbilder wie Auge oder Ohr Modell. Lange Zeit fehlte allerdings ein künstlicher Geruchssinn im technischen Repertoire. Nun haben Forscher am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) eine elektronische Nase entwickelt. Sie kann Gasmischungen „riechen“ und damit unter anderem zur Diagnostik von Krankheiten oder zur Lebensmittelkontrolle eingesetzt werden.

Der Geruchssinn, auch olfaktorisches System genannt, ist ein chemischer Sinn, und seine Funktionsweise sehr komplex. Er befindet sich in der Nase und besteht aus mehreren Millionen Geruchszellen, die in rund 400 verschiedenen Rezeptorenarten vorkommen. Beim Menschen ist der Geruchssinn weniger stark ausgebildet als bei anderen Säugetieren und kann beispielsweise mit den Leistungen einer Hundenase bei Weitem nicht mithalten. Dennoch kann ein gut funktionierender Geruchssinn auch für uns lebensrettend sein, beispielsweise bei Feuer und Rauch, oder zum Schutz vor verdorbener Nahrung.

Zur Wahrnehmung eines Geruchs gelangt das entsprechende Gasmischungs mit der Atemluft an die Riechschleimhaut am Dach der Nasenhöhle und wird von den zugeordneten Rezeptortypen anhand bestimmter chemischer Strukturmerkmale erkannt. Die unterschiedlich starke Aktivierung der Rezeptoren wird als für den jeweiligen Geruch charakteristisches Signalmuster ans Gehirn geleitet. Dort wird die Sinneswahrnehmung ausgewertet, indem sie mit bereits bekannten und im Laufe des Lebens erlernten Gerüchen abgeglichen wird.

Alltagstaugliche, preiswerte eNase nach natürlichem Vorbild

Die Tatsache, dass die biologische Nase Gasgemische detektiert und auswertet, brachte Forscher am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) schon vor vielen Jahren auf die Idee, diese Fähigkeit technisch in einer elektronischen Nase zu realisieren. „Der Mensch hat Sensoren für alles Mögliche, die bereits Vorbild für viele technische Entwicklungen waren“, erklärt Dr. Martin Sommer, der die Arbeiten zur elektronischen Nase im Projekt „smellect“ am Institut für Mikrostrukturtechnik (IMT) des KIT leitet. „Der Geruchssinn fehlte aber lange Zeit im Portfolio. Und da wir uns sowieso schon immer mit chemischer Analytik beschäftigt haben, begannen wir mit der Entwicklung eines elektronischen Pendants. Denn eigentlich ist die Geruchsanalytik nichts anderes als die Weiterführung der Gasanalytik.“

Bei ihren Entwicklungsarbeiten zur eNase orientierten sich die Karlsruher Forscher, so gut es ging, am biologischen Vorbild: „Eine Konzentrationsbestimmung oder komplette Gasanalyse sollte unser Geruchssensor nicht leisten können“, berichtet Sommer. „Wenn Sie einen Raum mit faulen Eiern betreten, wird Ihre Nase ja auch keine genaue Stoffbestimmung durchführen und dessen Konzentration ermitteln. Sie nimmt einfach nur den Gestank wahr. Auf dieser Basis sollte das Gerät auch funktionieren. Für ganz viele Anwendungen ist eine hochpräzise – und damit teure – Gasanalyse nämlich völlig unnötig. Somit eröffnet sich die Möglichkeit, ein alltagstaugliches Endanwendergerät zu entwickeln, bei dem der eigentliche Chip nur wenige Euro kostet.“

Herausgekommen ist nach einigen Jahren Forschungsarbeit eine nur wenige Zentimeter große elektronische Nase, die die gesamte Betriebselektronik inklusive Technologie zur Datenauswertung enthält. Sie besteht aus einem Sensorchip, auf dem Nanofasern aus Zinndioxid auf vielen einzelnen Sensoren angebracht sind.

Viele Ideen für Einsatzmöglichkeiten

Um Gerüche zu identifizieren, muss auch die eNase zuvor trainiert werden. „Dazu wird sie für ein paar Sekunden dem jeweiligen Stoff für ein paar ‚Schnupperzüge‘ ausgesetzt“, so Sommer. „Das Ergebnis ist ein Signalmuster der 16 Sensortypen, das für jeden Geruch anders aussieht. Dieses Muster wird dann betitelt und abgespeichert, das heißt, die Gerüche praktisch angelernt, sodass die eNase sie bei Bedarf innerhalb von Sekunden wiedererkennen kann.“ Die spezifischen Signalmuster errechnet der Chip über die Widerstandsänderungen der Einzelsensoren, die ihrerseits vom Molekülgemisch aus der Umgebungsluft abhängen.

Mögliche Einsatzgebiete für die eNase gibt es viele. Ein ganz wichtiges, das schon ziemlich gut funktioniert, sei

beispielsweise die Produktendkontrolle, sagt der Experte: „Ein gerade hergestelltes Produkt soll heute genauso riechen wie gestern. Dazu muss man nur den Soll-Geruch möglichst gut einprogrammieren. Etwaige Abweichungen können dann auf Unstimmigkeiten bei der Produktion hindeuten. Oder man kann beispielsweise mit drei oder vier Standardgerüchen unterschiedlich alter Milch deren Frischegrad testen. Das funktioniert genauso gut bei Obst, wie etwa Äpfeln.“

Weitere Anwendungsmöglichkeiten finden sich zum Schutz von Leben und Gesundheit. In diesem Zusammenhang gäbe es eine ganze Menge Ideen, meint Sommer. Man könne beispielsweise Sprengstoff oder Drogen erschnuppern und so für Sicherheit an Flughäfen sorgen, oder mit intelligenten Brandsensoren Katastrophen verhindern.

Medizinische Diagnostik per Atemanalyse

Auch der Einsatz zur Diagnostik von Krankheiten ist in einem breiten Spektrum denkbar. Denn – wie schon länger bekannt – betreffen manche Erkrankungen nicht nur innere Organe oder den Stoffwechsel, sondern bewirken auch eine veränderte Zusammensetzung der Ausatemluft. Bei Diabetes-Patienten werden beispielsweise flüchtige organische Substanzen wie Aceton vermehrt ausgeatmet. So könnte, über eine einfach anzuwendende Geruchssensorik, mit der eNase auf den Blutzuckerspiegel geschlossen und damit die Diabetes-Einstellung überwacht werden. „Eine solche Atemanalyse ist eigentlich schon Jahrtausende alt“, berichtet Sommer. „Diabetes führt zu einem fruchtig-süßlichen Geruch des Atems, Ammoniakduft deutet auf ein Nierenleiden hin, und Probleme mit der Leber führen zu einem fischig riechenden Atem. Das können durchaus Konzentrationen sein, die der eNase ausreichen würden. Aber eine Krebserkrankung erschnüffeln, wie das angeblich manche Hundenasen können, das werden wir nicht leisten können. Dafür ist die Teilchendichte an Markermolekülen zu gering. Was aber mit der eNase auch möglich werden wird, sind Alkoholtests. Man könnte dann beispielsweise ein Auto nur dann starten, wenn die Konzentration einen gewissen Wert nicht überschreitet.“

Lizenznehmer vermarktet die eNase

Was die konkrete Anwendung der künstlichen Nase angeht, so ist ein Anfang schon gemacht. Sie wird über den Partner des KIT, die Firma SMELLDECT GmbH in Deckenpfronn, vermarktet. „Die SMELLDECT ist ein Lizenznehmer, der extra dazu gegründet wurde, um den Sensor zu produzieren und zu vertreiben“, berichtet Sommer. „Eine noch kleine Firma, aber schon sehr aktiv. Beispielsweise sind dort aktuell Anwendungsstudien mit Gasversorgern und Molkereibetrieben im Gange. Man ist zwar noch nicht in Großproduktion, aber es läuft.“

Dr. Petra Neis-Beeckmann



Produktion in der mRNA-Technologie bei CureVac in Tübingen. Foto: CureVac AG

Unternehmen

CureVac als Pionier der mRNA-Technologie – Was steckt hinter dem neuartigen COVID-19-Impfstoff?

Aller Augen richten sich auf Impfstoffe gegen das Coronavirus. Pionierarbeit leistet hier das Tübinger Unternehmen CureVac, das im Juni mit einem Impfstoffkandidaten in die klinische Phase startete. Gleichzeitig läuft die erste Produktion. Was macht die Methode so besonders?

Die Strategien auf der Suche nach einem Impfstoff gegen das neuartige Coronavirus SARS-CoV-2 sind vielseitig. Nach bisherigen

Erfahrungen dauern Neuentwicklungen viele Jahre bis Jahrzehnte. Weltweit konnten von über 130 initiierten Impfstoffprojekten nur einige in präklinische oder klinische Studien übergehen. Ein großer Hoffnungsträger ist CureVac aus Tübingen. Seit Bekanntgabe der Sequenz von SARS-CoV-2 im Januar forscht das rund 470 Mitarbeiter große Biotech-Unternehmen unter Hochdruck an einem Impfstoff auf Basis der Boten-RNA (messenger-RNA oder mRNA). „Wir arbeiten seit fast 20 Jahren an der Entwicklung unserer mRNA-Plattform und können für die aktuelle COVID-19-Impfstoffentwicklung auf unsere Erfahrungen mit der Technologie zurückgreifen“, so Dr. Mariola Fotin-Mleczek, Chief Technology Officer von CureVac.

Nutzung der körpereigenen Proteinfabrik

Gewünscht bei COVID-19 ist, das Immunsystem im Rahmen einer aktiven Immunisierung in Stellung zu bringen und das Virus unschädlich zu machen. Als vielversprechend werden genetische Impfstoffe angesehen, die die Baupläne für das Oberflächenprotein des neuen

Coronavirus enthalten. Der Clou: Im Körper verimpft, können sie in Zellen abgelesen werden, und so kann die Zelle die entsprechenden Virusproteine selbst herstellen. Der Impfstoff von CureVac wird dazu auf mRNA-Basis im Körper hergestellt – ohne Eingriff ins Genom. „Wir können mit dem Biomolekül mRNA sowohl Medikamente als auch Impfstoffe im Körper produzieren lassen“, erklärt Fotin-Mleczek. Verglichen mit anderen Verfahren, lassen sich Kandidaten zudem deutlich schneller generieren und entwickeln sowie kostengünstiger produzieren.

Revolutionäres Potenzial der mRNA-Technologie

CureVacs Wirkstoffkandidaten gegen das Tollwutvirus und Grippeviren haben in präklinischen Phasen bei geringer Dosierung Verträglichkeit und Schutz vor einer entsprechenden Virusinfektion in Tiermodellen gezeigt. Auch in klinischen Phase-1-Studien konnte CureVac nachweisen, dass niedrig dosierte Kandidaten gegen das Tollwutvirus bei allen getesteten Freiwilligen eine ausgewogene Immunantwort hervorrufen. „Auch bei SARS-CoV-2 haben die präklinischen Studien in Tiermodellen bei einer Dosierung von nur zwei Mikrogramm positive Ergebnisse gezeigt“, zeigt sich Mariola Fotin-Mleczek erfreut.

Die entscheidende Herausforderung besteht darin, die künstlich hergestellte mRNA stabil aufzubereiten. Reine RNA wird im Blut der Geimpften von Fresszellen und Enzymen schnell zerstört. Selbst RNA, die durch molekularbiologische Trägerviren eingeschleust wird, kann nach dem Verschmelzen mit der Zellmembran als Eindringling erkannt und entsorgt werden. CureVac hat eine Optimierungstechnologie entwickelt: Das Biomolekül wird an beiden Enden modifiziert, um es stabil zu machen. Auch der sogenannte Open-Reading-Frame, der das gewünschte Protein codiert, wird angepasst. Die RNA erhält eine stärkende Startersequenz, damit sie in der Zelle bevorzugt abgelesen wird. Wiederholungssequenzen stellen sicher, dass ausreichend große Mengen des gewünschten Proteins hergestellt werden.

Das RNA-Konstrukt wird mit Lipid-Nanopartikeln (LNPs) verpackt, um in die Zelle gelangen zu können. Mit ihrer der Zellmembran ähnlichen Lipidbasis soll kein Abwehrsturm des Immunsystems provoziert werden. Lediglich Fresszellen gehen auf die Lipidpartikel los und verdauen sie. Doch die CureVac-RNA ist jetzt gewappnet: Einige der modifizierten RNA-Schnipsel werden in der Zelle in das gewünschte Antigen übersetzt, das das Immunsystem alarmiert. So werden neutralisierende Antikörper und T-Zellen in Stellung gebracht, die zukünftig vor einer Virusinfektion schützen. „Während der klinischen Studie an Patienten mit dem Tollwutvakzin konnten wir auch noch viele Wochen nach

Impfung im Blut der Patienten neutralisierende Antikörper nachweisen, die die Tollwutviren unschädlich machen“, so Fotin-Mleczek. Eine solche Reaktion wünscht man sich nun mit dem Coronavirus-Konstrukt gegen das Spike-Oberflächenprotein, die somit den Andockprozess der Viren an der Wirtszelle hemmt und dadurch einen Infektionsschutz bietet.

Vom universellen Konstrukt zum Multiplayer

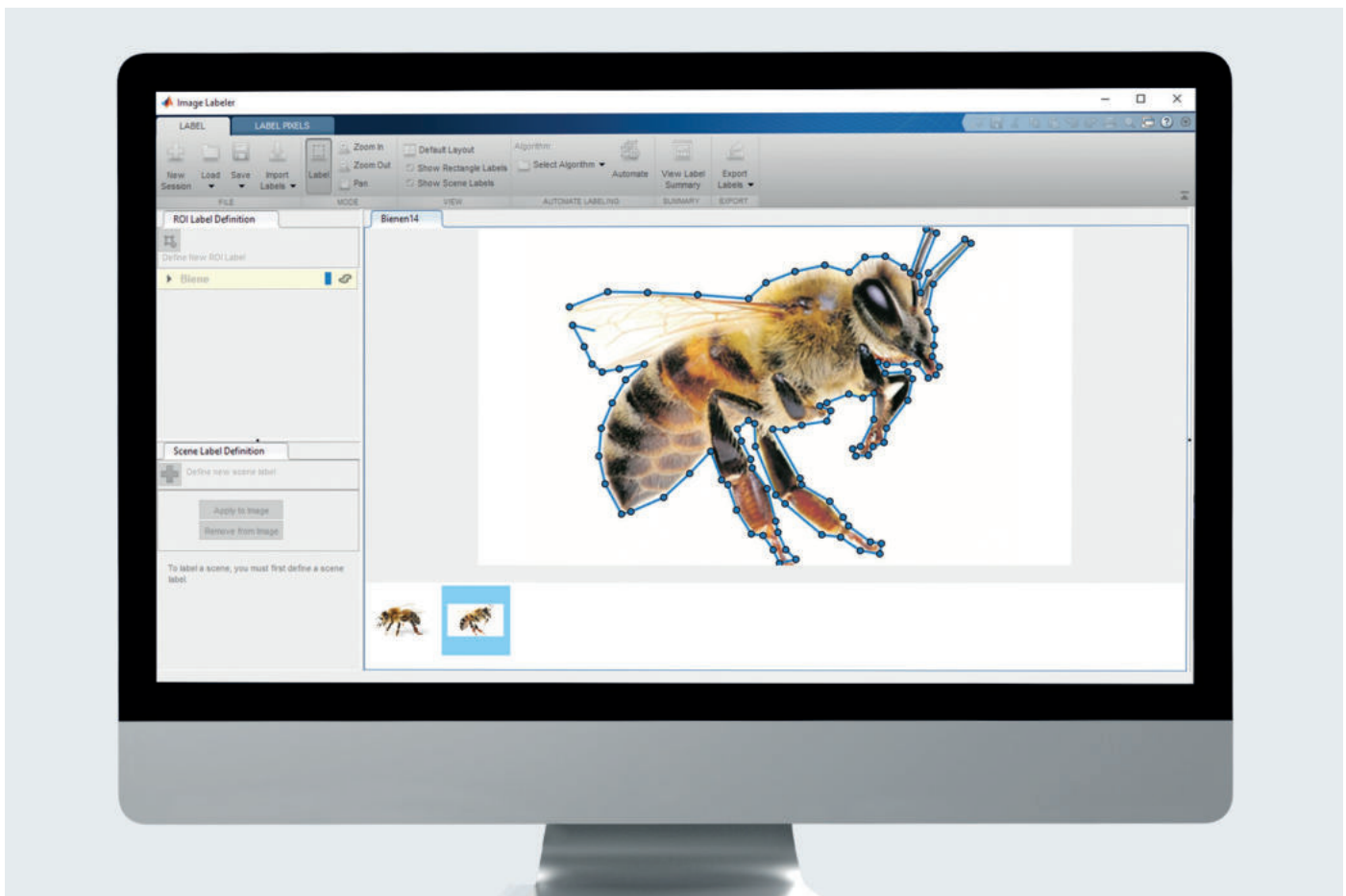
Das Prinzip, Baupläne mit der Plattformtechnologie maßzuschneidern und in Zellen einzuschleusen, lässt sich auf viele Indikationen übertragen. So kann man bei Stoffwechselkrankheiten fehlende Enzyme herstellen lassen. Für die Krebsimmuntherapie werden Immunzellen auf Tumorzellen ausgerichtet. Dazu werden nach einer Biopsie des Patienten Oberflächenproteine entarteter Zellen identifiziert und optimierte mRNA gegen diese Merkmale hergestellt und verimpft. CureVac testet bereits einen Wirkstoff in einer Phase-1-Studie zur Dosisescalation, gerichtet gegen die Tumorumgebung bei fortgeschrittenem Melanom, Plattenepithelkarzinom oder adenoid-zystischem Karzinom.

Im Fokus: COVID-19-Impfstoff

Als One-Stop-Shop umfasst CureVac, das bisher über rund 700 erteilte Patente verfügt, den kompletten Prozess von der Entdeckung bis zur GMP-Produktion. Der mRNA-Technologieführer hat bereits große Wirkstoffmengen für seinen Impfstoffkandidaten gegen COVID-19 hergestellt. Abhängig von der finalen Dosierung, ist eine Herstellung von mehreren hundert Millionen Dosen pro Jahr möglich – ein großer Vorteil gegenüber Impfstoffen, die aus Fermentation gewonnen werden.

Bislang ist noch kein Medikament oder Impfstoff aus mRNA zugelassen, denn die Technologie befindet sich noch in relativ früher Entwicklung. Dennoch werden ihr große Chancen eingeräumt, was auch die finanzielle Unterstützung mit bis zu 80 Mio. Euro durch die EU widerspiegelt. Zudem wird CureVac durch die Bill & Melinda Gates-Stiftung und die CEPI (Coalition for Epidemic Preparedness Innovations) unterstützt. Erste Ergebnisse aus der Phase-1-Testung zur Verträglichkeit und Sicherheit an Freiwilligen werden nach einigen Wochen erwartet. In den folgenden Phasen 2 und 3 sollen dann zusätzlich Erkenntnisse zur Wirksamkeit und Dosisfindung sowie zur Erfassung eines Nebenwirkungsprofils an mehreren tausend Probanden gewonnen werden. CureVacs Engagement und seine Firmenphilosophie bringt Fotin-Mleczek auf den Punkt: „Wir möchten mit unserer Expertise und Technologie sowohl Krankheiten als auch Epidemien, wie COVID-19, wirksam begegnen, um Menschen vor gesundheitlichen Bedrohungen zu schützen.“ Das Segel aus Baden-Württemberg ist gesetzt, bereit für die große Weltreise. Es bleibt spannend.

Simone Giesler



Mithilfe von Trainingsdaten erlernt die Software die Erkennung und Unterscheidung von Insekten – hier die Umrisse zur Bienenerkennung.
Foto: Reiner Braun, Hochschule Reutlingen, HHZ

Biosensoren

Sensoren im Dienste der Bioökonomie

Ein Schlüssel zur Digitalisierung der Bioökonomie sind Sensornetzwerke. Sie sind gerade dabei, sich zu einem wichtigen Analyse- und Steuerungsinstrument energieeffizienter und nachhaltiger Stoffkreisläufe zu entwickeln. Dieter Hertweck, Professor für Wirtschaftsinformatik an der Hochschule Reutlingen, zeigt auf, was in der digitalen Landwirtschaft und Abfallverwertung heute schon möglich ist, und was machbar wird.

„Die Digitalisierung ist ein kommender, stark wachsender Bereich in der Bioökonomie. Diese wird stark davon profitieren“, ist Prof. Dr. Dieter Hertweck überzeugt. Er setzt

auf Sensornetzwerke, um Stoffkreisläufe in allen denkbaren Größenordnungen besser verstehen und steuern zu können – ganz im Sinne der Nachhaltigkeit. Der Wirtschaftsinformatiker forscht und lehrt an der Hochschule Reutlingen, genauer gesagt, am Herman Hollerith Zentrum (HHZ) in der Böblinger Dependence der Hochschule. Hier hat er sich dem Thema Bioökonomie durch seinen Forschungsschwerpunkt Energieeffizienz genähert. „Wir suchen nach neuen Lösungen, um die Energieeffizienz in urbanen Lebensräumen zu verbessern, und analysieren dafür den gesamten Metabolismus einer Stadt. Abfallverwertung ist dabei ein zentrales Thema. Wie kann die Kommune zum Beispiel nachhaltig mit Nahrungsmittelabfällen und Grünschnitt umgehen? Ist es sinnvoll, diese Substanzen zu Biomasse zu vergären und Biogas daraus herzustellen? Und kann so die Energieeffizienz gesteigert werden? Unter anderem gehen wir solchen Fragen auf den Grund“, sagt Hertweck.

Sensornetzwerke in der Landwirtschaft

Auch die Nahrungsmittelversorgung ist für Hertweck ein geeignetes Anwendungsfeld für Sensornetzwerke. „Wir wollen damit verstärkt Supply Chains bei Nahrungsmitteln betrachten. Beispiel Gemüse: Mit den eigentlichen Stoffströmen vom

Feld bis auf den Teller wollen wir Energie- und Düngungs-szenarien verknüpfen, die mit dem Anbau verbunden sind“, erklärt Hertweck. Direkt auf dem Feld kommen zum Beispiel Feuchte- und Temperatursensoren zum Einsatz, die Aufschluss über den Bodenzustand geben. Über ein Sensornetzwerk kann dann automatisch der passende Zeitpunkt für landwirtschaftliche Aktivitäten wie Säen und Düngen angezeigt werden. Die Meldung kann ganz einfach auf das Smartphone erfolgen. Besonders innovativ ist der zusätzliche Einsatz von Insektensensoren. „In einem Kooperationsprojekt setzen wir Sensoren mit Kamera und Mikrofon ein. Jede Insektenart hat einen eigenen Polygonzug, also ein Umriss-Muster, sodass man eine dicke von einer dünnen Biene und einem Maikäfer unterscheiden kann. Erkennt der Sensor den Umriss von Schädlingen, wird eine Meldung gesendet“, erklärt Hertweck. Durch frühzeitiges Eingreifen soll dann der Aufwand zur Schädlingsbekämpfung minimiert werden. „Insgesamt können solche Sensornetzwerke dazu beitragen, landwirtschaftliche Flächen effizienter und mit weniger Chemie zu bewirtschaften“, fasst Hertweck zusammen.

Die Sensoren sind meistens handelsübliche und in der Regel auch kostengünstige Teile, die nur in Ausnahmefällen noch von Experten der Hochschule modifiziert werden. Die innovative Entwicklungsleistung steckt vielmehr im Gesamtsystem. Erst das ausgeklügelte Zusammenspiel der digitalen Bausteine macht die Technik so interessant. „Und natürlich soll das Ganze für den Nutzer, ob Landwirt oder Handel, so intuitiv wie möglich bedienbar sein“, ergänzt Hertweck. Bleibt die Frage, wie die Sensoren eigentlich ihre Daten senden und empfangen. Dafür werden Antennen gebraucht, die mit einer Länge von unter einem Meter erstaunlich klein und unauffällig sind. „Inzwischen wurden für nahezu alle Kommunen im Landkreis Böblingen Antennen angeschafft und installiert, so zum Beispiel auf Feuerlöschtürmen. Auch unser Hochschulgebäude und das Softwarezentrum Böblingen/Sindelfingen haben eine Antenne. Mit den Antennen können wir bis Ende 2019 fast die ganze Region abdecken“, so Hertweck.

Viele Puzzleteile sorgen für ein klares Bild und erleichtern Entscheidungen

Damit rücken die ganz großen Ansätze näher. Hertwecks Vision für die Zukunft ist es, großflächig Sensornetzwerke mit anderen Datenquellen zu verbinden und damit datenbasiert umfassende Entscheidungsgrundlagen zu liefern. So könnte das Netzwerk diverser Sensoren auf Anbauflächen mit Satellitendaten kombiniert werden: „Luftbilder, etwa von Google Earth, können dazu genutzt werden, mithilfe einer Bilderkennung Feld, Wald, Wiese und so weiter zu katalogisieren. Wenn wir dann noch Daten von Anbauverbänden

hinzuziehen, durchschnittliche Fußwege der Verbraucher zu Geschäften berücksichtigen und uns die Dichte von Lebensmittelmärkten anschauen, könnten wir zum Beispiel herausfinden, wie eine nachhaltige Versorgung mit regionalen Nahrungsmitteln gelingen kann.“

Solche Analysen können zur Entscheidungsfindung in politischen und gesellschaftlichen Debatten beitragen. Etwa wenn es darum geht, bestimmte Anreize für Landwirte zu schaffen. Auch erste, sich selbst verwaltende Ökosysteme, die Sensordaten und Block-Chain-Technologien zur Entscheidungsfindung nutzen, gibt es bereits. „Sie werden künftige, nachhaltige Wirtschaftsformen revolutionieren. Ein gutes Beispiel ist das Projekt ‚terra0‘ des FZI Karlsruhe. Damit kann sich das Ökosystem Wald aufgrund von Umweltdaten, Klimaprognosen und hinterlegten ökologisch-ökonomischen Regeln selbst verwalten und quasi über seine eigene Rodungs- und Aufforstungspolitik entscheiden“, sagt Hertweck. Solche Szenarien lassen sich seiner Meinung nach in naher Zukunft auch auf die Landwirtschaft übertragen.

Sensornetzwerke können große Datenmengen zusammentragen. Was den Umgang damit angeht, ist Hertweck ein Verfechter eines eher offenen Ansatzes. „Natürlich ist es möglich und wichtig, für sicherheitskritische Dienste den Zugriff auf Daten restriktiv und gesetzeskonform zu handhaben. Grundsätzlich verfolgen wir jedoch das Ziel, Daten von Bürgern – zur Nutzung aufbereitet – diesen wieder frei und offen zur Verfügung zu stellen. Deshalb wird auch Open-Source-Software eingesetzt. Auch Schulklassen können das Netzwerk frei nutzen, um etwa ihren Schulgarten ökologisch zu bewirtschaften“, so Hertweck. Als Wissenschaftler sieht er sich dem Gemeinwohl verpflichtet und sucht zudem den Austausch, auch international, mit anderen Gleichgesinnten in Forschungseinrichtungen, Verbänden und Initiativen, um die Möglichkeiten digitaler Sensornetzwerke noch deutlich zu erweitern.

Dr. Heike Lehmann



Herman Hollerith Zentrum (HHZ)

Das Herman Hollerith Zentrum (HHZ) ist das Lehr- und Forschungszentrum der Hochschule Reutlingen. Es hat seinen Sitz in Böblingen und gehört zur Fakultät Informatik. Die Forscherteams entwickeln hier unter anderem digitale Geschäftsmodelle für Unternehmen, Kommunen und Energieversorger.



Die Beetplaner-App „alphabeet“ unterstützt Hobbygärtnerinnen und Hobbygärtner bei der Planung des eigenen Beets. Foto: cjp / iStock

Urbane Landwirtschaft

alphabeet – das Smartphone als grüner Daumen

In Anbetracht der Herausforderungen, denen die moderne Landwirtschaft gegenübersteht, ist ein Bewusstseinswandel im Umgang mit Nahrung unerlässlich. Die Gründer des Stuttgarter Agrartech-Start-up farmee sehen die urbane Landwirtschaft als Schlüssel hierfür. Mithilfe ihrer App „alphabeet“ motivieren sie Verbraucher, selbst Nahrungsmittel zu produzieren. Denn nur wer Wissen mit praktischen Erfahrungen kombiniert, ändert sein Konsumverhalten nachhaltig.

Die wachsende Weltbevölkerung mit ausreichender und gesunder Nahrung zu versorgen, ist eine der größten Herausforderungen der Gegenwart. Aus diesem Grund gehört die Ernährungssicherung zu den Leitgedanken der Bioökonomiestrategie des Bundes. Auch im globalen Kontext wird die Bedeutung des „Food first“-Prinzips für eine nachhaltige Bioökonomie regelmäßig betont. Dem Agrarsektor kommt daher eine zentrale Rolle für die Umsetzung dieser Strategien zu. Allerdings bewegt sich auch die klassische landwirtschaftliche Erzeugung von Nahrungsmitteln in einem erheblichen Spannungsfeld. Entscheidende agrarwirtschaftliche Ressourcen wie Wasser sowie Land sind vielerorts nur noch in ungenügendem Maße vorhanden und werden zukünftig noch knapper. Folglich ist es unerlässlich, über alternative Anbausysteme und einen zukunftsfähigen Umgang mit Nahrungsmitteln nachzudenken.

Landwirtschaft in der Stadt

Dies motiviert auch die Gründer des Stuttgarter Agrartech-Start-ups farmee, die sich schon früh mit Fragen der Lebensmittelproduktion beschäftigt haben. Durch eigene Anbauexperimente auf dem heimischen Balkon kam man schnell mit dem Konzept einer urbanen Landwirtschaft in Kontakt. Mit dessen Chancen und Herausforderungen setzt man sich nun auch als Firma auseinander. Die urbane Landwirtschaft zielt darauf ab, Lebensmittelproduktion in städtischen Ballungsgebieten zu ermöglichen und dadurch bestehende Agrarsysteme zu ergänzen. Nahrungsmittel können somit in direkter Nähe zum Konsumenten erzeugt und Transportdistanzen verringert werden. Entsprechende Ansätze werden unter dem Begriff „Urban Farming“ zusammengefasst. Sie reichen vom Kulturpflanzenanbau auf Hausdächern bis hin zu Konzepten wie der Solidarischen Landwirtschaft. Auch kontrollierte, vertikale Anbausysteme, die die Produktion von Nahrungsmitteln auf kleinstem Raum ermöglichen, werden unter dem Begriff subsummiert. Vor allem Gemüse und Salate werden dadurch bereits unmittelbar bei den Konsumenten produziert. Bei farmee sieht man das Hauptpotenzial dieser Konzepte allerdings nicht darin, lebensmittelautarke Metropolen zu schaffen. Vielmehr möchte man Verständnis für die Funktion von Agrarsystemen schaffen und gegebenenfalls die traditionelle Nahrungsmittelproduktion ergänzen. Deshalb möchte man Verbraucher motivieren, aktiv zu werden und selbst Nahrungsmittelproduzent zu werden. Von diesen sogenannten Prosumenten erhofft man sich ein besseres Verständnis von der Erzeugung von Nahrungsmitteln und eine höhere Wertschätzung für Lebensmittel.

Absolute Voraussetzungen für solch einen Wandel sind grundlegendes Wissen und Verständnis über Anbau und Ernte klassischer Gartenkulturen. Hilfreich ist es auch, wenn auf einen geballten Erfahrungsschatz zurückgegriffen werden kann. Hier setzt farmee mit seinem jüngsten Projekt, der Beetplaner-App „alphabet“, an. Mithilfe dieser Anwendung möchte man Interessierten Erfahrungswerte und notwendiges Wissen einfach zugänglich machen. Die App unterstützt jeden Hobbygärtner bei der Planung des eigenen Beets im Garten hinter dem Haus oder in der Pflanzwanne auf dem Balkon.

Maßgeschneiderte Gartenbau-Beratung

Großen Wert legt man dabei auf die individuellen Bedürfnisse bei der Anwendung und die jeweiligen Rahmenbedingungen. So gibt es passgenaue Empfehlungen zur Planung der eigenen Beete. Unterfüttert werden diese mit einer integrierten Bibliothek, die Fachwissen zu Pflanzen, Schädlingen und Krankheiten enthält. Während der Saison erinnert die App an alle notwendigen Schritte – wie die idealen Momente fürs Pflanzen, Gießen und Düngen, bis hin zur Ernte. Laien sollen Hobbygärtner werden, die sich und ihren Nachbarn

beweisen, dass Lebensmittelproduktion für jeden möglich ist – auch in Großstädten. Die Idee stößt dabei auf reges Interesse: Die App wird bereits von mehreren hundert Nutzern aktiv verwendet, und für die nächste Saison stehen zahlreiche neue Hobbygärtner in den Startlöchern.

Mit diesem Projekt möchten die farmee-Macher die urbane Landwirtschaft voranbringen und setzen dafür auch auf Kooperationen mit verschiedenen Stuttgarter Initiativen und Start-ups. So sieht man die Initiative der Solidarischen Landwirtschaft Stuttgart als komplementäre Idee zum Beetplaner, da diese tatsächlich die Nahrungsmittelgrundversorgung sichern kann, während Letzteres den Gedanken der Bewusstseins-schaffung in den Mittelpunkt stellt. Auch Start-ups wie Geco-Gardens, die innovative Kleingartensysteme für das Gärtnern in Städten entwickeln und zur Schließung von urbanen Nährstoffkreisläufen beitragen, sind Teil dieser Koalition für eine zukunftsfähige Nahrungsmittelversorgung. Im Sinne der Innovations- und Nachhaltigkeitsforschung schafft man dadurch gemeinsam ein Netzwerk, das auf verschiedensten Ebenen Wissens- und Erfahrungsdiffusion im Kontext mit der Nahrungsmittelproduktion ermöglicht und somit auf eine erfolgreiche Transformation zu einem zukunftsfähigen Agrarsystem hinwirkt. Denn nur wer Wissen mit praktischen Erfahrungen kombiniert, ändert sein Konsumverhalten nachhaltig.

Landwirtschaft in der Stadt

Unter den Begriffen urbane Landwirtschaft (Urban Farming) und Urban Gardening fasst man unterschiedlichste Konzepte des Anbaus von Agrarprodukten im städtischen Kontext zusammen. Beide Begriffe werden oftmals synonym verwendet, und eine klare Abgrenzung ist schwierig. Urban Gardening betont in der Regel allerdings stärker den Anbau von Gemüse für den Eigenbedarf.

Die urbane Lebensmittelproduktion findet in unterschiedlichsten Formen statt und reicht vom Gemüseanbau in Hochbeeten auf Hausdächern bis zu vertikalen Systemen. Beim vertikalen Anbau (Vertical Farming) werden Pflanzen beispielsweise an Hausfassaden oder Kleingartensystemen nach oben gepflanzt. Eine weitere Form sind Aquaponiksysteme, die die Aufzucht von Fischen mit der Kultivierung von Nutzpflanzen verbinden. In diesen zirkulären Systemen fungieren die Exkremente der Fische als Nährstoffe für die Pflanzen. Komplementiert werden diese Produktionssysteme durch innovative Konzepte wie die Solidarische Landwirtschaft, die neuartige Partnerschaften zwischen landwirtschaftlichen Betrieben und städtischen Kunden ermöglicht.

Jan Lask



Zusammen mit weiteren Kooperationspartnern wollen Prof. Dr. Klaus Harter und sein Team am Zentrum für Molekularbiologie der Pflanzen (ZMBP), Universität Tübingen, den biogenen Zucker zu einem einsatzfähigen Herbizid weiterentwickeln. Foto: Prof. Dr. Klaus Harter

Preisträger

Neues, biogenes Herbizid patentiert

Ein natürlich vorkommender Zucker, isoliert aus Cyanobakterien, wurde von der Universität Tübingen patentiert und gewann als einer von drei Preisträgern den Innovationspreis des Arbeitskreises der BioRegionen. Das Molekül soll in den nächsten drei Jahren als Ersatz für Totalherbizide wie Glyphosat zur Marktreife entwickelt und an Unternehmen lizenziert werden.

Zum 13. Mal verleiht der Arbeitskreis der BioRegionen Deutschlands den Innovationspreis, diesmal unter erschwerten Bedingungen. Aufgrund der zahlreichen Einsendungen aus dem ganzen Bundesgebiet hat sich der Arbeitskreis jedoch entschlossen, auch 2020 herausragende Ideen mit hohem wirtschaftlichem Potenzial aus den Lebenswissenschaften zu prämiieren. Die drei gleichwertigen, mit je 2.000 Euro dotierten Preise gehen an Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen aus Tübingen, Jülich und Garching b. München und sind in ihrer thematischen Diversität zugleich ein Beispiel für die große Bandbreite an innovativer Forschungstätigkeit in Deutschlands Life Sciences.

Einer der Gewinner ist das Projekt „Biogener Zucker als nachhaltiges Herbizid“. Dieser ungewöhnliche Zucker wurde unter der Leitung von Prof. Dr. Karl Forchhammer (Institut für Mikrobiologie), Prof. Dr. Stephanie Grond (Institut für Organische Chemie) und Dr. Klaus Brilisauer im Rahmen einer interdisziplinären Zusammenarbeit an der Universität Tübingen aus einem Cyanobakterium isoliert und unter dem Namen 7dSh europaweit patentiert. Er soll unter der Leitung von Prof. Dr. Klaus Harter von der Universität Tübingen weiterentwickelt werden. Im Interview erklärt Harter, warum das Projekt so spannend ist, und wie die nächsten Schritte aussehen.

Wie findet man einen Naturstoff, der als Unkrautvernichtungsmittel wirken soll?

Unkrautvernichtung ist derzeit an vielen Stellen wie Landwirtschaft, Gartenbau oder bei der Bahn noch unumgänglich. Den neuartigen Ansatz verdanken wir der genauen Beobachtung unserer Kollegen aus der Mikrobiologie, die festgestellt haben, dass in der Umgebung von Cyanobakterien andere Organismen, die Photosynthese betreiben, nicht mehr richtig wachsen. Das haben sie sich dann in Kooperation mit Kollegen und Kolleginnen der Organischen Chemie genauer angeschaut und festgestellt, dass ein durch die Cyanobakterien hergestellter Zucker dafür verantwortlich ist. Er wirkt – analog zum bekannten und kurz vor einem weltweiten Verbot stehenden Unkrautvernichtungsmittel Glyphosat – auf den Shikimatweg, einen für Pflanzen unverzichtbaren Stoffwechselweg, ein. Diesen Zucker haben die Kollegen und Kolleginnen unter dem Namen 7dSh patentiert.

Wie sind die nächsten Schritte, um den patentierten Zucker weiterzuentwickeln?

Für das Zuckermolekül sind ein rascher mikrobieller Abbau und geringe Ökotoxizität zu erwarten, die sich in ersten Tests bereits belegen ließen. Somit wäre eine punktgenaue und zeitlich limitierte Wirkung von 7dSh realisierbar, die keine Schäden in den Ökosystemen und eine breitere öffentliche Akzeptanz erwarten lässt. Das Interesse der Agrar- und Landwirtschaft sowie anderer Anwender ist daher groß. Aber derzeit sind noch einige Fragen zu klären, um den Zucker 7dSh attraktiv für Unternehmen zu machen: Die Synthese ist noch sehr teuer, daher werden wir die Produktion noch optimieren müssen. Zudem wollen wir in einer universitätsübergreifenden Zusammenarbeit unter Begleitung eines Partners aus der Agrarwirtschaft klären, ob die vielversprechenden Ergebnisse aus dem Labor auf die Anwendung im Freiland übertragen werden können, und ob der Zucker gegebenenfalls noch so „verpackt“ werden muss, dass er beispielsweise lange genug im Boden überdauert oder auf Blättern haftet, um eindringen und seine Wirkung entfalten zu können. Hierzu wurde ein Förderantrag beim BMBF gestellt.

Dr. Barbara Jonischkeit



*Im Arbeitskreis von Prof. Dr. Karl Forchhammer an der Universität Tübingen wurde der biogene Zucker 7dSh aus Cyanobakterien isoliert und seine herbizide Wirkung erstmals beschrieben.
Foto: Prof. Dr. Karl Forchhammer*

Preisträger

Gleich und doch anders: Was macht den Zucker 7dSh zum besseren Herbizid?

Der biogene Zucker 7-Desoxy-Sedoheptulose (7dSh) hemmt den gleichen Stoffwechselweg wie Glyphosat und ist damit ein hervorragender Herbizidanwärter. Trotz dieser erstaunlichen Gemeinsamkeit geht Mikrobiologe und Entdecker Prof. Dr. Forchhammer von einem deutlichen ökologischen Vorteil des Zuckers aus. Welche das sind, und welche Schwierigkeiten auf dem Weg zur Isolation des Zuckermoleküls gemeistert werden mussten, erzählte er im Interview mit Rebecca Debo.

Ihre Entdeckung, der Zucker 7-Desoxy-Sedoheptulose (7dSh), ist ein Naturstoff. Kommt es häufig vor, dass man Naturstoffe mit einem solchen Anwendungspotenzial findet?

So etwas ist ein Zufallsfund, mit dem niemand gerechnet hatte. Es ist heute überhaupt sehr schwierig, noch neue Substanzen zu finden. Auch unsere Substanz wurde bereits Anfang der 1970er Jahre von einer japanischen Arbeitsgruppe beschrieben. Damals wusste man noch nicht, wofür sie gut ist.

Ihr ehemaliger Doktorand Klaus Brilisauer hat den Zucker im Rahmen seiner Promotion näher untersucht und ein Protokoll zu seiner Isolation entwickelt. Was war dabei die größte Herausforderung?

Das war die harte Nuss, die Klaus Brilisauer geknackt hat. Die klassischen Arbeitsprotokolle sind für die Isolation von eher hydrophoben Substanzen geeignet, wie aromatische Verbindungen oder Peptide. Dafür eignen sich sogenannte C18-Säulen oder Austauschersäulen, an denen hydrophobe Substanzen hängen bleiben und anschließend eluiert werden können.

Wir hatten es aber mit einer unbekannten Substanz zu tun, die immer auf der Säule durchrauschte. Dann kamen wir darauf, dass es sich vielleicht um eine polare Substanz handeln könnte. Mit geeigneten Methoden konnten wir die Substanz schließlich isolieren. Auf diese Weise erhielt Klaus Brilisauer aktive Fraktionen, die immer weniger Moleküle enthielten. Um zu prüfen, wie komplex die Mischung noch ist, kann eine aktive Fraktion durch eine Massenspektroskopie analysiert werden. Das Ziel ist, die Mischung so weit aufzureinigen, bis sie nur noch eine Substanz enthält. Dieser Prozess hat fast zwei Jahre gedauert und war eigentlich der schwierigste Teil.

Anschließend ging es darum, aus der Masse eine Molekülformel zu bekommen. Dazu nutzt man die Methode des NMR (Kernspinresonanzspektroskopie, Anm. d. Red.). Anhand von NMR-Spektren konnte unsere Partnerin aus der organischen Chemie, Frau Prof. Grond, bestimmen, um welches Molekül es sich handelt.

Der Zucker 7dSh soll Glyphosat trotz des gleichen Wirkortes im Shikimat-Stoffwechselweg überlegen sein. Worin genau sehen Sie seine Vorteile?

Unser Zucker ist ein Naturstoff, der vermutlich seit Millionen Jahren gebildet wird. Andere Organismen sind seitdem mit diesem Stoff in der Umwelt konfrontiert. Und es gibt praktisch keinen Naturstoff, der nicht abbaubar ist. Schon aus Gründen der Plausibilität muss es daher viele Bodenbakterien geben, die diese Substanz im Nu metabolisieren können. Und auch in unseren ersten Vorstudien sieht es so aus, als ob die Substanz relativ schnell im Boden verschwindet.

Wir haben auch eine Vergleichsstudie mit Prof. Heinz-Rüdiger Köhler, Institut für Evolution und Ökologie der Universität Tübingen, gemacht, in der die Wirkung von Glyphosat und 7dSh auf Zebrafischembryonen verglichen wurde – hier konnte keinerlei negativer Effekt unseres Zuckers gemessen werden.

Rebecca Debo



Die Zulassung für wiederverwendbare OP-Instrumente ist zukünftig erschwert. Foto: babsi_w / Adobe Stock

Gesundheitsindustrie

Das MDR-Soforthilfe-Programm unterstützt bei der Umsetzung der neuen europäischen Medizinprodukteverordnung

Die neue Medizinprodukteverordnung (kurz MDR) führt in der Europäischen Union zu gestiegenen Anforderungen an die Zulassung von Medizinprodukten. Bei der Umsetzung der neuen Vorgaben werden Unternehmen in Baden-Württemberg durch das MDR-Soforthilfe-Programm unterstützt.

Damit Medizinprodukte in Verkehr gebracht werden dürfen, müssen sie zahlreiche regulatorische Anforderungen erfüllen. Hierzu ist 2017 eine neue europäische Verordnung in Kraft getreten, die nach einer Übergangsfrist am 26. Mai 2021 ihre volle Gültigkeit erlangt. Ziel dieser Medical Device Regulation (MDR) ist es unter anderem, durch eine Vereinheitlichung des Rechtsrahmens die Patientensicherheit in der EU besser zu gewährleisten. Erreicht wird dieses Ziel EU-weit, da – im Gegensatz zur bisher

geltenden Richtlinie – die neue Verordnung nicht erst in nationales Recht umgesetzt werden muss, sondern unmittelbar in allen Mitgliedsstaaten wirksam ist.

Für die Hersteller von Medizinprodukten bedeutet die Einführung der MDR einen hohen Aufwand. Alle Produkte, auch etablierte Bestandsprodukte, müssen gemäß der Verordnung neu zertifiziert werden, um eine Marktzulassung zu erhalten. Hinzu kommt, dass die MDR in vielen Bereichen zu einer Verschärfung der regulatorischen Anforderungen führt. Wirtschaftsministerin Dr. Nicole Hoffmeister-Kraut betonte bei der Wirtschaftsministerkonferenz 2018: „Indem die europäischen Regulierungen für Medizinprodukte verschärft werden, entsteht besonders für kleine und mittlere Unternehmen der Gesundheitswirtschaft ein erheblicher finanzieller und personeller Mehraufwand. Solche Vorgaben müssen wirtschaftsfreundlich eingeführt werden. Nur so können wir die deutsche Medizintechnikindustrie zukunftsfähig machen.“

Baden-Württemberg ist der Medizintechnik-Standort Nummer eins in Deutschland. Von den über 800 Medizintechnik-Unternehmen im Land haben 80 Prozent weniger als 50 und gerade mal 4 Prozent mehr als 250 Mitarbeiter. Um den vielen kleinen und mittleren Unternehmen bei der MDR-Umsetzung zu helfen, hat das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg vor einem Jahr Mittel für ein Soforthilfeprogramm bereitgestellt.

Im Rahmen dieses MDR-Soforthilfe-Programms werden Unternehmen dabei unterstützt, sich zusammenzuschließen und so die Kosten für die gestiegenen Anforderungen an die gesetzlich vorgeschriebene Dokumentation ein Stück weit auf mehrere Schultern zu verteilen. Ein Beispiel: Von den neuen Regularien sind unter anderem OP-Instrumente wie Skalpelle oder Scheren betroffen, die nach Reinigung und Sterilisation erneut verwendet werden. Neu ist, dass die MDR für solche wiederverwendeten Medizinprodukte einen Nachweis fordert, dass die Produkte sicher sind – auch wenn sie bereits seit vielen Jahren problemlos im Einsatz waren. Im Rahmen des Programms erarbeiten Hersteller ähnlicher Medizinprodukte gemeinschaftlich Basisdokumente, die als Unterstützungsmaterialien für die weitere Zertifizierung ihrer Produkte dienen. Erstellt werden die Basisdokumente mit finanzieller Unterstützung des Landes. Um den Aufwand und die Kosten in möglichst vielen Unternehmen zu reduzieren, können diese Dokumente anschließend von weiteren Herstellern erworben werden. Im letzten Jahr wurden mit dieser Maßnahme bereits 10 Prozent der Medizintechnik-Unternehmen in Baden-Württemberg unterstützt.

Weitere Unterstützung erhalten die Unternehmen unter anderem in Form von Orientierungshilfen, Informationsveranstaltungen sowie kostenlosen Sprechtagen, bei denen sie ihre individuellen Fragen zur MDR mit Experten klären können.

Koordiniert wird das MDR-Soforthilfe-Programm von der BIOPRO. Als Landesgesellschaft vertritt die BIOPRO die Medizintechnikbranche als neutraler Makler und kann so in idealer Weise Kompetenzen bündeln und die verschiedenen Akteure zusammenbringen, um so die Hersteller bei der Umsetzung der MDR bestmöglich zu unterstützen.

Die im Rahmen des MDR-Soforthilfe-Programms gewonnenen Informationen und Hilfen werden über die BIOPRO-Plattform „Wegweiser MDR & IVDR“ mit Interessenten auch über Baden-Württemberg hinaus geteilt. Denn um zukunftsfähig zu bleiben, muss die Medizintechnikbranche enger zusammenwachsen und sich den neuen Herausforderungen gemeinschaftlich stellen.

Dr. Angela Nickel

Impressum

Herausgeber:

BIOPRO Baden-Württemberg GmbH
Alexanderstr. 5
70184 Stuttgart
Tel. + 49 (0) 711 - 21 81 85 00
Fax + 49 (0) 711 - 21 81 85 02
E-Mail: redaktion@bio-pro.de

Internet: 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:

Rebecca Debo
Simone Giesler
Dr. Barbara Jonischkeit
Prof. Dr. Ralf Kindervater
Jan Lask
Dr. Heike Lehmann
Dr. Angela Nickel
Dr. Elke Matuschek
Dr. Petra Neis-Beeckmann
Dr. Ariane Pott

Gestaltung: Designwerk Kussmaul, Weilheim

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. Die Erstellung dieser Publikation wurde gefördert vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg.

Bildnachweis:

Seite 2 oben: Have a nice day / Adobe Stock
Seite 2 unten: cassis / Adobe Stock
Seite 3 unten: Pexels / Pixabay

© BIOPRO Baden-Württemberg GmbH,
Oktober 2020

Hinweis für Abonnenten:

Die Datenschutzerklärung der BIOPRO Baden-Württemberg GmbH finden Sie unter 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,
Alexanderstr. 5, 70184 Stuttgart

per E-Mail: datenschutz@bio-pro.de

www.bio-pro.de



BIOPRO Baden-Württemberg GmbH · Alexanderstr. 5 · 70184 Stuttgart/Germany
Phone: +49 (0) 711-21 81 85 00 · Fax: +49 (0) 711-21 81 85 02 · E-Mail: info@bio-pro.de