



BIOÖKONOMIE UND KREISLAUFWIRTSCHAFT – NACHHALTIGE INNOVATIONEN UND WACHSTUMSCHANCEN

Ökologische Verträglichkeit und nachhaltiges Wachstum – so lauten die wichtigsten Anforderungen, welche die Gesellschaft an die Wirtschaft in Deutschland stellt. Dafür muss das gegenwärtige Wirtschaftssystem so transformiert werden, dass Wertschöpfung nachhaltig erfolgt, Ressourcen optimal und gleichzeitig schonend genutzt werden und Umwelt, Klima und Natur lebenswert für kommende Generationen erhalten bleiben. Kreislaufwirtschaft und Bioökonomie sind mächtige Hebel, um diese Ziele zu erreichen. In den aktuellen Bioökonomiestrategien der Bundesregierung und der Länder werden Zielsetzungen und Maßnahmen definiert, die eine gesellschaftliche und industrielle Transformation in Richtung einer Bioökonomie bewirken. Die Fraunhofer-Gesellschaft stimmt mit den inhaltlichen und politischen Zielen und Maßnahmen der Bioökonomie-Strategien überein. Als europaweit führende Organisation der angewandten Forschung

BEGRIFFSDEFINITION

Bioökonomie

Die Bioökonomie wird definiert als die Erzeugung und Nutzung biologischer Ressourcen (auch Wissen), um Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen eines zukunftsfähigen Wirtschaftssystems bereitzustellen.¹

Kreislaufwirtschaft

Die Kreislaufwirtschaft ist ein Modell der Produktion und des Verbrauchs, bei dem bestehende Materialien und Produkte so lange wie möglich geteilt, geleast, wiederverwendet, repariert, aufgearbeitet und recycelt werden. Auf diese Weise wird der Lebenszyklus der Produkte verlängert. In der Praxis bedeutet dies, dass Abfälle auf ein Minimum reduziert werden.²

hat die Fraunhofer-Gesellschaft daher Bioökonomie und Ressourceneffizienz als strategische Forschungsthemen benannt. Fraunhofer-Institute sind prädestiniert, Konzepte, Technologien und Verfahren zur industriellen Anwendung zu bringen. Sie bündeln ihr Know-how, um eine zirkuläre Wirtschaft ohne Abfallstoffe zu ermöglichen und sie tragen mit ihrer Forschung zu einer emissions- und schadstofffreien Produktion vieler Produkte bei, die mit neuen und verbesserten Eigenschaften auch ökonomisch konkurrenzfähig sind.

- 1 Bioökonomierat (2017): Was ist Bioökonomie? Verfügbar unter: <https://bioekonomierat.de/bioekonomie/>
- 2 EU-Parlament (2015): Kreislaufwirtschaft: Definition und Vorteile. Verfügbar unter: <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/economy/20151201STO05603/kreislaufwirtschaft-definition-und-vorteile>



Einsatzgebiete von Bioökonomie und zirkuläres Wirtschaften

Die Chemieproduktion nutzt heute zum weitaus überwiegenden Teil Erdöl und Erdgas als Rohstoff (ca. 90 Prozent). Die Bioökonomie erschließt neue nachwachsende Rohstoffe als zusätzliche Quellen und als Ersatz für konventionelle Rohstoffe für die nachhaltige Erzeugung von Materialien und Produkten. Sie ermöglicht es, auch Rest- und Abfallstoffe effizient zu nutzen, in den Produktkreislauf zu integrieren und damit der Nahrungsproduktion auf landwirtschaftlichen Anbauflächen den Vorzug zu geben. Die Bioökonomie nutzt und schützt natürliche Ressourcen wie Wasser und liefert wegweisende Lösungen im Sinne einer effizienten Aufbereitung. Dies beinhaltet auch die Rückgewinnung von Wert- und wichtigen Bodennährstoffen. Die nachhaltige Erzeugung von gesunden, sicheren und hochwertigen Nahrungsmitteln ist nicht nur ein Grundbedarf unseres täglichen Lebens, sondern zusätzliches Kernziel der Bioökonomie. Um Klima und Ökosysteme zu bewahren, müssen neue Rohstoffquellen, insbesondere Proteinquellen, erschlossen und alternative Anbaumethoden für hochwertige Lebensmittel weiterentwickelt werden – etwa »Indoor-« und »Vertical Farming«. Dies schont begrenzte Anbauflächen und reduziert den Verbrauch an Düngemitteln und Wasser. Darüber hinaus leistet es einen wichtigen Beitrag zu einer resilienten Lebensmittelproduktion wie beispielsweise einer sicheren Versorgung des Verbrauchers, insbesondere in urbanen

Räumen auf kurzen Wegen mit gesunden Nahrungsmitteln. Eine besondere Belastung für die Natur stellt die Verschmutzung der Umwelt mit Plastik dar. Im Bereich der Polymere (»Kunststoffe«) sind daher neue Ansätze gefordert: Verbundstoffe sollten sich in Grundmaterialien für den Recyclingprozess zerlegen lassen, um im Rahmen einer geschlossenen Kreislaufwirtschaft erneut einer hochwertigen Anwendung zugeführt werden zu können. Dort, wo diese Verwertung nicht möglich ist, sollen sie in der Umwelt abbaubar sein.

Seit mehr als 30 Jahren werden Biotechnologie und Bioökonomie in Deutschland durch den Bund und die Länder gefördert. Daraus hat sich eine vielfältige und differenzierte Forschungslandschaft entwickelt, die eine Vielzahl von Technologien und Produktideen hervorgebracht hat. Deren Anwendung findet heute noch weitgehend in Nischenbereichen statt. Eine große Herausforderung beim Transfer der Ergebnisse in die industrielle Umsetzung liegt in der Skalierung von Prozessen vom Labor- in den industriellen Maßstab. Dafür sind großmaßstäbliche Demonstratoren von Reallaboren bis zu industriellen Ökosystemen mit weitgehend geschlossenen Wasser- und Stoffkreisläufen nötig. Gleichmaßen ist eine sektorübergreifende Verfahrenstechnik erforderlich, die es ermöglicht, Nutzungskaskaden und Kreisläufe als holistisches System zu optimieren. Erst diese Verbindung ermöglicht die intelligente Anwendung biologischer Ressourcen und Prinzipien für die Erzeugung neuer Produkte, bei gleichzeitig

kleinerem ökologischen »Fußabdruck« der Produktion. Biotechnologischen Verfahren kommt hier herausragende Bedeutung zu.

Die Fraunhofer-Gesellschaft engagiert sich in den folgenden Einsatzfeldern:

1. Funktionelle und kreislauffähige Biomaterialien

Dazu gehören biobasierte Carbonfasern, beispielsweise aus Cellulose oder Lignin, die im Leichtbau eingesetzt werden können. Für LKW, PKW und auch Fahrräder existieren Reifen aus Kautschuk, der aus den Wurzeln russischen Löwenzahns gewonnen wurde – einer Ressource, die auf heimischen Böden angebaut werden kann.

2. Wasser als Ressource

Mit Hilfe einer flexiblen und biologischen Reinigung können Abwässer aus Kommunen aber auch industriellen Anlagen einer konsequenten Wiederverwendung zugeführt und für die Bewässerung stadtnaher landwirtschaftlicher Produktionsflächen – inklusive der wiedergewonnenen Nährstoffe – genutzt werden.

3. Schutz von Lebensmitteln

Mit Hilfe neuartiger Verpackungen, beispielsweise auf Basis von Biokunststoffen und biobasierten funktionellen Beschichtungen kann die Haltbarkeit von Lebensmitteln verlängert werden. Dies trägt ebenso zu einer effizienteren Verwertung natürlicher Rohstoffe bei, wie die Nutzung von Rest- und Abfallstoffen aus der Lebensmitteltechnologie.



4. Erzeugung neuer Lebensmittelzutaten

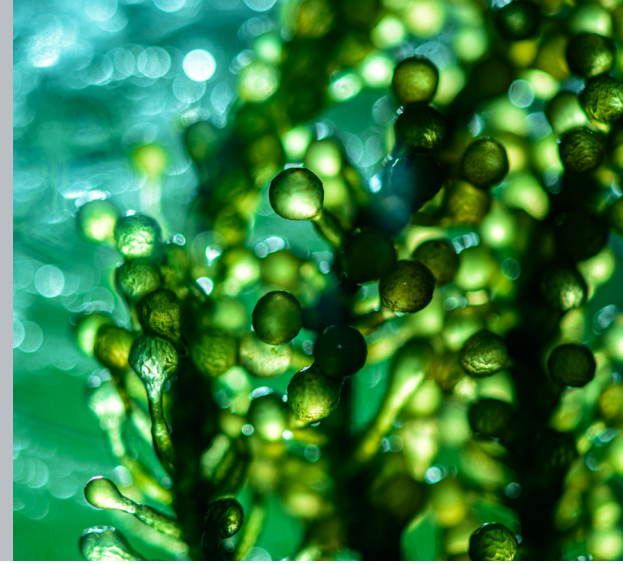
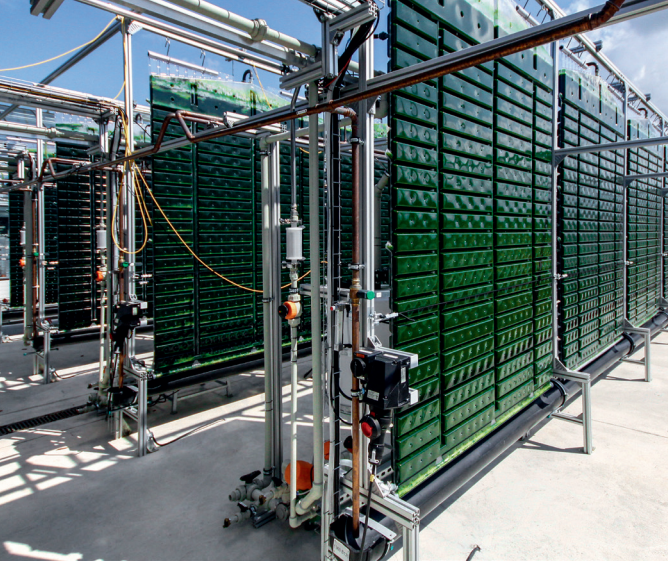
In integrierten Ansätzen werden in alternativen Anbausystemen unter Schließung vorhandener Stoffströme Proteine und andere Inhaltsstoffe aus neuen Quellen für die Lebensmittelherstellung gewonnen. Dies führt nicht nur zu einer deutlichen Verbesserung der Rohstoffeffizienz in der Agrar- und Lebensmittelindustrie, sondern ermöglicht zugleich die Herstellung gesunder Lebensmittel mit optimalem ernährungsphysiologischen Profil.

5. Verfahren der Chemie und Biotechnologie

Mikroorganismen wie Algen, Hefen oder Bakterien werden in der biotechnologischen Produktion von Spezialchemikalien wie Vitaminen oder auch der pharmazeutischen Produktion eingesetzt, um natürliche Reaktionsmechanismen zu nutzen, die mit weniger Reaktionsschritten, geringerem Energie- und Chemikalieneinsatz zu realisieren sind. Des Weiteren ist das Erzielen wirtschaftlicher Produktausbeuten und die Entwicklung kostengünstiger Reinigungsverfahren entscheidend für den Transfer in die Wirtschaft. Die Möglichkeiten der biotechnologischen Produktion sind bei weitem noch nicht ausgeschöpft. Die Überführung der Methoden aus dem Labor in den industriellen Maßstab stellt jedoch oft den entscheidenden Schritt im Technologietransfer dar.

6. Adaptive Verfahren und Anlagen, in Aufbereitung, Verarbeitung und Recycling

Apparate, Maschinen und Anlagen vor allem in der Produktion von Massenverbrauchsgütern müssen besser in der Lage sein, sich an natürliche Schwankungsbreiten nachwachsender Rohstoffe anpassen zu können, um den Aufwand zur Konditionierung von Rohstoffen und Halbfabrikaten zu verringern und die Wertschöpfung in adaptiven Wertschöpfungsnetzen zu maximieren.



HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

■ Die Bundesregierung hat im Jahr 2020 die zweite Bioökonomie-Strategie aufgelegt.³ Die aktuelle Strategie wurde inhaltlich deutlich weiterentwickelt und an die aktuellen Herausforderungen angepasst. Sie beinhaltet zwei Leitlinien: 1) Mit biologischem Wissen und verantwortungsvollen Innovationen zu einer nachhaltigen, klimaneutralen Entwicklung, 2) Mit biogenen Rohstoffen zu einer nachhaltigen, kreislaforientierten Wirtschaft. Um diese Ziele zu erreichen, sind in den kommenden Jahren ressortübergreifende Maßnahmen erforderlich, die den Wandel zu einer nachhaltigen, kreislaforientierten und biobasierten Wirtschaft politisch unterstützen. Aufgrund der zukunftsweisenden Bedeutung der Bioökonomie ist eine Erhöhung des geplanten Budgets / Fördervolumens für diese Maßnahmen dringend erforderlich.

■ Einführung einer wirksamen CO₂-Bepreisung, um einen fairen Kostenvergleich zwischen klassischen, fossil-basierten Prozessen sowie neuen bioökonomischen

Abläufen zu erlauben – inklusive Umwelt- und Entsorgungskosten / Externalitäten. Zügige Entwicklung eines wissenschaftlichen Multiparameter-Standards zur Gesamtbeurteilung von Zirkularität und Nachhaltigkeit durch Systembetrachtung und digitale Zwillinge von Produktionsprozessen und Wertschöpfungsnetzwerken.

■ Die Bioökonomie-Politik der Bundesregierung sollte sich konsequent an den UN-Nachhaltigkeitszielen orientieren, wobei eine stärkere strategische Verzahnung der Bioökonomiepolitik mit anderen Politikfeldern (zum Beispiel Politiken zu Nachhaltigkeit, Energiewende, Mobilitätskonzepten, Kreislaufwirtschaft, Rohstoffversorgung /-effizienz, Entwicklungspolitik, Landwirtschaft und Ernährung) auf hohen politischen Ebenen voranzutreiben ist.

■ Stärkere Berücksichtigung bioökonomischer Konzepte und Vorhaben bei den Nachhaltigkeitszielen, insbesondere zur weltweiten Ernährungssicherung, zu Klima-, Arten- und Umweltschutz, zu

Lebensqualität in Städten und ländlichen Räumen sowie zu Beschäftigung, Gesundheit und Wohlstand in Deutschland.

■ Erweiterung des Verständnisses für den Begriff »natürliche Ressourcen« über nachwachsende Rohstoffe hinaus auf Kenntnis biologischer Prinzipien und Prozesse (Biologisierung oder Biointelligenz). In diesem Zusammenhang sollte die ressortübergreifende Agenda »Von der Biologie zur Innovation«, die im Koalitionsvertrag von 2017 angekündigt war, auch politisch ausgearbeitet und umgesetzt werden.

■ Schaffung von regionalen (CIRCONOMY®) Hubs für ganzheitliche Innovationsprozesse, um Zirkularität und Nachhaltigkeit von u.a. biofunktionalen Materialien, Lebens- und Futtermitteln, lebenswichtigen Ressourcen (z.B. Wasser) und chem. und biotechnologischen Produktionsverfahren zu verbessern.

³ Die erste Bioökonomiestrategie wurde im Jahr 2010 veröffentlicht.

Weiterführende Informationen: Bioökonomie

■ **Fraunhofer Strategisches Forschungsfeld:**

Bioökonomie

■ **Fraunhofer-Projekt:**

Evolutionäre bioökonomische Prozesse EVOBIO

■ **Fraunhofer-Cluster of Excellence:**

Fraunhofer Cluster Circular Plastics Economy CCPE

■ **Fraunhofer-Projekt:**

Souveräne Wertschöpfungszyklen – Fraunhofer UMSICHT

Kontakt

Abteilung Wissenschaftspolitik, Ansprechpartner: Dr. Patrick Dieckhoff
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.
E-Mail: patrick.dieckhoff@zv.fraunhofer.de, www.fraunhofer.de

Februar 2021
© Fraunhofer-Gesellschaft e.V.