

# Ökologie und Bioökonomie

## Zusammenfassung des Rundgesprächs

Ingrid Kögel-Knabner und Susanne S. Renner

Bioökonomie wird definiert als die Erzeugung und Nutzung biologischer Ressourcen, um Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen eines zukunftsfähigen Wirtschaftssystems bereitzustellen. Sie beschreibt damit die Transformation zu einer nachhaltigen, biobasierten Wirtschaftsweise, die auf dem Wissen über biologische Prozesse und der Nutzung dieses Wissens für die Entwicklung von Technologien und innovativen Produkten beruht.

**Flächenverfügbarkeit.** Neben der Erzeugung von Lebens- und Futtermitteln müssen die Flächen, die zum Anbau nachwachsender Rohstoffen zur stofflichen und energetischen Nutzung geeignet sind, noch vielen weiteren Ansprüchen wie dem Landbedarf für Städte, Siedlungen, Industrie, Verkehr, Erholung und Freizeit sowie für Wasser-, Boden-, Klima- und Naturschutz genügen. In dem Rundgespräch ging es daher v.a. um die Frage, wie die Biomasseproduktion nachhaltig und umweltverträglich erhöht werden kann, um den steigenden Bedarf bei Umsetzung der Bioökonomiekonzepte zu befriedigen.

**Umweltverträglicher Anbau von »Energiepflanzen«.** Mehrjährige Anbausysteme wie *Miscanthus*, Durchwachsene Silphie, *Sida*, Riesenweizengras und mehrjährige Wildpflanzenmischungen können helfen, Bodenerosion zu vermindern und die Bodenfruchtbarkeit zu verbessern sowie, insbesondere im Falle der Wildpflanzenmischungen, die Biodiversität und damit das Potenzial zur biologischen Schädlingsbekämpfung zu erhöhen.

Auf Landschafts- und auf Betriebsebene können sie durch ihren Anbau auf marginalen Agrarflächen und ungünstig gelegenen Betriebsflächen, als Windschutz, angrenzend an Gewässerrandstreifen oder auf ökologischen Vorrangflächen integriert werden, ohne dass es zu einer Verschärfung der Zielkonflikte mit der Lebens- und Futtermittelproduktion oder dem Naturschutz kommt.

In biobasierten Wertschöpfungsketten können die auf Marginal- oder Grenzertragsstandorten angebauten Pflanzen in vielfältiger Weise als Rohstoffe für die Industrie genutzt werden. Auf Betriebsebene können z.B. neben Biogas auch Rohstoffe für die eigene Nutztierhaltung, für die Nahrungsmittel- und die Papierherstellung und für eine Bioraffinerie erzeugt werden.

Insgesamt besteht jedoch die Gefahr, dass positive Effekte durch eine auf sie folgende noch intensivere Nutzung kompensiert werden. Benötigt werden daher nicht nur andere Pflanzen, sondern ganz neue Agrarsysteme, um zu einer heterogenen, multifunktionalen Agrarlandschaft mit vielfältigen Ökosystemleistungen zu kommen.

**Standörtliche Gegebenheiten.** Bei der Wahl der optimalen Pflanzenarten sind in der Forst- und Landwirtschaft die standörtlichen Gegebenheiten zu berücksichtigen. Dies gilt auch bei der Pflanzenbautechnik (z. B. Bodenbearbeitung, Düngung, Ernte). Ein Ansatz hierfür ist die teilflächenspezifische Düngung, durch die Stickstoffeinträge in Böden und Gewässern gesenkt werden können. Um ihre bisher nur zögerliche Anwen-

- ✉ Prof. Dr. Dr. h.c. Ingrid Kögel-Knabner, Technische Universität München, Lehrstuhl für Bodenkunde, Emil-Ramann-Straße 2, 85354 Freising; koegel@wzw.tum.de
- ✉ Prof. Dr. Susanne S. Renner, Ludwig-Maximilians-Universität München, Lehrstuhl für Systematische Botanik und Mykologie, Menzinger Straße 67, 80638 München; renner@lmu.de

dung in der Praxis zu verbessern, sind v. a. eine intensive Beratung und Betreuung der Landwirte und die Weiterentwicklung der Programme in Bezug auf eine bessere Düngemittelalgorithmen und eine bessere Anwenderfreundlichkeit nötig.

Auch in die Grenzwertsetzungen sollten standörtliche Gegebenheiten einfließen. Obwohl sich rein technisch Standorte oder Regionen auf unterschiedlichen Skalen differenziert erfassen lassen, gehen gesetzliche Regelungen darauf nicht genügend ein.

**Pflanzenzüchtung.** Durch neue *Miscanthus*-Hybride, die auf Stresstoleranz v. a. gegenüber Frost, Wassermangel und hohe Salzgehalte im Boden selektiert sind, kann das Anbauggebiet dieser Pflanzen wesentlich erweitert werden. *Miscanthus* kann damit europaweit auf Flächen angebaut werden, die für eine Lebens- und Futtermittelproduktion nicht geeignet sind bzw. die künftig bei einem verstärkten Auftreten langer und intensiver Trockenperioden bei steigenden Temperaturen voraussichtlich nicht mehr geeignet sein werden.

Die gezielte DNA-marker-gestützte Selektion und die Genomeditierung (z. B. die CRISPR/Cas-Methode zur Merkmalsveränderung) stellen aussichtsreiche neue Züchtungsmethoden dar. Bei der Nutzung vorhandener genetischer Ressourcen, z. B. alter Mais-Landrassen, können mit diesen Methoden unvorhersehbare unerwünschte Nebeneffekte bei der Züchtung minimiert werden.

**Insektenvielfalt.** Mit zunehmender Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion nimmt die auf den Flächen vorhandene Vielfalt an Insekten ab. Auf Landschaftsebene wird die Diversität durch kleinere Flächengrößen und durch Randstrukturen wie Hecken oder Agroforstsysteme (»Energieholz-Streifen«) gefördert. Damit verbunden steigt die Möglichkeit, die vorhandene Artenvielfalt zur biologischen Schädlingsbekämpfung zu nutzen und so den Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel zu verringern. Bei der Mahd führt der Gebrauch von Konditionierern (»Aufbereitern«) zur Beschleunigung der Trocknung des Grünzugs zu großen Insektenverlusten; ähnliches gilt für Mulcher, wie sie zum Mähen der Straßenränder eingesetzt werden.

Es braucht eine Förderung bzw. eine Anschubfinanzierung für die Entwicklung neuer Technologien, z. B. müssen innovative Verfahren wie eine bedarfsgerechte Düngung und eine insektenfreundliche Mahd gefördert werden. Über eine staatliche Förderung muss das Potenzial zur Selbstregulierung von Ökosystemen ausgeschöpft werden, um den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zu verringern.

**Naturschutz.** Über 80 % der Grünlandbiototypen in Deutschland sind nach der aktuellen Roten Liste der Biototypen gefährdet. Für den Erhalt der Diversität sind besonders extensiv genutzten Grasländer wichtig. Schon eine geringe Intensivierung, z. B. von ein auf zwei Mal pro Jahr mähen, reduziert die Artenvielfalt stark. Die extensiv genutzten Grasländer, deren Erhalt durch Subventionen gefördert wird, stehen jedoch nicht mehr für andere Nutzungen, z. B. als Viehfutter, zur Verfügung; selbst das Mähgut wird teilweise vernichtet. Es stellt sich die Frage, warum Biomasse, die auf Naturschutzgrünland steht, nicht biotechnologisch für neue Produkte genutzt werden sollte.

Aus Sicht des Naturschutzes ist derzeit noch kein hinreichender Schutz von Natur und Landschaft bei der Biomasseproduktion sichergestellt. Es braucht zukunftsweisende Konzepte, wie angesichts der begrenzten Fläche eine stärker an ökologischen Prinzipien ausgerichtete Landwirtschaft, die Biodiversitätsaspekte und auch Aspekte des Ressourcenschutzes stärker in den Blick nimmt, gelingen kann. Gleichzeitig muss eine notwendige Reduzierung des Rohstoff- und des Energieverbrauchs stattfinden, Stoffkreisläufe müssen geschlossen und Mehrfachnutzungen ermöglicht werden, Produkte müssen langlebig und recyclingfähig gestaltet werden.

**Wald, Holz.** Der Wald spielt für den Klimaschutz wegen seiner CO<sub>2</sub>-Senkenleistung eine herausragende Rolle. Eine längerfristige C-Speicherwirkung ist bei der Nutzung von Holz jedoch nur gegeben, wenn es im Bauwesen verwendet wird. Technisch neuartige Werkstoffe aus verschiedenen Baumarten und vorgefertigte Bauelemente stellen dabei eine besondere innovative Wertschöpfung dar.

Im Zuge des Waldumbaus wird in Deutschland vermehrt Laubholz vorhanden sein. Um die

Ressource Holz so effizient und nachhaltig wie möglich zu nutzen, ist zum einen die Entwicklung neuer, innovativer Verfahren und Produkte dringend erforderlich, mit denen Laubholz, v. a. Buche, stärker stofflich genutzt werden kann. Zum anderen müssen die Konzepte Kreislaufwirtschaft und Kaskadennutzung mehr als bisher in Nutzungsketten integriert werden. Als Grundlage der holzbasierten Bioökonomie ist dabei eine nachhaltige Forstwirtschaft, die das Ökosystem Wald in Gänze bewahrt, unverzichtbar.

Neben einer Integration von Naturschutz und Nutzung auf der großen Fläche braucht es gleichzeitig Standorte mit einer freien (natürlichen) Waldentwicklung.

**Nachhaltigkeit.** Dass Produkte auf Biomassebasis tatsächlich nachhaltiger sind als Produkte auf Erdölbasis, muss jeweils einzeln nachgewiesen werden. Lebenszyklusanalysen unter Einbeziehung ökologischer, ökonomischer und gesellschaftlicher Aspekte in Verbindung mit Stoffstromanalysen sind notwendig, um nachhaltige Produktlinien identifizieren zu können.

Die Nachhaltigkeit muss über die gesamte Wertschöpfungskette und unter Einbeziehung vielfältiger Nachhaltigkeitsindikatoren berechnet werden. Neben der gesamten Art der Biomasseverarbeitung (einschließlich dabei entstehender Reststoffe, Vor- und Nebenprodukte) bis zur Nutzung, Weiter- und Wiederverwertung (reuse/recycling) oder Entsorgung der Endprodukte müssen in Wertschöpfungsketten auch die biologischen Gesetzmäßigkeiten bei der Produktion der Biomasse eingehen. Erst anhand solcher vollständiger Ökobilanzen lassen sich verschiedene Handlungsoptionen umfassend vergleichen. Es ist die Aufgabe der Politik, umfassende Nachhaltigkeitsberechnungen zu fördern und einzufordern, wobei das Instrument der Technikfolgenabschätzung zur Bewertung der Auswirkungen neuer Technologien stärker als bisher eingesetzt werden sollte.

**Agrarumweltmaßnahmen.** Im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU soll u. a. durch Agrarumweltmaßnahmen die Umweltbelastung verringert werden. Dass dies vielfach nicht gelingt, zeigen z. B. die Abnahme der Vogelarten in der Agrarlandschaft und die anhaltend hohe Nitratbelastung im Grundwasser.

In handlungsbasierten Ansätzen werden dem Maßnahmenteilnehmer (dem Landwirt) die entstehenden Kosten und Einkommensverluste ausgeglichen, jedoch i. d. R. mit einheitlichen Prämiensätzen im gesamten Maßnahmensgebiet. Dies hat zur Folge, dass an Hohertragsstandorten der Anreiz zur Programmteilnahme wegen der zu erwartenden Ertragsverluste gering ist, während es in Gegenden extensiver Landnutzung zu Mitnahmeeffekten kommt. Demgegenüber sind ergebnisorientierte Ansätze geprägt von hohen Kosten durch das dafür notwendige einzelbetriebliche Monitoring, von einer ungenauen Zuordnung von Verursacher und Umwelteffekt und von dem Risiko, dass Faktoren, die außerhalb des Einflussbereichs des Landwirts liegen, das Ergebnis beeinflussen. Durch Nutzung z. B. von Fernerkundungsdaten lassen sich die Kosten senken, was Zahlungen in der Höhe tatsächlich erbrachter Leistungen ermöglicht.

Durch verbesserte einzelbetriebliche Monitoring-Programme könnten darüber hinaus sämtliche messbaren Ökosystemdienstleistungen erfasst werden. Dadurch könnten Zahlungen für Ökosystemdienstleistungen künftig aus einem Verhandlungsprozess zwischen Maßnahmenplanern und Leistungsbereitstellern hervorgehen, unter Berücksichtigung der standörtlichen Gegebenheiten und der tatsächlichen Opportunitätskosten.

**Wissen und Innovationen.** Bioökonomie ist ein Konzept, das sich entwickelt und das in seinen Chancen, aber auch in seinen Risiken in gesellschaftlichen Diskursen fortlaufend verhandelt werden muss.

In dem sog. »Zwiebelmodell der Wertschöpfung« steigen die Wertschöpfung und die Relevanz von Innovation und geistigem Eigentum in immer größeren Kreisen von der Biomasseproduktion über die direkte Biomassenutzung, über die Verarbeitung von Biomasse und über die Herstellung biobasierter Produkte bis zur Nutzung biologischen Wissens z. B. in den Bereichen IT, Design, Pharma und Bionik. Daher stellt sich die Frage, ob in Deutschland als Industrie- und Wissensstandort das verarbeitende Gewerbe durch Innovationen einen volkswirtschaftlich wertvolleren Beitrag zur Bioökonomie leisten kann, als es durch eine nur intensivierte Form der Landbewirtschaftung möglich wäre.

Voraussetzung dafür ist jedoch ein wesentlich besseres Verständnis biologischer Prozesse, als es bisher der Fall ist. Auch zum Systemverständnis generell fehlt, trotz aller Forschung,

immer noch zum Teil das Wissen. Hier gibt es deutlichen Aufholbedarf, sowohl im universitären Forschungsbereich als auch im Hinblick auf die Lehrpläne an den Schulen.