



#ZukunftBioökonomie

Karrierewege für mehr Nachhaltigkeit

Inhalt

Vorwort 3

Zukunftsfelder der Bioökonomie 4

Ernährung der Zukunft 6
Die Chemieindustrie von morgen 10
Umwelt und Recycling 14

Karriere in der Bioökonomie 17

Hanaa Dahy – Die Architektin 18
Kathrin Grahmann – Die Agrarforscherin 20
Florian Hänsel – Der Biotechnologe 22
Sebastian Petri – Der Klimamoorwirt 24
Michelle Spitzer – Die Umweltingenieurin ... 26

Studium + Forschung zur Bioökonomie 28

Bioökonomieförderung in Deutschland 29
Hubs für Bioökonomie 32
Bioökonomie und Biotechnologie studieren .. 35

Ist das #ZukunftBioökonomie? . 38

Mit Bio in die Höhe 39
Bauernhof der Zukunft 40
Essen perfekt designt 41
Aus dem Alltag eines Algenfarmers 42
Mode rundherum nachhaltig 43
Ein Rückblick aus der Zukunft 44

Notizen 45
Impressum 46



Vorwort



Immer mehr junge Menschen sind sich der Herausforderungen, denen wir in den Bereichen Klima-, Umwelt- und Ressourcenschutz gegenüberstehen, sehr bewusst. Die Reaktionen darauf sind jedoch ganz unterschiedlich. Während manche von diesen Themen Abstand nehmen, gibt es viele, die aktiv werden wollen oder es bereits sind – im privaten Bereich, aber auch zivilgesellschaftlich und im beruflichen Kontext. Ein Engagement in Bürgerinitiativen, Vereinen und Verbänden sowie die gezielte Wahl von entsprechenden Bildungs- und Karrierewegen sind Beispiele dafür.

Eine Studie der Bertelsmann Stiftung aus dem Jahr 2022 bestätigt den hohen Stellenwert von Nachhaltigkeit für die individuelle Zukunftsgestaltung junger Menschen: Demnach würde nicht nur jede/r Zweite einen nachhaltig orientierten Arbeitgeber vorziehen, sondern für ein Drittel kommt es sogar in Betracht, selbst ein Unternehmen zu gründen, das nachhaltige Lösungen entwickelt. Dieses wachsende Engagement der jungen Generation bildet ein „perfect match“ mit der Bioökonomie, die auf Wissen, Kreativität, Forschergeist und der Motivation für Veränderung hin zu mehr Nachhaltigkeit basiert.

In dieser Broschüre rücken wir die Perspektiven, welche die Bioökonomie jungen Menschen bietet, in den Mittelpunkt. Im ersten der vier Teile stehen drei Zukunftsfelder der Bioökonomie im Fokus, die

in den kommenden Jahrzehnten vor allem durch die Biotechnologie transformiert und revolutioniert werden. Experten und Expertinnen zeigen Trends und Skills auf, die in der Berufswelt von morgen gefragt sein werden.

Es schließen sich Kurzportraits von fünf beeindruckenden jungen Frauen und Männern an, die mit ihrem beruflichen Engagement auf ganz unterschiedliche Weise die Bioökonomie und ihre eigene Karriere voranbringen.

Im dritten Teil dreht sich alles um Forschung und Studium in der Bioökonomie. Wie engagiert sich das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) für die Bioökonomie? Wo sind Hubs für Bioökonomie in Deutschland? Und an welchen Hochschulen gibt es passende Studiengänge?

Schließlich folgen sechs Blicke in die Kristallkugel, wie **#ZukunftBioökonomie** aussehen könnte.

Bioökonomie lebt vom Zusammenspiel vieler unterschiedlicher Disziplinen und braucht engagierte, junge Menschen, um sich weiterzuentwickeln. Und die Bioökonomie kann auch viel für Dich tun: sie bietet ein sinnstiftendes Forschungs- und Berufsfeld mit vielfältigen Entwicklungschancen und der Möglichkeit, erfolgreich an einer nachhaltigeren Zukunft mitzuarbeiten.

Zukunftsfelder der Bioökonomie



Die Bundesregierung definiert die Bioökonomie als die Erzeugung, Erschließung und Nutzung biologischer Ressourcen, Prozesse und Systeme, um Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen eines zukunftsfähigen Wirtschaftssystems bereitzustellen. Zu den wichtigsten Wirtschaftsbereichen zählt man die Chemie- und Pharmaindustrie, die Nahrungsmittelindustrie, die Land- und Forstwirtschaft, die Konsumgüter- sowie die Papier- und Textilindustrie.

Als Querschnittstechnologie nimmt die Biotechnologie in all diesen Bereichen eine Schlüsselposition

ein. Sie ist eine treibende Kraft der Transformation hin zu einer biobasierten Wirtschaft und wichtiges Bindeglied zu anderen Zukunftsdisziplinen wie Digitalisierung und Künstliche Intelligenz. Durch die Möglichkeit, Enzyme, Zellen und ganze Organismen gezielt zu bearbeiten und zu nutzen, bietet die Biotechnologie einen fast unendlich großen Werkzeugkasten, um den globalen Herausforderungen zu begegnen und die Wirtschaft umzukrempeln.

Grundlage dafür ist das Wissen über das Zusammenspiel von Genetik, der Funktion von Organismen und ihrer Umwelt, kombiniert mit dem Aufkommen

Bioreaktoren als Herzstück einer nachhaltigen Industrie

Kern der meisten biotechnologischen Anwendungen ist der Bioreaktor: ein abgeschlossenes Gefäß, meist aus Edelstahl, in dem biologische Reaktionen kontrolliert ablaufen können. Was fast so unscheinbar wie ein Tank zum Bierbrauen aussieht, könnte viele Bereiche unserer Wirtschaft revolutionieren. Denn immer mehr Stoffe, die wir bisher mithilfe fossiler Rohstoffe, großer Mengen an Pflanzen oder Tieren produzieren, können inzwischen von Mikroorganismen, in Zellkultur oder mit Enzymen zielgerichtet hergestellt werden. Diese finden in einem Bioreaktor optimale Bedingungen vor, um Alternativen für Palmöl, Milch, wichtige Chemikalien und vieles andere zu produzieren. Für Planung, Optimierung und Betrieb einer Produktion in Bioreaktoren braucht es unterschiedlichste Kenntnisse, u. a. aus Biologie, Chemie, Physik, Verfahrenstechnik und Maschinenbau.

neuer molekularer Werkzeuge, um Gene, Stoffwechsel und ganze Zellen gezielt zu verändern oder sogar von Grund auf neu zu synthetisieren. Eines der prominentesten Beispiele der letzten Jahre ist die Entwicklung der sogenannten Gen-Schere CRISPR/Cas. Doch es gibt noch viel mehr solcher molekularen Werkzeuge und weiterer Verfahren, die ständig weiterentwickelt werden.

Der noch junge Wirtschaftszweig der Biotechnologie wächst. Die Beschäftigtenzahl in der deutschen Biotechnologiebranche steigt seit Jahrzehnten und die Nachfrage nach qualifizierten Fachkräften ist ungebrochen hoch. Die Gehälter in der Biotechnologiebranche sind überdurchschnittlich und das über alle Qualifikationsstufen hinweg. Biotechnologie ist jedoch mehr als eine spezialisierte Branche. Sie wird viele Verfahren und Produkte in bestehenden Sektoren verändern und nachhaltiger machen.

In diesem Kapitel werden beispielhaft der Lebensmittelsektor, die Chemieindustrie sowie der Bereich Umwelt und Recycling in den Mittelpunkt gestellt und aufgezeigt, welche Bedeutung der Biotechnologie hier zukommt. In allen drei Fällen handelt es sich um besonders dynamische Felder mit großem Wachstumspotenzial und zentraler Bedeutung für unsere Wirtschaft. Aber eben auch um solche, die sich dringend modernisieren, nachhaltiger aufstellen und dafür junge Fachkräfte gewinnen müssen.



„Der Biotechnologiesektor wandelt sich derzeit stark, was sowohl neue Berufsbilder als auch veränderte Anforderungen an die Qualifikation betrifft. Digitale Technologien, Nachhaltigkeit und interdisziplinäre Ansätze treiben diesen Wandel voran und Hochschulen und Ausbildungsstätten reagieren auf diese Entwicklungen, indem sie vermehrt interdisziplinäre Ausbildungen anbieten, die Biotechnologie beispielsweise mit Informatik, Ingenieurwissenschaften oder Nachhaltigkeitsthemen verknüpfen. Solche Programme fördern die Schnittstelle zwischen wissenschaftlicher Forschung und ihrer technischen Anwendung, um innovative Lösungen für reale Herausforderungen zu entwickeln und umzusetzen.“

Ricardo Gent,
Geschäftsführer bei Deutsche Industrievereinigung
Biotechnologie



Ernährung der Zukunft

Kein anderer Wirtschaftsbereich betrifft uns so direkt wie die Lebensmittelproduktion. Auch die richtige Zubereitung, Verarbeitung und Haltbarmachung von Lebensmitteln spielen seit Jahrtausenden eine wichtige Rolle. Die dafür eingesetzten Methoden und Technologien wurden immer weiter verfeinert, viele neue Berufsbilder haben sich entwickelt und über die Jahrhunderte wieder verändert.

In den vergangenen Jahren ist immer mehr in den Fokus gerückt, welche Auswirkung die Art, wie wir uns ernähren, auf die globale Umwelt und das Klima hat. Alles, was wir auf unseren Tellern finden, hat einen ökologischen Fußabdruck – von klein bis sehr groß. Dank Innovationen in der Landwirtschaft und einer stetigen Verbesserung der Lebensumstände weltweit ist nicht nur die Weltbevölkerung im Laufe des letzten Jahrhunderts stark angewachsen, sondern auch der Anteil der Menschen, die ausreichend zu essen haben und in Wohlstand leben. Die Schattenseite dieser Erfolgsgeschichte: ein rasant wachsender ökologischer Fußabdruck unserer Ernährung, für die wir bereits heute fast die Hälfte der bewohnbaren Erdoberfläche nutzen, den größten Teil davon für den Anbau von Futtermitteln und für Weidetiere. Natürliche Ökosysteme mit ihrer Artenvielfalt und Fähigkeit zur Speicherung von CO₂ mussten und müssen von diesen Flächen weichen. Die veränderte Landnutzung ist eine der größten Bedrohungen für Biodiversität und auch ein Treiber des Klimawandels. Die meisten der Wissenschaftsexpertinnen und -experten stimmen darin überein, dass wir nicht weiter-

machen können wie bisher, wenn wir kommenden Generationen intakte Ökosysteme und ein stabiles Klima hinterlassen wollen. Der Nahrungsmittelsektor muss seinen Ressourcen- und Flächenverbrauch reduzieren.

Die Lösungsansätze, um unsere Ernährung nachhaltiger zu machen, sind so vielfältig wie unser Ernährungssystem selbst. Heimische Hülsenfrüchte und Algen werden in vegane Fisch- und Fleischalternativen verwandelt, Schnecken und Quallen werden als Lebensmittel (wieder)entdeckt, Aprikosenkerne zu pflanzlichen Milchdrinks verarbeitet, Salate und Kräuter wachsen „indoor“ in Hydroponik-Systemen mitten in der Stadt. Und in Braukesseln aus Stahl, die man Bioreaktoren nennt (siehe Fakten-Fokus), stellen genetisch veränderte Bakterien Kuhmilchproteine her. Vieles, was vor wenigen Jahrzehnten noch reine Zukunftsmusik war, hat es aus den Köpfen von Visionärinnen und Visionären zunächst in die Labore und schließlich in die Produktion geschafft. Vor allem die innovative, möglichst nachhaltige Herstellung von Proteinen nimmt beim sogenannten New Food eine besondere Stellung ein, da sie der wichtigste Makronährstoff sind, den wir über tierische Produkte zu uns nehmen. Und trotz guter Versorgung mit ausreichend Kalorien herrscht in vielen Regionen der Welt noch ein Proteinmangel.

Ein weiteres Beispiel für die Anwendung von Biotechnologie sind neben der Fermentation (siehe Fakten-Fokus) die Erforschung und Anwendung neuer,

molekularer Technologien in der Pflanzenzüchtung. Diese können den Anbau von Nutzpflanzen nachhaltiger machen, in dem sie etwa resistenterere Sorten hervorbringen, die weniger Pflanzenschutzmittel benötigen. Oder auch, indem sie den Nährstoffgehalt der Pflanzen erhöhen oder bisher wenig genutzte, aber sehr interessante Arten und Sorten fit für unsere Felder machen und somit als zukünftige Alternative für tierische Produkte auf unsere Teller bringen.

An einem nachhaltigen und innovativen Ernährungssektor kann man auf viele verschiedene Arten mitarbeiten. Von Züchtung und Anbau von Pflanzen, Pilzen, Algen oder Mikroorganismen in innovativen Anbausystemen oder ihrer Erforschung im Labor, über die Verarbeitung hin zum fertigen Lebensmittel und dessen Vermarktung bis hin zu regulatorischen Aspekten des Ernährungssystems. Traditionelle Berufe wie Landwirt und Lebensmitteltechnologin werden auch in Zukunft weiterhin bestehen, sie sind jedoch im Begriff, sich durch neue Technologien und Anforderungen stark zu wandeln. Vor allem ein stärkerer Fokus auf pflanzenbasierte Alternativen und andere neue Proteinquellen sind zu erwarten.

Rechtliche und regulatorische Kenntnisse und entsprechende Studiengänge sind für viele neuartige Lebensmittel ebenfalls hochrelevant, besonders wenn Biotechnologie zum Einsatz kommt. Denn europäische Gesetze setzen enge Rahmen, wann und wie solche Produkte auf den Markt kommen dürfen, und stellen deshalb häufig eine erhebliche Hürde für Innovation dar.

Es können also ganz unterschiedliche Studiengänge und Ausbildungsberufe in den New-Food-Sektor



„Lebensmittel und Ernährung sind ein bedeutender Teil der Bioökonomie, da hier einerseits biologische Rohstoffe zum Einsatz kommen, andererseits unsere Ernährungssysteme schon heute die planetaren Grenzen überfordern. Und, mit einer vermutlich auf 10 Milliarden Menschen anwachsenden Weltbevölkerung, die zum überwiegenden Teil in urbanen Zentren leben wird, müssen große zusätzliche Mengen an Lebensmitteln erzeugt werden, die gleichzeitig eine bedarfsgerechte und gesundheitsförderliche Ernährung gewährleisten. Da aber die Agrarflächen der Erde nicht ausgeweitet werden können, müssen neue Wege der Erzeugung von Lebensmitteln beschritten werden, die gleichzeitig die planetaren Grenzen entlasten. Hier steht eine wahre Revolution der Nahrungsmittelerzeugung bevor. Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungsforschung gehören damit zu den prioritären Forschungsfeldern für die Gestaltung einer gedeihlichen und nachhaltigen Zukunft. Davon solltet ihr Teil sein. Daher: mit Mut und Kreativität ein Studium in einer der Disziplinen aufnehmen und Teil der Transformation der globalen Lebensmittelwelt werden. Wissenschaft schafft Wissen und Wissen schafft Wandel.“

Prof. Dr. Hannelore Daniel
ehem. Technische Universität München

führen. Dabei werden sowohl weiterhin klassische Berufsbilder von Bedeutung sein als auch gänzlich neue entstehen. Entsprechend der neuen Anforderungen muss sich auch die Ausbildungslandschaft wandeln, damit nicht ein Mangel an gut ausgebildetem Fachpersonal die Transformation hin zu einem nachhaltigeren Ernährungssystem behindert.

Neben großen Firmen sind junge Start-ups ein möglicher Arbeitgeber im Lebensmittelsektor. Gerade bei diesen Neugründungen mit überschaubarer Teamgröße und kurzen Entscheidungswegen ist es vielfach möglich, mit seinen individuellen Interessen und Fähigkeiten das Ernährungssystem ein Stück weit zu revolutionieren.

Die Renaissance der Fermentation

Die traditionelle Haltbarmachung von Lebensmitteln mithilfe von Mikroorganismen wie Bakterien oder Hefen wird Fermentation genannt. Menschen bedienen sich ihrer seit vielen tausend Jahren überall auf der Welt, um Produkte wie Sauerkraut, Backwaren, Joghurt, Käse, Bier, Wein und vieles weitere herzustellen. Dank der Biotechnologie erfährt diese uralte Tradition eine Renaissance, denn mit ihr ist es möglich, die Mikroorganismen gezielter zu verändern und so auch den Prozess der Fermentation zielgerichteter ablaufen zu lassen. So können bisher ungenutzte Arten von Mikroorganismen nutzbar gemacht oder bekannte Arten genetisch so umprogrammiert werden, dass sie ganz neue Produkte herstellen. Zum Beispiel Proteine, die eigentlich nur in der Kuh vorkommen, um aus ihnen Käse herzustellen, der wie das Original schmeckt. Oder Bestandteile des Blutes von Tieren, das dann pflanzliche Burgerpatties wie Fleisch schmecken lassen, obwohl sie nie ein Tier gesehen haben. Und das ist erst der Anfang ...



„Lebensmittel sind seit jeher ein Symbol für Kultur und Tradition. Durch Verfahren wie Fermentieren oder Konservieren haben wir gelernt, Nährstoffe zu bewahren und die Haltbarkeit von Lebensmitteln zu verlängern. Die moderne Lebensmitteltechnologie baut auf diesem Wissen auf, kombiniert es mit wissenschaftlichem Fortschritt und ermöglicht es uns, Lebensmittel nachhaltig und ressourcenschonend herzustellen. Sie optimiert nicht nur die Nährstoffqualität und Sicherheit von Lebensmitteln, sondern schafft auch Raum für Innovationen – sei es durch pflanzliche Alternativen, kultiviertes Fleisch oder neuartige Produkte wie funktionelle Snacks und Süßwaren.“

Prof. Dr. Ute Weisz
TU München und BMBF-Innovationsraum NewFoodSystems



„Die noch junge Branche für alternative Proteine wächst, entwickelt sich dynamisch und wird aktuell auch durch staatliche Förderungen unterstützt. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf pflanzenbasierten Produkten, 2024 stiegen jedoch besonders auch die Investitionen in Fermentations-Start-ups an. Dabei sind für Positionen im biochemischen Engineering oder der Forschung akademische Abschlüsse unerlässlich. In Bereichen wie Herstellung, Marketing oder Projektmanagement sind jedoch auch Bewerberinnen und Bewerber mit Ausbildung und einschlägiger Berufserfahrung gefragt. Die Branche ist sehr vielfältig und unter anderem in Betriebswirtschaft, Vertrieb, Forschung und Entwicklung, Produktion sowie in spezialisierten Bereichen wie Bioverfahrenstechnik, Maschinenbau und Qualitätssicherung gibt es viele Positionen für Berufseinsteiger.“

Pia Voltz
Gründerin von TälisT



Die Chemieindustrie von morgen

Unser täglicher Konsum wird auch von der Chemieindustrie bestimmt – sie produziert zum Beispiel zahlreiche Zusatzstoffe für den Lebensmittelsektor wie Vitamine, Farb- und Konservierungsstoffe. Sie stellt aber auch so gut wie alle Materialien zur Verfügung, die uns im täglichen Leben umgeben, von unserer Kleidung über Lacke und Farben bis hin zu Smartphone, Laptop und fast allen anderen Gegenständen in unseren Wohnungen. Die Verpackungen, in denen wir Essen und Gebrauchsgegenstände kaufen, der Kraftstoff in unseren Autos und das meiste, was wir in unserem Badschrank finden – all das sind Produkte der Chemieindustrie. Zu verdanken haben wir diese Produktvielfalt vor allem dem Erdöl und den komplexen Kohlenwasserstoffen, die in ihm enthalten sind und als Ausgangsstoff für die organische Chemie dienen.

Es ist jedoch von entscheidender Bedeutung, die Nutzung dieser fossilen Rohstoffe zügig durch erneuerbare Alternativen zu ersetzen, um die gesetzten Klimaziele zu erreichen und die Wirtschaft in Deutschland und Europa widerstandsfähig und wettbewerbsfähig zu machen. Da viele ihrer Produkte heutzutage auf Kohlenstoff basieren und dieser bislang größtenteils aus Erdöl oder Erdgas gewonnen wird, ist die chemische Industrie besonders gefordert. Weltweit entfallen etwa 10% des gesamten fossilen Kohlenstoffverbrauchs auf die chemische Industrie, was ihre Transformation hin zu nachhaltigen Quellen umso dringlicher macht.

Biotechnologie wird bei dieser Transformation der Chemieindustrie eine Schlüsselrolle spielen, indem sie die Verarbeitung biologischer Roh- und Reststoffe in Chemikalien für die Herstellung von Produkten ermöglicht oder sogar Wege entwickelt, bisher ungenutzte Rohstoffquellen nutzbar zu machen.

Zunächst stellt sich die Frage, welche Quellen von Kohlenwasserstoffen die Chemie der Zukunft nutzen kann, wenn sie auf Erdöl und Erdgas verzichten soll. Eine Möglichkeit ist Biomasse in unterschiedlichster Form: pflanzliche Biomasse wie Holz oder Stroh, das Myzel genannte Geflecht von Pilzen oder auch tierische Biomasse wie das Chitin von Insekten. Bei der Nutzung von Biomasse ist es wichtig zu bewerten, ob sie wirklich nachhaltiger ist als die Nutzung von fossilen Rohstoffen. Im großen Stil Pflanzen wie Mais zu verwenden, die auch als Lebensmittel dienen könnten, wurde zum Beispiel bereits vor Jahrzehnten als Irrweg erkannt. Genauso problematisch ist es, wenn für Biomasse Wald gerodet wird, der ökologisch wertvoll oder ein wichtiger Kohlenstoffspeicher sein kann (was nicht bedeutet, dass Wald nicht auch nachhaltig genutzt werden kann). Besonders schädlich für das Klima ist die Trockenlegung von Mooren für den Anbau von Nutzpflanzen.

In der Bioökonomie stehen deshalb vor allem Formen der Biomasseproduktion im Fokus, die wenig oder kein Land nutzen oder zumindest nur solches, auf dem ein Anbau von Lebensmitteln nicht möglich wäre. Ein vielversprechendes Beispiel sind Algen:

In Küstengebieten begegnen einem die klassischen Meeresalgen, in urbanen Gebieten oder auf Brachflächen sind es Mikroalgen, die immer häufiger in Becken oder geschlossenen Systemen angebaut werden. Wie auch Pflanzen können Algen dank Biotechnologie zielgerichteter und schneller durch Züchtung verbessert werden. Pilze wiederum brauchen nur wenig Licht für ihr Wachstum und können beispielsweise unterirdisch in alten U-Bahn-Stationen oder Kellern angebaut werden, also auch in Städten.

Vor allem aber stehen in der Bioökonomie Kreisläufe mit dem Ziel im Fokus, Abfälle von heute zu Rohstoffen von morgen zu machen und so eine echte Kreislaufwirtschaft zu etablieren. In sogenannten Bioraffinerien werden Reststoffe, die in der Industrie anfallen, mithilfe von Mikroorganismen zunächst zerlegt und anschließend in chemische Grundstoffe umgewandelt, die der Chemieindustrie für die Weiterverarbeitung zur Verfügung gestellt werden. Hinzu kommt die sogenannte Kaskadennutzung: Produkte werden, nachdem sie ihren ursprünglichen Zweck nicht mehr erfüllen, so oft wie möglich für etwas anderes genutzt, bevor sie schlussendlich verbrannt oder kompostiert werden. So kann ein ausgerangtes Möbelstück aus Holz ein zweites Leben als Terrassendiele führen, danach in einer auf Holzreste spezialisierten Bioraffinerie in eine Chemikalie umgewandelt werden, als Verpackungsmaterial weiter existieren und schließlich als Parkbank in einer Müllverbrennungsanlage enden.

Ein weiterer vielversprechender Ansatz ist die direkte Nutzung kohlenstoffhaltiger Gase wie CO₂ und Methan, die als Nebenprodukte in Stahlwerken oder Biogasanlagen entstehen oder sich als Klimagase in



„ Durch den Ersatz von fossilen durch erneuerbare biogene Rohstoffe in der Chemieproduktion kann Kohlenstoff langfristig gebunden werden, was zur Dekarbonisierung der Atmosphäre beitragen kann. Die Prozesse in der chemischen Industrie sind jedoch bisher auf fossile Rohstoffe angepasst. Biotechnologische Verfahren verwenden jedoch Biokatalysatoren (Enzyme und Mikroorganismen), die von Natur aus mit biogenen Rohstoffen umgehen können, was die Umsetzung ermöglicht und so die Chemie biologisieren kann. Biotechnologische Verfahren laufen zudem bei moderaten Temperaturen und Drücken ab, was viel Energie und dadurch Emission von Treibhausgasen einsparen kann. Das zeigt sich zum Beispiel bei der Verwendung von CO₂ und erneuerbarem Wasserstoff als nachhaltige zukünftige Rohstoffe. Die klassischen Prozesse in der Chemie dafür laufen bei Temperaturen von mehreren hundert Grad ab, biotechnologische Prozesse hingegen schon bei sommerlichen Raumtemperaturen. “

Prof. Dr. Volker Sieber,
TU München

unserer Atmosphäre befinden. Durch den Einsatz spezieller Mikroorganismen oder Enzyme (Proteine mit bestimmten Funktionen) können diese Gase in biobasierte Chemikalien umgewandelt werden. Dieser Prozess könnte nicht nur die Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen verringern, sondern auch ganz direkt dem Klimawandel entgegenwirken. Zusätzlich könnte die Integration solcher biotechnologischen Verfahren in industrielle Prozesse langfristig Kosten senken und neue Marktchancen eröffnen. Biotechnologie erweist sich also ein weiteres Mal als absolute Zukunftstechnologie.

Um diesen Wandel der Chemieindustrie zu gestalten, sind spezielle Qualifikationen und Kenntnisse von besonderer Bedeutung. Dazu gehört das Wissen über erneuerbare Rohstoffe und wie diese in die chemische Produktion integriert werden können. Außerdem ist vor allem Know-how über Technologien zur CO₂-Nutzung in der Biotechnologie (siehe

Fakten-Fokus) sowie Fähigkeiten in der Prozessoptimierung gefragt, um industrielle Abläufe effizienter und umweltfreundlicher zu gestalten. Auch ein Verständnis für Kreislaufwirtschaft, das die Integration von Recycling- und Wiederverwertungsprozessen in die Produktionskette umfasst, ist in der Industrie inzwischen von großer Bedeutung. Die Kombination und Integration dieser Qualifikationen in neuen Berufsbildern wird entscheidend sein, um den Wandel hin zu einer nachhaltigeren Chemieindustrie voranzutreiben und die Branche zukunftsfähig zu machen.

Die deutsche Chemieindustrie gehört momentan zu den größten industriellen Arbeitgebern in Deutschland und bietet ein breites Spektrum an beruflichen Möglichkeiten. Zwar werden sich durch die Transformation der Industrie Inhalt von Ausbildung und Studium und auch viele der konkreten beruflichen Tätigkeiten verändern, dennoch bleiben zahlreiche der grundlegenden Berufsbilder voraussichtlich beste-

Biotechnologie macht Klimagase vom Problem zum Rohstoff

In der Bioökonomie dreht sich alles um den Kohlenstoff, denn sowohl alles, was aus fossilen Rohstoffen besteht als auch alle biologischen Alternativen bestehen aus sogenannten Kohlenwasserstoffen in unterschiedlichster Form. Von zentraler Wichtigkeit für die Nachhaltigkeit ist, woher dieser Kohlenstoff für unsere Produkte kommt. Da er bisher größtenteils aus Erdöl und Erdgas stammt, heizt er das Klima an. Das soll mit der Bioökonomie ein Ende haben, indem Kohlenstoff auf biologische Weise gebunden wird, zum Beispiel mit Pflanzen. Besonders vielversprechend ist es aber, mit Mikroorganismen oder Enzymen Klimagase, die Kohlenstoff enthalten, direkt aus der Luft einzufangen und nutzbar zu machen. Aus solchem Kohlenstoff können dann zum Beispiel Polyesterfasern für Schuhe oder wichtige Aminosäuren für unsere Ernährung hergestellt werden. Auch das BMBF hat das Potenzial dieser Technologie erkannt und fördert Forschungsprojekte zum Thema „Klimaneutrale Produkte durch Biotechnologie – CO₂ und C1-Verbindungen als nachhaltige Rohstoffe für die industrielle Bioökonomie (CO₂BioTech)“. Mehr zum Thema findet sich im Themendossier „Biotechnologisches CO₂-Recycling“ auf bioökonomie.de.

hen. Um in der chemischen Industrie tätig zu werden, bietet sich eine Vielzahl an Bildungswegen an, die zu unterschiedlichen Berufen führen. Eine klassische Wahl ist der Studiengang Chemie, der meist den Weg für eine wissenschaftliche Karriere in der Branche und eine Stelle als Chemikerin oder Chemiker ebnet. Für diejenigen, die sich stärker mit der Prozess- und Anlagenplanung beschäftigen möchten, bietet sich ein Studium des Chemieingenieurwesens an, das Chemie und Ingenieurwissenschaften miteinander verbindet. Mit einem Abschluss in der Biochemie oder Biotechnologie können Absolventinnen und Absolventen in Berufen arbeiten, die biologische Prozesse in die klassische Chemie einbringen, was insbesondere für die Nachhaltigkeit der Branche von Bedeutung ist. Ein weiteres relevantes Studienfach ist Umwelttechnik, die sich auf die Entwicklung umweltfreundlicher Technologien und Prozesse konzentriert.

Neben Studiengängen gibt es verschiedene Ausbildungsberufe, die den Einstieg in die Chemieindustrie ermöglichen. So qualifiziert die Ausbildung zur/zum Chemielaborantin/Chemielaboranten für praktische Labortätigkeiten und die Unterstützung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten. Eine Ausbildung zum/zur Chemikanten/Chemikantin bereitet darauf vor, Produktionsanlagen in der chemischen Industrie zu bedienen und zu überwachen. Neben den klassischen technischen und naturwissenschaftlichen Berufen bietet die Chemiebranche aber auch vielfältige Möglichkeiten, zum Beispiel auf Verbandsebene, politisch, ökonomisch oder juristisch tätig zu werden. All diese Berufsfelder und noch viele weitere arbeiten gemeinsam an der Gestaltung einer nachhaltigen und wettbewerbsfähigen Chemiebranche, die immer mehr auf biologischen Prozessen und Kreisläufen basiert.



„Ich wollte mein Biologiestudium unbedingt dazu nutzen, zu einer nachhaltigeren Welt beizutragen. Um meine eigenen Ideen wirklich eigenständig umsetzen zu können, habe ich ein Start-up gegründet, das eine von mir mitentwickelte Technologie nutzt. Mit einem biologischen Verfahren wollen wir große Mengen CO_2 aus der Atmosphäre binden und der Industrie zur Verfügung stellen, um CO_2 -negative Produkte herzustellen. Denn viele Dinge, die wir brauchen, kann man eben nur mit Kohlenstoff produzieren und der muss irgendwo herkommen. Damit machen wir ein Klimagas, das uns bisher große Probleme bereitet, zu einer Ressource der Zukunft.“

Carla Glassl
Gründerin von Ucanéo



Umwelt und Recycling

Wie vorab aufgezeigt, basiert eine nachhaltige Bioökonomie auf Kreisläufen. Eine Gruppe von Organismen spielt dabei eine besonders wichtige Rolle: Mikroorganismen, einzellige Lebewesen wie Bakterien und Pilze. Jahrmillionen der Evolution haben sie mit einer Vielzahl an biochemischen Eigenschaften ausgestattet, die ihnen den Abbau, die Umwandlung und die Produktion unterschiedlichster Stoffe ermöglichen. Diese Eigenschaften zu finden und zu erforschen, stellt ein gewaltiges Reservoir potenzieller Innovation für die Kreisläufe in der Bioökonomie dar.

Dabei geht es nicht nur darum, die Industrie nachhaltiger und wettbewerbsfähiger zu machen. Ein wichtiges Ziel ist auch, eine lebenswerte Gegenwart und Zukunft zu gestalten und gleichzeitig die Umwelt zu schonen. In vielen Fällen ist das eine Win-Win-Situation: Eine neu entdeckte Kombination aus Bakterien und Pilzen entfernt beispielsweise Nitrat

noch effizienter aus Abwasser. Nitrat ist einerseits ein Nährstoff, der in der Landwirtschaft gebraucht wird, und andererseits richtet es ökologische Schäden an, wenn zu viel davon in die Umwelt gelangt. Hier löst die Bioökonomie also gleich mehrere Probleme gleichzeitig.

Bereits heute wird versucht, Abwässer aus Stadt und Industrie möglichst gut zu reinigen, bevor sie in die Umwelt gelangen oder zu Trinkwasser aufbereitet werden, doch viele Stoffe lassen sich bisher nur schwer entfernen, zum Beispiel Antibiotikarückstände. Hierfür sucht man in der Forschung mit Hochdruck nach Lösungen – Mikroorganismen stehen dabei ganz oben auf der Liste. Spezielle Bakterien können auch die Entstehung von Klimagasen während der Aufbereitung von Abwasser mindern. Zum Beispiel solche, die das sehr klimawirksame Lachgas „essen“, das in vielen Kläranlagen entsteht. Weiterhin können Mikroalgen in der Abwasser-

Bioökonomie für die Megastädte der Zukunft

Ein globaler Trend ist die zunehmende Urbanisierung. Immer mehr Menschen werden laut Prognosen in Städten leben, die immer weiter anwachsen. Das bringt viele Herausforderungen mit sich, unter anderem die Versorgung der städtischen Bevölkerung mit Lebensmitteln und die effektive Entsorgung von Abfällen und Abwässern. Viele Projekte in der Bioökonomie beschäftigen sich deshalb mit der Frage, wie man in den Megastädten der Zukunft Kreisläufe schließen und so Ver- und Entsorgung aneinander koppeln kann. Auch dabei kommt immer wieder Biotechnologie zum Einsatz, beispielsweise bei der Reinigung von Abwässern oder der Wiederverwertung von Materialien durch maßgeschneiderte Mikroorganismen.

behandlung verwendet werden, um Nährstoffe wie Stickstoff und Phosphor zu entfernen oder zurückzugewinnen.

Für die Reinigung von verschmutzter Abluft kommen ebenfalls Mikroorganismen zum Einsatz. Insgesamt können solche verbesserten Reinigungsprozesse für mehr Nachhaltigkeit und eine Rückgewinnung von Ressourcen sorgen, aber auch zu einer Verbesserung der öffentlichen Gesundheit und einer sauberen Umwelt beitragen. Auch beim Recycling von Materialien sind Mikroorganismen wahre Multitalente. Für so gut wie jedes, noch so schwer abzubauenende Material, gibt es irgendwo eine Art von Einzeller, dessen molekulare Werkzeuge „Kleinholz daraus machen“. Für manche Arten von Kunststoffen wurden beispielsweise schon abbauende Bakterien ausfindig gemacht. Und wird man in der Natur einmal nicht fündig, kommt erneut die Biotechnologie zum Einsatz, um Mikroorganismen genetisch so zu verändern, dass sie das gewünschte Material in seine molekularen Einzelteile zerlegen. In Bioraffinerien, in denen chemische Produkte hergestellt werden, können solche Abbauprozesse dann integriert werden. Städtische Abfälle könnten so in Zukunft nicht länger Abfälle sein, sondern eine wichtige Ressource, die im Kreislauf zurückgeführt wird. Müllprobleme und Rohstoffknappheit wären gleichzeitig gelöst.

In der Umwelt- und Recyclingbranche kommen sowohl viele theoretische als auch angewandte Berufsbilder zum Einsatz. Vor allem die Mikrobiologie steht im Fokus, also die Erforschung der Vielfalt und Funktionen von Mikroorganismen. Wie auch schon für moderne Berufsbilder im Lebensmittelsektor und der Chemieindustrie wird für Umwelt-



„Eine wichtige Säule der Bioökonomie ist die Erzeugung pflanzlicher Ressourcen. Diese Produktion steht nicht nur durch die Folgen des Klimawandels und begrenzte Wasserressourcen, sondern auch durch die schwindenden Vorkommen des Nährstoffs Phosphor und den hohen Energieverbrauch bei der Produktion von Dünger unter erheblichem Druck. Die Verwirklichung einer Circular Economy in der Agrar- und Ernährungswirtschaft ist daher eine wichtige Aufgabe. Biologische Prozesse spielen beispielsweise bei der Rückgewinnung von Nährstoffen aus Abwasser, wie im BMBF-Projekt SUSKULT, eine entscheidende Rolle.“

Dipl.-Ing. Volkmar Keuter
Abteilungsleiter Umwelt und Ressourcennutzung
bei Fraunhofer UMSICHT



„Als Nachhaltigkeitsmanagerin in der Wasserwirtschaft habe ich meinen Traumjob gefunden. Wir alle sind auf einen funktionierenden Wasserkreislauf angewiesen, den uns die Natur durch biologische Reinigung und Filtration zur Verfügung stellt. Diese Prinzipien nutzen wir bei der Trinkwassergewinnung und Abwasserreinigung. In meinem Job verankere ich den Gedanken einer regenerativen Wirtschaft im Unternehmen und fördere Zusammenarbeit innerhalb und außerhalb der Branche. Deshalb liebe ich meine Arbeit – sie vereint neues Denken mit traditionellem Wissen und bietet viel Gestaltungsfreiraum.“

Loreen Wachsmuth,
Nachhaltigkeitsmanagerin bei den Berliner Wasserbetrieben

und Recycling der Studiengang der Bioprozesstechnik immer relevanter. Er vereint interdisziplinär die Ingenieurwissenschaften, Biotechnologie, Chemie und Verfahrenstechnik. Umwelttechnikerinnen und -techniker hingegen sind spezialisiert darauf, industrielle Prozesse umweltfreundlicher zu gestalten, Emissionen zu reduzieren und nachhaltige Technologien in die Produktion zu integrieren. Zudem gibt

es den Ausbildungsberuf des Umweltschutztechnischen Assistenten, der sich auf die Überwachung und Verbesserung umweltrelevanter Prozesse spezialisiert. Erneut sind also viele unterschiedliche Kenntnisse, Fähigkeiten und Interessen gefragt, um die kreislaufbasierte Bioökonomie voranzubringen.



„Bioökonomie und Verfahrenstechnik – das hat sehr viel miteinander zu tun. Jedes Jahr werden astronomische Mengen erdölbasierter Verpackungsmittel hergestellt, von denen nur ein sehr kleiner Teil in einem geschlossenen Kreislauf gehalten werden kann. Mithilfe der Verfahrenstechnik können aus Weizenstroh hochwertige Chemikalien gewonnen oder kompostierbare Plastikalternativen aus Nebenprodukten der Agrar- und Lebensmittelindustrie hergestellt werden. Die Vorteile solcher Biomaterialien für Mensch und Umwelt liegen klar auf der Hand. Ihre Entwicklung und großtechnische Implementierung ist die spannende Aufgabe von Verfahrenstechnikerinnen und -technikern.“

Benjamin Brenke, Master in Verfahrenstechnik

Karriere in der Bioökonomie

Wie der Bertelsmann-Studie „Jugend und Nachhaltigkeit“ (2022) zu entnehmen ist, kommt Personen mit Vorbildcharakter eine wichtige Funktion zu, um junge Menschen zum Engagement im Bereich Nachhaltigkeit zu motivieren. Dabei reicht die Spanne von Lehrern über Eltern bis zu Influencerinnen und Influencern.

In diesem Kapitel sind es eine Architektin, eine Agrarforscherin, ein Biotechnologie-Student, ein Klimamoorwirt und eine Umweltingenieurin, die als Vorbild für eine Karriere in der Bioökonomie dienen könnten. Ihre Kurzportraits geben nicht nur einen Einblick in die berufliche Vielfalt der biobasierten Wirtschaft, sondern es wird auch deutlich, dass ganz unterschiedliche Wege aus Stipendium, Ausbildung und Auslandsaufenthalt zum individuellen Glück im Arbeitsleben führen können.

Es sind fünf Karrierewege, die gerade angefangen haben oder mittendrin sind, geprägt von Herausforderungen, Abzweigungen, Zweifeln und Erfolgen. Die Entwicklungen gingen und gehen sehr unterschiedlich vonstatten und doch sind die fünf jungen Menschen in ihrem leidenschaftlichen Engagement für die Bioökonomie geeint. Sie alle verfolgen das

übergeordnete Ziel, ihre individuellen Stärken für den Klima- und Naturschutz einzusetzen.

Die Portraits sind Bestandteil einer interaktiven Multimedia-Ausstellung, die die Veranstaltung „Zukunftsperspektive Bioökonomie“ am 7. November 2024 im Bundesministerium für Bildung und Forschung begleitet. Die dafür erstellten Video-Interviews sind über den nachstehenden QR-Code zugänglich.




Hanaa Dahy – Die Architektin

Hanaa Dahy verbrachte viele Stunden ihrer Kindheit auf Baustellen. Dort sammelte sie Erlebnisse, die später zu Hause mit der Familie besprochen wurden. Die gebürtige Ägypterin wuchs in Kairo in einer Architekten-Familie auf. Das Thema Bauwesen war stets präsent. Dass sie es ihrer Mutter gleichtat und sich im Jahr 2003 ebenfalls für ein Architekturstudium entschied, verwundert deshalb erst einmal nicht. Was auf ihren Abschluss mit Auszeichnung folgte, eventuell schon.

Denn Hanaa, obwohl sie schon während ihres Masterstudiums ein Design-Büro in Kairo eröffnet und geleitet hatte, verließ den vertrauten Pfad in der Heimat und entschied sich dafür, ihre Doktorarbeit 2014 an der Universität Stuttgart abzuschließen. Für diesen Schritt musste sie in wenigen Monaten Deutsch lernen und sich in einer kulturell neuen Umgebung zurechtfinden. Was ihre Entwicklung wahrscheinlich noch mehr prägte, war und ist die konsequent nachhaltige Ausrichtung ihres Karriereweges. Denn für die Hanaa war klar, dass ihr Wissen über Statik, Konstruktion und Design nicht für klassische Betonbauten, sondern für biologische, smarte Materialien und Gebäude zur Anwendung kommen sollte.





Für diese Vision etablierte Hanaa im Rahmen ihrer Juniorprofessur 2016 die Abteilung „Biomaterialien und Stoffkreisläufe in der Architektur“ (BioMat) an der Universität Stuttgart. Mit ihrer Energie und dem leidenschaftlichen Engagement, Bestehendes auf die Probe zu stellen und neu zu denken, baute sie diese Sektion nach und nach aus. Parallel erfolgte die Ausgründung der BioMat GmbH in Stuttgart, die die heutige Associate Professor für nachhaltiges Design als Geschäftsführerin leitet.

Hanaa schenkt den Bereichen Internationalität und Interdisziplinarität seit jeher viel Aufmerksamkeit. So war ihr schon früh klar, dass große Veränderungen vor allem dann Aussicht auf Erfolg haben, wenn viele Menschen mit unterschiedlichem Know-how beteiligt sind.

Natürlich hat auch sie bescheiden und konzentriert ihr Studium begonnen, aber stets den Willen in sich getragen, die Architektur über Landesgrenzen hinaus nachhaltiger zu machen. Ihre zweite Professur für nachhaltiges Design und integrierte Technologie, die sie im Jahr 2022 in Vollzeit an der Aalborg Universität in Kopenhagen begann, zahlt darauf ein. Auch wenn der Spagat zwischen dem Familienleben in Stuttgart und der neuen Arbeitswelt kein leichter ist, kommt Hanna ihrem Ziel näher, das Leben kommender Generationen zu verbessern.

Im Kleinen wie im Großen hat sie dazu schon konkret beigetragen: Gemeinsam mit Studierenden, Kollegen und Kolleginnen anderer Disziplinen designte und errichtete sie Trennwände, Akustikpaneele, Brücken und unterschiedlich große Pavillons – mal in Form eines riesigen Pilzes, mal in Form einer Muschel.

Diese Kreationen verbindet ihr ressourcenschonender Kern aus recycelten und biologisch abbaubaren Materialien wie Bambus, Flachs und Hanf. Zudem sind die Elemente flexibel und robust zugleich und sie vereinen Funktionalität und ein hohes Maß an Ästhetik. Sie erscheinen allesamt als bionische Kunstwerke, für die man sich das Beste aus der Natur abgeguckt hat. Dass dahinter modernste Technik steht, ist nicht auf den ersten Blick ersichtlich. Doch ohne Computersimulationen, 3D-Druck & Co. wären ihre Arbeitsweise und -ergebnisse in dieser Form unmöglich.

Geht es nach Hanaa, ist das erst der Anfang. Ein riesiges Forschungszentrum, viele Nationen und Disziplinen unter einem Dach, mehr globale Großprojekte, vielleicht ganze Stadien aus Naturfaser bauen – für solche Ziele schlägt ihr Herz. Dafür und natürlich für ihre beiden Kinder, denen sie am liebsten Erlebnisse wie dieses aus ihrer Vergangenheit ersparen würde: Hanaa begeisterte sich nicht nur für Baustellen, sondern auch für Strände. Vor allem für einen, der sich unweit des Familien-Ferienhauses in Alexandria befand. Befand, denn eines Tages konnte sie ihn nicht mehr finden. Er war dem gestiegenen Meeresspiegel zum Opfer gefallen. Von da an wusste sie, es muss sich etwas ändern.

Kathrin Grahmann – Die Agrarforscherin

Mitte dreißig und schon mehr erlebt als viele andere in einem ganzen Leben. Kathrin Grahmann ist eine junge Frau voller Neugierde und ausgestattet mit einer großen Portion Leidenschaft für Lateinamerika, Menschen und Böden. Diese bunte Kombination brachte sie dorthin, wo sie heute ist: an das Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) in Müncheberg, Brandenburg.

Den Grundstein für ihre Anstellung als Agrarwissenschaftlerin und Leiterin der Nachwuchsgruppe „Soil-Rob“ legte Kathrin vor etwa zwanzig Jahren. Denn schon als Jugendliche war ihr größter Wunsch, später einmal in der Entwicklungshilfe tätig zu sein. So recherchierte sie von ihrem Jugendzimmer aus nach passenden Berufsbildern und startete zielgerichtet nur wenige Jahre später den Bachelorstudiengang Agrarwissenschaften an der Uni Göttingen, wobei sie die Bachelorarbeit bereits in Uruguay verfasste.

Den anschließenden Masterstudiengang Sustainable International Agriculture begann sie ebenfalls in der Mitte Deutschlands und reichte ihn mit Praxiserfahrung in Brasilien und Mexiko an. Von Mittelamerika aus gelang schließlich auch der erfolgreiche Abschluss.





Von Land, Leuten und der Lehre in Mexiko angetan, blieb Kathrin weitere fünf Jahre vor Ort, wo sie die Daten für ihr Promotionsvorhaben (Uni Kassel) am International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT) erhob. Es folgt eine einjährige Anstellung in Uruguay, dann kehrte die gebürtige Harzerin als Dr. Grahmann zurück nach Deutschland. Beim ZALF bekleidet sie heute nicht nur die Position einer Nachwuchsgruppenleiterin, sondern auch die einer Tenure-Track-Kandidatin. Diese Stellen sind selten und heiß begehrt: Wird der 6-jährige Arbeitsprozess positiv evaluiert, schließt automatisch ein unbefristetes Arbeitsverhältnis an. Eine tolle Chance, die sich Kathrin hart erarbeitet hat.

Klingt nach einem reibungslosen Karriereweg ohne Umwege und große Herausforderungen? Weit gefehlt! Kathrin Grahmann ist seit sieben Jahren allein-erziehende Mutter eines Jungen. Die Teilnahme an Konferenzen, Meetings am späten Nachmittag und spontane Ausflüge auf das Forschungsfeld sind seitdem ohne ein Jonglieren von Betreuungsoptionen jedoch nicht mehr möglich. Nacht- und Wochenendschichten sind fester Bestandteil ihres Alltags.

Kathrins Sohn wächst also mit einer promovierten Akademiker-Mutter auf, sie selbst stammt hingegen aus einer Familie ohne akademischen Hintergrund – eine immer noch eher seltene Konstellation in Deutschland. Dank mehrerer Stipendien, Intellekt, Leidenschaft und Zielstrebigkeit hat sie es in ihre heutige Position geschafft und kann tun, wofür ihr Herz schlägt: Mithilfe eines modernen Messinstrumentariums bestimmen sie und ihr Team die Beschaffenheit von Böden und analysieren den Einfluss potenzieller Pflanzenstressoren wie übermäßige Hitze, Nässe und Trockenheit. Erkenntnisse wie diese sind unabdingbar, um die Produktionsrisiken von Landwirtinnen und Landwirten abschätzen, möglichst geringhalten und einen wichtigen Beitrag zur globalen Ernährungssicherung leisten zu können.

Und dass Kathrin das alles mit engagierten, jungen Menschen aus ihrer BMBF-Nachwuchsgruppe umsetzen kann, macht die Arbeit noch wertvoller. Nun ist sie es mit gerade einmal 37 Jahren, die ihren üppigen Erfahrungsschatz aus praktischer Feldarbeit und Theorie mit dem wissenschaftlichen Nachwuchs teilen und ihren Antrieb, die Anbaubedingungen in Ländern aus anderen Breitengraden nachhaltig zu verbessern, weitergeben kann.


Florian Hänsel – Der Biotechnologe

Wenn Florian Hänsel von seinem zurückliegenden Projekt im Rahmen der Bachelorarbeit spricht, leuchten seine Augen. Dabei sieht der transparente, rechteckige Gegenstand in der Größe einer Streichholzschachtel, den er dabei in den Händen hält, recht unscheinbar aus.

Bei genauerem Hinsehen samt Erläuterungen springt die Begeisterung jedoch schnell über. Das 3D-gedruckte Kistchen ist eine eigens entwickelte Mikroskopie- und Kultivierungskammer, die im Weltraum zum Einsatz kommen kann. Mit ihr kann man Erkenntnisse über den Einfluss von Schwerelosigkeit und verschiedenen Nähr- und Mineralstoffen auf das Wurzelwachstum von Pflanzen gewinnen. Was nach Theorie klingt und vorerst auch ist, kann in der Praxis handfeste Verbesserungen für Landwirtinnen und Landwirte und letztendlich für die globale Ernährungssicherung herbeiführen.

Aussichten wie diese sind es, die Florian motivieren. Mit nur 22 Jahren hat der gebürtige Rheinländer einen Biologie-Bachelor von der Uni Düsseldorf in der Tasche und befindet sich seit Oktober 2023 im Graduiertenprogramm des Cluster of Excellence on Plant Sciences (CEPLAS). Die nächsten vier bis fünf Jahre sind damit zumindest grob vorgezeichnet: CEPLAS-Nachwuchswissenschaftler durchlaufen einen Weiterbildungsprozess in den Bereichen molekulare Pflanzenwissenschaften,





Pflanzen-genetik, Pflanze-Mikroben-Interaktionen, synthetische und quantitative Biologie sowie der Bioinformatik, begleitet von mehreren Praktika. Das letzte führte Florian an das Imperial College London. Am Ende könnte die Promotion stehen.

Florians Begeisterung für Forschung in den Biowissenschaften steht außer Frage. Hinzu kommt eine große Freude an Herausforderungen und am Kontakt mit anderen Menschen. Dies treibt ihn auch außerhalb von universitären Strukturen um; vor allem dann, wenn es um die Themen Wissenschaftskommunikation und -politik geht. Für letzteres wurde extra ein einjähriges Traineeprogramm für Wissenschaftsdiplomatie absolviert, das ihn zur UN-Biodiversitätskonferenz (COP 15) nach Montreal führte. Ein Erlebnis, das Florian nachhaltig prägte und nicht zuletzt dazu veranlasste, sein ehrenamtliches Engagement auszubauen. Zuerst als Biodiversitätsbeauftragter bei der Deutschen Gesellschaft für Synthetische Biologie (GASB), inzwischen bekleidet er dort das Amt des politischen Vorstands. Außerdem ist er aktives Komiteemitglied für Human Practices bei iGEM, einer internationalen Organisation im Bereich der synthetischen Biologie.

Seine Ehrenämter ermöglichen es Florian, Erkenntnissen aus der Wissenschaft mehr Gewicht zu verleihen – durch reichweitenstarke Kommunikationsformen und seine Präsenz in vielen verschiedenen Politarenen. Verfolgt er diesen Weg weiter, könnten seine Zukunftswünsche immer mehr zur Realität werden. Denn geht es nach dem 22-Jährigen, sollte man dem Komplex Bioökonomie | Biotechnologie nicht nur in der Wissenschaft einen größeren Stellenwert einräumen, sondern ihm auch in Politik und Gesellschaft viel mehr Aufmerksamkeit schenken. Von wissenschaftlicher Seite könnte sein Interesse für die Interaktion von Pflanzen mit ihrem Mikrobiom oder das für die nachhaltige Produktion relevanter Stoffe dazu beitragen.

All diese Aktivitäten finden meist in Laboren und vor dem Bildschirm statt. Für einen aktiven Frischluftausgleich treibt es Florian regelmäßig auf Tennisplätze, ins Wasser und an Kletterwände. Und wenn der Tag dann noch ein paar Minuten übrig hat, kommt seine Leidenschaft für das Meer und den Weltraum zum Zuge.


Seine Kindheit war von einer großen Faszination für Dinosaurier geprägt, vielleicht wurde damals der Grundstein für seine Bio-Karriere gelegt?!

Sebastian Petri – Der Klimamoorwirt

Wir müssen uns an die Natur anpassen, nicht umgekehrt. Nach diesem Leitsatz bewirtschaftet Sebastian Petri gemeinsam mit seiner Frau Juliane 286 Hektar Niedermoorwiesen im brandenburgischen Kremmen. Seine Berufsbezeichnung: Klimamoorwirt. Sein Arbeitsgerät: ein individuell umgebautes, gebrauchtes Pistenfahrzeug, das nun als Moorraupe zum Einsatz kommt. So nennt der 40-Jährige zumindest sein Gefährt, mit dem er über die weiten Flächen zu den Pflanzen und Tieren vordringen kann, um die sich alles dreht.

Bei den Pflanzen handelt es sich unter anderem um Schilf und Rohrglanzgras, die sich in Feuchtgebieten ohne Düngerzugabe schnell ausbreiten und bis zu vier Meter in die Höhe wachsen können. Dabei nehmen sie große CO_2 -Mengen auf und dienen als Nistplätze für Vögel wie Blässhühner und Schilfrohrsänger. Ihr weit verzweigtes Wurzelwerk bietet wiederum eine ideale Umgebung für Mikroorganismen, die das umliegende Wasser reinigen und Überschüsse von Nährstoffen wie Nitrat und Phosphat herausfiltern. Neben dieser ökologischen kommt ihnen auch eine wirtschaftliche Bedeutung zu. Die natürlichen Lufteinschlüsse der Pflanzen bieten nämlich hervorragende Dämmeigenschaften, die sie als Dachbedeckung und Isoliermaterialien qualifizieren. Abseits dieser traditionellen Verwendung kann man





sie als Quelle für die Produktion von Biogas und Bioethanol nutzen – ein Puzzleteil für die Biologisierung des Chemie- und Energiesektors. Hierfür bedarf es jedoch noch weiterer Forschung.

Die 40 Wasserbüffel haben für das Ehepaar Petri und seinen Sohn auch einen emotionalen Wert. Darüber hinaus sind die robusten Tiere auf den sumpfigen Böden als Landschaftspfleger im Einsatz. Mit ihren breiten Klauen verursachen sie kaum Trittschäden und fördern so eine hohe Vegetationsvielfalt. Im Gegensatz zu anderen Rinderrassen sind sie meist nur in den Wintermonaten auf Zufütterung angewiesen und kommen ansonsten mit den energiearmen Beständen vor Ort aus. Fleisch und Milcherzeugnisse der Büffel eignen sich für eine regionale Vermarktung, die jedoch in vielen Fällen nicht wirtschaftlich ist.

Unwirtschaftlichkeit, ein entscheidendes Thema, das Sebastian seit vielen Jahren immer wieder vor neue Herausforderungen stellt, aber auch anspornt. Jeden Tag sieht er die Möglichkeiten, die seine Flächen bieten, den Natur- und Klimaschutz mit ökonomischem Wohlstand zu verbinden. In einem Maße, dass Landwirte davon gut leben und eine berufliche Perspektive für kommende Generationen schaffen können. So, wie es Sebastians Eltern gelungen ist, von denen er den Hof und einen Teil der Flächen übernommen hat. Allerdings nicht gleich nach dem Schulabschluss. Damals versuchte er sich zuerst in

der EDV-Branche, merkte jedoch schnell, dass ihn stundenlange Bildschirmarbeit nicht erfüllt. Stattdessen folgten zügig nacheinander eine Ausbildung in einem landwirtschaftlichen Großbetrieb sowie ein Bachelor- und ein Masterstudium in den Agrarwissenschaften. Parallel wurden mehrere Praktika absolviert, als Betriebsberater in Süddeutschland gearbeitet und ein Netzwerk aus Moor-Mitstreitern aufgebaut.

Nach seiner Rückkehr in die Heimat bekam Sebastian die Chance, mit Subventionen aus dem Naturschutz seinen heutigen Betrieb aufzubauen. Natürlich muss auch der Landwirt Geld verdienen, doch finanzielle Beweggründe gaben für den unsicheren Schritt in die Selbstständigkeit nicht den entscheidenden Ausschlag, das war vielmehr ein Verantwortungsgefühl für den Moorschutz in seiner Heimat und das Bewusstsein, etwas Sinnvolles mit seinem Leben anzufangen. In diesem Sinne ist Sebastian unentwegt damit beschäftigt, hohe Wasserstände auf seinen Flächen zu gewährleisten, um die CO₂-Emittierung so gering wie möglich zu halten. Nach neuen Kooperationen und Absatzwegen für seine Rohstoffe Ausschau halten, steht ebenfalls ganz oben auf der To-do-Liste eines Klimamoorschutzes.

Sebastian ist noch nicht am Ziel, aber auf einem sehr guten Weg dorthin. Auf dem wäre er jetzt wahrscheinlich nicht, wenn er damals auf seine Eltern gehört hätte. Die rieten ihm nämlich von einer Zukunft in der Landwirtschaft ab. Er solle lieber etwas Vernünftiges machen, sagten sie.


Michelle Spitzer – Die Umweltingenieurin

Moderatorin, Schauspielerin, Tierärztin. Mit einem dieser Berufe hätte sich Michelle Spitzer in der Mittelstufe durchaus anfreunden können. Doch es kam anders. Die Hochschulreife in der Tasche, zog es die heute 31-Jährige nach ihrer Schulzeit zunächst auf Reisen mit verschiedenen Stationen in Neuseeland. Gedanken sortieren, andere Kulturen und vor allem die eigenen Stärken und Interessen kennenlernen, waren dabei die erklärten Ziele. Die dabei gewonnenen Erfahrungen und der stetig wachsende Wunsch, später einen sinnvollen und nachhaltigen Beruf auszuüben, führten sie zu ihrem Studium des Bauingenieurwesens.

Und dann packte sie während des Bachelors wieder das Fernweh. Dieses Mal ging es nach Thunder Bay, Kanada. Michelle lernte sich in dieser Zeit noch besser kennen. Sie schärfte ihren Fokus neu und beschäftigte sich damit, wie man eine Versorgung der umliegenden Bevölkerung mit frischem Trinkwasser sicherstellen konnte. Zurück in Hannover nahm sie den Master Umweltingenieurwesen in Angriff – und zog erfolgreich durch.

Neben ihrer mathematischen Begabung half ihr dabei sicherlich auch die Neugierde für Stoffströme. Vor allem für solche, die Rest- und Abfallstoffe transportieren – meistens nur bis zur nächsten Mülldeponie, wie Michelle schon in jungen Jahren negativ aufge-





fallen war. Dass der Weg von vermeintlichem Abfall ganz andere Abzweigungen nehmen kann, weiß sie heute besser als viele andere.

Seit Frühjahr 2022 ist Michelle Spitzer nämlich Ko-Gründerin und Chief of Corporate Sustainability von eco:fibr, ein Start-up aus Hannover, das die langen Blätter und die Kronen von Ananaspflanzen aus Costa Rica zu Zellstoff für die Papierindustrie verarbeitet. Auf diese Weise erfährt der einstige Abfall nicht nur eine grundsätzliche Aufwertung mit der Möglichkeit zur Vermarktung, sondern der innovative Ansatz wirkt sich auch positiv auf die Umwelt und die Menschen vor Ort aus.

Nach Ernte der zweiten Frucht waren die Ananasreste in Costa Rica für die Landwirte bisher kommerziell nicht mehr nutzbar. Um die Felder möglichst schnell wieder für eine neue Aussaat bestellen zu können, wurden die Reststoffe mit chemischen Mitteln für eine beschleunigte Trocknung behandelt. Eine einfache Kompostierung, wie sie mit vielen anderen Pflanzen möglich ist, gelingt mit den robusten Bestandteilen der Ananas nicht.

In einem zweiten Schritt wurde der trockene Abfall direkt auf dem Feld verbrannt. Der Ausstoß von CO₂ und anderen potenziell schädigenden Stoffen kann durch die Geschäftsidee von eco:fibr voraussichtlich in den kommenden Jahren reduziert werden. Während man den Bauern schon heute einen Teil der Reststoffe abnimmt, ist das Ziel des Führungstrios, diese Menge sukzessiv auf 100% zu steigern. Mit einer Pilotanlage vor Ort will man dafür den Grundstein legen. Die Inbetriebnahme erfolgt voraussichtlich Ende 2026.

Das Leben der Umweltingenieurin hat nach ihrem Schulabschluss viele Wendungen genommen, mit denen sie nicht gerechnet hatte. Von fernen Auslandsaufenthalten und einem anspruchsvollen Studium, das mit Nebenjobs finanziert werden musste, bis zu einer Unternehmensgründung mit zwei guten Freunden, die ebenfalls parallel dazu ablief. Michelles Lernkurve geht weiterhin steil bergauf und die Menge an Herausforderungen ist sicherlich nicht kleiner geworden, doch Michelle liebt, was sie tut. Und sie möchte gerade junge Frauen ermutigen es ihr gleichzutun: einen Job mit Sinn wählen und gemeinsam an einer besseren Zukunft arbeiten.

Und wenn es Michelle Spitzer einmal zu viel wird, schlüpft sie in ihre Sportschuhe und läuft sich Stress und Anspannung von der Seele. Danach geht sie wieder frisch ans Werk: neue Investoren an Bord holen, Zellstoffproben testen, mit Partnern in Costa Rica callen ...

Studium + Forschung zur Bioökonomie

Wie aus den vorherigen Kapiteln hervorgeht, gibt es für interessierte (junge) Menschen vielfältige Möglichkeiten, an der Entwicklung der Bioökonomie in Deutschland und darüber hinaus aktiv mitzuwirken. Fragen über die Art, wie wir heute und zukünftig leben und mit den verfügbaren Ressourcen umgehen, betreffen uns alle. Daher scheint es sinnvoll, dass sich ein möglichst großer Teil der Gesellschaft in diese Themen einbringt.

Ein Engagement in Vereinen und die Mitarbeit in Verbänden kann ein wichtiger Pfeiler sein. Es braucht jedoch vor allem gut ausgebildete Fachkräfte in Forschung, Industrie und Politik – die Basis der Bioökonomie. So kann sich das Wissen über biobasierte Prozesse und Innovationen vergrößern und Fortschritte auf allen Ebenen hin zu einer nachhaltigen Bioökonomie erreichen.

Dieses Fachwissen wird in der Regel im Rahmen einer Ausbildung oder eines Studiums erlangt. Laut einer Erhebung des Deutschen Biomasseforschungszentrums (DBFZ) gab es in Deutschland im Jahr 2020 132 Ausbildungsberufe mit Bezug zur Bioökonomie. Zudem waren es nach einer Studie von biooekonomie.de und BMBF zufolge fast 900 Forschungsinstitute (an Universitäten, Fachhochschulen sowie außeruniversitären Einrichtungen), die sich 2023/2024 mit relevanten Bioökonomie-Themen beschäftigten.

Diese Vielzahl an Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten spiegelt die Spitzenposition wider, die Deutschland in der Bioökonomie weltweit einnimmt, vor allem im Hinblick auf die Forschung in vielen Disziplinen, die für die Bioökonomie wichtig sind. Worauf diese Führungsrolle zurückzuführen ist, wo besonders viele biobasierte Innovationen und Kooperationen entstehen und welche Studiengänge es in Deutschland zur Bioökonomie gibt, darum geht es in diesem Kapitel.



Bioökonomieförderung in Deutschland

Die Bundesregierung setzt sich bereits seit den 1990er Jahren für die Transformation zu einer Wirtschaftsweise ein, die sich an natürlichen Kreisläufen orientiert und auf einer innovativen Nutzung von biologischen Rohstoffen und Innovationen gründet. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung nimmt dabei seit jeher eine besondere Stellung ein.

Im Jahr 2010 wurde unter Federführung des BMBF die Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030 veröffentlicht. Drei Jahre darauf folgte die ressortübergreifende Nationale Politikstrategie Bioökonomie des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Mit der Nationalen Bioökonomiestrategie aus dem Jahr 2020, unter gemeinsamer Federführung von BMBF und BMEL, baute die Bundesregierung auf diesen beiden wegweisenden Strategien auf und bündelte die geplanten politischen Aktivitäten in einem kohärenten Rahmen.

Auf Basis dieser Strategien und durch ein umfassendes Engagement auf europäischer Ebene und von EU-Institutionen hat sich eine florierende Bioökonomie-Landschaft entwickelt, deren Erfolg im Einzelnen auf mehreren Faktoren basiert. Ein Baustein stellt der Bioökonomierat der Bundesregierung dar. Das politische Beratungsgremium aus interdisziplinären

Expertinnen und Experten setzte insbesondere Akzente in der Nachwuchsförderung, stärkte den gesellschaftlichen Dialog und trug zum Aufbau eines internationalen Bioökonomie-Netzwerks bei. Der ehrenamtliche Einsatz der Ratsmitglieder ist ein anschauliches Beispiel dafür, dass man die Entwicklung der biobasierten Wirtschaft auch außerhalb von klassischen Arbeitsstrukturen maßgeblich gestalten und so nachhaltig beeinflussen kann.

Als wichtige Instanz zur Forschungsförderung in Deutschland setzt sich das BMBF dafür ein, vielversprechende Forschungsprojekte zu realisieren. Im Mittelpunkt der wissenschaftlichen Vorhaben sollte dabei vor allem ein Erkenntnisgewinn über biologische Prinzipien, Systeme und Verfahren stehen – vom Molekül über ein- und mehrzellige Organismen bis hin zu Wechselwirkungen maßgeschneiderter Mikroorganismen oder neuer Nutzpflanzen mit der Umwelt. Hierfür ist die Einbindung weiterer Disziplinen unabdingbar.

Mit Maßnahmen zur Entwicklung neuer Verfahren und Produkte können beispielsweise fossile Rohstoffe ersetzt werden. Dabei ist es wichtig, dass diese Innovationen im besten Fall ressourceneffizient und umweltschonend sind und eine hohe Wertschöpfung

mit sich bringen. Über all dem steht das Bestreben, das Wirtschaftssystem auf nachhaltige Weise umzubauen und die damit einhergehenden gesellschaftlichen Veränderungen zu erkennen und verantwortungsvoll zu begleiten.

Diesem vielschichtigen Komplex aus unterschiedlichen Themen, Disziplinen und Zielen begegnet das BMBF mit einem Ansatz, der die Natur-, Sozial- und Technikwissenschaften integriert, von der Grundlagenforschung bis zur experimentellen Entwicklung reicht und auf **sechs Bausteinen** gründet: Biologisches Wissen als Schlüssel der Bioökonomie, Konvergierende Technologien und disziplinübergreifende Zusammenarbeit, Grenzen und Potenziale, Transfer in die Anwendung, Bioökonomie und Gesellschaft sowie Globale Forschungs Kooperationen.

➤ Die Interdisziplinarität ist ein wichtiges Merkmal der Bioökonomie, ihr gemeinsamer Nenner ist biologisches Wissen. Neue Erkenntnisse über Organismen und ihre Funktionen können etwa von der Biotechnologie genutzt werden, um resistenteren Sorten von Nutzpflanzen zu entwickeln. Die Chemieindustrie kann Bakterien und Hefen für die Herstellung von Bernsteinsäure und anderen wichtigen Chemikalien einsetzen. Neben einzelnen Produkten, die am Ende eines Forschungsvorhabens stehen können, sind vor allem auch Herstellungs- und Recyclingprozesse von Interesse, die möglichst ressourceneffizient ablaufen sollen. Somit geraten Vorhaben in den Blick, die weitgehend geschlossene Stoffkreisläufe sowie die Koppel- und Kaskadennutzung erforschen. Ein Beispiel für letzteres ist die stoffliche und energetische Nutzung von Klärschlamm. Im besten Fall wird das biologische Wissen so eingesetzt, dass daraus Schlüsselinnovationen für verschiedenste Anwendungsreiche hervorgehen.

➤ Zur Entwicklung von Bioökonomie-Innovationen ist es häufig notwendig, disziplinübergreifend zu arbeiten. Neue Technologien sind dabei wichtige Werkzeuge. Dazu zählen neben den Lebenswissenschaften etwa die Nanotechnologie, Künstliche Intelligenz und Digitalisierung. Durch ihre Verbindung mit biologischem Wissen entstehen neuartige Anwendungen, wie zum Beispiel moderne Roboter in der Landwirtschaft.

➤ Dabei sollen auch die planetaren Grenzen im Blick behalten werden. Für die Bioökonomie bedeutet das, insbesondere die Verfügbarkeiten von biologischen Ressourcen zu kennen und eine nachhaltige Nutzung zu gewährleisten. Ein weiterer Baustein liegt daher in der Erhebung von Daten zum Status quo und geeig-



netter Methoden, um den Verbrauch neuer biobasierter Prozesse und Produkte zu bestimmen.

➤ Mit Einrichtung der Agentur für Sprunginnovationen (SPRIND) unter Federführung der Ministerien für Forschung (BMBF) und Wirtschaft (BMWK) wurde eine Institution nach dem Kern des vierten Bausteins eingerichtet: Innovation aus der Forschung zügig und erfolgreich in die Anwendung bringen. Von zentraler Bedeutung ist dafür die Förderung von Demonstrations- und Reallaboren sowie die frühzeitige Einbindung und der begleitende Austausch von Wirtschaftsexpertise. Zudem sind wegen der relativ langen und häufig kostspieligen Entwicklungszeit gerade Start-ups sowie kleine und mittlere Unternehmen (KMU) mit hohem Innovationspotenzial zu unterstützen. Für diesen Komplex aus transdisziplinärem Denken, Handeln und einer Arbeitsweise, die häufig weit über routinierte Standardprozesse hinausgeht, braucht es Fachkräfte, die das BMBF mit verschiedenen Maßnahmen fördert. Ein Beispiel ist die Förderinitiative BioKreativ, die jungen Forschenden aus den Natur-, IT- und Ingenieurwissenschaften den Aufbau einer Nachwuchsgruppe für die Bioökonomie-Forschung ermöglicht.

➤ Je schneller die biobasierte Transformation voranschreitet, desto wichtiger ist die Begleitung des gesellschaftlichen Wandels, der damit einhergeht. Damit Innovationen Akzeptanz finden und zur Anwendung kommen, müssen mögliche Probleme vorhergesehen und geeignete Lösungsansätze ausgearbeitet werden. Die Anfertigung transparenter, vergleichender Nachhaltigkeitsbilanzen, die den gesamten Zyklus eines Produkts erfassen, ist ein wichtiger Bestandteil dessen. Für die Analyse von Folgewirkungen sind vor allem Erkenntnisse aus den

Natur- und Technikwissenschaften sowie der Politik-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften gefragt. Das Konzept Bioökonomie als gesellschaftlicher Wandel des BMBF bildet diesen Bereich ab und soll entsprechende Forschungsprojekte fördern.

➤ Die Bioökonomie ist Bestandteil der globalen Agenden zu Nachhaltigkeit, Klima- und Umweltschutz. Sie findet auf der internationalen wie auf der lokalen Ebene statt, begleitet von Kooperationen, die über Gebietsgrenzen hinausgehen. Aus dem Austausch von Wissen und Rohstoffen können wertvolle Synergieeffekte sowie regional angepasste Bioökonomiestrategien resultieren. Voraussetzung dafür sind transnationale Netzwerke, die Personen und Institutionen aus Wirtschaft, Politik, Wissenschaft und Gesellschaft zusammenbringen. Das BMBF fördert diese auf verschiedenen Wegen. Dazu zählen unter anderem die Einführung des Global Bioeconomy Summit, das politische Engagement in den EU-Institutionen und Initiativen wie die Bioökonomie International – Bioeconomy International 2021.



Hubs für Bioökonomie

In Deutschland wird an vielen Orten zur Bioökonomie gearbeitet, in manchen Gegenden haben sich interdisziplinäre Hubs gebildet, in denen besonders viel passiert. Forschen, kooperieren, umsetzen – das haben sich etliche von ihnen auf die Fahnen geschrieben. In Deutschland gibt es mehrere solcher regionalen Netzwerke, in denen engagierte Vertreterinnen und Vertreter aus Wissenschaft, Industrie und Politik zusammenarbeiten. Die folgenden fünf exemplarischen Hubs weisen unterschiedliche Konzepte und Strukturen, aber auch eine Reihe von Gemeinsamkeiten

auf: Sie möchten die Bioökonomie in ihren Regionen voranbringen und damit gleichzeitig für wirtschaftliche Entwicklung und Nachhaltigkeit sorgen, sind ein Hort für Innovationen und verzeichnen vor allem dann Erfolge, wenn möglichst viele unterschiedliche Disziplinen zusammenarbeiten. Hieraus resultiert vor allem für junge Menschen die Möglichkeit, einen abwechslungsreichen, sinnvollen Karriereweg mit Perspektive einzuschlagen. Die fünf regionalen Netzwerke der Bioökonomie im Kurzporträt:

› Die Modellregion Bioökonomie im Rheinischen Revier

Das Rheinische Revier befindet sich im Dreieck Düsseldorf-Köln-Aachen, der einstigen Vorzeigeregion für Braunkohleabbau. Doch das war einmal. Parallel zum deutschen Kohleausstieg bis spätestens Ende 2038 soll sich die fossile Wirtschaftsregion sukzessive zu einem nachhaltigen Leuchtturm-Gebiet mit neuen Arbeitsplätzen in Zukunftsbranchen wandeln. Neben thematischen Schwerpunkten wie Digitalisierung und Wasserstoffwirtschaft ist im Strukturstärkungsgesetz Kohleregionen (StStG) der Aufbau einer Modellregion für Kreislaufwirtschaft mit neuen Wertschöpfungspotenzialen für die Bioökonomie vorgesehen. Das BMBF unterstützt dieses Ziel mit der Förderung von drei Forschungskonsortien: Innovationscluster Bioökonomie-REVIER, Bio4MatPro, Bioökonomie Verstehen. Verbinden. Unterstützen. Während sich die Forschenden im Rahmen der ersten beiden Vorhaben vor allem mit der Entwicklung von biobasierten Lösungen in den Bereichen Biotechnologie, Landwirtschaft, Materialien sowie Kunststoff- und Produktionstechnik befassen, begleiten im dritten Konsortium Wirtschafts-/Technologie-Expertinnen und Experten verschiedene Förderprojekte bei ihrer Integration in die Bioökonomieregion.

› Universität Hohenheim mit Bioökonomie-Schwerpunkt

Die Universität Hohenheim deckt mit ihren wissenschaftlichen Schwerpunkten zu Agrar, Natur, Wirtschaft und Sozialwesen einen großen Teil des Bioökonomie-Themenspektrums ab. Mit Einführung des Masters Bioeconomy im Jahr 2014 führte die Institution den europaweit ersten spezifischen Studiengang zur Bioökonomie ein. Dieser Fokus wurde zunächst auf weitere Studiengänge übertragen. Inzwischen ist Bioökonomie das übergeordnete Leitthema der drei Fakultäten. Die Lehre in Hohenheim ist von einem hohen Praxisbezug und einer internationalen Ausrichtung geprägt. Beides wirkt sich nicht nur positiv auf die Qualität der Bildungswege an sich aus, sondern vergrößert zudem die Chance für internationale Karrieren.

› TUM Bioökonomie-Campus Straubing

Mit dem Campus Straubing als Teil der Technischen Universität München (TUM) ist in Süddeutschland ein weiterer Hotspot zur Bioökonomie anzutreffen. Studierende können aus einer Vielzahl von Bachelor- und Masterstudiengängen zu Biotechnologie, nachwachsenden Rohstoffen und Bioökonomie wählen. Mit seinen Forschungseinrichtungen, darunter Institute für Bioprozesstechnik und Nachhaltige Chemie, spielt er eine wichtige Rolle für die innovative Nutzung biologischer Ressourcen. Ein Beispiel dafür ist die Entwicklung neuer synthetischer Kraftstoffe, die in einer vom BMBF geförderten Demonstrationsanlage erfolgt. Die Forschung am Campus wird von engen Koopera-

tionen mit nationalen und internationalen Industriepartnern begleitet, wodurch Forschungsergebnisse bedarfsgerecht in innovative Produkte übertragen werden können.

› BioÖkonomiezentrum Anklam

Mecklenburg-Vorpommern verfügt über eine stetig wachsende Forschungslandschaft zur biobasierten Wirtschaft und viele innovationsfreundliche Unternehmen. Die Universität Greifswald bietet seit Ende 2022 den Master-Studiengang Bioökonomie an. Mit Einrichtung des BioÖkonomiezentrums Anklam im Jahr 2021 strebt man danach, die Kräfte aus Wissenschaft und Wirtschaft zu bündeln, um so Wertschöpfung und Wirtschaftswachstum in der Region zu fördern. Hierfür haben sich in dem Zentrum bisher 18 Firmen angesiedelt, die vornehmlich aus dem Pharmasektor stammen, aber auch mit erneuerbaren Roh- und Reststoffen arbeiten. Erkenntnisse aus den umliegenden Forschungseinrichtungen unterstützen dabei.

Das BioÖkonomiezentrum Anklam ist aufgrund seiner Ausrichtung keine Anlaufstelle für Studieninteressierte, aber es bietet jungen Forschenden, Unternehmerinnen und Unternehmern gute Kooperations- und Entwicklungsmöglichkeiten.

› Bioökonomie in Mitteldeutschland

Eine weitere Modellregion zur Bioökonomie formiert sich in der Mitte Deutschlands, in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen. Treiber dieser Entwicklung sind vor allem in der Landes- und Bundespolitik sowie im Spitzencluster BioEconomy e.V. auszumachen. Letzteres ist mit Bioökonomie-Expertinnen und -Experten aus Wirtschaft und Wissenschaft besetzt und maßgeblich für den Aufbau eines über die Landesgrenzen hinausgehenden Netzwerks und einer Forschungslandschaft verantwortlich, die neben der Grundlagen- einen Schwerpunkt auf die angewandte Forschung legt. Ein wichtiges Beispiel dafür stellt das Bioraffinerie-Forschungszentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse (CBP) in Leuna dar. Das Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ) und das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) sind zwei weitere Institutionen, die jungen Menschen verschiedenste Möglichkeiten bieten, sich in der Bioökonomie zu etablieren.



Bioökonomie und Biotechnologie studieren

Die deutsche Forschungslandschaft im Bereich der Bioökonomie zeichnet sich durch wissenschaftliche Exzellenz und eine Vielfalt von Studien- und Ausbildungsgängen aus. Innerhalb der naturwissenschaftlichen Disziplinen erstreckt sich die Spanne von den Agrarwissenschaften bis zur Chemie, von den Energietechnologien bis zur Prozess- und Verfahrenstechnik. Querschnittsfelder wie die Biotechnologie oder die Kommunikationstechnologie sowie geisteswissenschaftliche Fächer verbinden Forschungsansätze miteinander und erzeugen Synergien.

Da es also nicht den einen typischen Beruf in der Bioökonomie gibt, können junge Menschen aus einer Fülle von Studiengängen wählen, die sie für unterschiedliche Anforderungen in diesem Zukunftsfeld qualifizieren. Eine Option stellt die Wahl eines eher klassischen Studienfachs wie Lebensmitteltechnik, Volkswirtschaftslehre oder Politikwissenschaft dar. Während man mit einem Abschluss im Food-Sektor beispielsweise neue Proteine für vegane Fleischalternativen entwickeln könnte, bildet ökonomisches Wissen die Grundlage für die Beschaffung von erneuerbaren Rohstoffen, die es etwa für die Produktion von Kleidungsstücken aus Holzfasern benötigt. Mehrere Bundesministerien sind auf politisches Know-how angewiesen, wenn es um die Entwicklung geeigneter

Rahmenbedingungen geht. Wichtige Pfeiler der biologischen Transformation stellen insbesondere die Förderung von vielversprechenden Forschungsvorhaben, mutigen Unternehmensgründungen und des gesellschaftlichen Dialogs zu neuen Konsumprodukten und Technologien dar.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, spezialisierte Bioökonomie-Studiengänge und -Abschlüsse zu wählen, die von immer mehr Universitäten und Hochschulen angeboten werden. Die Bachelor- und Masterstudiengänge verfolgen mit der Wissensvermittlung von ökologischen, sozialen, politischen und wirtschaftlichen Aspekten der Bioökonomie einen besonders interdisziplinären Ansatz, der durch einen übergreifenden Blickwinkel von regionalen bis internationalen Fragestellungen begleitet wird. Auf diese Weise erlangen Studierende ein breites Verständnis über biobasiertes Wirtschaften mit all seinen Herausforderungen, Chancen und Stellschrauben, an denen es – vielleicht von ihnen selbst – zu drehen gilt.

Andere Studiengänge tragen den Bioökonomiebegriff nicht im Namen, behandeln jedoch explizit Schlüsselbereiche biobasierten Wirtschaftens. Dazu zählen insbesondere diese: Biotechnologie, Ressourcenmanagement und Nachhaltigkeit. Warum die Bio-

technologie zentral für die Bioökonomieentwicklung ist, wurde bereits im vorherigen Kapitel erörtert. Ein intelligentes Management von Stoff- und Ressourcenmanagement ist unabdingbar, um biobasierte Materialien für Produktionsverfahren zur Verfügung zu stellen und Verluste entlang der Wertschöpfungskette reduzieren zu können. Da eine Bioökonomie auf Dauer zudem nur dann erfolgreich sein kann, wenn Aspekte des Klima-, Umwelt- und Naturschutzes Berücksichtigung finden, sind Studiengänge mit Nachhaltigkeitsfokus ebenfalls von großer Bedeutung.

Welche Hochschulen und Universitäten explizit die Schwerpunkte Bioökonomie | Biotechnologie in Form von Bachelor- und Masterstudiengängen anbieten, ist in den folgenden Tabellen vermerkt. Über den ersten QR-Code ist zudem eine Übersicht zum Studienangebot Ressourcenmanagement und Nachhaltigkeit einzusehen, der zweite führt zu den knapp 900 Einrichtungen der außeruniversitären Forschung und Ressortforschung sowie Fachhochschulen und Universitäten, die in der Bioökonomie ebenfalls aktiv sind.



Bioökonomie

Bundesland	Universität/ Hochschule	Studiengang
Baden-Württemberg	Uni Hohenheim	Bioeconomy, M.Sc.
Bayern	TU München	Bioökonomie, B.Sc.
	TU München	Bioeconomy, M.Sc.
	TH Rosenheim	Circular Economy, M.Sc.
Mecklenburg-Vorpommern	Uni Greifswald	Bioeconomy, M.Sc.
Niedersachsen	HAWK Göttingen	Green Engineering - Nachhaltige Energie- und Verfahrenstechnik für die Bioökonomie, M.Eng.
Nordrhein-Westfalen	Hochschule Rhein-Waal	Biological Resources, M.Sc.

Industrielle Biotechnologie

Bundesland	Universität/ Hochschule	Studiengang
Baden-Württemberg	Hochschule Biberach	Industrielle Biotechnologie,
	Uni Ulm	Industrielle Biotechnologie, M.Sc.
Bayern	Hochschule Ansbach	Industrielle Biotechnologie, B.Sc.
	Hochschule Ansbach	Applied Biotechnology, M.Sc.
	Uni Bayreuth	Biofabrication, M.Sc.
	TU München	Industrielle Biotechnologie, M.Sc.
	TU München	Chemische Biotechnologie, B.Sc.
Berlin	TU Berlin	Biotechnologie, B.Sc. & M.Sc.
Brandenburg	TU Cottbus-Senftenberg	Technologien Biogener Rohstoffe, B.Sc.
Hamburg	TU Hamburg	Bioverfahrenstechnik, M.Sc.
	TU Hamburg	Chemical and Bioprocess Engineering, M.Sc.
Hessen	Uni Gießen	Insect Biotechnology and Bioresources, M.Sc.
	Frankfurt University of Applied Sciences	Bioverfahrenstechnik, B.Eng.
	Frankfurt University of Applied Sciences	Bio- und Umwelttechnik, M.Eng.

Bundesland	Universität/ Hochschule	Studiengang
Niedersachsen	Hochschule Osnabrück	Bioverfahrenstechnik in Agrar- und Lebensmittelwirtschaft, B.Sc.
	TU Braunschweig	Biotechnologie (mit Spezialisierung Bioprosesstechnik), B.Sc. & M.Sc.
Nordrhein-Westfalen	Hochschule Ostwestfalen-Lippe	Industrielle Biotechnologie/ Life Science Technologies, B.Sc. & M.Sc.
	Hochschule Rhein-Waal	Biomaterials Science, B.Sc.
	TU Dortmund	Bioingenieurswesen, B.Sc & M.Sc.
	RWTH Aachen	Molekulare und Angewandte Biotechnologie, B.Sc.
Saarland	Uni des Saarlandes	Biotechnologie (Schwerpunkt System-biotechnologie), M.Sc.
Sachsen	TU Dresden	Verfahrenstechnik und Naturstofftechnik Aufbaustudium, Diplom
Sachsen-Anhalt	Hochschule Merseburg	Green Engineering – Gestaltung nachhaltiger Prozesse, B.Eng.
	MLU Halle	Pharmaceutical and Industrial Biotechnology, M.Sc.
	Uni Magdeburg	Biosystemtechnik, B.Sc.
Schleswig-Holstein	FH Lübeck	Technische Biochemie, M.Sc.

Ist das #ZukunftBioökonomie?

Die Bioökonomie wird ein Teil unserer Zukunft sein. Wie sehr sie jedoch unterschiedliche Bereiche unserer Wirtschaft und unseres Alltags verändern wird, steht hingegen noch nicht fest. Um sich konkret über erwünschte und unerwünschte Entwicklungen auszutauschen, können konkrete Zukunftsbilder helfen.

Sechs Persönlichkeiten, die in innovativen Bereichen arbeiten und forschen, haben uns für dieses letzte Kapitel mögliche Zukunftsbilder beschrieben, die mit K.I.-generierten Bildern ergänzt wurden. Welche Aspekte findet ihr erstrebenswert, welche we-

niger? Was fehlt euch und was findet ihr schlichtweg unrealistisch? Um die Zukunft zu gestalten, müssen wir über sie ins Gespräch kommen.

Vielleicht hat euch dieses Magazin dazu inspiriert, eine Ausbildung, ein Studium, ein Ehrenamt oder einen Beruf in der Bioökonomie zu erwägen und so selbst aktiv eine nachhaltige Zukunft mitzugestalten. Noch viel mehr aktuelle Berichte, Themendossiers, Videos und multimediale Formate rund um die Bioökonomie findet ihr auf www.bioökonomie.de.



Mit Bio in die Höhe

„Das Bauwesen der Zukunft wird ressourcenschonend und emissionsarm sein. Doch technische Optimierung allein reicht nicht aus. Bauwerke sind dauerhaft und müssen auch ästhetisch überzeugen, unterstützt durch Architektur und regulatorische Rahmenbedingungen. Die Bioökonomie des Bauens fokussiert sich auf neue Rohstoffe, neben dem etablierten Holzbau kommen agrarische Rohstoffe wie Stroh, Hanf oder Miscanthus zum Einsatz. Bambus wird zu einem global genutzten Baustoff, und biobasierte Materialien wie Algen, bioplastische Werkstoffe oder 3D-Druck mit Lignin finden ihren Weg in die Bauwelt. Diese Materialien tragen zur langfristigen Kohlenstoffspeicherung bei. Architekten, die sich auf den Bau Bestand oder den Bau mit Altmaterialien spezialisieren, spielen eine wichtige Rolle, ebenso wie Experten für modulare Vorfertigung und digitale Planungstools. Nachhaltigkeit erfordert nicht nur technisches Wissen, sondern auch kreativen Umgang mit Materialien und ein Gespür für Raumgefühl und Haptik.“

Jan Grossarth, Professor für Bioökonomie an der Hochschule Biberach



Bauernhof der Zukunft

„Der Bauernhof der Zukunft verbindet Mensch und Technologie für eine nachhaltige Landwirtschaft. Drohnen sammeln Daten über den Zustand der Pflanzen, während autonome Maschinen gezielt bewässern, düngen und ernten. Landwirte agieren als Datenmanager, steuern den Betrieb per Smartphone und passen die Prozesse mithilfe einer zentralen Plattform an. Auch im Stall überwachen Sensoren die Vitaldaten der Tiere und optimieren Fütterung und Melken. Hülsenfrüchte verbessern den Boden, und eine umfassende Fruchtfolge und angepasste Sorten fördern die Klimaanpassung des Pflanzenbaus. Zudem bieten biotechnologische Innovationen wie kultiviertes Fleisch und neue Fermentation nachhaltige Alternativen zur Viehhaltung. Eine Biogasanlage erzeugt Strom aus organischen Abfällen, und die Vernetzung mit anderen Landwirten sowie die direkte Vermarktung an Kunden über digitale Plattformen optimiert die Transparenz. Dieser Hof steht für Effizienz, Umweltschutz und Innovation, um die Landwirtschaft zukunftsfähig zu gestalten.“

Hanno Koßmann, Doktorand an der Fakultät Landwirtschaft, Lebensmittel und Ernährung, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf



Essen perfekt designt

„Die Lebensmitteltechnologie der Zukunft wird durch Künstliche Intelligenz, Robotik und Biotechnologie revolutioniert. Alternative Proteine aus Pflanzen, Algen, Insekten und Zellkulturen spielen eine zentrale Rolle, um den steigenden Proteinbedarf der Weltbevölkerung nachhaltig zu decken. Auch aus Hanfsamen lässt sich in Zukunft wertvolles Protein gewinnen. Lebensmittel-Ingenieure züchten Fleisch im Labor oder extrahieren alternative Proteine. Ein neuer Berufszweig, das Food Design, kombiniert Ernährung und Technologie, um innovative Gerichte zu entwickeln, die nicht nur schmackhaft, sondern auch gesund und umweltschonend sind. Roboter-Köche bereiten in Restaurants personalisierte Mahlzeiten in Sekunden zu, während Data Scientists komplexe Ernährungsmuster analysieren, um globale Ernährungskrisen zu verhindern. Lieferdrohnen transportieren frische, maßgeschneiderte Lebensmittel direkt in die Haushalte. Diese Vision verspricht nicht nur Effizienz und Nachhaltigkeit, sondern auch neue Berufe und Technologien, die unsere Ernährung grundlegend verändern.“

Ute Weisz, Professorin an der TU München und Projektleiterin im BMBF-Innovationsraum NewFoodSystems



Aus dem Alltag eines Algenfarmers

„Im Jahr 2050 sind Algenfarmen allgegenwärtig und versorgen die Welt mit Nahrung, Medikamenten, Textilien und Biokraftstoffen. Die vollautomatisierten Anlagen bestellen eigenständig Rohstoffe, organisieren Reparaturen und liefern fertige Produkte. KI-basierte Systeme präsentieren Forschungsergebnisse und schlagen Produktentwicklungen vor, abgestimmt auf aktuelle Bedürfnisse. Diese Anlagen nutzen erneuerbare Energien als biologische Regelkraftwerke, verstärken Stromverbrauch bei Überschuss und reduzieren ihn bei Knappheit. Tagsüber wird Sonnen- und Windenergie genutzt, nachts Atomstrom aus Europa. Algenfarmen haben Mangelernährung bekämpft, Ernährungssicherheit hergestellt und mit neuen Medikamenten Krankheiten zurückgedrängt. Trotz der Automatisierung bleibt der Alltag des Algenfarmers dynamisch: Laborwerte analysieren, Innovationen entwickeln und Netzwerke mit Investoren und Influencern pflegen. In einer KI-gesteuerten Welt sind persönliche Kontakte wieder wichtiger geworden.“

Jörg Ullmann, Geschäftsführer der Algenfarm Klötze GmbH & Co. KG



Mode rundherum nachhaltig

„Die Textilindustrie der Zukunft basiert auf Fairness gegenüber Menschen und der Umwelt. Das heißt, dass Löhne in der gesamten Lieferkette gezahlt werden, die ein gutes Leben ermöglichen. Die Textilindustrie ist feministisch und setzt sich für die Rechte von Minderheiten ein. Weil sie Umweltschutz mitdenkt, entwickelt sie sich immer mehr zu einer Kreislaufwirtschaft, die Materialien so oft wie möglich wiederverwendet und den Verbraucher*innen Strategien aufzeigt, die den Lebenszyklus verlängern, wie zum Beispiel Reparatur, richtige Pflege und Entsorgung. Die Textilien der Zukunft sind größtenteils biologischen Ursprungs und ein großer Teil der Forschung fokussiert sich auf Entwicklung neuer Materialien. Die Gewinne von Unternehmen werden in Forschung, Closing-the-Loop-Konzepte und Naturschutzprojekte investiert. Es wird kein Rohöl mehr verwendet und Materialien aus pflanzlichen Fasern werden biologisch angebaut. Die Industrie sowie die Verbraucher*innen wertschätzen ihre Kleidung wieder mehr als heute und Überkonsum gibt es nicht mehr. Kleidung für den Einmalgebrauch ist sogar verboten.“

Frederike Bartzsch, Nachhaltigkeitsmanagerin bei H&M



Ein Rückblick aus der Zukunft

„Ein Rückblick aus der Zukunft: Letztendlich waren es nicht die unmittelbaren Konsequenzen der zahlreichen bioökonomischen Innovationen, die von jungen Forschenden, Entrepreneuren und Citoyen vorangetrieben wurden, denen wir die wirkungsvollsten Transformationen verdanken. Nicht jene zahlreichen interdisziplinären Lösungen und ‚DeepTech‘-basierten Produkte der Bioökonomie, die zur Klimaneutralität beigetragen haben, zur Erreichung der Sustainable Development Goals und zur Sicherung der Freiheit kommender Generationen. Letztendlich waren es die ästhetischen, erkenntnistheoretischen und moralphilosophischen Konsequenzen der bioökonomischen Wende, die für uns Menschen die größte Wirkung hatten und haben: Zu erleben, dass am natürlichen Stoffkreislauf orientiertes und biobasiertes Unternehmertum nicht ‚nur‘ die effizientere, sondern auch für uns als Spezies effektivere Form des Wirtschaftens ist, weil sie uns gesünder, resilienter, gerechter und freier von (geopolitischen) Abhängigkeiten gemacht hat. Das war die tatsächliche Transformation.“

Manouchehr Shamsrizi, politischer Philosoph, Soziologe, Unternehmensgründer und Journalist



Notizen

Impressum

Herausgeber

bioökonomie.de ist eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF)

bioökonomie.de

c/o BIOCOM Interrelations GmbH
Jacobsenweg 61
13509 Berlin
www.biooekonomie.de

Redaktion

Kristin Kambach, Dr. Martin Reich

Gestaltung

Michaela Reblin

Bilder

Stock.adobe.com: 4th Life Photography (S. 19) |
Leonardo Franko (S. 21) | bluedesign (S. 23) |
oxie99 (S. 25) | imaginando (S. 27) |
4th Life Photography (S. 28) | nickolya (S. 32)

Profilbilder: Ricardo Gent: VCI e.V. | Hannelore
Daniel: NewFoodSystems/Janosch Gruschczyk |
Volkmar Keuter: Fraunhofer UMSICHT

Druck

myflyer GmbH

Berlin, November 2024



Diese Broschüre besteht zu gleichen Teilen aus FSC-Zellstoffen und Grasfasern, die von Ausgleichsflächen stammen, die nicht für den Anbau von Lebensmittel- oder Futterpflanzen genutzt werden.



BIOÖKONOMIE DE

EINE INITIATIVE VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

