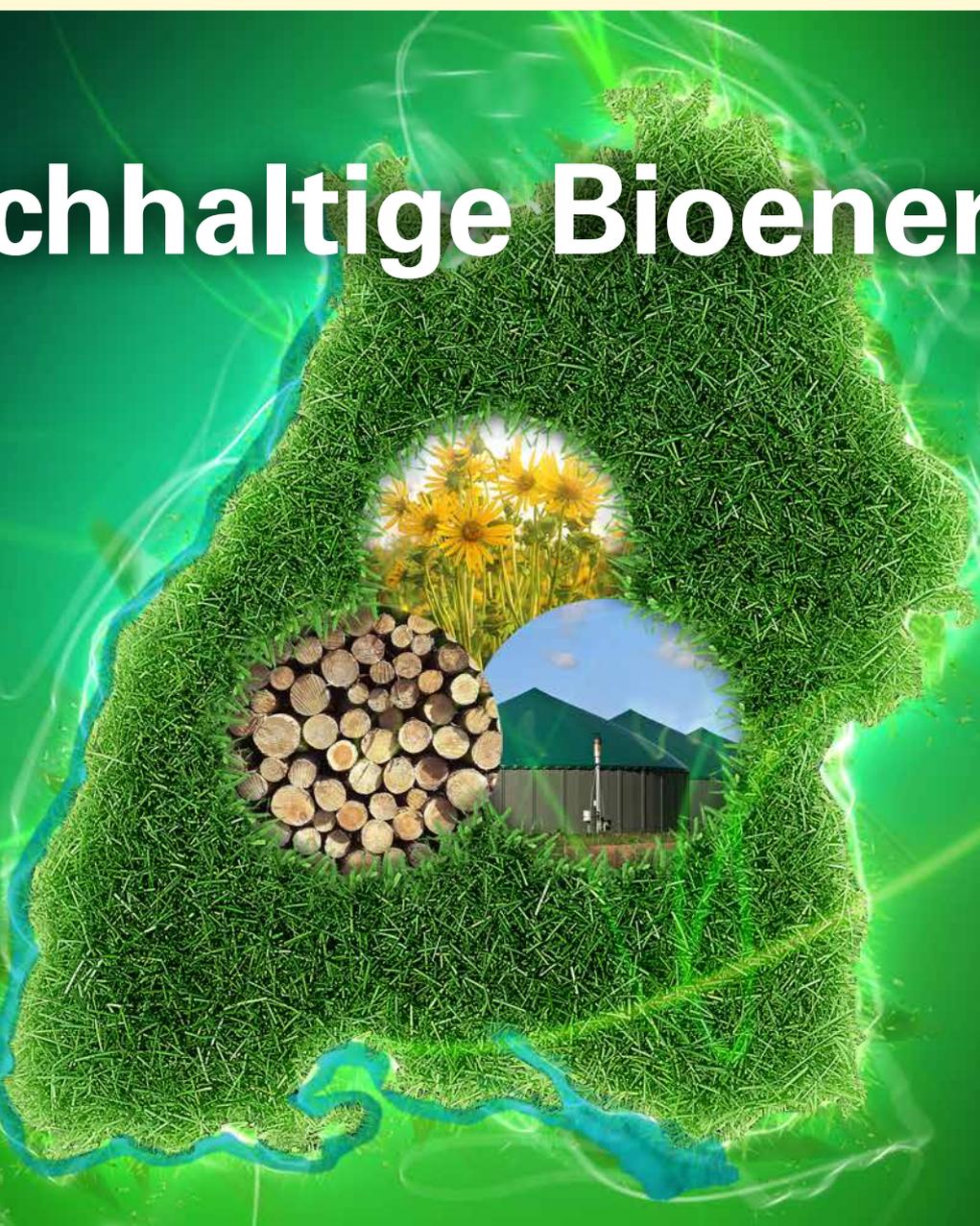


BIOPRO Magazin

Gesundheitsindustrie und Bioökonomie in Baden-Württemberg Ausgabe 1/2020

Nachhaltige Bioenergie



Gesundheit:

Velabs Therapeutics GmbH: Jedes Tröpfchen ist ein eigenes Testsystem

Wissenschaft:

Nanoroboter als zukünftige minimal-invasive Werkzeuge fürs Auge

Bioökonomie:

Pflanztöpfe aus Naturfasern – „Bio“ ohne Wenn und Aber

Im Gespräch:

Neue Dialogformate jenseits organisierter Interessengruppen



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,

die Gesellschaft mit nachhaltiger Energie zu versorgen, stellt eine besondere Herausforderung mit Blick auf den Klimawandel dar. Dabei kann die Produktion von Bioenergie als Bestandteil einer Bioökonomie eine besondere Aufgabe erfüllen. Eine Prämisse dabei ist, dass Biomasse zunächst stofflich genutzt wird, und erst im Anschluss eine energetische Nutzung erfolgt. In unserem Schwerpunkt „Nachhaltige Bioenergie“ zeigen wir Ihnen, wie Bioenergie zur Zeit in Deutschland und insbesondere in Baden-Württemberg produziert wird, und wie in Baden-Württemberg schon an der nachhaltigen Bioenergie der Zukunft gearbeitet wird.

Insekten stellen ebenfalls eine wichtige Ressource in einer Bioökonomie dar. In unserem Beitrag „Vision Insekten-Bioraffinerie“ auf Seite 18 können sie nachlesen, wie weit das Stuttgarter Fraunhofer IGB und die Hermetia Baruth GmbH aus Brandenburg mit den Arbeiten an der Biofabrik sind.

Damit Wirkstoffe im Auge genauer platziert werden können, forschen Wissenschaftler des Stuttgarter Max-Planck-Instituts für Intelligente Systeme an einer Methode, mit der Nanoroboter in Zukunft Wirkstoffe an Ort und Stelle transportieren können. Mehr dazu lesen Sie auf Seite 14.

Unter „BIOPRO aktuell“ möchten wir Ihnen das Projekt „Rhizolinse“ vorstellen. Gemeinsam mit vier weiteren Partnern untersucht die BIOPRO das bioökonomische Potenzial der Linse mit dem Ziel, im ökologischen sowie konventionellen Linsenbau die Anbauflächen zu erhöhen.

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





▶ Editorial	3
▶ Inhalt	4
▶ Kurz notiert	5
<ul style="list-style-type: none"> • Mit CAR-T-Zellen gegen den Krebs • Von den Bienen lernen • Epigenomik aus dem Cyber Valley • docdirekt – smart zum Arzt in Baden-Württemberg 	
▶ Schwerpunkt	
Bioökonomie: Nachhaltige Bioenergie BIOPRO-Kommentar zum Thema „Bioenergie“	6 11
▶ Gesundheit	
Unternehmen: Velabs Therapeutics GmbH: Jedes Tröpfchen ist ein eigenes Testsystem	12
▶ Wissenschaft	
Nanobiotechnologie: Nanoroboter als zukünftige minimalinvasive Werkzeuge fürs Auge	14
▶ Bioökonomie	
Recycling: Pflanztöpfe aus Naturfasern – „Bio“ ohne Wenn und Aber	16
Wirkstoffe & Recycling: Magnetisierte Algen als Mikroroboter für Medizin und Umwelt	17
Stoffströme: Vision Insekten-Bioraffinerie	18
▶ Im Gespräch	
CRISPR/Cas: Neue Dialogformate jenseits organisierter Interessengruppen	20
CRISPR/Cas: „Die Grüne Gentechnik ist ein Sündenbock, aber kein Unschuldslamm mehr“	21
▶ BIOPRO aktuell	
Bioökonomie: Durch das EIP-AGRI-Projekt „Rhizo-Linse“ soll der Linsenanbau verbessert werden	22
▶ Impressum	23

Mit CAR-T-Zellen gegen den Krebs

Nach einigen spektakulären Erfolgen bei fortgeschrittenen Blutkrebserkrankungen gilt die Immuntherapie mit CAR-T-Zellen als großer Hoffnungsträger der Krebsmedizin. Als erste Einrichtung Deutschlands wurde das Universitätsklinikum Heidelberg dafür zertifiziert, die neuen Präparate für die zugelassenen Indikationen einzusetzen. Bei der Zelltherapie werden patienteneigene T-Zellen mit einem künstlichen Rezeptormolekül ausgestattet, dem sogenannten „chimären Antigenrezeptor“ (CAR), der imstande ist, die Tumorantigene, die sonst für die Immunzellen unsichtbar sind, zu erkennen. Wenn eine CAR-T-Zelle im Körper des Patienten auf eine Zelle mit dem entsprechenden Antigen trifft, bindet sie daran und wird aktiviert: Sie produziert Zytokine, mit deren Hilfe die gebundene Tumorzelle abgetötet wird, und beginnt sich zu teilen. Die im Mai 2017 gegründete AVA Lifescience GmbH zeigt einen Weg, wie die bisher gravierenden Nebenwirkungen dieser hochwirksamen neuen Immunzelltherapie vermieden und die Kosten gesenkt werden können. Mithilfe strikt tumorspezifischer Antikörper kann sowohl die Diagnostik durchgeführt werden als auch (im Falle eines positiven Befundes) im zweiten Schritt durch Humanisierung der Antikörper die Therapie.

Von den Bienen lernen

Biosensorik findet ihren Einsatz in der medizinischen Diagnostik genauso wie beispielsweise in der Nahrungsmittel- und Umweltanalytik. Das Start-up apic.ai nutzt die Honigbiene als Biosensor, um mit ihrer Hilfe Erkenntnisse über den Zustand des Ökosystems zu gewinnen. Das Unternehmen nimmt mithilfe eines speziellen visuellen Monitoringsystems Honigbienenvölker unter die Lupe und will daraus Rückschlüsse auf den Zustand der Völker und ihrer Umgebung ziehen. „Wir statten Bienenstöcke mit unserem Messsystem aus, um die Bienen

beim Betreten und Verlassen mit einer Kamera zu erfassen“, erklärt Gründerin Katharina Schmidt. „Ein auffällig hoher Verlust von Sammelbienen, geringe Flugaktivität oder ein verändertes Sammelverhalten können Aufschluss über die lokalen Lebensbedingungen für Insekten geben.“ Das Monitoringsystem beruht auf Methoden der Künstlichen Intelligenz. Der hochkomplexe Aufbau, inspiriert durch das menschliche Gehirn, erlaubt es, einen Computer-Algorithmus mit Beispieldatensätzen zu trainieren. So ist es möglich, die Bienen automatisiert zu erkennen und ihre Bewegungen sowie bestimmte Verhaltensmuster zu verfolgen. Ferner ermöglicht das von apic.ai entwickelte Biosensorsystem umweltbezogene Aussagen.

Epigenomik aus dem Cyber Valley

Das 2016 gegründete Cyber Valley Stuttgart-Tübingen ist einer der europäischen Hotspots für Künstliche Intelligenz und Arbeitsplatz für renommierte Experten und Wissenschaftler. Seit Kurzem gehört auch Dr. Gabriele Schweikert dazu. Die Wissenschaftlerin beschäftigt sich schon seit Jahren mit der Anwendung von Maschinellem Lernen in den Biowissenschaften, insbesondere mit der Analyse des Kontextes genetischer Information, den epigenetischen Eigenschaften. Schweikert ist Gruppenleiterin der neu gegründeten Cyber-Valley-Forschungsgruppe „Computational Epigenomics“. Die Entwicklung neuer maschineller Lerntechniken für die Analyse epigenetischer Daten soll dazu beitragen, wichtige molekulare Prozesse in lebenden Zellen besser verstehen und irgendwann einmal für geeignete Therapie- und Diagnoseansätze nutzen zu können. Hierfür kombiniert sie mehrere Methoden miteinander: molekularbiologische zur Analyse und Sequenzierung des Epigenoms mit solchen des Maschinellen Lernens. Dazu arbeitet die Physikerin in Kooperation mit Forschungseinrichtungen in Wien und Dundee, greift aber auch auf die Ergebnisse anderer

großer internationaler Projekte zurück wie die des Roadmap Epigenomics Projects, auf deren Basis die Systeme trainiert und Prototypen entwickelt werden sollen.

docdirekt – smart zum Arzt in Baden-Württemberg

Wer kennt das nicht? Man ist krank, fühlt sich nicht wohl, aber der Hausarzt hat gerade keine Sprechstunde, oder der Weg ist zu weit oder zu beschwerlich. Für solche Fälle bietet die Kassenärztliche Vereinigung Baden-Württemberg (KVBW) im Rahmen ihres docdirekt-Projekts nun Hilfe an: Jeder gesetzlich Versicherte in Baden-Württemberg bekommt wochentags per Telefon, App oder Chat kostenfrei und bequem von zuhause telemedizinische Hilfe durch einen kompetenten Allgemeinmediziner oder Kinderarzt. Dies funktioniert ganz einfach, indem man sich als Patient montags bis freitags zwischen 9 und 19 Uhr online, per App oder Telefon unter der Rufnummer 0711 965 897 00 anmeldet und dabei die Versichertenkarte bereithält. Eine Medizinische Fachangestellte (MFA) erfasst die Personalien und klärt die Dringlichkeit. Dabei wird der Anruf sofort an eine Rettungsstelle weitergeleitet, falls es sich um einen lebensbedrohlichen Notfall handelt. Andernfalls wird ein Termin für den Rückruf des Telearztes nach den Wünschen des Patienten vereinbart. Im Rückruf spricht der Arzt dann mit dem Patienten über seine Beschwerden und gibt Empfehlungen für die Behandlung. Ist aber dennoch eine persönliche Vorstellung unerlässlich, vermittelt das docdirekt-Team einen taggleichen Termin in einer Haus- oder Facharztpraxis.



In der Stuttgarter Zentrale von docdirekt nehmen derzeit vier speziell geschulte MFA die Anrufe von Patienten entgegen. Foto: KVBW



Nachhaltige Bioenergie

Biomassebasierte Energieerzeugung ist Teil einer nachhaltigen Bioökonomie. (Konzept der Montage: BIOPRO; grafische Umsetzung: Designwerk – Kussmaul, Foto: Augenstern/shutterstock, Bettina Buske/Pixabay, Achim Banck/Fotolia)

Bioökonomie

Nachhaltige Bioenergie

Biomasse aus der Forst- und Landwirtschaft oder auch Reststoffe aus der Industrie und den Haushalten können einen zusätzlichen Beitrag zur Energie- und Rohstoffwende leisten. Auf dieser Biomassebasis

kann im Rahmen der Bioökonomie nachhaltige, regenerative Energie für den Energiemix der Zukunft bereitgestellt werden.

Wasser, Wind, Sonne, Erdwärme und Biomasse: Dies sind die Ressourcen, die auf der Erde für eine regenerative Energieversorgung zur Verfügung stehen. Um das Ziel zu erreichen, die Erderwärmung auf maximal 2 °C zu begrenzen, ist auch weiterhin

der Umstieg auf eine regenerative Energieversorgung ein besonders wichtiger Teil des Klimaschutzes, denn etwa 75 Prozent der Treibhausgas-Emissionen der Europäischen Union (EU) entfallen auf die Energieproduktion (Strom, Wärme, Verkehr). Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung in Deutschland ist zwar auch im Jahr 2019 weiter angestiegen, im Wärme- und Verkehrssektor jedoch sind in Deutschland keine nennenswerten Zuwächse der erneuerbaren Energien zu verzeichnen. Im Vergleich zur gesamten Bundesrepublik liegt Baden-Württemberg beim Einsatz von erneuerbaren Energien im Strom- und Verkehrssektor deutlich zurück. Nur im Sektor Wärme kann das Bundesland einen hohen Anteil an erneuerbaren Ressourcen aufweisen.

Stoffliche und energetische Nutzung

Um den Anteil der erneuerbaren Energien in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr noch weiter zu erhöhen, bietet die biomassebasierte Energieerzeugung, die dem Bereich der nachhaltigen Bioökonomie zugerechnet wird, weitere Lösungsansätze. Denn damit Produkte und Energie der Bevölkerung nachhaltig zu Verfügung gestellt werden können, setzt die Bioökonomie als Teil eines zukünftigen Wirtschaftssystems auf zwei Säulen: erstens die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen im Gegensatz zu fossilen Rohstoffen, und zweitens biologisches Wissen und innovative Technologien (Bioökonomie-Definition).

Biomasse-Nutzung hat im Bereich der regenerativen Energiegewinnung einen besonderen Stellenwert, denn zum einen können damit die Schwankungen bei der Energieerzeugung aus Wind und Sonne ausgeglichen werden. Zum anderen kann sie zunächst stofflich und im Anschluss als Reststoff energetisch genutzt werden. Auch unter der Prämisse, dass die Lebens- und Futtermittelherzeugung sowie die stoffliche Nutzung grundsätzlich Vorrang haben (food → feed → fiber → fuel), kann die Bioökonomie auf ausreichende Ressourcen zugreifen, um auch im Kontext der Bioenergie weiterhin einen wichtigen Beitrag zu leisten.

In der Bioökonomie ist es besonders wichtig, dass Innovationen und deren Anwendung immer entlang der gesamten Wertschöpfungskette ansetzen, beginnend beim Rohstoffanbau über die Prozess- und Produktentwicklung bis hin zur Verwertung von Reststoffen. Daher wird im Folgenden die Bioenergie-Erzeugung nicht isoliert betrachtet, sondern im Zusammenspiel mit einer stofflichen Nutzung von Biomasse, zum Beispiel im Rahmen einer Koppelnutzung.

Weiterentwicklung des Bestands an Biogasanlagen

Die Land- und Forstwirtschaft als Erzeuger von Biomasse ist auch eine tragende Säule der Bioökonomie, sowohl in den Aspekten stofflicher wie auch jenen energetischer Nutzung. Im Jahr 2018 trug die Energiegewinnung aus Biomasse mit rund acht Prozent einen bedeutenden Anteil zur Bruttostromerzeugung in Baden-Württemberg bei. Im Bereich der Energiegewinnung aus Biomasse

sind hier zum einen die landwirtschaftlichen Biogasanlagen zu nennen. Experte Dr. Andreas Lemmer beschäftigt sich seit über 20 Jahren mit der Energiegewinnung aus Biomasse. Sein Arbeitgeber, die Landesanstalt für Agrartechnik und Bioenergie, betreibt die Biogas-Versuchsanlage am Unteren Lindenhof bei Reutlingen. Hier arbeiten Wissenschaftler unter Praxisbedingungen und erproben neue Techniken. Im Interview mit BIOPRO erklärt Lemmer, wie er die Biogasanlage der Zukunft sieht: „Die meisten der rund 9.500 kleinen bis mittleren Biogasanlagen in Deutschland kommen zurzeit noch auf über 8.000 Volllaststunden im Jahr, das heißt, sie laufen fast das ganze Jahr durch [ein Jahr hat 8.760 Stunden]. Sie produzieren also kontinuierlich Gas, das dann über ein Blockheizkraftwerk (BHKW) Strom und Wärme erzeugt. Um die Vorteile dieser regelbaren und spitzenlastfähigen Energiequelle auszuspielen, müssen wir die Anlagen viel stärker flexibilisieren. Denn besonders im Winter, wenn die Photovoltaik sehr wenig Energie liefert, ist der Strom- und Wärmebedarf hoch. Die Idee ist also, dass die Biogasanlagen insgesamt nicht unbedingt mehr Energie produzieren, aber eben viel stärker an den Bedarf gekoppelt. In Zukunft werden die Anlagen dann nur noch auf 2.000 bis 2.500 Volllaststunden im Jahr kommen, dafür aber mit einer etwa vierfach höheren Leistung in dieser Zeit. Im Sommer müssen die Anlagen nur nachts für ein bis zwei Stunden laufen, um die notwendige Wärme für die mikrobiellen Prozesse zu produzieren und die Wärmepuffer aufzuladen. Ansonsten bleibt das BHKW ausgeschaltet, weil tagsüber der Strom durch Photovoltaik wesentlich günstiger und mit einer besseren Treibhausgasbilanz produzierbar ist. Dafür fahren wir im Winter die Leistung der Anlage hoch. Durch die gleichzeitige Nutzung von Strom und Wärme kann so auch der Gesamtnutzungsgrad der Anlage deutlich gesteigert werden.“

Derzeit wird in den Biogasanlagen nach wie vor hauptsächlich eigens zur Energieherstellung angebaute Mais eingesetzt. Experten sehen unter anderem in einer größeren Vielfalt des eingesetzten Substrats anstelle von Mais für die Biogasproduktion einen Ansatz, um diese Art der Energiegewinnung nachhaltiger zu gestalten. Wissenschaftler am Landwirtschaftlichen Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) erforschen unter anderem die Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum*), eine aus Nordamerika stammende Korbblütler-Art, als Kandidatin für eine zukünftige Energiepflanze, da die gut an Trockenheit angepasste Pflanze reich an Biomasse ist und zudem von Bienen angefliegen wird (Bientrachtpflanze). Vorteil für den Landwirt: Die Durchwachsene Silphie wird für Greeningflächen anerkannt. Damit werden nicht nur die biologische Vielfalt gefördert, sondern auch Erosionsschutz betrieben und Grenzstandorte sowie ökologische Vorrangflächen gestärkt, sodass der Anbau von Biomasse für die Biogasproduktion nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion steht.

Damit eine Bioökonomie aber wirklich nachhaltig gelingt, müssen – nach Ansicht der Experten – in der Landwirtschaft Stoff- und Nebenströme der Biomasseproduktion berücksichtigt

werden. Denn neben den sogenannten Energiepflanzen lassen sich auch Reststoffe in Biogasanlagen verwenden, wie zum Beispiel Gülle, Bio- und Grüngut aus Privathaushalten sowie biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle und Reststoffe aus dem Garten- und Landschaftsbau. Deren Anwendung kann sich auch für die Landwirte lohnen. So können Biogasanlagen wirtschaftlicher werden, wenn als Ausgangsstoff für die Biogaserzeugung Reststoffe verwendet werden. In Baden-Württemberg waren (Stand 2017) im kommunalen, nichtlandwirtschaftlichen Bereich neun Anlagen zur Vergärung von Bio- und Grüngut und acht Anlagen zur Vergärung von gewerblichen Bioabfällen im Einsatz.

Substratvielfalt in Biogasanlagen

Mit den sogenannten Gärresten besteht auch nach der energetischen Nutzung die Möglichkeit, die Biomasse stofflich zu nutzen. Daher spricht man heute eher von Gärprodukten, die beispielsweise als Dünger oder als Rohstoff für die Algenkultivierung eingesetzt werden können. In der Bioökonomie wird zudem noch deutlich mehr Potenzial gesehen. Die Experten im Dialogprozess „Bioökonomie Baden-Württemberg“ sprachen als Handlungsempfehlungen aus: erstens die Produktpalette im Rahmen der stofflichen Nutzung noch zu erweitern, zweitens die Substratbreite, also die Arten der eingesetzten Biomasse in die Biogasanlage zu flexibilisieren, und drittens Effizienzsteigerungen der Biogasanlagen als wichtige Elemente einer regionalen, nachhaltigen Bioökonomie voranzutreiben.

Die technische Ausführung der Biogasanlage ist substratabhängig und damit indirekt auch lageabhängig in Bezug auf Anbau und Nutzung von Biomasse, sodass Hersteller immer zu einer individuell geplanten Anlage raten. Technisch wird hier zwischen Nass- und Trockenvergärung unterschieden. Bei den meisten in der Landwirtschaft eingesetzten Anlagen handelt es sich aufgrund des Einsatzes von Gülle um Anlagen zur Nassvergärung, bei der in der Fermenterflüssigkeit ein Trockensubstanzgehalt von bis zu zwölf Masseprozent vorliegen kann. In der Trockenvergärung, die

ursprünglich für die Vergärung von Bio- und Restabfällen entwickelt wurde, kann das Gärgut zwar nicht fließen, benötigt jedoch eine feuchte Umgebung für den Vergärungsprozess. Dazu wird der Gärungsvorgang kontinuierlich mit Gärflüssigkeit besprüht. Eingesetzt werden Festmist, nachwachsende Rohstoffe, wie zum Beispiel Mais- und Grassilage, Ernterückstände wie Stroh sowie Grün- und Biogut aus dem Entsorgungsbereich. Biogas wird entweder zu Methan aufbereitet und in das Gasnetz zur Abgabe an Energieversorger oder Endverbraucher eingespeist, oder zur dezentralen Strom-/Wärmeerzeugung in einem Blockheizkraftwerk genutzt.

Weitere Technologien für die energetische Verwertung

Eine weitere Möglichkeit, um möglichst viele Reststoffe zur Energiegewinnung zu verwenden, stellt die sogenannte Biomassevergasung dar. Dabei werden holzartige Abfälle aus Kommunen und der Industrie sowie Stroh aus der Land- und Forstwirtschaft zu SNG (Synthetic Natural Gas) umgewandelt. Das SNG ist ein Erdgas-Substitut und kann auch als solches eingesetzt werden. Die Biomasse wird thermochemisch in einem Vergaser gespalten. Das entstandene Synthesegas, hauptsächlich CO, CO₂ und H₂, wird gereinigt und durch eine Methanisierung zu SNG umgewandelt. In Baden-Württemberg wird dieses Verfahren unter anderem von Wissenschaftlern an der DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) untersucht (DVGW: Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.). Ein weiteres Verfahren, um Biomasse energetisch zu verwerten, ist die Hydrothermale Karbonisierung (HTC). Mit dieser Technik wird Biomasse, auch in Form von Reststoffen, bei hohen Temperaturen von 180 bis zu 250 °C und erhöhtem Druck zu Biokohle verarbeitet, die ähnlich wie Braunkohle als Energieträger, aber auch stofflich verwendet werden kann, zum Beispiel als Aktivkohle oder Bodenverbesserer.

Stoffliche Nutzungsoptionen

Im durch das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg geförderten Projekt „B4B: Bioraffinerie für die



Aus Biogut kann auch Biogas gewonnen werden. Foto: Couleur/Pixabay



Scheitholz aus dem Wald ist der bedeutendste Holzbrennstoff in Deutschland. Foto: Dr. Ariane Pott

Bioökonomie in Baden-Württemberg“ wird erforscht, wie in einer repräsentativen Technikumsanlage lignocellulosehaltige Biomasse möglichst vollständig stofflich zu Plattformchemikalien verwertet werden kann. In Zukunft könnten so auch in dezentralen Anlagen – direkt am Ort der Erzeugung – sowohl aus Reststoffströmen als auch aus Anbaubiomasse Basischemikalien hergestellt werden. Ferner trägt die Bioökonomie zur Energiewende bei, indem die biobasierten Produkte einen Beitrag zur erhöhten Energieeffizienz und einem reduzierten Endenergieverbrauch leisten, beispielsweise bei der Herstellung der Produkte. So kann die Fiber Engineering GmbH aus Karlsruhe beispielsweise mittels Fasereinblastechnik aus verschiedenen nachwachsenden Rohstoffen, wie Schafwolle oder Gräsern, 3D-Faserformteile energie- und ressourceneffizient herstellen, die unter anderem zur Dämmung eingesetzt werden. Ähnliche Möglichkeiten zur Ressourceneffizienz bietet eine nachhaltige Holzbauweise.

Wärme aus der Biomasse Holz

Im Jahr 2018 betrug der Anteil an erneuerbaren Energien im Wärmesektor 16 Prozent, davon entfällt der größte Teil auf die Verfeuerung von Holz. Und auch wenn der private Betrieb von Kaminöfen und Kleinf Feuerungsanlagen zuletzt wegen der Feinstaubemissionen in die Kritik geraten war, sehen Experten wie Prof. Dr. Stefan Pelz, Professor für Forstnutzung, Holzverwendung und Holzenergie an der Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg (HFR), eine nachhaltige Zukunft für das Heizen mit Holz. Wie man die Emissionsfreisetzung bei Holz verringern kann, erklärt der Experte in einem Interview mit der BIOPRO: „Einmal kommt es darauf an, dass man mit ausreichend kleinem Holz anfeuert, und dann ist es wichtig, erst nachzulegen, wenn schon ein schönes Glutbett entstanden ist und keine Flammen mehr zu sehen sind. Natürlich sollten das Holz gut getrocknet und die Scheite nicht

zu groß sein, und auch die Öfen selbst spielen eine Rolle, etwa die Brennraumgeometrie und die Luftzirkulation. Hier ist aber in den letzten Jahren durchaus ein gewisses Problembewusstsein entstanden. Man sollte sich informieren und nach entsprechenden Handreichungen und Tipps umsehen. Wir können aber auch durch den Einbau von Filtern und die Optimierung der Brennstoffe vorankommen. So haben wir in einem kürzlich abgeschlossenen Forschungsprojekt herausgefunden, dass die Beimischung von minimalen Mengen Kaolin zur Sägemehl-Pressmasse bei der Pelletproduktion und später bei der Verbrennung der Pellets eine deutliche Feinstaubreduktion um bis zu 60 Prozent bewirkt – und das wurde in sehr guten Öfen getestet, die ohnehin schon relativ geringe Feinstaubwerte aufweisen. Das Kaolin sorgt dafür, dass die Feinstaub bildenden Salze, die bei der Verbrennung entstehen, in der Rostasche gehalten werden. Kaolin selbst ist ein natürliches Tonmineral, das auch bei der Porzellanherstellung oder in der Papierindustrie genutzt wird. Ein anderes unserer Projekte beschäftigt sich mit der Produktion von Mischpellets, also Pellets, in die wir eher minderwertige Biomasse einmischen, beispielsweise Abfälle aus der Lebensmittelindustrie, wie Nussschalen, Kirsch- und Olivenkerne, oder Halmgut, wie Getreidestroh und Miscanthus-Gras. Ziel ist immer eine möglichst emissionsarme Verbrennung in Verbindung mit einer wirtschaftlichen Brennstoffproduktion.“ In Privathaushalten wird hauptsächlich Scheitholz als Holzbrennstoff verwendet. Weiteres Nutzungspotenzial bei der Wärmegewinnung bieten aber auch Reststoffe aus der Holzverarbeitenden Industrie sowie energetisch nutzbares Holz aus der Landschaftspflege.

Mit dem Förderprogramm „Bioenergiedörfer“ und dem Bioenergiewettbewerb wird in Baden-Württemberg die innovative und effiziente Nutzung von Biomasse bei der Energiegewinnung, wie



das Heizen mit Holz, gefördert. Ein Beispiel für ein gefördertes Projekt stellt die Holzvergasungsanlage mit Kraft-Wärme-Kopplung der Friedrich Wahl GmbH & Co. KG in Sulzbach-Laufen dar, denn die im Sägewerk des Unternehmens anfallenden Reststücke werden in einer Holzvergasungsanlage zur Energiegewinnung genutzt.

Sektoren verknüpfen und Energie umwandeln

Rund 7 Prozent der durch erneuerbare Energieträger bereitgestellten Energie werden im Bereich „Verkehr“ in Form von Biokraftstoffen eingesetzt. Dazu gehören Bioethanol, Rapsöl, Methan aus Biogas sowie aus Reststoffen gewonnene BtL-Kraftstoffe (Biomass to Liquid). Beim BtL-Verfahren wird, ähnlich wie bei der Herstellung von SNG, die Biomasse zunächst thermochemisch in Synthesegas umgewandelt und im Anschluss durch das Fischer-Tropsch-Verfahren in flüssige Kohlenwasserstoffe transformiert.

Ein Power-to-Liquid-Verfahren wendet beispielweise die INERATEC GmbH aus Karlsruhe an. Mit regenerativen Energiequellen wie Sonnen- oder Windenergie oder Wasserkraft stellt das Karlsruher Start-up aus CO₂ synthetische Kraftstoffe mit höchster Energiedichte her. Dazu wird in einem ersten Schritt, der Elektrolyse, Wasserstoff mit Strom aus regenerativen Quellen erzeugt und dann gemeinsam mit CO₂ Synthesegas hergestellt. Dieses wird anschließend via Fischer-Tropsch-Synthese zu Kohlenwasserstoffen umgesetzt, die sich zu synthetischen Kraftstoffen wie Benzin, Kerosin oder Diesel (E-Fuels, PowerFuels) für eine CO₂-neutrale Mobilität umwandeln lassen. Bei der Verbrennung entsteht zwar CO₂. Dieses wurde aber zuvor der Atmosphäre entnommen, dadurch wird ein Kreislauf aufgebaut. Zudem können feste Kohlenwasserstoffe unter anderem für die chemische Industrie hergestellt werden. Das Besondere: Die Anlagen für den kompletten Prozess sind aufgrund einer innovativen Reaktortechnik auf ein Kompaktformat geschrumpft und können in Standard-Schiffscontainer integriert werden, die mobil und weltweit einsetzbar sind. Im Vergleich zu chemischen Großanlagen sind die Prozesse in erheblich kürzerer Zeit umsetzbar und kosteneffizient.

Dezentrale Kompaktanlagen für emissionsfreie Mobilität

„Kernpunkt unserer Idee ist es, schädliche Umweltgase in flüssige Energieträger umzuwandeln und dadurch eine nachhaltige Mobilität und chemische Industrie zu gestalten.“ Dr.-Ing. Tim Böltken hat mit den beiden weiteren Gründern Philipp Engelkamp und Dr.-Ing. Paolo Piermartini bereits 2015 das Potenzial der dezentralen Erzeugung flüssiger Energieträger aus Gasen erkannt und seit der Ausgründung aus dem KIT im Jahr 2016 die Weichen gestellt. Das Herzstück, der nur rund 50 cm³ große Reaktor, weist in seinem Inneren eine ausgefeilte Mikrostruktur mit riesiger Oberfläche auf. Sie entspricht der Größe von drei Fußballfeldern und ist Ort der Fischer-Tropsch-Synthese. „Wir können je nach

Kundenwunsch die Module nach dem Baukastensystem konzipieren und vervielfältigen, oder sogar mehrere Container aufstellen.“

Für die erfolgreichen Verfahren, CO₂ in klimaneutralen Sprit umzuwandeln, und die Idee, die dezentralen Anlagen wie Autos in Serie zu bauen, erhielt INERATEC unter anderem den Deutschen Gründerpreis 2018. Aktuell hat das Karlsruher Unternehmen über zehn Pilot- bzw. Prozessanlagen verkauft, die verschiedene Ziele verfolgen, jedoch alle mit dem Kernpunkt Dezentralisierung. „Die Zukunft sind keine großen Kraftwerke, sondern lokal verfügbare Energien wie Solarstrom, Wind- und Wasserkraft oder Energien aus Biogas- und Kläranlagen“, so der promovierte Chemieingenieur. „Ein zentrales Problem der Energiewende ist die fehlende Energiespeicherung. Genau hier setzen wir an. Unsere Anlagen können dort stehen, wo bisher ungenutzte Energien und Rohstoffe anfallen, und diese in Form von flüssigen und festen Kohlenwasserstoffen speichern.“

Flüssiger Kraftstoff aus erneuerbaren Stromquellen

Im schweizerischen Laufenburg werden mit der EnBW-Tochter Energiedienst Holding AG und der Audi AG klimaneutrale Kraftstoffe direkt am Wasserkraftwerk erzeugt. Das Power-to-Liquid-Projekt ist in dieser Form eine Weltneuheit: Überschussstrom aus Wasserkraft kann gespeichert werden und in Form von E-Fuels Fahrzeuge mit herkömmlichen Verbrennungsmotoren antreiben. Die Anlage aus drei Containern und einem Trafohaus hat eine Kapazität von ca. 500.000 Litern synthetischem Kraftstoff pro Jahr, ca. 1.000 Tonnen CO₂ werden dazu „recycelt“. Da dies aus Abgasen von biogenen Anlagen stammt, verbrennt der produzierte E-Diesel klimaneutral. Ein weiterer Vorteil: Die strombasierten flüssigen Kraftstoffe enthalten keine Schadstoffe, sie verbrennen nahezu schwefelfrei. Zusätzlich entsteht durch den Prozess Wärme, die für Industrieanlagen und zur Wärmeversorgung genutzt werden kann.

Gewinnbringend nutzen statt umweltschädlich verbrennen

Im Gas-to-Liquid-Verfahren können erneuerbare methanhaltige Gase sowie fossile Begleit- und Überschussgase in synthetische Kohlenwasserstoffe umgewandelt werden. Methan wird unter anderem als Nebenprodukt der Öl- und Gasförderung frei und dann verbrannt, vor allem dann, wenn die Kosten für Aufbereitung und Transport den zu erwartenden Erlös übersteigen. Mit Satellitendaten konnte ausgewertet werden, dass 2013 weltweit ca. 150 Mrd. Kubikmeter Erdölbegleitgas abgefackelt wurden, entsprechend ca. 30 Prozent des Gasverbrauchs der Europäischen Union. Das Verfahren von INERATEC ermöglicht es perspektivisch, diese Fackelgase nicht abzubrennen, sondern speicherbare und transportierfähige langkettige Kohlenwasserstoffe daraus herzustellen. Auch erneuerbare Klär-, Deponie- und Biogase, die bislang im Blockheizkraftwerk ungenutzt verbrannt werden, können in Kraftstoffe mit einer sehr hohen Energiespeicherfähigkeit transformiert werden.

BIOPRO-Kommentar zum Thema „Bioenergie“

Im Moment ist es so, dass biomassebasierte Stoffe noch viel zu einseitig, also hauptsächlich nur für die Energiegewinnung, genutzt werden. Um eine nachhaltige Bioökonomie zu etablieren, sollten einmal von der Natur geknüpfte Kohlenstoffbindungen vor einer energetischen Verwendung über eine möglichst weitgreifende Kaskadennutzung so lang wie möglich in Nutzungskreisläufen gehalten werden. Als Beispiel möchte ich die Durchwachsene Silphie nennen, die eine sogenannte Faser-Energiepflanze ist. In einem in Baden-Württemberg durchgeführten Vorhaben werden die Fasern der Pflanze nach Aufschluss in einer Biogasanlage zur Papierherstellung verwendet, im sogenannten „Silphie-Paper“. Dieses Vorgehen würde im Ablauf eine primäre Fasergewinnung darstellen, mit einer prozessintegrierten Verwendung der Restbiomasse zu energetischen Zwecken.

Dieser Weg bietet eine zusätzliche Wertschöpfung, sozusagen ein Add-On für die Landwirte, denn sonst ist die regenerative Bioenergie für diese zukünftig kaum noch wirtschaftlich. Wir müssen daher stofflich und verfahrenstechnisch nachlegen und auch mit anderen Pflanzensystemen als bisher intelligente Lösungen finden. Dabei sollten Anbau, Ernte und Nacherntelogistik immer möglichst ressourcenschonend ablaufen und die Biodiversität

Für eine nachhaltige Energiewende spielt natürlich auch die Kopplung der aufgeführten Sektoren Strom, Verkehr und Wärme in den Industrieabläufen eine große Rolle. Durch die Verzahnung der einzelnen Sektoren soll es möglich sein, Energie noch effizienter einzusetzen und zu speichern. So kann zum Beispiel die durch Windkraft erzeugte Energie mithilfe von Wärmepumpenheizungen in Wärme umgewandelt werden (Power-to-Heat). Die Speicherung der durch Wind und Sonne erzeugten Energie und damit der mögliche Einsatz für die Sektoren Wärme und Verkehr stellen eine der Herausforderungen der Energiewende dar. Ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördertes Konsortium „P2X“ und weitere der sogenannten Kopernikus-Projekte wollen durch verschiedene Forschungsansätze wichtige Beiträge zur Speicherung von Wind- und Sonnenenergie leisten. An dem Projekt sind auch Wissenschaftler aus Baden-Württemberg beteiligt. Die Forscher wollen verschiedene „Power-to-X-Wege“ aufzeigen und diese auf ihren ökonomischen Nutzen prüfen. Dazu gehört zum Beispiel, mithilfe erneuerbarer Energien, wie Wind- oder Sonnenenergie, gasförmige Substanzen wie Wasserstoff oder Methan herzustellen (Power-to-Gas), aber auch das oben genannte Power-to-Liquid-Verfahren oder das Power-to-Chemicals-Verfahren, also Basischemikalien für die chemische Industrie zu produzieren.

sowie ökologische Aspekte beachtet werden. Das macht es eben so anspruchsvoll, eine passende Lösung zu finden.

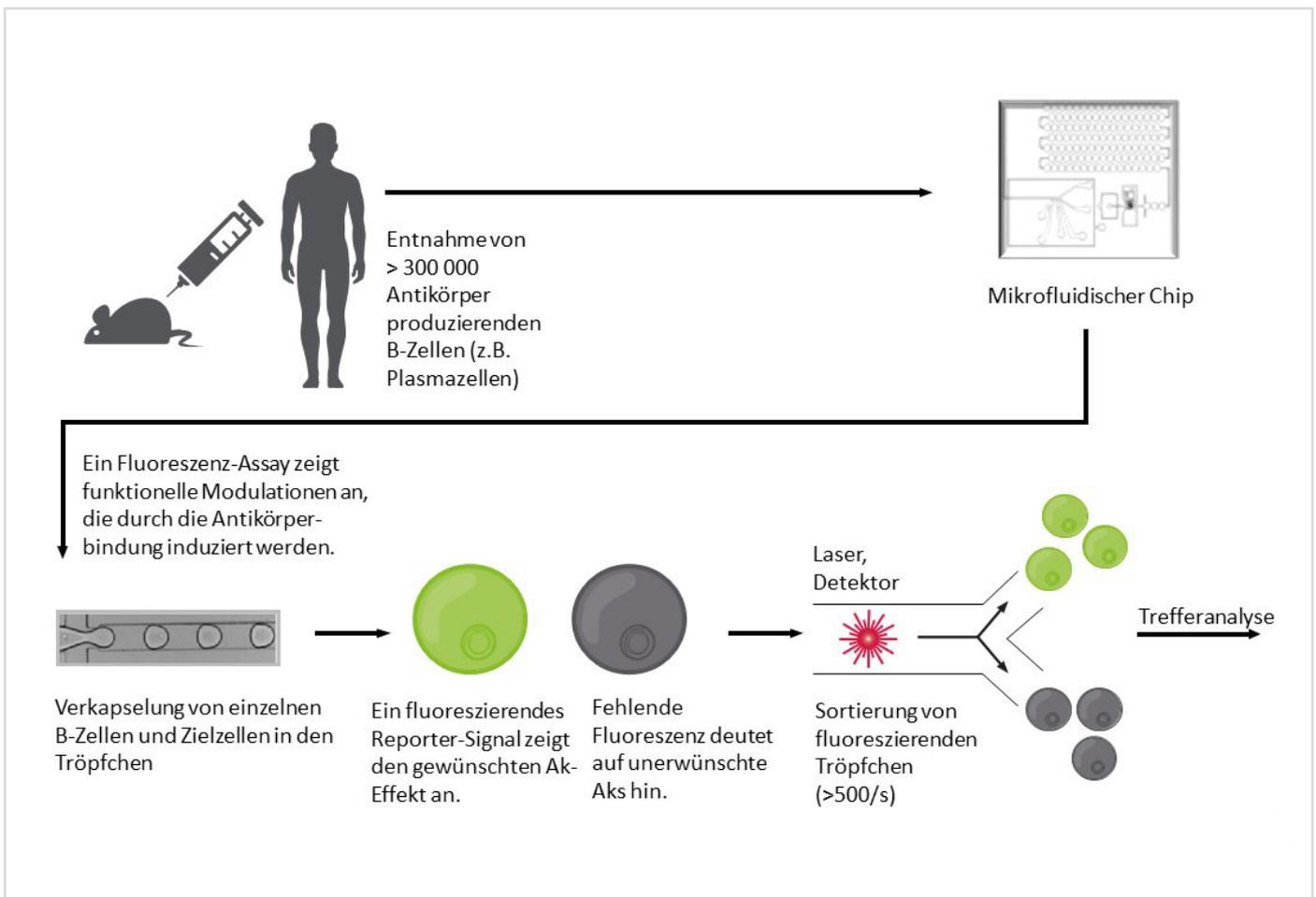
Als Vorleistung existiert in Baden-Württemberg hierfür schon jetzt eine gelebte Interdisziplinarität, die innerhalb des vom Wissenschaftsministerium geförderten Bioökonomie-Forschungsprogramms etabliert werden konnte. So ist es zum Beispiel in dem von der BIOPRO betreuten Projekt „Bioraffinerie für die Bioökonomie in Baden-Württemberg (B4B)“ geplant, eine kleine chemische Fabrik auf dem Bauernhof aufzubauen. In diesem Wertschöpfungssystem kommt dem Landwirt eine zentrale Bedeutung für die Energie- und Wertstoffproduktion zu. Um derartige neue Produktionskonzepte erfolgreich in die gute landwirtschaftliche Praxis einbauen zu können, müssen wir Landwirte bei der Planung derartiger Konzepte mitnehmen und sowohl von der Seite des Betriebs, aber auch seitens zulassender und überwachender Behörden mitdenken. Dieser Ansatz wurde in der Vergangenheit selten so integrativ gedacht und hat daher häufig zu Fehlentwicklungen geführt, wie zum Beispiel der Fall Biodiesel aus Rapsöl. In unserem neuen Konzept in der nachhaltigen Bioökonomie für Baden-Württemberg gilt es daher landwirtschaftliche Akteure bis in die Wirtschaftlichkeit neuer Produktionssysteme zu begleiten.

Herzlichst,
Ihr Prof. Dr. Ralf Kindervater

Baden-Württemberg belegt Platz 2

Biomasse bietet somit zahlreiche Möglichkeiten, um sie, im Kontext einer Bioökonomie gedacht, auch nachhaltig für die Energieproduktion zu nutzen und Flauten bei der Energie aus Windkraft sowie Dunkelfasen bei der Solarenergie auszugleichen. Dass Baden-Württemberg auf einem guten Weg ist, zeigt der Bundesländervergleich für den Ausbau der erneuerbaren Energien 2019. Hier belegte Baden-Württemberg den zweiten Platz, der unter anderem auf eine gute Bewertung der „Anstrengungen zur Nutzung erneuerbarer Energien“ zurückzuführen ist, aber auch auf die klimafreundliche Wärmeerzeugung zum Beispiel durch Holz. Baden-Württemberg hinkt laut der Studie jedoch bei der Bruttostromerzeugung im Vergleich zu anderen Bundesländern hinterher. Den größten Beitrag leistet hier mit acht Prozent die Biomasse. Damit trägt sie als Bestandteil einer nachhaltigen Bioökonomie schon jetzt einen großen Teil zur nachhaltigen Energieversorgung Baden-Württembergs bei. Nach Einschätzung der Experten aus dem Beteiligungs- und Dialogprozess des Landes ist hier besonders durch ein intelligentes Stoffstrom-Management und die Nutzung von Reststoffströmen noch Luft nach oben und somit das Potenzial der Biomasse und damit der Bioökonomie bei Weitem noch nicht ausgeschöpft.

Simone Giesler, Dr. Ariane Pott, Gunther Willinger



Schematische Darstellung des Mikrofluidik-Verfahrens zur Messung funktionaler Antikörper. Foto: Velabs

Unternehmen

Velabs Therapeutics GmbH: Jedes Tröpfchen ist ein eigenes Testsystem

Mit Mikrofluidik neue therapeutische Antikörper aufspüren – das ist, vereinfacht gesagt, das Konzept der Velabs Therapeutics GmbH. Das Heidelberger Start-up wurde 2017 mit Unterstützung der EMBLEM Technology Transfer GmbH aus dem European Molecular Biology Laboratory (EMBL) in Heidelberg ausgegründet. Erst kürzlich stellten Investoren dem jungen Unternehmen weitere Fördergelder für den Ausbau seiner Technologien und Anwendungen zur Verfügung.

Velabs' Herzstück ist ein auf Mikrofluidik basierendes Screening-System zum Messen von Antigen-Antikörper-Reaktionen. Ein miniaturisiertes Flüssigkeitstestverfahren also, das jeden Assay in ein eigenes Tröpfchen verpackt. Und noch etwas unterscheidet das neuartige Verfahren von herkömmlichen Testsystemen zur Antigen-Antikörper-Messung: Das Mikrofluidik-System von Velabs misst nicht die Stärke der Bindung, sondern die Funktionalität des gesuchten Antikörpers.

Die neue Screening-Technologie wird aktuell zur Suche nach neuen therapeutischen Antikörpern gegen Entzündungserkrankungen wie Arthritis, Morbus Crohn, Colitis ulcerosa, Migräne, Schmerz, aber auch bei Ovarialkarzinom und seltenen Erkrankungen eingesetzt. „Viele weitere therapeutische und auch diagnostische Anwendungen sind denkbar und werden folgen“, so der Geschäftsführer von Velabs, Dr. Christoph Antz.

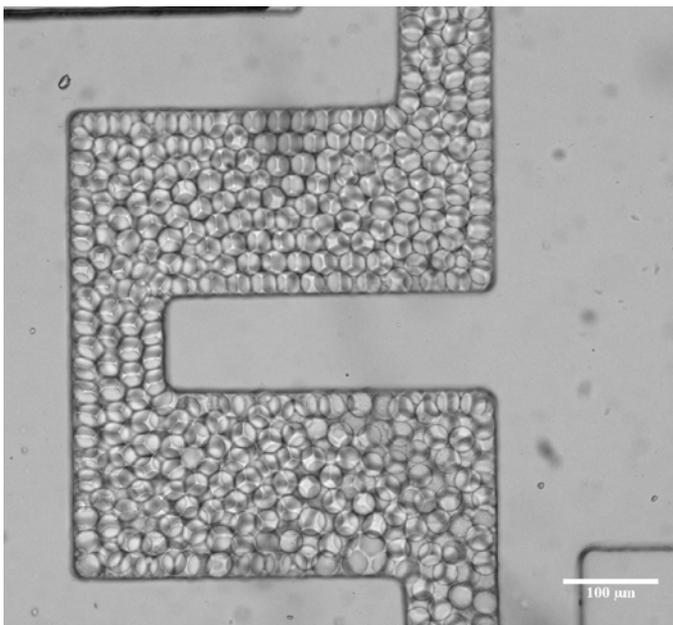
Die Technik: Tropfenbasierte Mikrofluidik

Bevor die Funktionalität der Antikörper gemessen werden kann, müssen diese gewonnen werden. Das geschieht, indem ein Versuchstier mit dem Zielmolekül, dem spezifischen

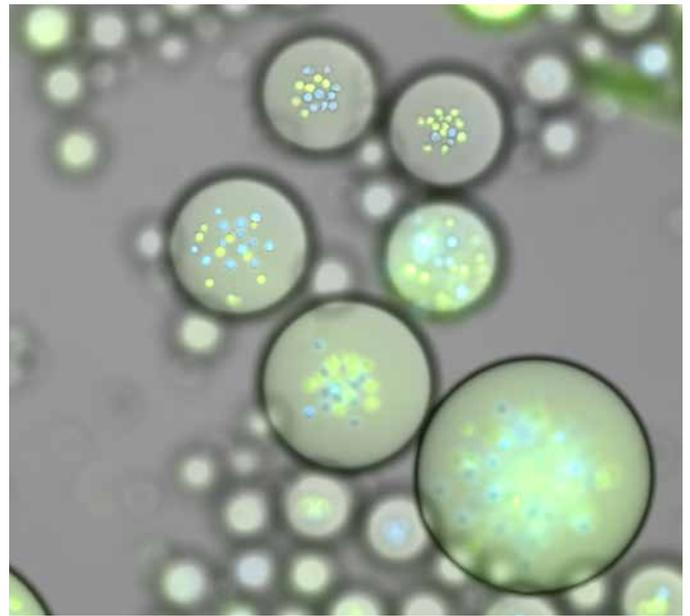
Antigen, immunisiert wird. Danach wird die Milz des Tieres entnommen, und die antikörperproduzierenden B-Zellen werden für das weitere Screening isoliert. Auch immunisierungsfreie Verfahren sind möglich. Dazu können beispielsweise Antikörper aus bereits existierenden Bibliotheken (Phagen, Hefe- oder Hybridomzellen) verwendet werden.

Jede B-Zelle wird durch ein spezielles Verfahren in ein einzelnes winziges Tröpfchen mit einem Durchmesser von 20–100 Mikrometern verpackt. Anschließend wird eine Reporterzelle in das Tröpfchen eingeschleust. Diese enthält einen „eingebauten“ Fluoreszenz-Test: Findet in dem Tröpfchen die gewünschte funktionale (aktivierende oder inaktivierende) Reaktion zwischen Antigen und Antikörper statt, so entsteht – nach Anregung mit Licht – eine Fluoreszenzreaktion. Dieses wird auf der Plattform erkannt und quantifiziert. Fluoreszierende Tröpfchen, sogenannte „Hits“ (Treffer), werden aussortiert, die B-Zellen daraus isoliert und die darin produzierten Antikörper charakterisiert.

Auf diese Weise können auch kleinste Mengen des Ausgangsmaterials zuverlässig analysiert werden – und das in enormer Geschwindigkeit. „Mehrere hundert Tests pro Sekunde können wir mit unserer mikrofluidikbasierten Hochdurchsatz-Screening-Technologie in Echtzeit durchführen und sparen dabei immens viel Zeit“, so Antz. „Wir nutzen sie vor allem, um nach Antikörpern gegen spezialisierte Membranrezeptoren wie G-Protein-gekoppelten Rezeptoren (GPCRs) oder Ionenkanälen – beide wichtige Regulatoren der Zell-zu-Zell-Kommunikation – zu suchen. Mehr als 50 Prozent aller Medikamente weltweit sind auf diesen beiden Molekülklassen aufgebaut. Aber auch andere Zielstrukturen sind denkbar.“



Tröpfchen werden in einer sogenannten „Delay line“ gesammelt und verzögert wieder freigesetzt. Foto: Velabs



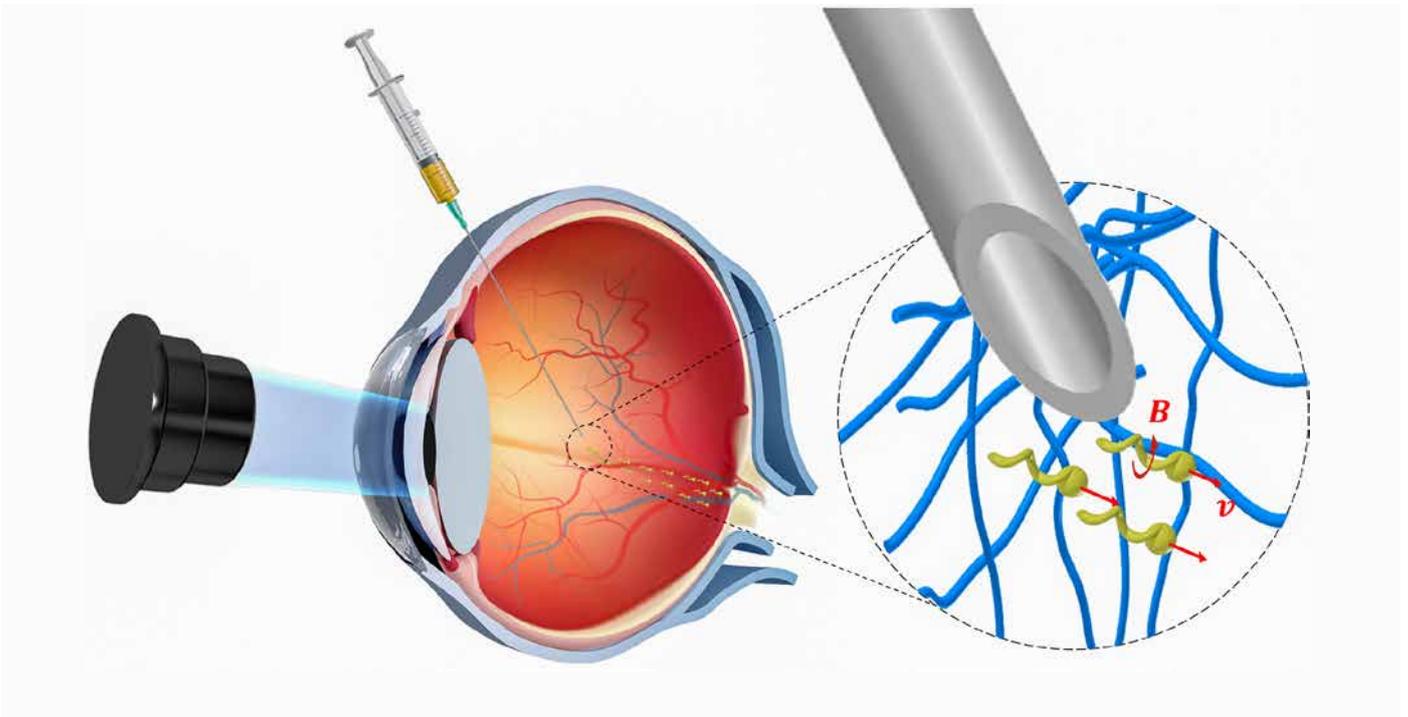
Fluoreszierende Zellen in Tröpfchen. Die Fluoreszenzreaktion kann entstehen, wenn der Antikörper den gewünschten Effekt zeigt. Foto: Velabs

Eigene Antikörpersammlung und Industriekooperationen

Velabs ist dabei, mithilfe des Mikrofluidik-Verfahrens eine umfangreiche eigene Antikörpersammlung mit vielversprechenden Wirkstoffkandidaten für unterschiedliche therapeutische Anwendungen aufzubauen. Die meisten davon sind „Orphan GPCRs“, das sind GPCRs mit einem unbekanntem Liganden und unbekannter physiologischer Funktion. „Über diese Klasse weiß man bisher nur wenig. Vieles spricht jedoch dafür, dass sie eine entscheidende Funktion bei der Entwicklung bestimmter Erkrankungen haben“, sagt Antz.

Auch Lizenzpartnerschaften mit Pharma- und Life-Science-Unternehmen bietet Velabs an. Ein Beispiel dafür ist die Anfang September 2019 verkündete Zusammenarbeit mit der Firma alytas therapeutics GmbH aus Jena. Gemeinsam sucht man nach funktionalen Antikörpern für eine immunbasierte Therapie gegen Adipositas (Fettleibigkeit). Bereits seit April 2019 arbeitet Velabs mit dem japanischen Unternehmen Chiome Bioscience zusammen, und zwar beim Screening nach Antikörpern gegen einen bestimmten GPCR. „Das sind nur zwei Beispiele von mehreren“, so Antz. „Derzeit sind acht weitere Kooperationen in Verhandlung.“

Nicht nur Antikörper lassen sich mit der Mikrofluidik-Plattform quantifizieren. In Kooperation mit dem Heidelberger BioMed X Innovation Center setzt Velabs das System für die Analyse der Rolle von T-Zellen und deren Rezeptoren für bestimmte Antigene bei Autoimmunerkrankungen ein. Die Arbeitsgruppe am BioMed X Center wird durch Janssen Research & Development LLC finanziert.
Dr. Elke Matuschek



Mit einer dünnen Nadel werden mehrere tausend Nanoroboter ins Auge injiziert. Sie schwimmen anschließend bis zur Netzhaut, wo sie in Zukunft einmal Medikamente abladen könnten. Foto: MPI für Intelligente Systeme

Nanobiotechnologie

Nanoroboter als zukünftige minimalinvasive Werkzeuge fürs Auge

Medikamente im Auge an der richtigen Stelle zu platzieren ist außerordentlich schwierig: Beim Tropfen gelangt nur ein kleiner Bruchteil des Wirkstoffs an sein Ziel, und auch per Injektion unterliegt die Verteilung mehr oder weniger dem Zufall. Nun haben Grundlagenforscher des Stuttgarter Max-Planck-Instituts für Intelligente Systeme einen Nanoroboter entwickelt, der in kürzester Zeit gezielt durch das feste Gewebe des Glaskörpers geleitet werden kann und mit Wirkstoffen für Augenerkrankungen beladen werden könnte.

Gut wirksame Therapeutika für Erkrankungen des Auges gibt es schon einige. In Tropfenform wird allerdings die größte Menge des Medikaments vom Lidschlag entfernt, sodass der Wirkstoff entsprechend hoch dosiert sein muss, was wiederum zu Nebenwirkungen führen kann. Und auch per Injektion werden die Wirkstoffmoleküle durch passive Diffusion eher zufällig verteilt.

Zudem dauert es relativ lange, bis der Ort der Erkrankung erreicht ist – wenn der Wirkstoff überhaupt ankommt. Dabei wirkt vor allem der Glaskörper, der das Augeninnere ausfüllt, als Barriere für Arzneimittel, die ins hintere Auge, beispielsweise zur Netzhaut (Retina), gelangen sollen.

Nanoroboter steuert erstmals durch den Glaskörper

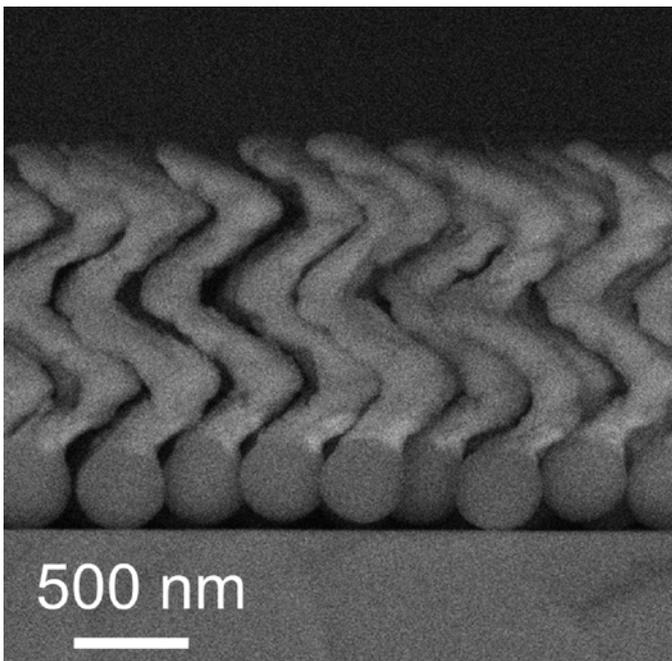
Um zukünftig therapeutische Wirkstoffe besser in solch schwer zugängliche Bereiche des menschlichen Körpers bringen zu können, arbeitet man am Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme in Stuttgart schon seit Jahren an einer vielversprechenden Lösung des Problems: Roboter von minimalster Größe im Mikro- und Nanometerbereich, die mit Medikamenten beladen und durch Anlegen eines magnetischen Felds zum Ziel geleitet werden können. Allerdings gelang es den Wissenschaftlern bisher lediglich, die Roboter durch Modellflüssigkeiten zu bewegen, aber nicht durch echtes Gewebe wie den Glaskörper des Auges.

„Der Glaskörper ist eine gelartige, durchsichtige Substanz, die zwar zu 98 Prozent aus Wasser und nur zu 2 Prozent aus Proteinen besteht, aber durch Bildung einer recht engmaschigen Proteinmatrix ein ziemlich großes Hindernis für Wirkstoffe darstellt, die ins hintere Auge gelangen sollen“, erklärt Dr. Tian Qiu, Wissenschaftler in der Arbeitsgruppe „Micro, Nano, and Molecular Systems“ des Instituts und seit Kurzem auch CyberValley-Forschungsgruppenleiter an der Universität Stuttgart. „Die Retina zu erreichen ist mit den gängigen Techniken derzeit deshalb fast unmöglich.“

Aus diesem Grund begannen die Max-Planck-Forscher, einen Nanoroboter zu konstruieren, der den Glaskörper überwinden kann, indem er aktiv bis zur Netzhaut schwimmt. Mit Erfolg: Der Mini-Roboter, den Qiu und seine Kollegen nun entwickelt haben, kann erstmals ganz gezielt durch festes Gewebe bis in den hinteren Augenbereich gesteuert werden. „Die größte Herausforderung war dabei natürlich die poröse Matrix des Glaskörpers“, berichtet der Forscher. „Das ist in etwa so, als ob ein Fisch durchs Netz schwimmen will: Das kann er nur, wenn er klein genug ist. Deshalb war die erste Vorgabe, den Roboter so zu bauen, dass er kleiner ist als die Poren des Glaskörpers – also kleiner als 500 Nanometer. Das ist uns auch gelungen. Aber außerdem musste er sich ja auch aktiv bewegen können. Das haben wir gelöst, indem wir uns die schraubenförmigen Flagellen des Coli-Bakteriums zum Vorbild genommen und damit einen Nanopropeller konstruiert haben. Dieser funktioniert, indem er sich wie ein Korkenzieher bewegt; zum Vorwärtsschwimmen in die eine Richtung, rückwärts in die andere.“

Antihafbeschichtung von der Kannenpflanze abgeschaut

Um so kleine Gebilde wie die Propeller überhaupt herstellen zu können, haben die Stuttgarter Forscher bereits 2009 ein eigenes Fertigungswerkzeug entwickelt, nanoGLAD (Glancing Angle Deposition System) genannt, das es ermöglicht, Milliarden von 3D-Nanostrukturen innerhalb nur weniger Stunden zu produzieren. Damit sich der Nanoroboter durch festes Gewebe bewegen kann, setzt sich die Antihafbeschichtung der Nanopropeller aus zwei biokompatiblen Schichten zusammen: einer ersten, festen aus Silan-Molekülen, die an die Roboteroberfläche andocken,



Die Nanopropeller müssen etwa 200-mal kleiner als ein menschliches Haar sein, um durch die engmaschige Proteinmatrix des Glaskörpers steuern zu können. Foto: MPI für Intelligente Systeme

und einer zweiten, flüssigen, die die Nanopropeller umhüllt und dafür sorgt, dass die Haftung mit dem umliegenden Gewebe so klein wie möglich ausfällt. Die Zusammensetzung der flüssigen Beschichtung haben sich die Experten bei fleischfressenden Kannenpflanzen abgeschaut, bei denen die Blätter durch die rutschige Beschichtung als Fallgruben für Insekten dienen.

Nanopropeller sollen gut verträglich sein

Hinzu kommt noch ein magnetischer Part, damit die Roboter gezielt gesteuert werden können. Hierfür wird bei der Herstellung Eisen oder Nickel eingebaut. Durch Anlegen eines Magnetfelds können sie dann zum gewünschten Ziel geleitet werden.

Obwohl die Roboter komplett aus anorganischen Materialien bestehen, gehen die Wissenschaftler davon aus, dass sie für menschliche Zellen gut verträglich sind: „Wir denken, dass die Biokompatibilität der Nanopropeller sehr gut ist“, sagt Qiu. „Bei Tests mit Schweineaugen gab es keine Probleme. Die Roboter an sich bestehen aus Silica, das ja ganz ähnlich wie Glas ist und auch als völlig inert gilt. Und für die magnetischen Partikel wurde schon bewiesen, dass sie unschädlich sind. Auch das Magnetfeld, das angelegt wird, ist nur sehr schwach und sollte keine Effekte auf den menschlichen Körper haben. Aber Genaueres werden zukünftige Studien zeigen.“

Roboter sollen künftig Medikamente ins Auge bringen

Dass sich die Nanoroboter wirklich gezielt durchs Auge bewegen, konnten die Forscher gemeinsam mit Kollegen der Augenklinik der Universität Tübingen bereits zeigen: Dort wurde die Fortbewegung der schraubenförmigen Mini-Vehikel in einem Schweineauge mithilfe der optischen Kohärenztomografie beobachtet. „Hierfür haben wir das Auge nicht sezirt – das hätte die Versuchsbedingungen verfälscht – und mehrere tausend Roboter mit einer sehr dünnen Nadel in den Glaskörper injiziert“, so Qiu. „Nach dem Anlegen des magnetischen Feldes konnten wir live verfolgen, wie die Roboter zielgerichtet bis zur Netzhaut schwammen und sich dort sammelten. Dies geschah innerhalb von Minuten und mit einer Genauigkeit von fünf bis sechs Millimetern. Das ist ein Riesenerfolg, wenn man bedenkt, dass herkömmliche Medikamente Stunden bis Tage brauchen, bis sie ihr Ziel erreichen.“

Nun stehen für die Wissenschaftler weitere Experimente an. Denn die Nanopropeller sollen in möglichst nicht allzu ferner Zukunft als Transportmittel für Medikamente dienen. „Generell ist der Einsatz für die minimalinvasive Behandlung verschiedenster Krankheiten denkbar, bei denen der Problembereich von dichtem Gewebe umgeben und damit schwer zugänglich ist“, meint der Forscher. „So, wie es aber momentan aussieht, werden wir wahrscheinlich damit beginnen, Versuche zur Therapie der altersbedingten Makuladegeneration (AMD) mit den Nanopropellern zu machen.“

Dr. Petra Neis-Beeckmann



Die neuartigen Pflanztöpfe der Fiber Engineering bestehen zu 100 Prozent aus Naturmaterialien plus Biowachs und Biokleber und zersetzen sich nach 6 Wochen schadstofffrei im Boden. Foto: Fiber Engineering

Recycling

Pflanztöpfe aus Naturfasern – „Bio“ ohne Wenn und Aber

Pflanztöpfe aus Plastik sind gar nicht gut für die Umwelt – man darf sie streng genommen noch nicht einmal über die Gelbe Tonne entsorgen. Nun hat die Karlsruher Firma Fiber Engineering eine wirklich umweltfreundliche Möglichkeit entwickelt, um Pflanzen zu kultivieren: Töpfe aus Hanf oder Gras, die nur mit biologischen Komponenten haltbar gemacht werden und sich innerhalb weniger Wochen vollständig zersetzen.

Ein Spezialist für neuartige Ansätze zur Faserverarbeitung ist die 2003 gegründete Firma Fiber Engineering aus Karlsruhe. Hier werden mithilfe einer eigens entwickelten Fasereinblastechnik, der Fiber-Injection-Molding (FIM)-Technologie, Produkte aller Art auf Basis von Naturfasern wie Gras, Flachs, Kokosnuss oder gar Kamelhaar hergestellt. „Mit unserer neuen Technologie können wir hocheffizient – also mit geringstem Energie- und

Materialverbrauch – 3D-Formteile herstellen“, erklärt Egon Förster, Gründer und Geschäftsführer des Unternehmens. „Denn wir produzieren ohne Halbzeuge, das heißt, wir verarbeiten die Fasergemische direkt, was es uns erlaubt, einen kompletten Produktionsschritt einzusparen. Dabei ist unsere Spezialität, Dichten lokal einstellen zu können. Das heißt, wir verarbeiten in Bereichen mit geringer Dichte auch weniger Material; das senkt die Kosten, und das Teil wird leichter.“

Bio-Töpfe zersetzen sich nach wenigen Wochen rückstandsfrei

Dank ihrer neuen Technologie hat die Fiber Engineering schon eine ganze Reihe an Innovationen zum Beispiel für die Automobilindustrie und auch für die Agrarwirtschaft entwickelt. Das neueste Produkt des Unternehmens sind vollständig abbaubare Pflanztöpfe. „Bisherige Alternativen zu den schwarzen oder braunen Plastik-Blumentöpfen, wie wir sie alle kennen, und von denen allein in Europa täglich 20 Millionen hergestellt werden, gibt es zwar schon seit einiger Zeit auch aus Biofasern wie beispielsweise Kokos“, berichtet Förster. „Diese müssen aber mit einem Kleber aus Kunststoff stabilisiert werden, und wenn man dann noch bedenkt, dass der Rohstoff aus Sri Lanka durch die ganze Welt transportiert werden muss, dann kann man das Gesamtprodukt ganz und gar nicht mehr als ‚bio‘ bezeichnen.“

Vor diesem Hintergrund begann man bei der Fiber Engineering vor gut zwei Jahren, nach einer Alternative für Plastik-Pflanztöpfe zu suchen. Mit Erfolg: Das Produkt, das der Ingenieur und seine Mitarbeiter in dieser Zeit entwickelt haben, ist sehr effizient herzustellen. „Nach ein paar anfänglichen Hürden können wir nun tatsächlich eine ganze Menge an Reststoffen verwenden – Hanf, Gräser oder Schilf, das klappt alles“, berichtet Förster. Um die Stabilität und die Zerfallszeit zu steuern, mischen die Ingenieure Biowachs und Biokleber hinzu. Herausgekommen ist ein Pflanztopf, der so leicht wie möglich, aber gleichzeitig auch so fest wie möglich ist, und der zu 100 Prozent aus natürlichen Reststoffen besteht.

Entwicklungsarbeiten gehen noch weiter

Externe Tests hat das Produkt auch schon erfolgreich absolviert: An der Universität Hohenheim und am Institut Hohenstein wurden verschiedene Parameter geprüft. Unter anderem ergaben Verwitterungsversuche, dass die Töpfe bereits nach sechs Wochen zersetzt waren. „Nun sind wir so weit fertig, dass wir Gespräche mit diversen Interessenten – großen Firmen und Handelsketten – führen, die das Produkt vermarkten könnten, denn wir haben einfach nicht die richtige Vertriebsstruktur dafür“, sagt der Unternehmer. Spätestens im Laufe des nächsten Jahres sollen die Pflanztöpfe aber auf dem Markt sein.

Dr. Petra Neis-Beeckmann



Die Mikroschwimmer *Chlamydomonas reinhardtii* werden durch Aufnahme von Terbium magnetotaktisch und sind so gezielt steuerbar.
Foto: Universität Stuttgart

Wirkstoffe & Recycling

Magnetisierte Algen als Mikro-roboter für Medizin und Umwelt

Algen kennen wohl die meisten von uns nur als mehr oder weniger angenehme Bewohner von Gewässern aller Art. Zu Unrecht, denn die äußerst vielseitigen und genügsamen Lebewesen könnten uns zukünftig in vielerlei Hinsicht von großem Nutzen sein. Wissenschaftler der Universität Stuttgart erforschen derzeit, wie man sie als Mikroroboter in der Biomedizin oder bei der Umweltsanierung einsetzen könnte.

Seit einiger Zeit werden Versuche gemacht, Mikroorganismen als drahtlose Wirkstofftransporter einzusetzen, um Wirkstoffe gezielt platzieren zu können. Dabei erwiesen sich schwimmende Organismen wie Mikroalgen als gute Kandidaten: Dr. Giulia Santomauro vom Institut für Materialwissenschaft der Universität Stuttgart erforscht die grünen Eukaryonten schon seit Jahren. Ihr bevorzugtes Forschungsobjekt ist derzeit die Mikroalge *Chlamydomonas reinhardtii*. Die Biologin hat es geschafft, sie dazu zu bringen, Fremdelemente aufzunehmen. „Ich halte die Algen dazu in einem Medium mit

den Fremdstoffen, wie etwa Zink“, berichtet sie. „Sie nehmen diese Elemente auf und verstoffwechseln sie; ich untersuche anschließend, was das für Auswirkungen auf die Alge hat.“

Unter den Fremdelementen, die die Wissenschaftlerin ihren grünen Versuchsorganismen ins Futter gibt, ist auch Terbium – ein Metall der Seltenen Erden, das beispielsweise für Brennstoffzellen oder auch Handys gebraucht wird. „Die Algen sind überaus schnelle Schwimmer, und wenn sie Terbium aufgenommen haben, ist das Besondere an ihnen, dass sie magnetisch sind und dazu auch noch leuchten“, erklärt Santomauro. „Das brachte mich auf die Idee, sie als Mikrotransporter für verschiedenste Stoffe zu verwenden.“

Mikroalgen – leuchtend, superparamagnetisch und biokompatibel

Mit Erfolg: Gemeinsam mit Kollegen vom Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme in Stuttgart untersuchte die Wissenschaftlerin die magnetischen Eigenschaften von mit Terbium-Ionen (Tb^{3+}) behandelten Algen. Bei den Tests ließen sich die lebenden Algen nicht nur einfach durch die Magnete anziehen, sondern sie richteten sich an den Feldlinien aus und schwammen schnell und aktiv auf die Magnete zu. Ohne Magnet agglomerieren die Algen nicht, sondern zeigen ihr natürliches Bewegungsverhalten. Auch bei menschlicher Körpertemperatur konnte gezeigt werden, dass die Algen überleben. „Das heißt, menschliche und Algenzellen sind biokompatibel – natürlich eine der wichtigsten Fragen, wenn man sie als Mikroroboter im Körper einsetzen möchte!“ sagt Santomauro. „Nach der Auslieferung des Wirkstoffs werden die Algen von den Entgiftungsorganen des Körpers wie jeder andere Fremdstoff wieder ausgeschieden. Aber dadurch, dass Algen mit Terbium leuchten, können wir das ganz leicht in Stuhl und Urin kontrollieren.“

Aber nicht nur für medizinische Zwecke könnten die Mikroalgen von großem Nutzen sein: Die Idee der Biologin ist es, sie zukünftig auch einmal bei der Umweltsanierung und beim Recyceln von Wertstoffen einzusetzen. „Indem die Algen Fremdstoffe aufnehmen, könnte man Wertstoffe mithilfe der Algenzellen akkumulieren und dann rückgewinnen“, sagt sie. „Gerade das Recycling von Terbium oder auch anderen Metallen würde sich auf diese Weise anbieten. Denn Seltene Erden werden derzeit – etwa in Handys – viel gebraucht, sind aber extrem schwer abzubauen, und die Rückgewinnung mit existierenden Verfahren ist kompliziert.“

Generell wäre die Idee, die Mikroalgen zum Zweck der Umweltsanierung in Abwassersysteme oder Kläranlagen zu geben, wo sie die verschiedenen Wertstoffe aufnehmen. So beladen, könnte man die Organismen dann per Magnet an eine Stelle leiten, wo man sie einfach aufsammeln und zu Recyclingzwecken weiterverarbeiten könnte. Für das Recyclingprojekt wird derzeit noch nach Finanzierungsmöglichkeiten gesucht.

Dr. Petra Neis-Beeckmann



Die Schwarze Soldatenfliege *Hermetia illucens* ist Baustein der Insekten-Bioraffinerie. Foto: Hermetia Baruth

Stoffströme

Vision Insekten-Bioraffinerie

Ökologische und verantwortungsvoll hergestellte Produkte sind heute gefragter denn je. So wird an Materialien und Anwendungen für die verschiedensten Lebensbereiche mit Nachdruck geforscht. Eine Lösung für viele solcher Fragestellungen könnten Insekten sein. Das Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB erarbeitet deshalb derzeit gemeinsam mit der Hermetia Baruth GmbH die Vision einer Insekten-Biofabrik, die Abfallstoffe verwerten und daraus vielerlei Produkte wie Biotenside, Futtermittel oder Folien wertschöpfen könnte.

Die Idee, aus Abfällen wie Lebensmittel- oder Pflanzenresten wertvolle neue Produkte wie Waschmittel oder Kunststoffe herzustellen, scheint auf den ersten Blick zu schön, um wahr zu sein. Sie ist es aber nicht: Möglich machen es Insekten wie die Schwarze Soldatenfliege *Hermetia illucens*, die die verschiedensten solcher Reststoffe für ihren Entwicklungszyklus verwerten können. Aus den Insekten können dann Chitin, Protein und Fett als Rohstoffe für neue Produkte gewonnen werden. Wie man möglichst alle Bestandteile der Insekten in einer solchen Bioraffinerie verwerten könnte, erarbeitet Dr. Susanne Zibek derzeit mit ihrer Arbeitsgruppe „Industrielle Biotechnologie“ am Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB in Stuttgart in verschiedenen Projekten.

Die Insekten als Baustein für die Biofabrik erhalten die Wissenschaftler von der Hermetia Baruth GmbH, einer Firma im brandenburgischen Baruth, die schon seit vielen Jahren auf die Züchtung von *Hermetia illucens* spezialisiert ist. „Bei uns verläuft

der Produktionsprozess der lebenden Recycling-Maschinen in drei Stufen – ähnlich wie bei der Schnitzelproduktion“, erklärt Heinrich Katz, Prokurist der Firma. „Die Tiere haben den typischen holometabolischen Lebenszyklus aus Ei, Larve, Puppe und erwachsener Fliege, den sie durchlaufen. Für die Rohstoffgewinnung ziehen wir die Junglarven in Bioreaktoren heran und gewinnen aus ihnen die Insektenhäute sowie Proteinmehl und Insektenfett, die wir als Rohstoffe an unsere Technologiepartner liefern. Dabei möchte ich betonen, dass es sich bei den Tieren um keine Schadinsekten handelt. Sie sind zudem äußerst genügsam. Denn sie nehmen im adulten Stadium keinerlei Nahrung auf und sind erwiesenermaßen keine Überträger von Krankheiten. Sie können praktisch jede nicht ligninhaltige Biomasse abbauen und umsetzen, und die gesamte Prozesskette läuft unter kontrollierten Bedingungen ab.“

Aus Chitin wird Beschichtung für Textilien

Für ihre Vision der Insekten-Bioraffinerie haben die Fraunhofer-Forscher bereits eine ganze Menge an Ideen. Ein übergeordnetes Projekt, um die Biofabrik der Zukunft ganzheitlich betrachten zu können, wurde in der „Landesstrategie Nachhaltige Bioökonomie“ bereits zur Unterstützung beantragt. Parallel dazu gibt es in Stuttgart aber auch schon konkrete Forschungsarbeiten: Eine der ersten – das Projekt „ChitoTex“, an dem schon seit einiger Zeit mit den Partnern Protix, Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf (DITF), Textilchemie Dr. Petry GmbH, Lauffenmühle GmbH & Co. KG und der Norwegian University of Life Sciences (NMBU) geforscht wird, ist die Möglichkeit der Verwertung der Insektenhäute. Dabei konnten Chitin – eines der häufigsten Polysaccharide der Natur – und Chitosan aus Larvenexoskeletten und Puppenexuvien bereits mit hoher Reinheit gewonnen und in der Textilbranche eingesetzt werden. „Chitosan haben wir als Schlichtemittel während des Webprozesses getestet“, berichtet Zibek. „Dabei handelt es sich um eine zeitlich begrenzte Beschichtung des Garns, bevor dieses in der Webmaschine bearbeitet wird, um Reibung zu vermeiden und das Garn vor Bruch zu schützen. Das Schlichtemittel muss anschließend wieder abgewaschen werden. Aber wir hatten mittlerweile auch die Idee, modifiziertes Chitosan als Permanent-Coating für Textilien zu verwenden. Mit seiner hydrophoben Matrix wirkt es wasser- und schmutzabweisend und könnte zukünftig eine gute Alternative zu perfluorierten Kohlenwasserstoffen sein, die derzeit bei Regen- und Arbeitskleidung eingesetzt werden.“

Nahrungsmittel für Mensch und Tier aus Insektenprotein

Ein weiterer Stoffstrom, der aus der Insekten-Bioraffinerie gewonnen werden kann, sind Proteine. Die Proteine aus Insektenlarven enthalten unter anderem alle essenziellen Aminosäuren und eignen sich für die verschiedensten

Anwendungen. „Hier ist zunächst der Tierfutterbereich zu sehen“, berichtet Katz. „Allerdings haben wir da nach EU-Recht ganz strenge Auflagen zu beachten; das ist derzeit für mich ein täglicher Kampf.“ So dürfen lediglich Insekten verarbeitet werden, die Reststoffe aus pflanzlichen Substraten und Lebensmitteln wie Molkereiprodukten und Eiern für ihre Entwicklung verwertet haben; die Fütterung mit überlagerten Lebensmitteln aus Fleisch oder Fisch, Speiseresten generell, Schlachtabfällen oder Gülle ist verboten, obwohl dies eine überaus gute Möglichkeit zur Abfallverwertung wäre. Trotz aller Auflagen darf das Protein bislang lediglich für die Fütterung von Haustieren und für die Aquakultur verwendet werden; für Schweine und Geflügel ist es bislang noch nicht zugelassen. „Dabei könnten wir den Nachhaltigkeitsanspruch so gut erfüllen, wenn wir einfach noch mehr Abfälle verwerten dürften. Das wäre auch wirklich wirtschaftlich – das müssen wir unbedingt nach vorne bringen“, meint der Züchter, der gerade eine große Insektenfabrik mit einer Kapazität für rund 80 Milliarden Larven plant.

„Bei Insektenprotein handelt es sich um eine sehr nachhaltige Proteinquelle, weil sie heimischen Ursprungs ist und für die Herstellung unter anderem weniger Wasser und Pestizide benötigt werden“, sagt Katz. „Aber nicht nur als Nahrungsmittel eignen sich die natürlichen Makromoleküle, wie Zibek sagt: „Das Insektenprotein kann durch Spaltung und Quervernetzung auch zu stabilen Folien verarbeitet werden und ist damit eine Alternative zu klassischen Kunststoffen oder solchen aus Materialien wie Molke oder Casein, die auch zur Lebensmittelherstellung verwendet werden können.“

Biotenside aus Insektenfett

Und noch ein dritter Stoffstrom aus Insekten könnte eine Vielzahl an neuen Möglichkeiten für technische Anwendungen eröffnen: die Insektenfette. „Dieses Fett hat eine interessante Zusammensetzung und ist eine nachhaltige heimische Quelle als Ersatz für tropische Öle“, sagt die Biotechnologin. So wird in einer „Allianz Biotenside“ aus renommierten deutschen Firmen und Forschungseinrichtungen unter anderem auch das Potenzial von Insektenfett erforscht. Je nach Substrat, das man den Insektenlarven anbietet, kann man die Fettsäurezusammensetzung des Endprodukts steuern. Zu guter Letzt wäre es auch möglich, Insektenhäute und andere Reststoffe als Dünger zu verwenden. „Eigentlich zu schade“, meint die Wissenschaftlerin. „Denn das Chitin können wir ja wertschöpfen. Aber denkbar wäre es, die Häute auszusortieren und die Insektengülle als Düngemittel auf den Feldern auszubringen. Oder sogar in einer Biogasanlage zu verwerten. Dann hätten wir aus unserer Insekten-Bioraffinerie sogar noch einen vierten Stoffstrom.“

Dr. Petra Neis-Beckmann



Agrarwissenschaftlerin und Bioökonomierätin Prof. Dr. Regina Birner.
 Foto: Universität Hohenheim

CRISPR/Cas

Neue Dialogformate jenseits organisierter Interessengruppen

An CRISPR/Cas und andere Genome-Editing(GE)-Techniken scheiden sich hierzulande weiterhin die Geister. Walter Pytlik spricht für die BIOPRO mit Agrarökonomin Prof. Dr. Regina Birner, Leiterin des Lehrstuhls „Sozialer und institutioneller Wandel in der landwirtschaftlichen Entwicklung“ am Institut für Tropische Agrarwissenschaften an der Universität Hohenheim über das Thema.

CRISPR/Cas ist relativ neu. Gibt es bereits Anwendungsbeispiele in der Landwirtschaft?

In den USA und Kanada gibt es schon erste Anwendungen, wie die oft zitierten Champignons, die nicht braun werden. Auch Raps wurde damit schon gezüchtet. Ja, das Verfahren wird in der Landwirtschaft sicherlich Anwendung finden, vor allem in den Regionen, in denen auch bislang gentechnisch veränderte Pflanzen angebaut wurden. Es wird auch dazu geforscht, wie die verschiedenen Weltregionen die Anwendung von GE regulieren. Im Kern geht es darum, ob man den Prozess oder das Produkt

regulieren soll, und ob man fallbezogen oder grundsätzlich regulieren soll. Allerdings wird in der Debatte oft vergessen, dass die bisherige Gentechnik in Europa nicht wegen der Regulierung, sondern wegen der mangelnden Akzeptanz der Verbraucher nicht eingesetzt wird. Selbst ein neues Gentechnikgesetz ändert das möglicherweise nicht, solange die gesellschaftliche Akzeptanz fehlt.

Klassische wie „neue“ Grüne Gentechnik erhitzt weiter die Gemüter. Die Bewertungen dazu von Landwirtschafts- und Umweltressort klaffen auseinander. Wenn Industrievertreter CRISPR/Cas als „konsensfähig“ postulieren, was könnte das sein?

Einen Konsens würde man nur erreichen, wenn man den gesellschaftlichen Dialog anders führt, als es die organisierten Interessengruppen bislang tun. Diese können ihren Mitgliedern gegenüber kaum mehr als etablierte Positionen vertreten. Es war Urs Niggli, der in einem Interview auf der Titelseite der „taz“ am Anfang der Debatte nur die Möglichkeit in den Raum gestellt hat, dass man darin vielleicht auch Chancen für den ökologischen Landbau sehen könne. Er hat daraufhin so viel Kritik erfahren, dass er diese Position nicht mehr vertreten hat. Dies zeigt, wie schwer ein Dialog in dieser Hinsicht ist. Konsensfähigkeit wäre vielleicht über einen Dialog mit anderen Methoden möglich, unter Einbezug von Laien. Dass wir uns weg von einer Landwirtschaft bewegen, die Chemie für den Pflanzenschutz nutzt, zeigt die Glyphosat-Debatte. Wenn wir eine Landwirtschaft mit weniger Chemie erreichen wollen, könnte man GE-Verfahren in der Pflanzenzüchtung einsetzen, um Alternativen zu entwickeln, zum Beispiel in der Resistenzzüchtung gegen Pflanzenkrankheiten. Das wäre eine Strategie, um Konsens zu erreichen. Vielleicht ließe sich in einem weiteren Punkt Konsensfähigkeit erzielen: Wegen hoher Züchtungskosten haben sich die Konzerne auf wenige Kulturarten konzentriert und deshalb eine Reihe von Nutzpflanzen, zum Beispiel im Bereich der Leguminosen, züchterisch nicht gleichermaßen intensiv bearbeitet. So ist der Abstand im Ertrag stark beforschter Nutzpflanzen und solcher, die für große Züchtungsunternehmen weniger interessant sind, immer größer geworden, sodass es für den Landwirt nicht mehr interessant ist, diese Vielfalt von Nutzpflanzen anzubauen. Setzt man günstigere Verfahren wie GE in der Pflanzenzüchtung ein, so könnte man vielleicht eine größere Vielfalt von Nutzpflanzen züchterisch bearbeiten und es damit für die Landwirte rentabler machen, auch wieder eine größere Vielfalt anzubauen.

Ihre Zuversicht scheint begrenzt ...?

Ich fand die Debatte um diese neuen Verfahren sehr unglücklich, weil ich wenig Anstrengungen von irgendeiner Seite gesehen habe, neue, auch konsensorientierte Dialogverfahren zu etablieren. Das scheint wieder so zu laufen wie bei der Debatte um die konventionelle Gentechnik. Eigentlich ist das CRISPR/Cas-Kind fast schon wieder in den Brunnen gefallen.

Walter Pytlik



Prof. Dr. Dr. Ortwin Renn ist seit 2016 wissenschaftlicher Direktor am Institut für Transformative Nachhaltigkeitsforschung in Potsdam.
Foto: privat

CRISPR/Cas

„Die Grüne Gentechnik ist ein Sündenbock, aber kein Unschuldslamm mehr“

Die Debatte um die Grüne Gentechnik 2.0 droht erneut in ideologischen Grabenkämpfen zu enden. Walter Pytlik hat für die BIOPRO mit Prof. Dr. Dr. Ortwin Renn gesprochen, der die Debatte von Anfang an begleitet hat, und ihn nach Chancen für eine bessere Kommunikation befragt.

Werden im CRISPR/Cas-Zeitalter wieder dieselben Grabenkämpfe um die Grüne Gentechnik wie seit den 1990er Jahren ausgefochten?

Ja. Die Gentechnik hat zwar als Streitthema in den letzten drei, vier Jahren in der Öffentlichkeit ein Schattendasein geführt. Mit CRISPR/Cas kommt aber eine neue Aktualität auf, die von den damals aktiven NGOs, wie Greenpeace, erneut aufgegriffen wird. Mein Eindruck ist, dass der Protest etwas verhaltener als früher ist, weil man doch Fortschritte in der Berücksichtigung der Anliegen von Kritikern sieht. Aber gegen Anwendungen in der industriellen Landwirtschaft mit Gentechnik bestehen nach wie vor große Vorbehalte, vor allem in den Umweltverbänden. Hier wird mit Argwohn beobachtet, ob man das Alte mit neuen Namen wie „Bioökonomie“ oder „Biotechnologie“ wieder salonfähig machen will. Zwar ist die Auseinandersetzung nicht mehr so verbissen wie vor zehn Jahren, aber bei den NGOs bleibt das Thema sensibel.

Warum wird um die Grüne Gentechnik so erbittert gestritten?

Hier prallen zwei unterschiedliche Entwürfe für die zukünftige Ernährung und Landwirtschaft aufeinander. Zum einen ist da die Vision einer naturnahen Landwirtschaft, getragen von kleinen ländlichen Betrieben, die sich und die umgebende Bevölkerung ausreichend ernähren können und dabei gleichzeitig auf ökologische Werte wie hohe Bodenqualität achten. Ziel ist die Selbstversorgung in einer Region, weniger der Export. Dieser Entwurf funktioniert global nur, wenn wir unsere Ernährung von Fleisch auf mehr pflanzliche Kost umstellen und auch höhere Preise für Lebensmittel tolerieren. Beim Gegenentwurf ist die Landwirtschaft ein Wirtschaftsfaktor wie jeder andere, mit hohem Modernisierungspotenzial auf der Basis von Digitalisierung und Gentechnik. Es geht um mehr Effizienz und Erhöhung der Erträge, weil immer weniger Boden zur Verfügung steht. Wegen der weiter steigenden Weltbevölkerung muss in dieser Vision die Produktivität enorm gesteigert werden. Dieser Entwurf würde eine Änderung unserer Ernährung nicht erforderlich machen und auch einen hohen Fleischbedarf in den sich entwickelnden Ländern verkraften. Gentechnik ist dabei nur ein Baustein unter vielen: Letztendlich sind es in dieser Vision die global agierenden Agrarkonzerne, die weltumspannend die Bodenbewirtschaftung für Nahrungsmittel oder Biostoffe mithilfe modernster Technik übernehmen.

Ist die Debatte um Grüne Gentechnik also eine Stellvertreterdiskussion?

Ja. Die Grüne Gentechnik ist ein Sündenbock, aber damit noch lange kein Unschuldslamm. Sie wird für vieles verantwortlich gemacht, wofür sie nichts kann. Gleichzeitig ist sie ein Symptom für diese zweite Vision, da sie für effiziente und industrielle Landwirtschaft steht.

Der Bioökonomierat fordert neue Formen des gesellschaftlichen Dialogs zu Genome Editing. Diese sollten sich nicht auf einen Austausch zwischen organisierten Interessengruppen beschränken. Was halten Sie davon?

Es gibt viele Bemühungen, auch seitens des Bioökonomierates, zwischen beiden Visionen zu vermitteln, teilweise auch von Firmen. Bayer legt zum Beispiel ein neues Programm auf, das vor allem Kleinbauern in Entwicklungsländern helfen soll, ein gewisses Maß an Autarkie zu erhalten und gleichzeitig einen Produktivitätsfortschritt einzuleiten. Die Botschaft lautet wohl, dass auch die großen Agrarfirnen kein Interesse daran haben, alles in große Agrofarmen umzuwandeln. Es gibt also eine Reihe von Zwischentönen in der Debatte. Die reine Konfrontation ist zurückgetreten, die leiseren Töne werden jetzt auch stärker gehört. In Gremien und öffentlichen Diskussionen bemerkt man das Bestreben, von den extremen Positionen wegzukommen und einen sinnvollen Kompromiss zu finden.

Walter Pytlik



Unter Gewächshausbedingungen werden jeweils drei Linsenpflanzen in einem Topf angepflanzt. Dabei werden Daten wie der Nmin-Gehalt, die Anzahl der Rhizobien sowie das Wachstum bestimmt. Foto: Universität Hohenheim/Weiler

Bioökonomie

Durch das EIP-AGRI-Projekt „Rhizo-Linse“ soll der Linsen-anbau verbessert werden

Als Kulturpflanze wurde die Linse im letzten Jahrhundert in Mitteleuropa kaum mehr angebaut. Nun erlebt sie ein Comeback. Durch das EIP-AGRI-Projekt „Rhizo-Linse“ sollen historische Linsensorten verstärkt eingeführt, der Anbau für Landwirte attraktiver gemacht sowie das bio-ökonomische Potenzial der Linse untersucht werden.

Die Linse ist eine der ältesten Kulturpflanzen und eine wichtige Eiweißquelle der Menschen. Bis in die 1940er-Jahre des vergangenen Jahrhunderts wurde sie in Baden-Württemberg auf bis zu 4.500 Hektar (ha) angebaut. Daraufhin ging der Anbau in ganz Deutschland auf ca. 200 ha stark zurück. Erst seit knapp zehn Jahren ist der Anbau der Linse in Baden-Württemberg wieder auf ca. 560 ha angestiegen.

Operationelle Gruppe (OPG) Rhizo-Linse

Um die Anbauflächen zu erhöhen und die Wirtschaftlichkeit der Hülsenfrucht im konventionellen und ökologischen Anbau zu

steigern, startete im März 2019 im Rahmen der Europäischen Innovationspartnerschaft „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“ (EIP-AGRI) das Projekt „Rhizo-Linse“. Insgesamt wird es bis Dezember 2021 mit einer Summe von 655.500 € vom Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) und vom Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg gefördert.

In Kooperation mit fünf Aktionspartnern wird eine „rhizobakterien-gestützte Optimierung des Linsenanbaus unter Berücksichtigung bioökonomischer Wertschöpfung“ angestrebt. Mithilfe wissenschaftlicher Begleitung verschiedener Forschungsinstitutionen soll in verschiedenen Landwirtschaftsbetrieben Baden-Württembergs der Anbau unterschiedlicher Linsensorten durch Verwendung von Bakterien als Impfmittel verbessert werden, denn in nassen Jahren kann es bei Linsen zu Pilzkrankheiten kommen, die zu einem Ertragsrückgang führen. Eine biologische Impfung der Linse kann dabei eine sinnvolle Lösung sein. Gleichzeitig soll das bio-ökonomische Potenzial der Mischkultur (Linse mit Stützfrucht) herausgearbeitet werden, um eine neue Wertschöpfungskette im Sinne der Nachhaltigkeit zu entwickeln. In der Praxis wird das Linsensaatgut mit Knöllchenbakterien beimpft und ausgesät und dann beobachtet, inwieweit sich die Behandlung positiv auf das Wachstum auswirkt.

Positive Effekte des Impfmittels auf den Linsenertrag

Langfristiges Ziel des Projektes ist es, sowohl im ökologischen als auch im konventionellen Linsenanbau die Anbauflächen zu erhöhen.

Dazu entwickelt die Firma nadicom GmbH ein biologisches Impfmittel, welches den Linsenanbau für Landwirte wirtschaftlicher machen soll. nadicom ist Projektkoordinator und hat sich unter anderem auf die Identifizierung und Charakterisierung von Bakterien, Pilzen und Hefen spezialisiert.

Die Gewächshaus- und Freilandversuche zum Testen des Impfmittels werden vom Institut für Kulturpflanzenwissenschaften und vom Zentrum Ökologischer Landbau der Universität Hohenheim sowie dem Landwirtschaftlichen Technologiezentrum (LTZ) Augustenberg durchgeführt. Als weiterer innovativer Ansatz wird die Firma NovoCarbo GmbH, die sich auf Pflanzenkohle spezialisiert hat, untersucht, ob mithilfe von Pflanzenkohle als Trägerstoff das Impfmittel in den Boden appliziert werden kann. Dadurch wäre gleichzeitig eine Nährstoffversorgung möglich.

Die Aufgabe der BIOPRO Baden-Württemberg GmbH wird sein, das bioökonomische Potenzial des Linsenanbaus zu betrachten und mögliche neue Wertschöpfungsketten zu entwickeln.

Dabei sollen nicht nur die Linsenfrüchte Verwendung finden, sondern auch das Linsenstroh sowie die Stützfrucht sollen auf ihre Wertschöpfungspotenziale hin untersucht werden. Im Jahr 2020 und 2021 werden die selektierten Rhizobien-Stämme (biologisches Impfmittel) von Landwirten aus der Stuttgarter Umgebung und der Erzeugergemeinschaft Alb-Leisa für ihren Linsenanbau verwendet. Dabei sollen die Rhizobien-Stämme unter realen Bedingungen von Praktikern getestet werden.

Im Kontext der Bioökonomie

Im Projekt „Rhizo-Linse“ werden im Sinne der Bioökonomie die Schwerpunkte Kreislaufwirtschaft und Verwertung von Rest- und Rohstoffen fokussiert, indem eine gezielte Verwertung des Linsen-/Stützfruchtstrohs und des Ausputzes der Linse (Unkrautsamen, Bruchkorn, Spreu) angestrebt wird. Des Weiteren sollen neue Linsen/Stützfruchtsysteme in Betracht gezogen werden. Darüber hinaus können auch neue Technologien, zum Beispiel bei der Ernte, im Sinne einer effizienteren Wirtschaftsweise bestehende Technologien erweitern, verbessern oder ersetzen.

Vanessa Kelsch

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:

Simone Giesler
Dr. Ernst-Dieter Jarasch
Vanessa Kelsch
Prof. Dr. Ralf Kindervater
Dr. Elke Matuschek
Dr. Petra Neis-Beeckmann
Dr. Ariane Pott
Walter Pytlik
Gunther Willinger

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.

© BIOPRO Baden-Württemberg GmbH,
April 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