Gutachten des BioÖkonomieRats 2010

Innovation Bioökonomie

BioÖkonomieRat

Innovation Bioökonomie

Forschung und Technologieentwicklung für Ernährungssicherung, nachhaltige Ressourcennutzung und Wettbewerbsfähigkeit

Vorwort

Zu den großen Herausforderungen unserer Zeit gehört die ausreichende Produktion von Biomasse – und damit der nachhaltige Umgang mit terrestrischen und aquatischen bzw. marinen Ressourcen. Beide Aspekte haben direkten Einfluss auf die Märkte und das Preisgefüge biobasierter Produkte. Nur unter Beachtung aller Aspekte der Nachhaltigkeit wird es gelingen, die Ernährung einer wachsenden Weltbevölkerung zu sichern und gleichzeitig ausreichend Biomasse für die stoffliche und energetische Nutzung bei sich verändernden Rahmenbedingungen – wie z. B. den lokalen Auswirkungen der Klimadynamik – zu gewährleisten. Ressourcenschonende Produktionstechniken sind dafür ebenso eine wesentliche Voraussetzung wie die effiziente Verarbeitung und Nutzung der erzeugten Biomasse. Die Bioökonomie nimmt in diesem Zusammenhang eine Schlüsselrolle ein.

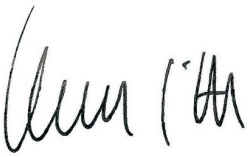
Um die Weichen in diesem zukunftsträchtigen Feld rechtzeitig zu stellen, hat die Bundesregierung die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech) gebeten, in Abstimmung mit dem BMBF und BMELV einen Forschungs- und Technologierat Bioökonomie einzurichten. Der BioÖkonomieRat wurde im Januar 2009 gegründet und legte bereits sechs Monate später „Erste Empfehlungen“ vor. Mit dem nun vorliegenden ersten umfassenden Gutachten werden diese „Ersten Empfehlungen“ fachlich detailliert unterlegt.

Das Gutachten ist Ergebnis eines breit angelegten Arbeitsprozesses. Dazu wurden vier Arbeitsgruppen, und zwar zu den Themenfeldern Boden, Pflanze, Tier und Biotechnologie, sowie zwei Querschnitts-Arbeitsgruppen zur Kommunikations- und Akzeptanzproblematik und zu internationalen Fragestellungen der Bioökonomie eingerichtet. In diesen Arbeitsgruppen waren neben Mitgliedern des Rats auch weitere Experten beteiligt, denen ich an dieser Stelle meinen ausdrücklichen Dank aussprechen möchte. Die in den Arbeitsgruppen entstandenen Papiere wurden extern begutachtet. Auch den Gutachterinnen und Gutachtern möchte ich an dieser Stelle ganz herzlich für ihre, z. T. auch kurzfristig zu erbringenden, Bewertungen danken. Die Beiträge der Arbeitsgruppen erscheinen, wie auch bei anderen acatech Vorhaben üblich, separat in der Autorenschaft der Arbeitsgruppenmitglieder. Diese vom Rat zur Erfüllung seiner Aufgabenstellung gewählte, eher pragmatische Herangehensweise hat sich in der Rückschau sehr bewährt. Insbesondere ist es mit dieser Strategie gelungen, die jeweils spezifischen Kontexte der unterschiedlichen Themenbereiche, von der Grundlagenforschung bis hin zu marktrelevanten Aspekten, adäquat zu berücksichtigen.

Nutzbare Biomasse ist ein knappes Gut. Dies gilt bereits heute, und zwar für Deutschland ebenso wie weltweit. Die wissensbasierte Bioökonomie verbindet die moderne Produktion der Biomasse mit Innovationen bei der Herstellung biobasierter Produkte. Forschung und Entwicklung im Bereich Bioökonomie verzahnt klassische akademische Bereiche, wie die Agrar- und Ernährungsforschung, mit neuen Forschungsfeldern, wie etwa der weißen, der grünen oder der roten Biotechnologie. Diese Brückenbildung ist prägend für den systemischen Charakter der Bioökonomie: Die Bioökonomieforschung ist stärker als bislang gefordert, über traditionelle Fächergrenzen hinweg Zusammenarbeit zu organisieren und die spätere Vermarktung bereits in einem möglichst frühen, vorwettbewerblichen Stadium in den Fokus zu nehmen.

Mit Blick auf die Anpassung an die aktuellen globalen Herausforderungen, gekoppelt mit der Suche nach neuen Wachstumsfeldern für den Wissenschafts-, Forschungs- und Wirtschaftsstandort Deutschland, belegt auch unser Gutachten: Nur durch wissens- bzw. forschungsbasierte Innovationen ist es möglich, den komplexen Anforderungen qualitativen Wachstums unter den Bedingungen der Nachhaltigkeit in einer zunehmend volatiler werdenden Welt zu begegnen.

Auf die Bioökonomie übertragen bedeutet dies, dass biobasierte Produkte künftig in ausreichender Qualität und Quantität, aber auch zu günstigen Preisen bereitzustellen sind. Eine wesentliche Voraussetzung für die Steigerung der Biomasseertragsmengen ist daher die Prüfung und Anwendung aller technischen Möglichkeiten, die eine nachhaltige Biomasseproduktion sicherstellen. Eine wichtige Prämisse für die Forschung im Bereich Bioökonomie ist eine grundsätzliche Technologieoffenheit. Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft tragen dafür gemeinsam Verantwortung. Wir tragen auch Verantwortung für das, was wir nicht tun.



(Prof. Dr. Reinhard F. Hüttl, Vorsitzender des BioÖkonomieRats)

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 2
Inhaltsverzeichnis 4
Zusammenfassung 6

1. Einleitung 10

2. Bioökonomie: Potenziale erkennen und umsetzen 12

2.1 Ziele für eine wettbewerbsfähige, nachhaltige Bioökonomie in Deutschland 12
2.2 Relevanz der Bioökonomie für Deutschland 16

3. Empfehlungen 20

Empfehlung 1:
Effiziente Wertschöpfungsketten, Verfahren und Produkte entwickeln 22
a) Neue biobasierte Produkte und Verfahren entwickeln 22
b) Neue biobasierte Energieträger und Verfahren entwickeln 24
c) Neue Verfahren der Lebensmittelproduktion entwickeln 25
d) Mehr verwertbare Biomasse effizienter produzieren und nutzen 26
e) Nachhaltigkeit unterschiedlicher Produktionsmethoden erfassen, bewerten und verbessern 27
f) Forschungsthemen 28

Empfehlung 2:
Welternährung sichern, Gesundheit fördern und globale Verantwortung wahrnehmen 29
a) Produktivität bei der Erzeugung von Grundnahrungsmitteln steigern 29
b) Produktqualität steigern, Gesundheit fördern 31
c) Partnerschaften mit Entwicklungs- und Schwellenländern unterstützen 31
d) Forschungsthemen 32

Empfehlung 3:
Natürliche Ressourcen nachhaltig nutzen 33

a) Bodennutzung verbessern, Bodenqualität erhöhen, Ökosystemdienstleistungen schützen 33

b) Wasser effizient nutzen, Wasserqualität verbessern 34

c) Nährstoffe gezielt einsetzen und nutzen 34

d) Genetische Ressourcen von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen sichern und effizient nutzen 35

e) Land- und Forstwirtschaft bei der Anpassung an den Klimawandel unterstützen 36

f) Forschungsthemen 37

Empfehlung 4:
Bioökonomie im System richtig aufstellen 38

a) Die öffentliche und private Forschungsinfrastruktur für Bioökonomie entwickeln, Netzwerke bilden, Forschungsförderung abstimmen und gemeinsam gestalten 38

b) Strategische Neuausrichtung bei internationalen Kooperationen vornehmen, internationale Vernetzung verbessern 42

c) Rechtliche Rahmenbedingungen zukunftsorientiert anpassen, Innovationshürden abbauen 43

d) Bewertungssysteme und -kriterien für wissenschaftliche Leistungen anpassen, Strukturen zur Beurteilung der Wettbewerbsfähigkeit von Forschungsförderung im Bereich Bioökonomie etablieren 45

e) Wissenschaftlichen Nachwuchs für die Bioökonomie gewinnen 45

f) Kommunikation und Partizipation zu innovativer Forschung und Technologieentwicklung auf neue Basis stellen 45

4. Zukünftige Aufgaben des BioÖkonomieRats 47

Glossar 50

Abkürzungsverzeichnis 54

Quellenangaben 56

Mitglieder des Forschungs- und Technologierats Bioökonomie 60

Impressum

Zusammenfassung

Bioökonomie umfasst alle wirtschaftlichen Sektoren und ihre dazugehörigen Dienstleistungen, die biologische Ressourcen produzieren, be- und verarbeiten oder in irgendeiner Form nutzen. Die Bioökonomie verbindet in der Regel sehr forschungsintensive wirtschaftliche Aktivitäten in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft mit den innovativen energetischen und stofflichen Nutzungen nachwachsender Rohstoffe und ist aufgrund dieser integrativen Wirkung für den Wirtschafts- und Technologiestandort Deutschland von zukunftsweisender Bedeutung. Durch steigende und neue Anforderungen an die biologischen Ressourcen und sich tiefgreifend ändernde Produktionsbedingungen (Globalisierung, Ressourcenverknappung, Klimawandel, diversifizierende Bevölkerungsentwicklung, steigende Energiekosten) leistet die Bioökonomie zudem einen wesentlichen Beitrag zur Antwort auf die großen globalen Herausforderungen unserer Zeit.

Das wirtschafts- und wissenschaftspolitisch strategisch zu erschließende Innovationspotenzial der Bioökonomie liegt in der Entwicklung von neuartigen Produkten und Produktionsverfahren, der Schaffung und Nutzung von Synergien sowie in der Erhöhung der Ressourceneffizienz der unterschiedlichen miteinander verbundenen Wertschöpfungsketten: von der Erzeugung der Biomasse in der Land- und Forstwirtschaft bis zu Endprodukten in der Ernährungswirtschaft, in der Energiewirtschaft und in Industriebereichen wie der Chemie-, Textil-, Papier- oder Pharmaindustrie. Das geschieht auf der Grundlage neuesten Wissens über die grundlegenden Vorgänge in Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen.

Aus Sicht des Rats ergeben sich für die Entwicklung der Bioökonomie in Deutschland folgende **Ziele**:

1. die Verbesserung der wirtschaftlichen Entwicklung und Wettbewerbsfähigkeit und damit der Wertschöpfung in Deutschland auf der Basis biobasierter Ansätze,
2. die Steigerung der Ressourceneffizienz entlang der kompletten biobasierten Wertschöpfungsketten,
3. die Sicherung der Bereitstellung öffentlicher Güter.

Die großen Herausforderungen unserer Zeit lassen sich nur bewältigen und erfolgreich in ökonomische und gesellschaftliche Werte überführen, wenn es gelingt, wichtige Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts im Bereich der Bio- und Lebenswissenschaften stärker mit den Agrar- und Ingenieurwissenschaften zu kombinieren und in erfolgreiche Innovationen umzusetzen. Wirtschaft und Wissenschaft sind hierbei mehr denn je als „System“ gefordert. Eine Zusammenführung von heute weitgehend noch sektoral agierenden Wissenschafts- und Wirtschaftsfeldern wird die deutsche Wettbewerbsfähigkeit stärken und Deutschlands Position als führender Wirtschafts- und Technologiestandort sichern. Zur strategischen Ausrichtung ist dazu auch eine verbesserte volkswirtschaftliche Datenbasis zur Erfassung der sich rasch entwickelnden Bioökonomie erforderlich.

Für den Bereich Bioökonomie weist die im aktuellen Koalitionsvertrag der Bundesregierung angekündigte Erarbeitung einer „international wettbewerbsfähigen Strategie zu einer wissensbasierten Bioökonomie" den richtigen Weg und wird daher vom BioÖkonomieRat ausdrücklich unterstützt. Der Rat hält es für zielführend, dass vorrangig eine Forschungsstrategie entwickelt wird, deren Ergebnisse in eine übergreifende Strategie zur Bioökonomie einfließen können. Zur Ausgestaltung einer derartigen Forschungsstrategie gibt der BioÖkonomieRat im vorliegenden Gutachten drei übergeordnete fachlich ausgerichtete Empfehlungen und adressiert dabei die wesentlichen Forschungsfelder mit jeweils detaillierten Programmempfehlungen. Abschließend folgt eine Empfehlung zu Strukturfragen. Insgesamt werden folgende **Maßnahmen** benannt:

1. Entwicklung effizienter Wertschöpfungsketten, Verfahren und Produkte,
2. Sicherung der Welternährung, Förderung der Gesundheit und Wahrnehmung der globalen Verantwortung Deutschlands,
3. nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen sowie
4. Aufstellung der Bioökonomie im System.

Entwicklung effizienter Wertschöpfungsketten, Verfahren und Produkte:

Die Voraussetzung für eine optimale Entwicklung aller technologisch möglichen und ökonomisch relevanten Wertschöpfungsketten sind ressourceneffiziente und wirtschaftliche Verfahren bzw. daraus entstehende hochwertige Produkte und Energieträger. Nicht nur innovative einzelne Wertschöpfungsketten, sondern die Verknüpfung dieser Ketten im System wird ein wesentlicher Innovationsbeitrag der Bioökonomieforschung sein.

Die Züchtung von Pflanzen und Tieren mit höheren Erträgen bzw. Leistungen und spezifischen Eigenschaften, einschließlich der Inhaltsstoffe für eine gesundheitsförderliche Ernährung, sind zentraler Teil einer bioökonomischen Forschungsstrategie, die dazu beiträgt, Wertschöpfungsketten zu optimieren.

Für ein nachhaltiges Wirtschaften sind die ausreichende Bereitstellung von Biomasse und der ressourcenschonende und effiziente Umgang mit Biomasse wesentlich.

Die Forschung zum Ausbau der stofflichen Nutzung von Biomasse durch Kombination von biotechnischen und chemischen Konversionsverfahren sowie verbesserten Enzymsystemen zum Aufschluss von Biomasse und Abfällen wird wesentliche Effizienzbeiträge liefern. Des Weiteren ist im Bereich der Industriellen Biotechnologie die zugrunde liegende Forschung intensiv voranzutreiben, um den vorhandenen hohen Innovationsstand zu halten und wo nötig auch zu verbessern.

Durch innovative biotechnologische Prozesse können der Rohstoff- und Energieverbrauch gesenkt, die Entstehung unerwünschter Neben-, Folge-, Kuppelprodukte und Emissionen gemindert werden.

Die Strategieentwicklung in der Bioökonomie sollte auf wissenschaftlicher Grundlage erfolgen und langfristig ausgerichtet sein. Dazu sind die betreffende sozioökonomische Forschung und die analytische Basis zu stärken. Beispielsweise sollten mit Hilfe dynamischer Systemmodelle unter Beachtung sozioökonomischer Gesichtspunkte alternative Szenarien zur Bioökonomie untersucht werden.

Sicherung der Welternährung, Förderung der Gesundheit und Wahrnehmung der globalen Verantwortung Deutschlands:

Bedeutende Wertschöpfungsketten der Bioökonomie liegen im Bereich der Ernährungswirtschaft. Von ihrer Effizienz und Nachhaltigkeit ist die Ernährung der Weltbevölkerung abhängig, während ihre Produkt- und Prozessqualität in direkter Beziehung zur menschlichen Gesundheit und Lebensqualität stehen.

In diesem Kontext steht die deutsche Forschung auch in der Verantwortung, Schwellen- und Entwicklungsländer bei der Sicherstellung einer quantitativ und qualitativ ausreichenden Ernährung ihrer Bevölkerung zu unterstützen und der Volatilität der Nahrungsmittelpreise entgegenzuwirken.

Standortbezogene Analysen von Produktionssystemen im internationalen Vergleich sind dazu erforderlich, insbesondere im Kleinbauernsektor der Entwicklungs- und Schwellenländer, da dieser eine wesentliche Säule der Welternährung darstellt.

Um den wachsenden Bedarf an Lebensmitteln, Futtermitteln und Rohstoffen für die stoffliche und energetische Nutzung decken zu können und die Konkurrenz um Biomasse zu balancieren, ist eine erhebliche Steigerung der Ernteerträge von Nahrungs- und Futterpflanzen sowie der Produktivität in der tierischen Produktion notwendig.

Zugleich sollte die Forschung zur Erhöhung des Gesundheitswertes von Lebensmitteln und eines gesundheitsförderlichen Ernährungsstils Priorität haben.

Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen:

Die Basis der bioökonomischen Wertschöpfung bilden die Georessourcen Boden und Wasser, Nährstoffe und die biologische Vielfalt von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen. Da diese Ressourcen nur begrenzt verfügbar sind, gilt es umso mehr, sie zu erhalten und nachhaltig zu nutzen.

Nachhaltige Bodennutzung, Bodenqualität und Ökosystemdienstleistungen müssen besser verstanden und neue gesicherte Erkenntnisse rascher in die Praxis überführt werden.

Sowohl bei veränderter Wasserverfügbarkeit als auch zur besseren Nutzung von Düngern und Nährstoffen müssen technische Lösungen durch optimierte Anbauverfahren und effizientere Pflanzensorten, die trockentoleranter und nährstoffeffizienter sind, entwickelt werden.

Zu berücksichtigen sind hierbei auch die regionalspezifischen Auswirkungen des Klimawandels. Alle Nutzungsoptionen für Biomasse sind unter der Prämisse der Ressourceneffizienz zu priorisieren und zu optimieren. Eine stärkere Nutzung biobasierter Produkte kann zweifellos dazu beitragen, die Klimaziele sowie das Ziel „Bekämpfung von Hunger und Armut“ der UN-Millenniumsziele zu erreichen.

Die Ökonomik der Ressourcennutzung, einschließlich institutioneller Regelungen, muss für die strategische Ausrichtung dieser Bioökonomieforschung gestärkt werden.

Eine weitere Priorisierung der Forschungsziele innerhalb der oben genannten Empfehlungen wird der BioÖkonomieRat in seinem zukünftigen Arbeitsprogramm durchführen. Kriterien hierzu sind: Wirtschaftlichkeit, Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit. Der BioÖkonomieRat hat hierfür bereits geeignete Indikatoren identifiziert.

Aufstellung der Bioökonomie im System:

Um die in den drei Forschungsfeldern genannten Themenbereiche effektiv bearbeiten und umsetzen zu können, sind vorhandene Strukturen und Rahmenbedingungen an die neuen Anforderungen anzupassen.

Insbesondere die Forschungsförderung ist hierfür besser zu vernetzen und generell zu stärken; die Forschungsinfrastruktur ist entsprechend weiter zu entwickeln. Neue Untersuchungen zeigen, dass verstärkte Investitionen in Forschung und Entwicklung grundlegende Voraussetzung für die ausreichende Verfügbarkeit von wichtigen Agrarrohstoffen sind und die Sicherung der Welternährung unterstützen müssen.

Bei der Weiterentwicklung der Forschungsförderung kommt neben der natur- und technikwissenschaftlichen auch der wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Forschung eine besondere Bedeutung zu. Nur mit diesen disziplinübergreifenden Ansätzen lassen sich die Potenziale der Bioökonomie in vollem Umfang realisieren. Zum einen geht es darum, eine die Technologieentwicklung begleitende Ökonomik zu etablieren, die eine möglichst frühzeitige Abschätzung der Wettbewerbsfähigkeit und Hinweise für nachhaltige Technologiepfade liefert. Zum anderen ist es Aufgabe der sozioökonomischen Forschung zu analysieren, wie die Effizienz der Bioökonomie durch innovative Steuerungs- und Anreizmechanismen verbessert werden kann.

Die hier vorgeschlagene Forschungsstrategie für die Bioökonomie ist eine Innovationsstrategie. Sie ist langfristig angelegt, fachübergreifend und ergebnis- und umsetzungsorientiert. Der BioÖkonomieRat empfiehlt unter Würdigung vorgenannter Punkte nachdrücklich die **Einrichtung eines ressortübergreifenden nationalen Forschungsprogramms Bioökonomie**, um auf Bundesseite eine gemeinsame und besser abgestimmte Forschungsförderung zu ermöglichen.

Eine enge Verknüpfung von privatwirtschaftlichen Forschungsaktivitäten mit denen der öffentlichen Hand ist eine weitere wichtige Voraussetzung für die erfolgreiche Entwicklung der Bioökonomie. Rechtliche Unsicherheiten, die die wirtschaftliche Anwendung von neuen Forschungsergebnissen behindern, sind zu klären. Die Zusammenarbeit und Synergienutzung von öffentlichen Forschungseinrichtungen und Industrieunternehmen verschiedener Größen und Branchen sind essentiell. Hierbei können neuartige Strukturen wie Cluster und Innovationsallianzen im Sinne von Open Innovation und Unusual Alliances zwischen Branchen, die bisher wenig miteinander zusammenarbeiteten, eine besondere Rolle spielen.

Bioökonomie und die damit verbundene Forschung sind nicht auf die nationale Ebene begrenzt. Insbesondere wenn es um das Erreichen internationaler, übergeordneter Ziele und um öffentliche Güter geht, ist Deutschland aufgefordert, seinen Beitrag im Zusammenwirken mit anderen Ländern zu leisten. Der BioÖkonomieRat vertritt die Auffassung, dass sich die **deutsche Bioökonomie und die nationale Bioökonomieforschung stärker als bislang im internationalen Umfeld strategisch und partnerschaftlich aufstellen** sollten. Wesentlich sind hierbei auch einheitliche länderübergreifende Grundsätze, z. B. für Import von Biomasse und Zulassung entsprechender Kulturpflanzen zum Anbau. Bei Technologieentscheidungen, wie der Nutzung von gentechnisch veränderten Pflanzen, sollten nicht nur die Risiken der Nutzung, sondern auch jene der Nicht-Nutzung in die wissenschaftliche Bewertung eingehen.

Das Wissen um bioökonomische Forschung, ihre Chancen für die Sicherung von Nachhaltigkeit, Innovation und Beschäftigung im Rahmen von Green-Growth-Strategien sind der Öffentlichkeit verstärkt zu erläutern und zu vermitteln. Die Einführung von neuen Produkten und Verfahren und die erfolgreiche Entwicklung der Märkte ist letztlich Aufgabe der Wirtschaft. Dabei muss das vorhandene Marktwissen für die strategische Ausrichtung von Forschungsprogrammen stärker als bislang genutzt werden. Staatliche Anreize und Fördermaßnahmen sollten höchstens temporärer Natur sein.

Insgesamt sieht es der Rat als notwendig an, dass Politik, Wissenschaft und Wirtschaft stärker als bislang zusammenarbeiten und ihre Maßnahmen im vorwettbewerblichen Bereich abstimmen. Der BioÖkonomieRat schlägt deshalb vor, für die notwendigen koordinierenden Aufgaben eine „Nationale Plattform Bioökonomie“ einzurichten.

1. Einleitung

Die Bioökonomie umfasst alle wirtschaftlichen Sektoren und deren Dienstleistungen, die biologische Ressourcen produzieren, be- und verarbeiten oder in irgendeiner Form nutzen (BÖR, 2009). Grundpfeiler der Bioökonomie sind die Jahrtausende alten Verfahren des Anbaus von Nutzpflanzen, der Waldbewirtschaftung, der Domestikation von Nutztieren sowie einfacher biotechnologischer Stoffumwandlungen. Die Photosynthese, mit der Pflanzen u. a. Kohlendioxid in Biomasse umwandeln, bildet die Grundlage des Lebens auf der Erde. Die dabei gebildete Biomasse ist die primäre Rohstoffbasis der Bioökonomie. Durch neue Anforderungen an die energetische und stoffliche Nutzung von biologischen Ressourcen und sich dramatisch ändernde Produktionsbedingungen (Globalisierung, Ressourcenverknappung, Klimawandel und diversifizierende Bevölkerungsentwicklung) steht die Bioökonomie als Wirtschaftssektor vor großen Herausforderungen. Diese lassen sich nur bewältigen und erfolgreich in ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Werte für den Wirtschaftsstandort Deutschland überführen, wenn es gelingt, bedeutende Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts im Bereich der Bio- und Lebenswissenschaften stärker mit denen der Agrar- und Ingenieurswissenschaften zu kombinieren und in erfolgreiche Innovationen umzusetzen. Für die Zukunft ist von großer Bedeutung, dass Wirtschaft und Wissenschaft bei dieser Entwicklung gemeinsam eine führende Rolle einnehmen. Dieser Gedanke liegt auch der Hightech-Strategie 2020 der Bundesregierung zugrunde (BMBF, 2010c).

Deshalb wurde 2009 der Forschungs- und Technologierat Bioökonomie bei der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech) eingerichtet. Mit der Etablierung dieses Gremiums bei einer der beiden nationalen Wissenschaftsakademien hat die Bundesregierung beratungspolitisches Neuland betreten. Erstmals ist ein Rat bei einer Akademie angesiedelt und nutzt auch deren Kompetenznetzwerke.

Zum Aufgabenspektrum des Rats gehört die Analyse wissenschaftsstrategischer Zielsetzungen in Bund und Ländern, der EU und anderen internationalen Partnerstaaten. Darüber hinaus ist er aufgefordert, die Bundesregierung bei der Erarbeitung einer Strategie zur Bioökonomie zu unterstützen. Eine Voraussetzung dafür sind Bestandsaufnahmen entsprechender Aktivitäten in Wirtschaftsunternehmen und Forschungseinrichtungen. Der konzeptionelle Ansatz des BioÖkonomieRats basiert daher auf einer Orientierung an Wertschöpfungsketten und verbindet Forschungs- und Wirtschaftsaspekte miteinander. Er setzt damit neue und über bisherige Ansätze hinausgehende Impulse.

Der Rat verfolgt mit seinen Empfehlungen das Ziel, die Potenziale der Bioökonomie aufzuzeigen, gesellschaftlich zu verankern und besser für Deutschland nutzbar zu machen. Er identifiziert zukünftige Forschungsbedarfe, entwickelt Konzepte für den Einsatz neuer, innovativer Technologien und schlägt Schwerpunkte für die Forschungsförderung und zur Weiterentwicklung von Forschungsstrukturen vor. Es geht grundsätzlich darum, die Rahmenbedingungen für die Bioökonomie zu verbessern. Der Rat knüpft damit an seine „Ersten Empfehlungen“ (BÖR, 2009) an.[1)]

Der Rat will dazu beitragen, den Standort Deutschland im internationalen Wettbewerb um biobasierte Märkte bestmöglich aufzustellen. Die Empfehlungen dieses Gutachtens beziehen sich auf einen Zeitraum von rund 20 Jahren. Sie sind in einem ersten Schritt an die Bundesregierung adressiert. Weitere Schritte sind die systematische Zusammenführung relevanter Teile der sich dynamisch entwickelnden Wirtschafts- und Wissenschaftssektoren in eine zukunftsorientierte Bioökonomie. Dieser Prozess muss durch Forschung, Technologieentwicklung

1) Bereits in seinen „Ersten Empfehlungen“ hat der Rat 2009 gefordert, die Bioökonomie als systemisches Forschungsfeld zu begreifen und übergeordnete Forschungsstrukturen zu etablieren.

und Folgenabschätzung in Deutschland aktiv begleitet werden. Die Bioökonomie stellt daher nicht nur einen herausragenden Wirtschaftsbereich dar, sie ist auch ein gesellschaftlich wichtiges Forschungs- und Technologiefeld.

Die Zunahme der Weltbevölkerung von momentan 6,8 auf voraussichtlich 9,1 Milliarden Menschen im Jahr 2050 (UN, 2008), bei sich gleichzeitig ändernden Ernährungsgewohnheiten mit hoher Nachfrage nach tierischen Produkten, erfordert von der Bioökonomie neue Ansätze zur bedarfsgerechten und umweltverträglichen Erzeugung von Lebensmitteln in Menge und Qualität. „Nachhaltigkeit“ ist im Sinne der Bioökonomie dabei um den Aspekt der gesundheitlichen Prävention zu erweitern. Ausreichende und qualitativ hochwertige Ernährung ist eine wesentliche Voraussetzung für individuelle Gesundheit und damit die Verwirklichung von Entwicklungschancen vom Kindesalter an.

Auch die Expansion der Biomasseproduktion unter sich verändernden Klima- und Umweltbedingungen mit der zunehmenden Begrenzung natürlicher Ressourcen wie Wasser und Boden ist ein wichtiges Feld der Bioökonomie. So können beispielsweise moderne Verfahren der Biotechnologie und des modernen Landnutzungsmanagements wesentlich zur Minderung der regionalspezifischen Folgen des Klimawandels beitragen. Der BioÖkonomieRat geht davon aus, dass die industrielle Nutzung der Biotechnologie in der gesamten Breite ihrer Anwendungen, insbesondere in den Bereichen Medizin, Gesundheit, Landwirtschaft, Ernährung, aber auch durch Kopplung biologischer und chemischer Syntheseprozesse für Zwecke der Energieerzeugung und Rohstoffgewinnung, zahlreiche Wirtschaftsbranchen grundlegend verändern wird.

Die Bioökonomie kann sich langfristig zu einer tragenden Säule in einer modernen, zukunftsverantwortlichen Volkswirtschaft entwickeln, die gegenwärtig noch wesentlich auf fossilen Rohstoffen basiert. Sie bietet für Deutschland zukunftsweisende Lösungen, wie etwa die verstärkte Nutzung nachwachsender Rohstoffe oder die Herstellung neuer Produkte und Materialien auf Basis biotechnologischer Verfahren und damit die Möglichkeit eines biobasierten Rohstoffwandels. Entscheidend dafür ist ihre gesellschaftliche Akzeptanz als eine wichtige Voraussetzung für eine wirtschaftliche Durchsetzungsfähigkeit dieser neuen Verfahren und Produkte am Markt. Bei ihrer Einführung und erfolgreichen Entwicklung in den Märkten nimmt auch die Finanzwirtschaft eine wichtige Rolle ein. Ungeachtet des im Zuge der Finanz- und Wirtschaftskrise beeinträchtigten Vertrauens, muss das hier vorhandene Marktwissen für die strategische Ausrichtung von zukünftigen Forschungsprogrammen stärker als bislang genutzt werden. Staatliche Anreize und Fördermaßnahmen sollten höchstens temporärer Natur sein.

Die Menschheit steht vor einem erneuten Paradigmenwechsel im Umgang mit der Natur. Mit der Bioökonomie können die vorhandenen biologischen Ressourcen durch innovative Verfahren nachhaltiger als bislang genutzt und ihre Anwendungsfelder – wie am Beispiel der Synthetischen Biologie deutlich wird – auf der Basis neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse ergänzt werden. Das langfristige Ziel ist die Sicherstellung der Lebensgrundlagen angesichts knapper werdender Ressourcen. Konkret bedeutet dies:

- die Ernährung sicherstellen,
- die Energieversorgung nachhaltiger gestalten,
- den Ressourceneinsatz effizienter gestalten und
- neue Roh- und Wirkstoffe biobasiert herstellen.

Deutschland gilt heute noch weltweit als eine der führenden Nationen in den Bereichen der Agrar-, Bio-, Lebens- und Technikwissenschaften. Deutsche Forschungseinrichtungen sind international anerkannt. Doch das gemeinsame Potenzial dieses Wissens wird längst nicht optimal ausgeschöpft. Nur eine Zusammenführung und Mobilisierung der heute sektoral agierenden Kräfte wird die deutsche Wettbewerbsfähigkeit stärken und Deutschlands Position als Wirtschafts- und Technologiestandort sichern.

2. Bioökonomie: Potenziale erkennen und umsetzen

Die wissensbasierte Bioökonomie umfasst sämtliche Prozesse, die die wettbewerbsfähige und nachhaltige Erzeugung und Nutzung von biobasierten Produkten zum Ziel haben. „Wissensbasiert" und „biobasiert" sind somit die beiden Kernelemente dieses innovativen und von großer Diversität gekennzeichneten Bereichs.

Ziele der Bioökonomie in Deutschland:

- wirtschaftliche Entwicklung und Wettbewerbsfähigkeit verbessern
- Ressourceneffizienz erhöhen
- öffentliche Güter bereitstellen

Gegenwärtig handelt es sich bei der Bioökonomie noch nicht um einen Wirtschaftssektor im traditionellen Sinne, sondern vorerst um das Konglomerat von Branchen auf dem Weg zu einem neuen Sektor. Die Wertschöpfungsketten biobasierter Produkte in den verschiedenen Branchen sind zunehmend miteinander verknüpft bzw. verknüpfbar. Diese Verknüpfung von Wertschöpfungsketten, bei der Abfälle weitgehend nicht mehr anfallen, sondern als Ressourcen für andere Produktionsprozesse genutzt werden, zeichnet die Bioökonomie aus. Das wirtschafts- und wissenschaftspolitisch strategisch zu erschließende Innovationspotenzial der Bioökonomie liegt in der Schaffung und Nutzung entsprechender Synergien sowie in der Erhöhung der Ressourceneffizienz in Wertschöpfungsketten und in der Verbindung von bewährten und völlig neuen Produktionsprozessen, z.B. zwischen Landwirtschaft und Aquakulturen oder Forstwirtschaft und Industrieller Biotechnologie.

Die wesentlichen Elemente der Bioökonomie sind die Biomasse, ihre Verarbeitung und die daraus erzeugten Produkte. Die Basis dafür stellen das Wissen um biologische Grundlagen, die Verfahrenstechniken sowie die ökonomischen Zusammenhänge dar. Biomasse, die primäre Rohstoffbasis der Bioökonomie, hat eine wesentliche Funktion als Lebens- und Futtermittel, industrieller Rohstoff und Energieträger. Aber auch vom Menschen nicht genutzte Biomasse spielt eine wichtige Rolle, z.B. als Nährstoff in Ökosystemen, als Lebensraum für verschiedenste Lebewesen oder als Speicher großer Mengen des Treibhausgases Kohlendioxid für den Klimaschutz.

Aus einer Zeit kommend, die von einem zu großzügigen Umgang mit den Ressourcen und von global wachsenden Umweltbelastungen geprägt war, hat sich in nur wenigen Jahren ein Paradigmenwechsel vollzogen. Nachhaltig verfügbare Biomasse wird absehbar zu einem limitierenden Faktor werden. Daher müssen alle Nutzungsoptionen für Biomasse priorisiert und optimiert werden (RNE, 2008).

2.1 Ziele für eine wettbewerbsfähige, nachhaltige Bioökonomie in Deutschland

Aus Sicht des Rats ergeben sich für die Entwicklung der Bioökonomie in Deutschland folgende Ziele:

1. Die Verbesserung der wirtschaftlichen Entwicklung und Wettbewerbsfähig-

keit und damit der Wertschöpfung in Deutschland auf der Basis biobasierter Ansätze. Der Ausbau der internationalen Wettbewerbsfähigkeit durch den Export von hochwertigen Produkten und Technologien nutzt Deutschlands Stärken in Forschung und Entwicklung, wie z. B. im Maschinen- und Anlagenbau, in der Chemie- und Pharmaindustrie, der Pflanzen- und Tierzucht und der Biotechnologie. Sie sind Grundlage für die Positionierung der Bioökonomie im Rahmen einer innovativen Green-Growth-Strategie.

2. Die Steigerung der Ressourceneffizienz entlang der kompletten Wertschöpfungsketten. Zukünftiges Wirtschaften ist bei größtmöglichem Schutz der Umwelt, einschließlich des Klimas, einerseits kostengünstiger zu gestalten. Andererseits ist im Hinblick auf die Endlichkeit bzw. die begrenzte Verfügbarkeit einzelner Ressourcen eine größere Unabhängigkeit von fossilen Rohstoffen zu schaffen.

3. Die Sicherung der Bereitstellung öffentlicher Güter – auch zur Gewährleistung eines angemessenen internationalen Beitrags Deutschlands. Damit sind langfristig zu erhaltende Lebensgrundlagen wie Klima, Biodiversität und Welternährung gemeint, wobei der letzteren prioritäre Aufmerksamkeit gewidmet werden sollte. Die Welternährungslage hat sich in den vergangenen Jahren im Rahmen der Agrar- und Wirtschaftskrise weiter verschlechtert (siehe Abbildung 1). Diese Entwicklung steht im Widerspruch zu den von der UN gesetzten Millenniumszielen (UN, 2000).

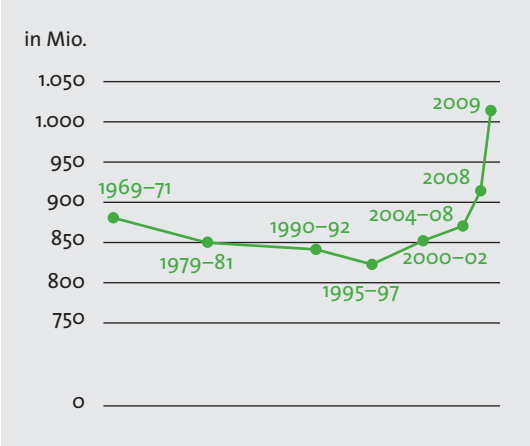


Abbildung 1: Anstieg der Anzahl der Hungernden von 1969 bis 2009 (FAO, 2009b)

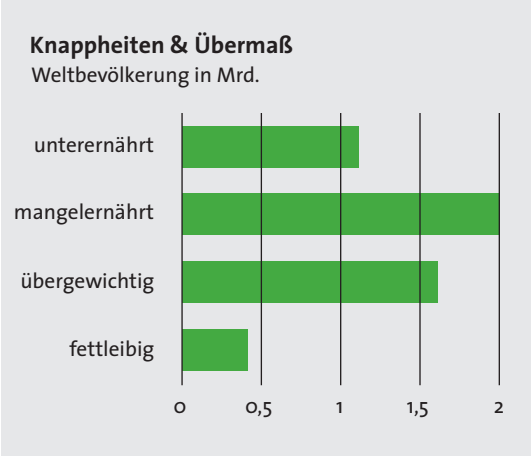


Abbildung 2: Anzahl von Unterernährten und Fettleibigen (WHO, 2006; FAO, 2006a; nach DBank, 2009)

Zu beachten ist jedoch, dass es neben der Vielzahl von Hungernden eine noch größere Anzahl von sonstig Mangelernährten gibt. Diese stehen einer großen Gruppe von Übergewichtigen und Fettleibigen gegenüber (siehe Abbildung 2).

Aufgabe einer nachhaltigen Bioökonomie ist es unter anderem, Voraussetzungen zu schaffen, um die weltweite Versorgung mit Nahrungsmitteln zu gewährleisten. Dabei müssen auch soziale und sozioökonomische Verhaltensweisen berücksichtigt werden, um einen gedankenlosen Mehrverbrauch von Nahrungsmitteln und Biomasse einzuschränken. Im Übrigen ist dies auch im Sinne der Gesundheitsförderung der Menschen wichtig.

Die strategischen Ziele der Bioökonomie können sich nicht an der Vergangenheit und Gegenwart orientieren, sondern müssen sich an den Herausforderungen und Chancen der Zukunft ausrichten. Dafür sind sozioökonomische Szenarien über Zukunftslagen ein nützliches Instrument.[2] Bestehende Szenarien decken Teilbereiche der Bioökonomie ab, wie die Angebots- und Nachfragetrends

2) Als ein aktuelles Beispiel für die erfolgreiche Verwendung von Szenarien in der Erarbeitung einer Handlungsstrategie siehe auch: CGIAR (2009): Towards a Strategy and Results Framework for the CGIAR. Consultative Group on International Agricultural Research.

bei Agrarprodukten, die Zunahme biotechnologisch produzierter Chemikalien und Materialien oder die Auswirkungen von Veränderungen im Energiesektor sowie in der Handelspolitik. Umfassende, der Komplexität der Bioökonomie gerecht werdende Szenarien fehlen jedoch. Die Stärkung von Kapazitäten, um Szenarien modellhaft zu berechnen (siehe auch nachfolgendes Beispiel), muss daher integraler Bestandteil der deutschen Bioökonomieforschung werden (vgl. auch Kap. 4).

Ein weitgehender Konsens ergibt sich aus Szenarien bezüglich der Erwartungen der Preisentwicklung für landwirtschaftliche Rohstoffe. So wird langfristig von steigenden Preisen bei erhöhter Volatilität ausgegangen (IFPRI, 2009; OECD/FAO, 2008). Diese Einschätzungen gelten nicht nur für die Preise von Biomasse, sondern auch für die von den Agrarpreiserwartungen getriebenen Preise der knappen Ressourcen Wasser und Boden. Derartige Entwicklungen sind aber nicht als unveränderbar hinzunehmen, sondern werden langfristig unter anderem von den Investitionen in die Produktivität steigernde Forschung determiniert. Forschung wird entscheidend dazu beitragen, zukünftig Knappheit bei der Biomasse zu reduzieren und damit Preisentwicklungen zu beeinflussen.

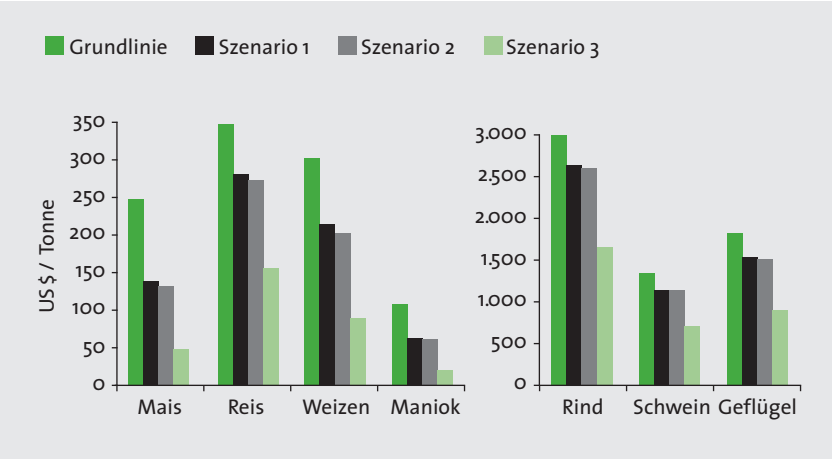


Abbildung 3: Auswirkungen von FuE-Investitionen auf Weltagrarpreise in 2050 (IFPRI, 2009)

Dass sich FuE-Investitionen langfristig auf Produktpreise auswirken, zeigen umfassende Szenarien alternativer Investitionsstrategien[3)] (siehe Abbildung 3). Forschung allein ist aber nur begrenzt wirksam. Die stärkste Reduktion der Preise ergibt sich bei der Kombination von Forschungsinvestitionen und zusätzlichen Politik- und Managementmaßnahmen. Auf diesen Ergebnissen aufbauende Analysen zeigen, dass sich mit steigenden Agrarpreisen die Welternährung verschlechtern würde (von Braun, 2008). Für die strategische Orientierung der Bioökonomie benötigt die deutsche Wissenschaftspolitik deutlich verstärkte Kapazitäten für Szenarienanalysen in diesem Bereich.

Eine Forschungsstrategie zur Bioökonomie muss sich im Grundsatz an den bereits oben genannten Zielen orientieren. Sie sollte sich als Bestandteil der Hightech-Strategie der Bundesregierung verstehen (BMBF, 2006) und sich mit weiteren übergeordneten Strategien der Bundesregierung, z.B. zur Nachhaltigkeit (Bd.-Reg., 2002), Biodiversität (BMU, 2007) und dem begonnenen Strategieprozess Biotechnologie 2020+ (BMBF, 2010a) verzahnen.

Forschung und Innovation sind Schlüssel zur Überwindung von Zielkonflikten. Solche Zielkonflikte werden z.B. in der Biomassenutzung für die Lebensmittelerzeugung und der energetischen bzw. stofflichen Nutzung verstärkt auftreten, wenn sie nicht durch Effizienzsteigerungen abgemildert werden. Hierzu können insbesondere übergreifende Forschungsansätze beitragen. So ist z.B. gerade im Energiesektor eine vergleichende Untersuchung zu den Entwicklungen der Nutzungskonzepte verschiedener Energieträger eine wesentliche Voraussetzung, um ökonomisch effiziente und ökologisch verträgliche Entscheidungen in der Bioökonomie zu treffen.

Die hier vorgeschlagene Forschungsstrategie für die Bioökonomie ist langfristig angelegt und ergebnisorientiert. Eine enge Verknüpfung der privatwirtschaftlichen Forschungaktivitäten mit denen der öffentlichen Hand ist dazu eine wichtige Voraussetzung.

3) Diese Szenarien unterstreichen, dass sich ohne signifikante Ausweitung der FuE-Aufwendungen die Preise für alle wichtigen Nahrungsmittel (bis 2050) weltweit auf viel höherem Niveau bewegen werden (Vergleiche die dunkelgrünen mit den anderen Balken in Abbildung 3).

Um die oben genannten drei Ziele sachgerecht beurteilen und die Wirkungen von Investitionen in Bioökonomieforschung ergebnisorientiert verfolgen zu können, sind geeignete Indikatoren für eine ergebnisorientierte Forschungsstrategie notwendig, die nachfolgend genannt sind:

1. **Wirtschaft national und im internationalen Vergleich:**
   - Entwicklung des Anteils der Bioökonomie-Branchen am BIP
   - Entwicklung der Anzahl der Beschäftigten nach Ausbildungsstand
   - Umfang von Investitionen in den einzelnen Sektoren
   - Anzahl von Unternehmen, Anzahl von Neugründungen
   - Entwicklung von Marktvolumen und Preisen der biobasierten Produkte
   - Entwicklung der Exporte von biobasierten Produkten und Technologien

2. **Ressourceneffizienz:**
   - Entwicklung des Verbrauchs von fossilen versus biobasierten Rohstoffen (z. B. Substitutionsgrad biobasierte Produkte), Entwicklung der Produktivität pro eingesetzter Einheit Ressource
   - Verbrauch anorganischer Ressourcen (z. B. von Phosphor oder Stickstoff) je Produkt

3. **Öffentliche Güter:**
   - Grad der Weltagrar- und Biomasseversorgung
   - Entwicklung der Anzahl Hungernder und des Auftretens von ernährungsbedingten Krankheiten
   - Entwicklung der Emission von CO_2 und weiteren klimarelevanten Gasen
   - Entwicklung des Wasserverbrauchs
   - Ausmaß der Versiegelung, Ausweitung agrarisch nutzbarer Fläche durch Rekultivierung
   - Ausmaß der Biodiversitätsverluste

Die Analyse dieser Indikatoren ermöglicht eine Validierung von Maßnahmen und ggf. Nachjustierungen im Rahmen einer Forschungsstrategie.

Abbildung 4: Die Bioökonomie – ein System mit verknüpften Wertschöpfungsketten, verändert nach EC, 2006

2.2 Relevanz der Bioökonomie für Deutschland

Die Wertschöpfungsketten beginnen bei der Primärproduktion in Land- und Forstwirtschaft sowie bei den Aquakulturen und setzen sich über die verarbeitenden Industrien für Grundnahrungs-, Futter- und hochwertige Lebensmittel, über Teile der Chemie-, Pharmazie-, Kosmetik-, Papier- und Textilindustrie fort, bis hin zu der auf nachwachsenden Rohstoffen basierenden Energiewirtschaft (siehe Abbildung 4).

Die Bioökonomie in Deutschland – ein Sektor mit wachsender Relevanz

Die Teilbereiche der Bioökonomie sind weitgehend in die Statistiken der etablierten Sektoren der Volkswirtschaft eingebettet. Daher ist es noch schwierig, genaue Angaben über ihre Entwicklung und Bedeutung für die deutsche Wirtschaft zu machen. Die Trends in der Bioökonomie spiegeln sich teilweise in den Entwicklungen bei der Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln, Getränken, Leder, Holzwaren, Papier etc. sowie von pharmazeutischen Grundstoffen wider. Diese sechs Sektoren haben in den letzten zehn Jahren sehr verschiedene Entwicklungen durchlaufen.
Insgesamt ist der Umsatz in der Bioökonomie um 16,1 % gewachsen. Den größten Anteil an diesem positiven Wachstum hat der Nahrungs- und Futtermittelsektor mit einem Umsatzwachstum von 28,5 %.
Die Biotechnologie (einschließlich der dominanten roten Biotechnologie) weist zwischen 2005 und 2009 ein positives Wachstum des Umsatzes von jährlich 9 % auf (in diesen fünf Jahren ein Plus von 42 %). Dieses Wachstum ist stärker als das der Bioökonomie insgesamt (+11,3 %) oder des Nahrungs- und Futtermittelsektors (+17,7 %) im gleichen Zeitraum.

Quellen: BMBF, 2010b; StatBA, 2009

Mit unterschiedlichsten physikalischen, chemischen und biotechnologischen Verfahren werden derzeit in zahlreichen Branchen biogene Rohstoffe veredelt, um biobasierte Vor-, Zwischen- und Endprodukte herzustellen. Biotechnologische Verfahren nehmen hierbei eine Schlüsselfunktion ein. Jede biologische Ressource eignet sich vom Grundsatz her für technische Nutzungen. Entsprechend ergibt sich eine sehr umfangreiche Produktpalette. Daher müssen die unterschiedlichen Verfahrenstechniken systemisch betrachtet und bewertet werden. Diese Aspekte werden z.B. im Konzept der Bioraffinerie aufgegriffen (siehe auch Box Seite 23). Dieses Konzept wird derzeit schon in einfacheren Produktionssystemen wie Öl- oder Getreidemühlen, Zuckerfabriken oder Bioethanolanlagen praktiziert. Zukünftig werden aber komplexere Rohstoffe und Stoffströme in einer Bioraffinerie über vernetzte Prozesse zu komplexeren Produkten umgesetzt werden.

Laut der jüngsten vorliegenden vergleichbaren Zahlen auf europäischer Ebene aus dem Jahr 2005 erzielten Wirtschaftszweige, die entweder Biomasse produzierten, verarbeiteten oder in denen biotechnologische Verfahren angewendet wurden, ca. 3,9 % der deutschen Bruttowertschöpfung bzw. ca. 4,9 % in der gesamten EU-25. Der Anteil der Beschäftigten lag in Deutschland bei 5,2 % und bei 6,3 % in der EU-25 (EU-Klems, 2008) [4]. Der weitaus größte Anteil der Wertschöpfung in der Bioökonomie wird dabei heute national und europaweit in der Lebensmittel- und Futtermittelproduktion generiert (siehe Box). Dies gilt auch für die internationale Ebene.

Die spezifische Wertschöpfung biobasierter Produkte verhält sich umgekehrt proportional zu ihrem Marktvolumen (siehe Abbildung 5) und korreliert in der Regel mit der Anzahl von Verarbeitungsschritten. Welche Bioökonomie-Produkte in welchem Umfang in Deutschland produziert werden, ist – wie in jedem anderen Sektor – eine Frage der relativen Vorzüglichkeit. Die optimale Produktionsstruktur, d.h. der relative Anteil der verschiedenen Bioökonomie-Produkte am

4) In der Berechnung wurden die Sektoren Agrikultur (inkl. Jagd, Forstwirtschaft und Fischerei), Lebensmittel-, Getränke- und Tabakindustrie, Textilindustrie (inkl. Leder- und Schuhwaren), Holz- und Korkindustrie sowie Papier- und Faserindustrie berücksichtigt. Für den Sektor der Chemieindustrie sind keine Daten verfügbar, die eine Unterscheidung zwischen konventioneller und biotechnologischer Produktion ermöglichen.

deutschen Standort, ergibt sich letztlich aus den komparativen Vorteilen. Forschung für Innovation hat langfristig erheblichen Einfluss auf diese komparativen Vorteile. Kein Bereich der in der Pyramide in Abbildung 5 grob gekennzeichneten Produktgruppen darf in den FuE-Investitionen vernachlässigt werden. Dies würde die Bioökonomie systemisch schwächen.

Das Innovationspotenzial in Bezug auf die Entwicklung neuer Produkte und Verfahren kann in allen Stufen dieser Pyramide als hoch eingeschätzt werden, insbesondere im Hinblick auf einen verantwortlichen Umgang mit allen indirekt und direkt genutzten Ressourcen.

Die agrarische Produktion in Deutschland hat sich bei fast allen einheimischen Produkten – insbesondere bei Milch, Getreide, Fleisch sowie Obst und Gemüse – im Zusammenhang mit der Liberalisierung der EU-Agrarpolitik in den letzten 25 Jahren positiv entwickelt. Neben einer wachsenden Lebensmittel- und Futtermittelerzeugung – Deutschland ist viertgrößte Agrarexportnation der Welt – war es möglich, 30 % der landwirtschaftlichen Erzeugung für die rohstoffliche und energetische Verwertung zur Verfügung zu stellen. Dabei ist aber auch zu berücksichtigen, dass im Jahre 2004 die Netto-Flächenbelegung für Agrargüter im Außenhandel bereits 20 % betrug (UBA, 2009). Zur landwirtschaftlichen Erzeugung kommt allerdings auch eine wachsende Holzproduktion auf einer jährlich um etwa 20.000 Hektar zunehmenden Waldfläche (Bd.-Reg., 2009).

Der Handel mit Biomasse und biobasierten Produkten wird sich aus der Wettbewerbsfähigkeit und relativen Vorzüglichkeit der Standorte ergeben. Die Wettbewerbsfähigkeit aller Segmente der bioökonomischen Wertschöpfungsketten sollte gestärkt werden. Vor diesem Hintergrund weist der BioÖkonomieRat darauf hin, dass das nationale Biomasseangebot für Rohstoffe und Energie begrenzt ist. Deshalb sollte sich die deutsche Bioökonomie auf High Value/Low Volume-Segmente konzentrieren. Des Weiteren sollte der Fokus, neben der effizienteren Produktion von Biomasse, auf höher veredelte Produkte in der Wertschöpfungskette, wie z. B. Lebensmittel, Biochemikalien und Pharmaprodukte, gelegt werden (siehe Abbildung 5).

Für die Produktion und Nutzung biobasierter Produkte und die kontinuierliche Weiterentwicklung der dazu notwendigen Technologien ist ein umfassendes Wissen über biologische Systeme eine zwingende Voraussetzung. Dazu müssen unterschiedliche wissenschaftliche Disziplinen entlang der Wertschöpfungsketten bis zu den Endprodukten zusammenarbeiten. Die Verbreiterung der Wissensbasis und ihrer Anwendung ist Voraussetzung für die Steigerung der Produktivität. Hier hat Deutschland gute Chancen, über einen systematischen Ausbau der Systembiologie weltweit eine Führungsrolle einzunehmen.

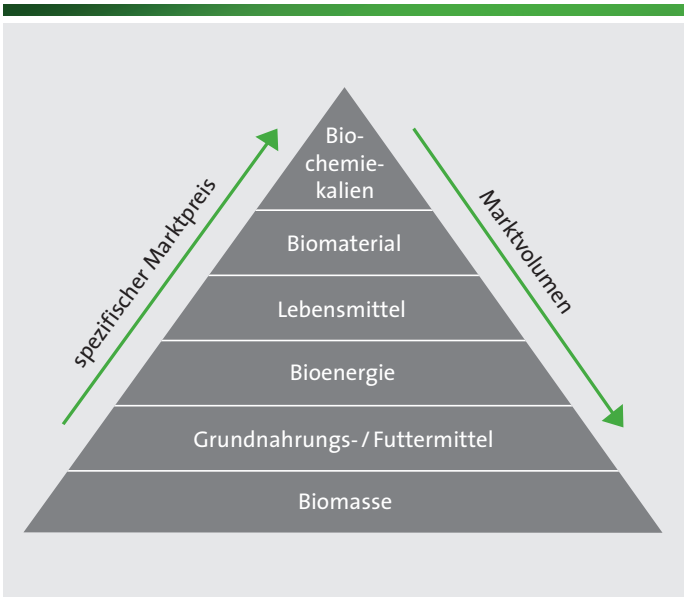


Abbildung 5: Spezifische Marktpreise versus Marktvolumen von biobasierten Produkten (verändert nach Langeveld et al., 2010)

Die Branchen der Bioökonomie sind beschäftigungsintensiv. Neben der reinen Produktion entsteht eine Vielzahl von Dienstleistungen. Damit wird zusätzlich eine hohe Relevanz für die Schaffung qualifizierter Arbeitsplätze geschaffen. Dies gilt heute bereits für die Schlüsselbereiche Pflanzen- und Tierzucht sowie die Industrielle Biotechnologie, die mit höchsten FuE-Anteilen im Branchenvergleich rangieren.

Eine umfassende Studie des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung (ISI) zur Industriellen Weißen Biotechnologie mit Hilfe eines Input-Output-Modells betont: „Die größte Beschäftigungswirkung (...) geht von den Universitäten und außeruniversitären FuE-Einrichtungen aus, gefolgt von den IWBT-Ausstattern." Sie führt weiter aus: „Es ist eine relativ hohe Bedeutung des Dienstleistungsbereichs zu erkennen, der in den meisten Fällen (d.h. Sub-Sektoren) zwischen 40 und 60 % der vorgelagerten Beschäftigten ausmacht, bei den Universitäten / FuE-Einrichtungen und IWBT-KMU sogar 75 bis 80 %. Damit trägt die IWBT in erheblichem Maße zur Stärkung von zukunftsfähigen Dienstleistungssektoren bei" (Fraunhofer-ISI, 2009).

Wettbewerbsfähigkeit und globale Perspektive

Mit der zunehmenden Bereitstellung und Anwendung neuer Technologien wird die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Bioökonomie verstärkt durch Investitionsstrategien in privater und öffentlicher Forschung und Entwicklung bestimmt. Innerhalb der OECD variieren diese Zahlen sehr stark. Für die Biotechnologie beispielsweise reichen die jährlichen Gesamtwachstumsraten für FuE-Ausgaben von 1 % in Italien (2002 bis 2006) bis zu 52 % in Spanien (2004 bis 2006). Für die vier Länder mit den höchsten privaten Ausgaben im Bereich der biotechnologischen FuE variieren die Wachstumsraten von 10 % in Kanada (1999 bis 2005) bis zu 20 % in Deutschland (2005 bis 2007), mit 16 % in den USA (2004 bis 2006) und 18 % in Frankreich (2003 bis 2006). Die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Bioökonomie hängt von der Vernetzung innerhalb und zwischen den verschiedenen Wertschöpfungsketten ab. Die Bedeutung dieser Vernetzung wird in Projektionen deutlich.

Quellen: Fraunhofer-ISI, 2009; Nusser et al., 2007; OECD, 2009

Um den Wirtschaftssektor Bioökonomie in Deutschland zu stärken und die Wettbewerbsfähigkeit zu steigern, ist zunächst eine sorgfältige Analyse maßgeblicher Bereiche im internationalen Vergleich notwendig.

Angesichts der globalen Positionierung der Bioökonomie über die Vernetzung von Wertschöpfungsketten, Biorohstoffen und Technologien einerseits, und angesichts der zentralen Rolle der zunehmend globalen Ernährungswirtschaft andererseits, hat die Lebensmittelkette besondere Bedeutung für die Bioökonomie. Grob strukturiert, besteht sie aus den vier tragenden Säulen der Vorleistungsindustrie, der Landwirtschaft, der Verarbeitungsindustrie und dem Lebensmittelhandel (siehe Abbildung 6).

Abbildung 6 stellt die globale Lebensmittelkette schematisch dar. Diese Kette wird heute vor allem von der Verbraucherseite her bestimmt. Kommunikation spielt hierbei eine wesentliche Rolle. Eine expandierende Bioökonomie wird dies angesichts der Marktmacht der auf der rechten Seite des Schaubildes positionierten Akteure zwar nicht grundlegend ändern, allerdings ist von ihr mehr Wertschöpfung als von den auf der linken Seite im Schaubild positionierten Akteuren zu erwarten.

Die Vorleistungsindustrie umfasst z.B. die Bereiche der Saatgut- und Düngemittelerzeugung sowie den Pflanzenschutz. Dabei lieferte die Saatgutindustrie 2009 weltweit Saatgut im Wert von 36,5 Mrd. US$ (Phillips McDougall, 2009b); die Düngemittelindustrie produzierte 2007/2008 170 Mio. t Düngemittel im Wert von ca. 85 Mrd. US$ (IFA, 2009) und allein im Sektor Pflanzenschutz wurden Produkte im Wert von 40,5 Mrd. US$ eingesetzt (Phillips McDougall, 2009a). Im selben Zeitraum betrug die weltweite Wertschöpfung aus der Landwirtschaft 1.592 Mrd. US$ (von Braun und Díaz-Bonilla, 2008).

Im Vergleich dazu betrug die Wertschöpfung der zehn weltweit wichtigsten Lebensmittelkonzerne in dieser Zeit 409 Mrd. US$ (von Braun und Díaz-Bonilla, 2008). Die zehn weltweit wichtigsten Supermarktketten konnten im selben Zeitraum einen Umsatz von 1.091 Mrd. US$ verzeichnen. Die Verbrau-

cher gaben in dieser Zeit für Lebensmittel insgesamt 4.000 Mrd. US$ aus (von Braun und Díaz-Bonilla, 2008). Im Vergleich dazu betrugen z. B. die Gesamtausgaben für Strom weltweit im Durchschnitt 1.820 Mrd. US$ im Jahr 2008 (EWG, 2010).

Wesentliche Fortschritte der Bioökonomie hängen an der Effizienz der Wertschöpfungskette. Dabei spielen die Verminderung von Verlusten und Abfällen und die Reduzierung der ökologischen „Fußabdrücke“ entlang der gesamten Wertschöpfungskette eine wichtige Rolle. Die Vorteilhaftigkeit lokaler Erzeugung gegenüber transnational erzeugten und gehandelten Produkten ist dabei zu beachten.

Um eine Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit zu erreichen, bedarf es einer stärkeren und auf die spezifischen Erfordernisse der Wertschöpfungsketten abgestimmten, zielgerichteten und effizienten Zusammenarbeit und Förderung zur Anpassung bestehender Strukturen an den Systemcharakter der Bioökonomie. So werden die technologischen Optionen in den eben genannten Bereichen bisher weitgehend traditionell und damit isoliert angegangen: nach Inputs oder Produktionsbereichen wie Tier, Pflanze, Boden, Industrielle Biotechnologie oder Anwendungsbereichen wie Lebensmittel- oder Biokraftstoffproduktion. Der ökonomische Nutzen der Bioökonomie wird sich vor allem über komplexe Substitutions- und Synergieeffekte im System entfalten. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit stärkerer interdisziplinärer Zusammenarbeit.

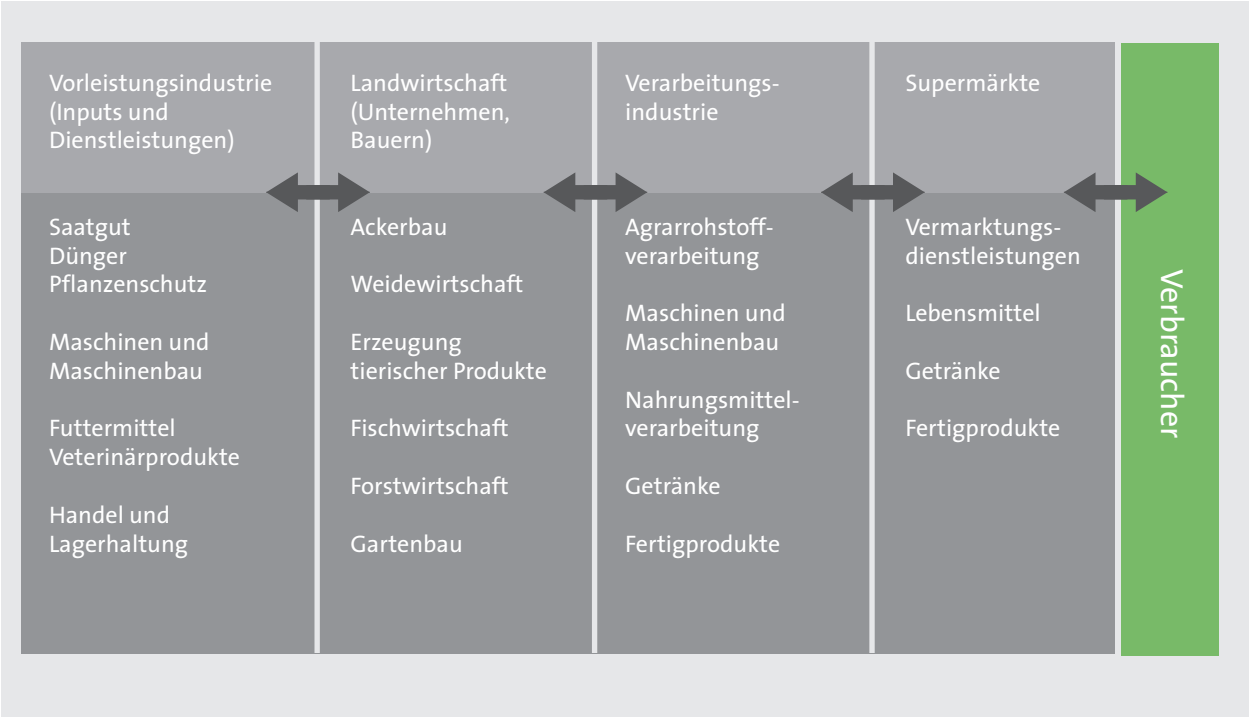


Abbildung 6: Die globale Lebensmittelkette als wesentlicher Teilbereich der Bioökonomie (von Braun und Díaz-Bonilla, 2008)

3. Empfehlungen

Wesentliches Kennzeichen der Bioökonomie ist die Nutzung biologischer Ressourcen in zum Teil komplex miteinander verknüpften Wertschöpfungsketten. Änderungen im Verbraucherverhalten, Bedarfsverschiebungen und die zunehmend begrenzte Verfügbarkeit von Ressourcen machen die Entwicklung neuer Produkte und Produktionsverfahren notwendig. Um diese Entwicklungsprozesse möglichst ressourcenschonend und gewinnbringend zu gestalten, sind neue, systemische und an den Wertschöpfungsketten orientierte Forschungskonzepte eine zentrale Voraussetzung.

Bei der Weiterentwicklung der Forschungsförderung kommt neben der natur- und technikwissenschaftlichen auch der wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Forschung eine besondere Bedeutung zu. Hierbei sind zwei Kernaufgaben zu unterscheiden:

- Technologiebegleitende Ökonomik:
  Sie soll sich im Wesentlichen auf eine möglichst frühzeitige Abschätzung der Wettbewerbsfähigkeit, Marktpotenziale, Arbeitsplatzeffekte, Strukturwirkungen etc. konzentrieren und Hinweise für nachhaltige Technologiepfade generieren. Hier gilt es auch zu untersuchen, welche Folgen die Nicht-Nutzung technologischer Möglichkeiten hätten und wie Innovationshürden überwunden werden können.

- Sozioökonomische Forschung:
  Sie soll analysieren, wie die Effizienz der Bioökonomie durch innovative Steuerungs- und Anreizmechanismen verbessert werden kann. Dies betrifft beispielsweise die Entwicklung von Konzepten zur Bewältigung von Nutzungskonkurrenzen, zur Optimierung von Klimaschutzstrategien, zur Reduzierung der Preisschwankungen und zur politischen Begleitung der Globalisierungsprozesse im Bioökonomiesektor.

Hierfür eignen sich Modelle wie z. B. in Kapitel 2.1 dargestellt. Um durch diese Modelle valide Aussagen für Handlungsempfehlungen zu erhalten, sind entsprechende Grunddatensätze erforderlich. Nur dadurch wird es möglich, Entwicklungen in Deutschland ökonomisch zu bewerten und zu fördern. Deshalb ist es notwendig, auf der Basis von soliden Daten die Leistung der deutschen Bioökonomie im internationalen Vergleich zu analysieren, die Potenziale, die durch Investitionen in Innovationen geschaffen werden können, aufzuzeigen und die erwarteten Nettoerträge dieser Investitionen zu benennen. Nur auf diese Weise können die erzielten Resultate begründet evaluiert und ggf. die Strategien der öffentlichen und privaten Forschungsförderung sowie der Forschungspolitik angepasst werden. Bislang lassen sich die Komponenten der Bioökonomie volkswirtschaftlich jedoch nicht hinreichend erfassen, da sich die vorhandenen Statistiken an der traditionellen Sektorstruktur (z. B. Agrar, Energie) orientieren und der systemisch ausgerichteten Bioökonomie nicht gerecht werden. Deshalb sind die im Folgenden getroffenen Empfehlungen auf herkömmlichem Wege abgeleitet und noch nicht auf der Basis von Modellen evidenzbasiert.

Eine Umsetzung der Forschungsergebnisse kann nur mit entsprechend darauf ausgerichteten Rahmenbedingungen erfolgreich sein. Hierzu zählt auch eine klare Aufgabendefinition der Akteure. Die bisherige Forschungsförderung der öffentlichen Hand sollte in Zukunft noch stärker auf die wirtschaftliche Umsetzung der Forschungsergebnisse und die Belange der Anwender – sprich: auf die in Deutschland agierenden Unternehmen – ausgerichtet werden. Sie sollte deshalb Forschung fördern, die grundlagenorientiertes Wissen und Technologien schafft und die das Potenzial für eine spätere Anwendung mit hoher Wertschöpfung besitzt.

Die im Folgenden aufgestellten Empfehlungen des Rats basieren im Wesentlichen auf den Ergebnissen der Arbeitsgruppen Boden, Tier, Pflanze und Biotechnologie (Hüttl et al., 2010; Schwerin et al., 2010; Müller-Röber et al., 2010; Treffenfeldt et al., 2010). Sie konzentrieren sich auf drei wichtige Forschungsfelder und notwendige Weiterentwicklungen im System:

1. effiziente Wertschöpfungsketten, Verfahren und Produkte entwickeln,
2. Welternährung sichern, Gesundheit fördern und globale Verantwortung wahrnehmen,
3. natürliche Ressourcen nachhaltig nutzen und
4. Bioökonomie im System richtig aufstellen.

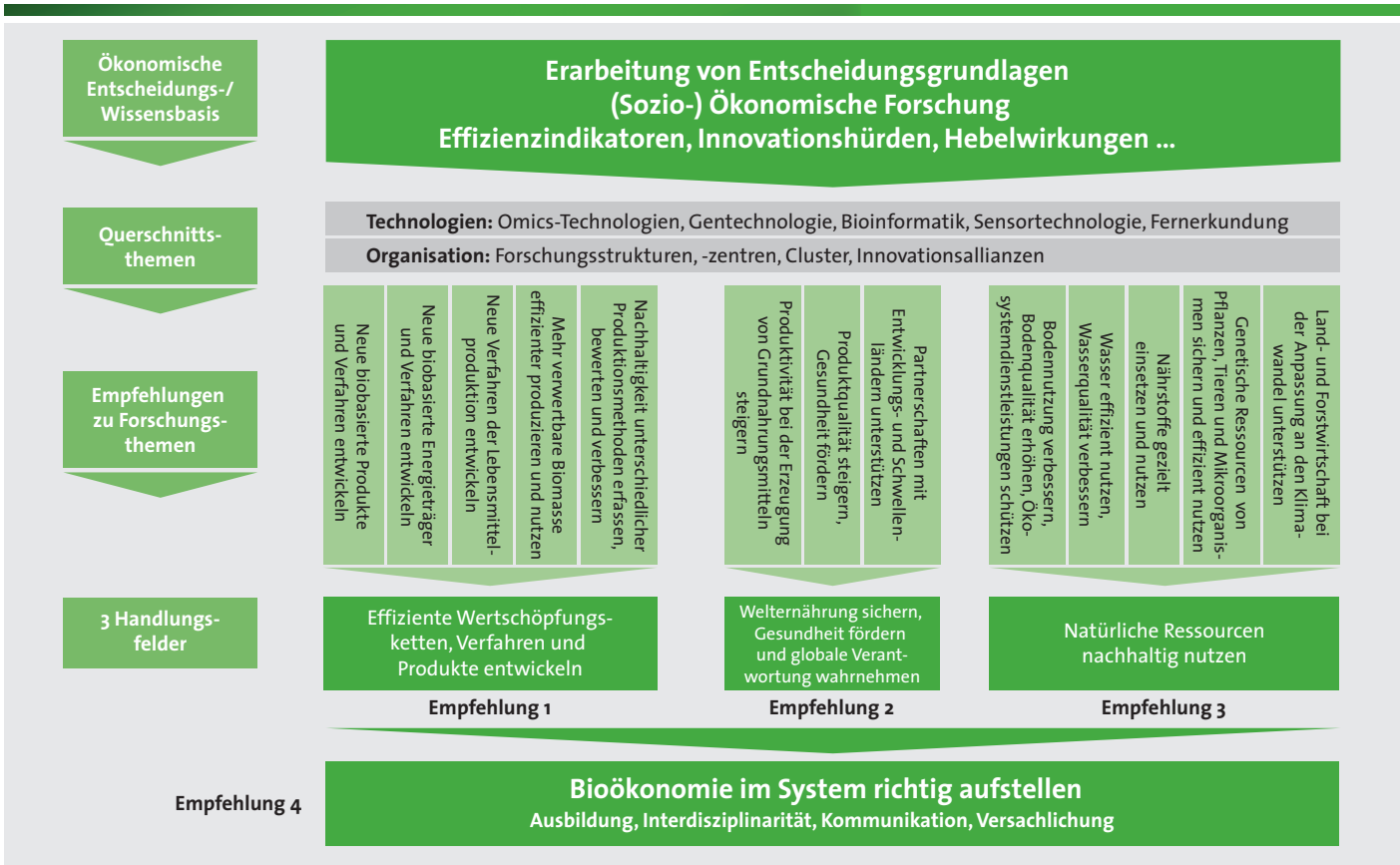


Abbildung 7: Querschnittstechnologien, Forschungsthemen und Empfehlungen zur Bioökonomieforschung

Betrachtet man die ersten drei Empfehlungen zu wichtigen Forschungsfeldern, so fällt auf, dass bestimmte technische Verfahren übergreifend angewendet werden. Diese Querschnittstechnologien (siehe Abbildung 7) stellen die notwendige Arbeitsgrundlage für eine Vielzahl der aufgeführten Forschungsthemen dar. Ihre Förderung ist daher von besonderer Bedeutung, da gerade hier Synergieeffekte erzielt werden können, von denen mehrere Forschungsbereiche gleichzeitig profitieren.

Empfehlung 1:

Effiziente Wertschöpfungsketten, Verfahren und Produkte entwickeln

Die Voraussetzungen für eine optimale Entwicklung aller technologisch möglichen und ökonomisch relevanten Wertschöpfungsketten sind ressourceneffiziente und wirtschaftliche Verfahren bzw. daraus entstehende hochwertige Produkte und Energieträger. Neben der Produktion von Stoffen sind dabei auch die Verfahren der Ernährungssicherung und der Energieumwandlung wichtige Themenfelder. Für ein nachhaltiges Wirtschaften ist der ressourcenschonende und effiziente Umgang mit der Biomasse ebenso wesentlich wie die ausreichende Bereitstellung von Biomasse für die genannten Bereiche. Mit Hilfe dynamischer Systemmodelle unter Betrachtung sozioökonomischer Gesichtspunkte können die Vorteile biotechnologischer Verfahrensschritte im Vergleich zu konventionellen Methoden aufgezeigt werden. Durch innovative biotechnologische Prozesse können der Rohstoff- und Energieverbrauch gesenkt, die Entstehung unerwünschter Neben-, Folge-, Kuppelprodukte und Emissionen minimiert und der Einsatz giftiger oder nicht abbaubarer Stoffe verringert werden.

a) Neue biobasierte Produkte und Verfahren entwickeln

Biomasse wird in vielen Industriezweigen wie der holzverarbeitenden Industrie, der Papier- und Zellstoffverarbeitung, der Chemischen Industrie, der Textilindustrie und der Pharma- bzw. Kosmetikindustrie bereits seit Langem stofflich genutzt. Mit Hilfe biotechnologischer Verfahren lassen sich eine Vielzahl von chemischen Zwischenprodukten wie Plattformchemikalien und Endprodukten (z.B. Fein- und Spezialchemikalien) herstellen. Allerdings sind die Verfahren hinsichtlich ihrer Wettbewerbsfähigkeit in den überwiegenden Fällen noch nicht konkurrenzfähig. Dieses Segment macht zwar heute ca. 5 % des Weltchemieumsatzes aus (Bachmann et al., 2004), weist aber ein überdurchschnittliches Wachstum auf.

Darüber hinaus ermöglicht die Biotechnologie die Herstellung sehr komplexer und wertvoller Substanzen, die mit chemischen Verfahren nicht oder nur sehr aufwendig produziert werden können, etwa Enzyme, Pharmawirkstoffe oder Pflanzenschutzmittel. Hier steht die Forschung aber noch an den Anfängen. Eine verstärkte Förderung von Genomforschung, Bioinformatik und Synthetischer Biologie ist erforderlich, um das volle Potenzial zu mobilisieren.

Das Potenzial der Wertschöpfung bei stofflicher Nutzung liegt in der Regel aufgrund von deutlich komplexeren und längeren Wertschöpfungsketten höher als bei der energetischen Nutzung (vergleiche auch Abbildung 5). Eine Kaskadennutzung („erst stofflich, dann energetisch“) würde dabei die Biomasse besonders effizient und mit optimaler Wertschöpfung verwerten. Dadurch kann der Ressourceneinsatz minimiert werden. Gleichzeitig werden auch Konkurrenzen zwischen unterschiedlichen Nutzungszwecken (Nahrungs- und Futtermitteln, Chemikalien, Werkstoffen und Energieprodukten wie z.B. Kraftstoffen, Biogas oder Wärme) vermindert. Die Kaskadennutzung ist deshalb vorrangig weiterzuentwickeln.

Die Verarbeitung von Agrarrohstoffen erfordert wegen deren komplexer chemischer Zusammensetzung teilweise aufwendige

Aufbereitungs-, Konversions- und Trennverfahren. Dabei fällt neben den eigentlichen Wertprodukten eine Reihe von Nebenprodukten unterschiedlicher Qualität an. Diese werden als Futter- oder Düngemittel bzw. zur Energiegewinnung genutzt. Dadurch werden Abfälle auf ein Minimum reduziert. Dies erfolgt bereits heute in modernen Getreide-, Ölmühlen, Zuckerfabriken oder Bioethanol-Anlagen.

In Zukunft können insbesondere mit Hilfe biotechnologischer Methoden aus den Nebenprodukten höherwertigere Endprodukte erzeugt werden. Hierbei sind geeignete Aufschlussverfahren der Industriellen Biotechnologie anzuwenden. Solche neu zu entwickelnden Verfahren können dazu beitragen, die Inhaltsstoffe, wie Primär- und Sekundärmetabolite, wirtschaftlich zu nutzen. Darüber hinaus können auch durch fermentative Verfahren z. B. lignozellulosehaltige Rohstoffe so aufbereitet werden, dass sie wirtschaftlich nutzbar sind. Derartige Anlagen sollten im Verbund mit der Primärproduktion am selben Standort betrieben werden. Hierbei spielt das Konzept der Bioraffinerie eine besondere Rolle, um Biomasse oder organische Abfälle zur Weiterverarbeitung aufzubereiten (siehe Box). Die Entwicklung dezentraler und integrativer Nutzungskonzepte ist in diesem Kontext ein wichtiger Forschungsansatz. Bioraffinerien der Zukunft zeichnen sich durch integrierte Prozesse aus, welche die Verwertung umfangreicher Teile von Pflanzen hin zu verschiedenartigen Produkten ermöglichen, die in existierende Prozess- bzw. Wertschöpfungsketten der Chemischen Industrie integriert werden können.

Bioraffinerien dieses Zuschnitts stehen allerdings noch am Anfang ihrer Entwicklung. Forschung und Entwicklung sind umso notwendiger. Dabei sollten sowohl Grundlagenforschung als auch Prozess-, Technologie- und Produktentwicklung in Bioraffinerien gefördert werden, um die aktuell vorhandenen Wissenslücken zu schließen (VCI / DIB, 2010).

Zentrale Herausforderungen bei der Herstellung und Nutzung von Bioraffinerie-Produkten sind die Komplexität und Vielfalt der Biomasse und der entstehenden Vorprodukte für die weitere Verarbeitung. Deshalb werden neue Verfahren zum Aufschluss und entsprechende Mikroorganismen bzw. Enzymsysteme benötigt. Dabei sollten neue Erkenntnisse sowohl aus der Genomforschung, der Bioinformatik, der Systembiologie als auch aus der Synthetischen Biologie verstärkt genutzt werden. Erheblicher Forschungsbedarf besteht ebenfalls bei der Verbesserung der Raum-/Zeitausbeute, der energieintensiven Aufarbeitung aus hoher Verdünnung und der Trennung von komplexen Stoffgemischen.

Bioraffinerien

sind integrative Verfahrenskonzepte, welche die kaskadische Veredelung von nachwachsenden Rohstoffen zu biobasierten Produkten und biogenen Energieträgern forcieren. Die Produktpalette reicht von chemischen Grundstoffen (organische Säuren, Kunststoff-Monomere) über Nahrungs- und Futtermittel (Proteine, Aminosäuren), Kraft- und Brennstoffe bis hin zu Faserprodukten wie z. B. Dämmstoffen.

Quelle: ECN, 2006

Der Rat empfiehlt eine zweistufige Vorgehensweise. Einerseits sollten neuartige Verfahren zur effizienteren Nutzung von Nebenprodukten in bestehenden Verarbeitungsanlagen wie Öl- und Getreidemühlen, Zuckerfabriken und Bioethanolanlagen entwickelt werden. Andererseits sollten, auch auf diesen Erfahrungen aufbauend, entsprechende Prozesse konzeptionell in einer Multi-Purpose-Bioraffinerie, die unterschiedlichste Rohstoffe verarbeitet und zusammenfasst, optimiert werden. Hierzu sind vorab Studien durchzuführen, mit denen die technische und ökonomische Machbarkeit derartiger Konzepte im Einzelnen nachgewiesen wird. Neue Verfahren werden in der Regel erst großtechnisch umgesetzt, wenn ihre Wirtschaftlichkeit nachgewiesen ist. Deshalb sollten Förderprogramme zukünftig die Entwicklung und Optimierung von Pilot- und Demonstrationsanlagen einschließen.

Grundsätzlich eignen sich auch Algen für die Produktion von Biomasse. Sie könnten langfristig mit CCU-Konzepten gekoppelt werden. Ein Schwerpunkt ist dabei insbesondere auf die verbesserte CO_2-Umsetzung zu legen. Vor einer Nutzung im industriellen Maßstab ist jedoch in erheblichem Umfang Grundlagenforschung durchzuführen. Diese reicht von der Optimierung geeigneter Produktionsorganismen (Stammentwicklung, Kultivierung) über Verfahrenstechniken in Produktion und Aufarbeitung (Downstream-Processing) bis zur Nutzung als Energieträger oder Rohstofflieferant (DECHEMA, 2009).

Auch in der Pharmaindustrie können Wirkstoffe auf biotechnologischem Weg erzeugt werden. Anders als in der Gesundheitsforschung, in der die Wirksamkeit von Arzneimitteln untersucht wird, stehen in der Bioökonomieforschung die Produktionswege von Wirk- und Wertstoffen im Vordergrund. Der Einsatz von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen zur gezielten Synthese von Arzneimitteln (Antibiotika, Impfstoffen) und Pflanzenschutzmitteln auf biotechnologischer Basis stellt eine weitere Möglichkeit der Wertschöpfung aus Biomasse durch hochwertige Produkte dar. Hier sind weitere Studien zur Auswahl und Ausweitung der in Frage kommenden Organismen und Wirkstoffe notwendig. Auch sind geeignete Verfahren weiterzuentwickeln, um die gewünschten Stoffe in hoher Quantität und Qualität bereitstellen zu können.

b) Neue biobasierte Energieträger und Verfahren entwickeln

Eine der zentralen Herausforderungen der Zukunft ist die Deckung des weltweit stark steigenden Energiebedarfs. Der Einsatz von Biomasse im Energiebereich eröffnet ein weites Anwendungsspektrum. So sind Energieträger auf Biomassebasis in den Sektoren Verkehr, Wärme/Kälte und Stromerzeugung einsetzbar. Der Anteil biobasierter Energieträger (fest, flüssig und gasförmig) an den Erneuerbaren Energien ist signifikant (Bley, 2009). Gegenüber anderen Erneuerbaren Energieträgern wie Windkraft oder Solarenergie besitzen die biobasierten Energieträger den wesentlichen Vorteil, dass sie in fester, flüssiger und gasförmiger Form speicherbar und damit regelfähig sind.

Der Rat geht davon aus, dass die Biomasse bei zunehmenden Anteilen der Erneuerbaren Energien zumindest solange eine wichtige Systemstütze der Energiewirtschaft sein wird, bis leistungsfähige Speichertechnologien insbesondere für Strom entwickelt und einsatzbereit sind.

Grundsätzlich eigenen sich sowohl agrarische als auch forstliche Rohstoffe zur Energieerzeugung. Etwa 20 % der Agrarrohstoffe werden zurzeit in Deutschland energetisch genutzt (vgl. auch Kap. 2.2). Diese finden vorwiegend in der Biokraftstoff- und in der Biogaserzeugung Verwendung. Um Flächennutzungskonkurrenzen zwischen dem Anbau von Energiepflanzen zur Erzeugung von Biokraftstoffen oder Biogas und dem Anbau von Pflanzen für die Nahrungsmittel- und Futterproduktion zu reduzieren, werden derzeit verstärkt Methoden zur Gewinnung von Biokraftstoffen aus Lignozellulose (Stroh, Holz) erprobt. Bezüglich der Wirtschaftlichkeit dieser Verfahren und ihrer Eignung für einen großmaßstäblichen Einsatz am Produktionsstandort Deutschland gibt es allerdings noch viele offene Fragen.

Aus der deutschen Forstwirtschaft gehen zurzeit etwa 43 % der Rohstoffe in die energetische Nutzung (Mantau, 2009). Für diese Zwecke sind Anbauverfahren wie Kurzumtriebsplantagen oder Agroforstsysteme mit ihren Baumanteilen insbesondere auf weniger ertragreichen Standorten von großer Bedeutung. Forschungsarbeiten sind auf eine breitere fachliche Basis zu stellen. Zur Ermittlung regionalspezifisch ökonomischer Potenziale bedarf es geeigneter Pilotprojekte.

Näher zu untersuchen ist auch die Frage, wie und wo welche Biomasse am effizientesten erzeugt und für die Stoff- und Energieversorgung nutzbar gemacht werden kann. Hierbei liegt die Herausforderung darin, einerseits den Effizienzvergleich zwischen den verschiedenen Bioenergielinien zu beachten, andererseits aber auch die Verbesserungspotenziale innerhalb der einzelnen

Bioenergielinien und die Kopplung mit der stofflichen Nutzung zu berücksichtigen. Der Kombination von technologischer und sozioökonomischer Forschung kommt daher in diesem Forschungsfeld besondere Bedeutung zu.

Im Rahmen der Unterstützung regionaler Ökonomien sind Konzepte zu forcieren, die eine erste Wertschöpfung energetischer Nutzung von Biomasse vor Ort ermöglichen (vgl. auch Kap. 2). So ist denkbar, nicht mehr die Rohstoffe selbst nach Deutschland zu importieren, sondern die aus ihnen gewonnenen Energieträger. Ein wesentlicher ökologischer Mehrwert bestünde darin, die Nährstoffe in den verbleibenden organischen Resten in den dortigen Böden zu nutzen sowie die Transportmengen in erheblichem Umfang zu reduzieren.

Im Gegensatz zu den heute hocheffizienten Kraftwerken auf Kohlebasis verfügen Biomassekraftwerke über Wirkungsgrade, die weit unter denen der Kohlenutzung liegen (ca. 10–15 %). Die Mitverbrennung von Biomasse in konventionellen Kraftwerken (Cofiring) bietet an hierfür geeigneten Standorten durchaus interessante Potenziale. Jedoch gibt es insbesondere bei hohen Anteilen von Biomasse (> 25 %) auch zahlreiche Herausforderungen für die Forschung. Diese betreffen technologische Aspekte (z. B. Torrefizierung) als auch ökonomische und ökologische Aspekte der Wertschöpfungskette (z. B. Auswirkungen unterschiedlicher Anbaumethoden auf das Verbrennungsverhalten von Stoffen; Rückführung von Aschen auf land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen).

Neben den oben genannten Verfahren kann möglicherweise auf lange Sicht auch die Entwicklung von Biobatterien auf der Grundlage der künstlichen Photosynthese einen Beitrag zur Deckung des weltweit steigenden Energiebedarfs leisten. Um sich diesem visionären Ziel anzunähern, bedarf es weiterer Kenntnisse der Elektrochemie und der Energieumwandlung, des Zusammenwirkens von Materialwissenschaften, Apparate- und Anlagenbau sowie der Entwicklung und Anwendung verschiedener physikalischer, chemischer und biologischer Verfahren. Dem Verständnis des gesamten Systems der Photosynthese kann mit Hilfe der Systembiologie näher gekommen werden.

In welchem Maße die Weltenergiewirtschaft eines Tages aber durch die Produktion von Algen oder durch Biobatterien auf der Grundlage der künstlichen Photosynthese versorgt werden kann, lässt sich derzeit noch nicht abschätzen. Grundlagenforschung kann dazu beitragen, die Potenziale der Bioenergie auch in diesen Zukunftsfeldern zu verbessern und die auf diesen Gebieten gute Position der deutschen Forschungslandschaft nachhaltig zu stärken.

c) Neue Verfahren der Lebensmittelproduktion entwickeln

Die Pflanzen- und Tierzüchtung spielt eine zentrale Rolle, um den künftigen Herausforderungen in Hinsicht auf notwendige Ertrags- bzw. Leistungssteigerungen oder auf veränderte diätetische und sensorische Eigenschaften pflanzlicher Lebens- und Futtermittel sowie Lebensmittel tierischer Herkunft gerecht werden zu können. Mit den zunehmenden Kenntnissen über die Genome der Nutzpflanzen und -tiere, zur Regulation der Ausprägung der Erbinformation durch ein besseres Verständnis der Stoffwechselvorgänge und durch die biomathematische systembiologische Modellierung der Phänotypausprägung können neue effizientere Züchtungsmethoden entwickelt sowie ertrags-, leistungs- und gesundheitsrelevante Engpässe identifiziert werden, welche den Schlüssel für gezielte genetische Maßnahmen zur Ertrags- bzw. Leistungssteigerung darstellen. Durch Nutzung der genetischen Vielfalt mit Hilfe moderner marker- oder sequenzbasierter Züchtungsverfahren bei Pflanze und Tier und durch gentechnische Optimierung entsprechender Schlüsselgene bei Nutzpflanzen wird es erstmals möglich, den Ertrag bzw. die Leistung über zielgerichtete physiologische Maßnahmen signifikant zu beeinflussen.

Das sich ständig erweiternde, spezifisch hochsensitive Methodenspektrum der Biotechnologie ermöglicht es, pflanzliche Inhaltsstoffe mit hoher Relevanz für die Mensch- und Tierernährung oder die industrielle Verwertung in Qualität und Quantität zu charakterisieren und geeignete Sorten für spezifische Zwecke (z.B. Geschmackskomponenten, Backqualität, Vitamingehalt, Antioxidantien und Gehalt an ungesättigten Fettsäuren) zu selektieren.

Darüber hinaus werden technologische Innovationen wie die Sequenzierungstechniken der nächsten Generation, der Einsatz nicht-invasiver Technologien in Phänotypisierungsplattformen sowie Verfahren zur Erfassung komplexer Expressions-, Protein- und Metabolitenprofile zu einem Paradigmenwechsel sowohl in den Pflanzen- als auch Tierwissenschaften führen. Sie werden die molekulare und phänotypische Analyse von Einzelindividuen in bisher nicht gekannten Dimensionen erlauben. Der aus diesen Daten resultierende Erkenntnisgewinn bezüglich der Ausprägung komplexer Merkmale bildet eine wesentliche Grundlage für die stetige Weiterentwicklung unserer Nutzpflanzen (Ertragsbildung, Ressourceneffizienz) und Nutztiere (Leistungsentwicklung, tiergerechte Haltung, Tiergesundheit und -wohlbefinden, Minderung der Treibhausgasemission).

d) Mehr verwertbare Biomasse effizienter produzieren und nutzen

Der weitaus größte Teil der erzeugten Biomasse wird für die Lebensmittelproduktion eingesetzt (vgl. auch Kap. 2.2). Dabei dient rund die Hälfte der erzeugten pflanzlichen Biomasse dem Zweck, Lebensmittel tierischen Ursprungs herzustellen (FAO, 2006b). Bei dieser Ausgangslage und angesichts der globalen Steigerungsraten ist es unverzichtbar, Forschungsarbeiten zur weiteren Verbesserung der Pflanzenzüchtung und besseren Futterverwertung voranzutreiben. Hierbei geht es zum einen um die Erhöhung der Massenerträge, zum anderen um die Erhöhung spezifischer Inhaltsstoffe, die für Mensch und Tier besonders wichtig sind.

Das Leistungspotenzial von Nutzpflanzen und -tieren kann nur erreicht werden, wenn alle Möglichkeiten der Züchtung hierfür genutzt werden. Unter Praxisbedingungen sind züchterische Erfolge nur in höhere Erträge bzw. Leistungen umsetzbar, wenn auch die übrigen Produktionsbedingungen Schritt halten. Deshalb ist es erforderlich, die Fortschrittspotenziale im System Boden-Pflanze-Tier auf breiter Front auszunutzen. Das betrifft die Pflanzen- und Tierernährung ebenso wie den Pflanzenschutz, die Tiergesundheit oder die Agrartechnik.

Der Rat schlägt vor, bei Forschungsprogrammen darauf zu achten, dass Arbeiten zur Verbesserung einzelner Aspekte des Produktionssystems (z.B. Pflanzenschutz, Pflanzenzüchtung, Futterbau, Futterkonservierung, Tierernährung) in angemessener Weise mit Arbeiten verknüpft werden, die der Verbesserung des gesamten Produktionssystems dienen.

Hier kommt den klassischen, breit angelegten Systemfächern Pflanzenbau, Tierhaltung und Betriebslehre eine zentrale Bedeutung zu. Deren Beiträge sollten in diesem Zusammenhang darauf abzielen, die innerhalb dieser drei Fächer zu erzielenden methodischen Fortschritte in den unter Praxisbedingungen gebotenen Systemzusammenhang zu stellen.

Um die Potenziale der Bioökonomie in Deutschland zu erhöhen, müssen die Forschungsprogramme den heterogenen natürlichen Bedingungen Rechnung tragen. Diese sollten auch die weniger begünstigten Standorte berücksichtigen, um die Produktivität durch verbesserte Produktionstechnik und innovative Kombinationen unterschiedlicher Produktionsverfahren zu steigern. In entsprechender Weise sollten auch die bisherigen Systemgrenzen zwischen Aquakultur und Agrarproduktion auf den Prüfstand gestellt werden. Durch eine bessere, standortgerechte Integration beider Subsektoren können neue Potenziale für die Bioökonomie erschlossen werden.

Gleiches gilt auch für die Integration biotechnologischer Verfahren. Es besteht unverminderter Forschungsbedarf zur Identifizierung geeigneter Mikroorganismen und Enzyme bzw. deren Optimierung zur gezielten Synthese der benötigten Zwischen- und Endprodukte. Auch durch die Weiterentwicklung und Nutzung der Synthetischen Biologie ist eine Vielzahl von neuen Verfahren und Produkten zu erwarten. Soweit Nebenprodukte nicht direkt weiter genutzt werden können, ist eine ökonomisch sinnvolle Folgenutzung anzustreben (vgl. Empfehlung 1a zur Bioraffinerie). Auf diese Weise lässt sich der Anteil von Biomasse zur stofflichen Nutzung bzw. zur Energieumwandlung deutlich steigern.

e) Nachhaltigkeit unterschiedlicher Produktionsmethoden erfassen, bewerten und verbessern

Die Landwirtschaft weist weltweit eine große Vielfalt an Produktionsmethoden auf. Diese Vielfalt spiegelt die standortbezogenen Unterschiede in den natürlichen Bedingungen und den Marktverhältnissen, aber auch die unterschiedlichen Kenntnisse und Präferenzen der Akteure in der Bioökonomie wider.

Die verschiedenen Produktionsmethoden sind hinsichtlich ihrer ökonomischen, sozialen und ökologischen Folgen unterschiedlich zu beurteilen. In der gesellschaftlichen Diskussion über die künftige Ausrichtung der Bioökonomie gehen allerdings die Einschätzungen darüber, welche Produktionssysteme an welchen Standorten als besonders nachhaltig anzusehen sind, weit auseinander. Eine besonders stark polarisierte Diskussion in Deutschland und Europa besteht bezüglich der drei Anbauformen: ökologischer Landbau, konventioneller Landbau und Landbau unter Verwendung gentechnisch veränderter Pflanzen. Zwar zeigt eine nähere Analyse, dass diese grobe Kategorisierung den differenzierteren tatsächlichen Verhältnissen entlang der Wertschöpfungskette oft nicht gerecht werden kann, doch sieht sich die Realpolitik permanent mit der Herausforderung konfrontiert, spezielle Regelungen für den ökologischen Landbau oder für den Einsatz gentechnisch veränderter Organismen treffen zu müssen.

Für die künftige Leistungsfähigkeit der Bioökonomie ist in diesem Zusammenhang zweierlei wichtig:

- Zum einen ist die wissenschaftlich-analytische Basis für die Bewertung und den Vergleich landwirtschaftlicher Produktionssysteme zu verbessern. Dabei müssen alle relevanten Parameter, wie z. B. Flächen-, Wasser- und Energieverbrauch, Bodenerosion, klimarelevante Emissionen oder Biodiversität, erfasst und bewertet werden. Bei entsprechenden Forschungsansätzen ist darauf zu achten, dass die tatsächlichen Praxisverhältnisse an verschiedenen Standorttypen des In- und Auslands erfasst werden und dass hier eine umfassende Bewertung erfolgt, die alle Aspekte der Nachhaltigkeit und auch die indirekten Effekte mit einschließt.

- Zum anderen werden Forschungsarbeiten benötigt, die an speziellen Schwachstellen einzelner Produktionssysteme ansetzen und auf eine Verbesserung der ökonomischen, sozialen und ökologischen Wirkungen der Produktionssysteme ausgerichtet sind. So ist es z. B. für die Nachhaltigkeit des ökologischen Landbaus von erheblicher Bedeutung, dass es gelingt, den Einsatz von Kupfer als nahezu alleinigem Pilzbekämpfungsmittel weiter zu reduzieren (Wilbois et al., 2009). Insbesondere Verfahren der grünen oder weißen Biotechnologie könnten geeignet sein, alternative Lösungen zu schaffen. Grundsätzlich sollten Biotechnologie und ökologische Landwirtschaft nicht als Gegensätze verstanden werden, sondern sich ergänzen, so z. B. bei der Reduzierung von ökologischen Problemen durch die Nutzung von Pflanzen, die den ökologischen „Fußabdruck“ beispielsweise durch verbesserte Resistenz oder höhere Erträge verkleinern.

f) Forschungsthemen

Die nachstehenden Forschungsthemen sind aus den vorhergehenden Abschnitten der Empfehlung 1 zusammengefasst. In weiteren Arbeitsschritten wird der BioÖkonomie-Rat diese priorisieren und entsprechende Zeitangaben für ihre Umsetzung machen.

- Ausbau der stofflichen Nutzung von Biomasse unter Kombination von biotechnischen und chemischen Konversionsverfahren; neuartige und verbesserte Enzymsysteme zum Aufschluss von Biomasse (einschließlich Abfallnutzung)

- Neuartige und verbesserte Aufarbeitungsverfahren, um gewünschte Produkte in großen Mengen und großer Reinheit herzustellen, aber auch alternative Verfahren, wie die Integration von Trennverfahren in den Reaktionsschritt, um Herstellungskosten zu reduzieren (prozessintegrierte Aufarbeitung)

- Züchtung von Nutzpflanzen und -tieren auf höhere Erträge bzw. Leistung und spezifische Eigenschaften (einschließlich auf Pflanzeninhaltsstoffe für gesunde Ernährung) und Anpassung der Produktionssysteme zur Realisierung des genetischen Leistungspotenzials

- Weiterentwicklung von Verfahren der Energieumwandlung (u. a. Cofiring)

- Methoden und Verfahren der Mehrfach- und Koppelnutzung, Entwicklung und Etablierung von Bioraffinerie-Anlagen; stärkere Akzentuierung von Pilot- und Demonstrationsanlagen unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten

- Synthetische Biologie: Erweiterung der Nutzung synthetischer Gene und Genome, Genome-Engineering (gentechnische Veränderung von vielen Genen gleichzeitig); Design neuer Stoffwechselwege; Design angepasster Minimalzellen zur Nutzung im industriellen Bereich

- Erforschung der Grundlagen für alternative Energien wie Algen (Optimierung der Organismen, Verfahrenstechnik und Nutzung) und künstliche Photosynthesesysteme (Biobatterien)

- Entwicklung und Herstellung neuartiger High Value-Produkte (z. B. Pharmazeutika, Kosmetika, Nahrungsergänzungsmittel, Spezialchemikalien)

- Integrierte biologische Produktionssysteme (Agroforstsysteme, Kombination von Pflanzenproduktion mit Aquakulturen)

- Nachhaltigkeit unterschiedlicher Produktionsmethoden (vergleichende Analysen sozioökonomischer und ökologischer Wirkungen für verschiedene Standorte; Verbesserung der Nachhaltigkeit von Produktionssystemen)

- Strategieentwicklung (z. B. Entwicklung dynamischer Systemmodelle) und Forschung zu institutionellen Maßnahmen zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der Bioökonomie

Empfehlung 2:

Welternährung sichern, Gesundheit fördern und globale Verantwortung wahrnehmen

Die bedeutsamsten Wertschöpfungsketten der Bioökonomie liegen im Bereich der Ernährungswirtschaft. Von ihrer Effizienz ist die Ernährung der Weltbevölkerung abhängig, während ihre Produkt- und Prozessqualität in direkter Beziehung zu Gesundheit und Lebensqualität stehen. In diesem Kontext steht auch die deutsche Forschung in der Verantwortung, Schwellen- und Entwicklungsländer bei der Sicherstellung einer ausreichenden Ernährung ihrer Bevölkerung zu unterstützen.

a) Produktivität bei der Erzeugung von Grundnahrungsmitteln steigern

Durch den Anstieg der Weltbevölkerung und die veränderten Lebens- und Ernährungsgewohnheiten vor allem in den Schwellenländern ergibt sich eine zunehmende und veränderte Nachfrage an Lebensmitteln pflanzlicher und tierischer Herkunft. So wird die Getreideproduktion bis 2030 um 50 %, bis 2050 sogar um 70 % gesteigert werden müssen, allein um den zu erwartenden Bedarf an Lebens- und Futtermitteln decken zu können (FAO, 2006b). Bei weitgehend unveränderten landwirtschaftlichen Anbauflächen ist eine erhebliche Steigerung der Ernteerträge von Nahrungs- und Futterpflanzen notwendig (Sc, 2009). Hierzu gehört auch, besonders die Nachernteverluste zu minimieren.

Von besonderer Bedeutung ist hierbei die Verbesserung der Ertragsfähigkeit der wichtigsten Nutzpflanzen. Dies wird mit Hilfe moderner Methoden und Erkenntnisse aus der Genomforschung sowie der Bio- und Gentechnik als Werkzeuge in der Züchtung möglich.

Einen weiteren Beitrag liefert dabei die Etablierung modernster Produktionstechniken. Ziel ist die Entwicklung von besonders ertragreichen Sorten. Weizen sollte als die in Deutschland und Europa wirtschaftlich wichtigste Getreideart Priorität in der Forschung erhalten. Neben Weizen sind auch weitere, in anderen Regionen der Welt relevante Pflanzenarten zu bearbeiten. Regional angepasste Pflanzenarten sind der Garant für eine effektive regionalisierte Lebensmittel- und Biomasseproduktion.

Um Erträge zu steigern und regelmäßig auf hohem Niveau zu gewährleisten, ist neben der Optimierung des pflanzlichen Stoffwechsels auch eine größere Toleranz gegenüber äußeren Einflussfaktoren erforderlich. Hierzu zählen u. a. Resistenzen gegen Krankheitserreger und Schädlinge, aber auch geringere Ansprüche an Wasser und Nährstoffe sowie Toleranzen gegenüber Hitze, Kälte und Versalzung. Die dafür verantwortlichen physiologischen und morphologischen Mechanismen sind aufzuklären und anzupassen. Hier gewonnene Erkenntnisse können auf andere global bedeutende Nutzpflanzen, wie z. B. Reis, Mais und Soja, übertragen und in internationale Zuchtprogramme integriert werden. Damit werden Voraussetzungen geschaffen, neue effiziente und regional angepasste Nutzpflanzensorten zu entwickeln. Die sozioökonomischen und agrarpolitischen Innovationen zur Produktivitätssteigerung von Kleinbauern in Entwicklungsländern sind dabei zu berücksichtigen.

Gleichzeitig sind neue nachhaltige Verfahren zur Verbesserung von Bodeneigenschaften zu erforschen (siehe auch Empfehlung 3a). Wesentlich dabei ist eine Verbesserung des Wasser- und Nährstoffhaushaltes, um

die ertragreicheren Kulturpflanzen ausreichend zu versorgen. Eine Anpassung externer Produktionsfaktoren wie Düngung, Bewässerung und Pflanzenschutzmaßnahmen runden diese Maßnahmen ab. Von Seiten der Agrartechnik ist dies durch eine Weiterentwicklung der Anbau-, Ernte- und Transportstrukturen und -technologien zu flankieren. Darüber hinaus sind verbesserte Daten für die Methoden zur Ermittlung termingerechter Bestellung, Pflegemaßnahmen oder Ernte zu entwickeln, um damit das Leistungspotenzial der Kulturen weitestgehend auszuschöpfen und Nachernteverluste zu minimieren (z. B. durch Innovationen im Bereich des Maschinen- und Anlagenbaus, der Landtechnik, der Informationstechnologie, der Lagertechnik und der Logistikkette).

Leguminosen,

wie beispielsweise Linsen, Bohnen und Erbsen, zählen seit Jahrhunderten zu den bedeutendsten pflanzlichen Eiweißquellen für Mensch und Tier. In vielen Regionen der Erde gehören Hülsenfrüchte auch heute zu den wichtigsten Grundnahrungsmitteln. Daneben haben sie als Tierfutter eine lange Tradition. Bevor in großen Mengen Sojaschrot nach Europa eingeführt wurde, waren Ackerbohnen und Futtererbsen in Europa und Deutschland bedeutende Bestandteile von Futterrationen. Besonders eiweißreiche Pflanzen sind die Körnerleguminosen. Als Futterpflanzen werden in Deutschland vor allem Futtererbsen, Ackerbohnen sowie Weiße, Gelbe und Blaue Lupine angebaut. Leguminosen sind nicht nur als Proteinpflanzen für die Landwirtschaft von Interesse, sondern auch aufgrund ihrer Fähigkeit, Luftstickstoff zu binden und im Boden anzureichern. Dies geschieht durch eine Symbiose, die die Pflanzenwurzeln mit Stickstoff fixierenden Knöllchenbakterien eingehen. Werden die Leguminosen geerntet, bleiben ein Großteil des Strohs und alle Wurzeln auf dem Feld zurück. Die darin enthaltenen Stickstoff-Vorräte stehen dann den nachfolgenden Kulturen zur Verfügung. Auf diese Weise muss weniger Stickstoff über Düngung eingebracht werden.

Quelle: UFOP, 2010

Angesichts der wachsenden Nachfrage nach Futtermitteln und der bereits erheblichen Knappheit bei Proteinen (z B. in Asien) sollte der Forschung zur Produktivitätssteigerung bei Leguminosen als Proteinlieferanten auch in Deutschland besondere Aufmerksamkeit gelten. Der Leguminosenanbau stagniert auf niedrigem Niveau (Specht, 2009). Deshalb muss durch erhöhten Forschungsaufwand umgehend die ackerbauliche Wettbewerbsfähigkeit der Leguminosen verbessert werden. Dabei ist auch der reduzierte Einsatz energieaufwendiger Stickstoffdünger zu berücksichtigen (siehe Box).

Die Nachfrage nach Lebensmitteln tierischer Herkunft wird sich bis zum Jahr 2050 annähernd verdoppeln (FAO, 2009a). Von besonderer Bedeutung sind hierbei die Verbesserung der Leistungsfähigkeit und der Ressourceneffizienz sowie die Reduzierung nutztierbezogener Emissionen (WWI, 2009). Die Sicherung hoher Standards der Gesundheit und des Wohlbefindens der Tiere bilden eine wichtige Voraussetzung für die zukünftige gesellschaftliche Akzeptanz.

Konzepte zur Verbesserung der Welternährung müssen den besonderen agrarstrukturellen Bedingungen Rechnung tragen, die in vielen Entwicklungsländern vorherrschen. Hier geht es zum einen um die Frage, welche entwicklungspolitischen Ansätze unter den Bedingungen kleinbäuerlicher Strukturen erfolgversprechend sind. Wesentliche Aspekte hierbei sind eine angepasste Aus- und Weiterbildung, Zugang zu Agrarkrediten oder der Aufbau leistungsfähiger Vermarktungskonzepte. Zum anderen sollten wissenschaftliche Konzepte das Spannungsfeld in den Blick nehmen, welches durch das Aufeinandertreffen traditioneller und agroindustrieller Produktionsformen entstehen kann.

Im Hinblick auf eine verbesserte Ernährungssituation ist außerdem die Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln in ausreichender Qualität für einkommensschwache Bevölkerungsschichten zu untersuchen. Angesichts der starken Preisschwankungen und der negativen Auswirkungen dieser Schwankungen ist zu prüfen, welche Lösungsbeiträge die private und die öffentliche Lagerhaltung

zu bieten hat und welche Aufgaben hierbei von der internationalen Staatengemeinschaft übernommen werden können.

Darüber hinaus sind auch weitergehende Untersuchungen zu den global sehr differenzierten Ernährungsgewohnheiten und deren Auswirkungen auf die Gesundheit sowie die damit verbundenen Konsequenzen für die Bereitstellung der Lebensmittel durchzuführen.

b) Produktqualität steigern, Gesundheit fördern

Neben einer ausreichenden Quantität ist die Qualität der Biomasse ein wesentlicher Faktor für die sich anschließende Wertschöpfung. Ausgehend von den Anforderungen der Endprodukte sind biogene Rohstoffe durch Züchtung oder andere geeignete Maßnahmen an gewünschte Produkt- und Produktionsstandards anzupassen. So lassen sich beispielsweise Lebensmittel mit gesundheitsförderndem Zusatznutzen auf pflanzlicher oder tierischer Basis erzeugen, die weltweit ernährungsbedingten Mangelerscheinungen entgegenwirken können. Durch gezielte Züchtung und Veränderung entsprechender Gene kann Einfluss auf bestimmte Geschmackskomponenten, ernährungsphysiologische Eigenschaften oder den Gehalt an gewünschten Inhaltsstoffen genommen werden.

Die zukünftige Erzeugung von Lebensmitteln tierischen Ursprungs wird zwingend die Tiergesundheit als maßgebliches Leitbild der tierischen Produktion erfordern, wobei Tiergesundheit und Wohlbefinden das Bindeglied der notwendigen Verknüpfung von Tierschutz und gesundheitlichem Verbraucherschutz darstellen.

Die Aufklärung der immunologischen Grundlagen von Tierkrankheiten ist ein wesentliches Forschungsfeld, um die Qualität von Lebensmitteln tierischer Herkunft zu verbessern und gleichzeitig eine höhere Produktivität zu erreichen. In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, dass sich die Wahrscheinlichkeit des Eintrags auch bisher als exotisch angesehener Erreger in die deutsche Nutztierpopulation durch die Globalisierung von Märkten und den Klimawandel deutlich erhöhen wird (WHO, 2002). Effiziente Strategien der Tierseuchenbekämpfung durch Verbesserungen in der Epidemiologie, Diagnostik sowie der biotechnologischen Impfstoffentwicklung und -produktion sind zu entwickeln. Dies betrifft nicht nur Tierkrankheiten im engeren Sinne, sondern auch solche Infektionen, die vom Tier auf den Menschen übertragen werden (Zoonosen).

Darüber hinaus steht Tiergesundheit in unmittelbarem Zusammenhang mit den Haltungsbedingungen. Insofern sind die Haltung einschließlich des Transportes lebender Tiere zu verbessern. Wissenschaftlich begründete, objektive und reproduzierbar zu messende Parameter des Wohlbefindens bilden die Grundlage für die Weiterentwicklung bestehender Tierhaltungsverfahren im Hinblick auf verbesserte Tiergerechtheit.

c) Partnerschaften mit Entwicklungs- und Schwellenländern unterstützen

Im Bereich Ernährungssicherung bedarf es einer spezifisch auf die Bedingungen von weniger produktiven Regionen der Erde angepassten Agrar- und Ernährungsforschung. Der Aufbau partnerschaftlicher Strukturen, bei denen Einrichtungen aus Entwicklungsländern und aus Industrieländern nachhaltig zusammenwirken, ist hierbei von besonderer Bedeutung (Evans, 2009). In den Forschungsprogrammen sind die spezifischen standörtlichen Anforderungen in den Zielländern besonders zu beachten.

So ist beispielsweise die züchterische Weiterbearbeitung von Nahrungspflanzen zugunsten höherer Erträge und Nährwerte einschließlich der Anreicherung mit lebensnotwendigen Vitaminen und Spurenelementen wie z. B. Eisen und Zink regionalspezifisch voranzutreiben. Damit die für die Ernährung nötigen essentiellen Spurenstoffe in ausreichendem Maß von Pflanzen aufgenommen werden können, sind Böden entsprechend zu konditionieren. Andererseits können durch eine standortspezifische Sortenauswahl im

Pflanzenbau die Aufnahme von gesundheitsschädlichen Schwermetallen (z.B. Cadmium) und ihr Eingang in die menschliche Nahrungskette reduziert werden.

Auch bei der Entwicklung von Konzepten für eine leistungsfähige Tierhaltung ist in der Formulierung der Forschungsprojekte auf die besonderen standortbezogenen Umwelt- und Haltungsbedingungen einzugehen.

In den Entwicklungsländern sind die traditionellen Methoden des Ackerbaus mitunter sehr verschieden. Mit dem konventionellen Landbau stärker industrialisierter Länder sind sie in der Regel nicht vergleichbar. Daher sind Vergleichsstudien von ökologischen Anbauverfahren mit traditionellem Ackerbau in diesen Regionen problematisch. Da aber auch in den Entwicklungsländern in einzelnen beispielhaften Experimenten mit ökologischem Ackerbau stabile und hohe Erträge erzielt wurden, ist eine breitere Anwendung dieser Erfahrungen unter unterschiedlichen Standortbedingungen systematisch zu überprüfen und mit Resultaten aus klar definierten konventionellen Anbauverfahren in Beziehung zu setzen (vgl. auch Empfehlung 1e).

d) Forschungsthemen

Die nachstehenden Forschungsthemen sind aus den vorhergehenden Abschnitten der Empfehlung 2 zusammengefasst. In weiteren Arbeitsschritten wird der BioÖkonomie-Rat diese priorisieren und mit Zeitangaben für ihre Umsetzung versehen.

- Standortbezogene Analysen von Produktionssystemen im internationalen Maßstab (mit besonderer Beachtung der Kleinbauern), Bewertung ihrer Nachhaltigkeit und Verbesserungsstrategien, einschließlich der Reduzierung von Verlusten im Vermarktungs- und Verbrauchssystem

- Analysen von Handlungsoptionen zur Welternährungssicherung und zur Begrenzung von Volatilität von Nahrungsmittelpreisen einschließlich regionaler und globaler Lagerhaltung

- Steigerung des Gesundheitswerts von Lebensmitteln (z.B. verarbeiteten Lebensmitteln); Förderung eines gesundheitsfördernden Ernährungsstils

- Entwicklung ertragreicherer, effizienterer und stresstoleranterer Pflanzen (mit besonderer Aufmerksamkeit für Weizen, Leguminosen); Nutzung und Weiterentwicklung der Marker Assisted Selection sowie von automatisierten Hochdurchsatz-Verfahren

- Optimierung von Pflanzeninhaltsstoffen und tierischen Produkten für die Gesundheit (z.B. positive Mikronährstoff- und negative Schwermetall-Aspekte, Mykotoxine; prädiktive Züchtung)

- Selektion und Vermehrung leistungsfähiger, robuster und krankheitsresistenter Nutztiere

- Verbesserung der Tiergesundheit und Entwicklung effizienter Strategien der Tierseuchenbekämpfung (Zoonosen); tiergerechte Haltungs- und Fütterungsverfahren

- Moderne Verfahren der Entwicklung von Hochleistungsorganismen (System-Biotechnologie: Genomic, Proteomic, Metabolomic, Metabolic Pathway Engineering, Fluxomic), d.h. gezielte Änderung gesamter Stoffwechselwege

Empfehlung 3:
Natürliche Ressourcen nachhaltig nutzen

Die Basis der bioökonomischen Wertschöpfung bilden die Georessourcen Boden und Wasser sowie die Nährstoffe und die Vielfalt von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen. Da diese Ressourcen nur begrenzt verfügbar sind, gilt es, sie nachhaltig zu nutzen und verantwortungsvoll mit ihnen umzugehen. Zu berücksichtigen sind hierbei auch die regionalen Änderungen, die durch den Klimawandel bedingt sind.

a) Bodennutzung verbessern, Bodenqualität erhöhen, Ökosystemdienstleistungen schützen

Die heute landwirtschaftlich genutzten Flächen können nur noch in begrenztem Umfang erweitert werden, weil der Anbau aufgrund mangelnden Ertragspotenzials entweder ökonomisch nicht sinnvoll ist oder die Ausdehnung zu Lasten von Umwelt und Klima geht. Deshalb ist der bevorzugte Weg der Produktivitätssteigerung die nachhaltige Intensivierung des Anbaus auf den derzeit genutzten Flächen. Hierzu sind auch die Pflanzenarten züchterisch weiterzuentwickeln (vergleiche auch Empfehlung 2).

Ein weiterer Schwerpunkt der Forschung ist auf den Erhalt bzw. die Verbesserung von Quantität bzw. Qualität produktiver Böden zu legen (siehe auch Empfehlungen 1d und 2a). Dazu sind neue nationale und internationale Bodennutzungskonzepte zu erarbeiten. Durch innovative Forschungsansätze zu standörtlich angepasstem Pflanzenbau, die eine ökonomische Bewertung beinhalten, sind alternative Anbauszenarien zu entwickeln, die eine Prioritätensetzung der Bodennutzung ermöglichen. Dies umfasst auch die Erschließung geeigneter, bislang nicht für die Biomasseproduktion genutzter Verfahren und Standorte sowie neue Meliorationsverfahren für Grenzertragsstandorte, wie auch durch den WGBU gefordert wird (WBGU, 2008).

Von Bedeutung ist ferner die Entwicklung einer verbesserten Agrartechnik. Um Bewirtschaftungsmaßnahmen zeitlich optimiert durchzuführen und damit bodenschonend bzw. ernteverlustärmer zu agieren, ist eine verbesserte Internalisierung der Wettervorhersagen notwendig. Auch die Erfahrungen des ökologischen Landbaus mit Maßnahmen zur dauerhaften Erhöhung der Bodenqualität sollten ausgewertet werden und ggf. zukünftig stärkere Beachtung finden.

Böden erbringen verschiedene Leistungen, die miteinander eng in Verbindung stehen. Diese Leistungen werden auch als Ökosystemdienstleistungen bezeichnet (EA, 2005). Neben der Erzeugung von Nahrungs- und Futtermitteln, Energieträgern und Wertstoffen gehören dazu z. B. die Bereitstellung von sauberem Wasser, die Regulierung des Klimas, der Schutz vor Überflutungen sowie die Speicherung von Kohlenstoff. Die Wechselbeziehungen zwischen den einzelnen Leistungen sind bislang nur unzureichend verstanden. Darauf wies bereits im Jahr 2008 der WBGU hin (WBGU, 2008). Forschung soll dazu beitragen, Leistungsgrenzen und Potenziale von Böden in ihren regionalen Kontexten besser zu beschreiben und damit zu einer sachgerechten Bewertung zu führen. Besondere Berücksichtigung sollte dabei auch eine effiziente Flächennutzung im Hinblick auf Naturschutzziele und den notwendigen Erhalt der Biodiversität erfahren. Als geeignete Instrumente sind hier u. a. satellitengestützte und andere Fernerkundungs- und Informationssysteme zu nutzen.

Global gesehen sind Böden die wichtigsten terrestrischen Kohlenstoffspeicher (Scheffer und Schachtschabel, 2010). Böden sind somit potenzielle Senken für die in der Atmosphäre steigenden Kohlendioxid-Mengen. Im Rahmen des Emissionshandels bestehen durchaus Chancen einer monetären Bewertung der Kohlenstoff-Speicherung in Böden. Deshalb sind wissenschaftliche Grundlagen für eine quantitative Bewertung zu Wechselwirkungen des Systems Boden-Pflanzen-Landnutzung (u.a. Bodenbearbeitung, Wurzeltiefe, Anbausysteme) und der Kohlenstoff-Speicherung (u.a. Speicherformen, wie z.B. Biokohle, -mengen und -tiefen) sowie rechtliche und ökonomische Fragestellungen zu klären.

b) Wasser effizient nutzen, Wasserqualität verbessern

Die Klimadynamik wird sich auch in Form veränderter Wasserverfügbarkeiten auswirken. Böden haben als Wasserspeicher zentrale Bedeutung. Ziel der Forschung sollte daher sein, das Wasserspeichervermögen von Böden durch die Entwicklung geeigneter Mittel und Verfahren zu verbessern.

Voraussetzung dafür ist, zunächst die Auswirkungen veränderter Niederschlagsmengen und -verteilungen auf das Wasserspeichervermögen von Böden nicht nur in Deutschland und Europa, sondern insbesondere in Entwicklungs- und Schwellenländern besser zu erfassen. Dafür sind entsprechende Bodenmess- und daran anknüpfende Informationssysteme sowie Echtzeitmanagementmethoden für die optimale Nutzung von Wasser in der Landwirtschaft zu entwickeln. Darüber hinaus sind größere Anstrengungen zur Entwicklung angepasster Bodenbearbeitungstechnologien, -meliorationsverfahren und neuartiger Bodenhilfsstoffe sowie Anstrengungen zur Erfassung ihrer ökologischen und ökonomischen Vor- und Nachteilswirkungen erforderlich.

Eine Anpassung an veränderte Wasserverfügbarkeiten ist auch über die Züchtung effizienter Pflanzen möglich (siehe auch Empfehlung 2). Dabei sollten züchterische Maßnahmen neben der Erhöhung der Trockentoleranz von Pflanzen auch das häufigere Auftreten von Extremwetterereignissen sowie die Artenverträglichkeiten berücksichtigen.

Darüber hinaus sind technische Lösungen für wassersparende Bewässerungssysteme weiterzuentwickeln und Methoden des Water Harvesting (Regenwassernutzung) oder auch die Grauwassernutzung besser zu erforschen. Dies gilt vor allem für Ballungsräume. In diesem Zusammenhang sind auch hygienische Aspekte des Bewässerungswassers im Hinblick auf die menschliche Gesundheit zu berücksichtigen.

Hinsichtlich des Schutzes von Grund- und Oberflächengewässern sowie der Bodenmikroflora bei direkter Ausbringung von Wirtschaftsdüngern sind tierische Produktionssysteme so zu optimieren, dass durch eine Verbesserung der Tierhaltungssysteme der Einsatz von Antibiotika oder anderen Arzneimitteln weiter reduziert oder die eingesetzten Stoffe im Zuge der Zwischenlagerung abgebaut werden können. Auch die Verwertung der Nährstoffe von Wirtschaftsdüngern ist zu optimieren (siehe auch c).

Ferner sind internationale Warenströme vor dem Hintergrund einer möglichen Übernutzung lokal begrenzter Wasserressourcen und die Beeinträchtigung der Wasserqualität sowie die Sicherung der Wasserversorgung der lokalen Bevölkerung zu überprüfen. Hierzu sind Konzepte des virtuellen Wasserverbrauchs weiterzuentwickeln.

c) Nährstoffe gezielt einsetzen und nutzen

Düngemittel haben einen erheblichen Anteil an den Faktorkosten bei der Pflanzenproduktion. Sie sind für die Biomasseproduktion auf hohem Niveau unerlässlich und müssen weitestgehend extern zugeführt werden (FAO, 2008). Bei nicht sachgerechtem Einsatz können Nährstoffe zur Belastung anderer Umweltmedien beitragen. Zudem ist für die Produktion vor allem von Stickstoffdüngern ein hoher Energieeinsatz notwendig.

Um Nährstoffe noch effizienter als bislang zu nutzen, sind daher neuartige technische Maßnahmen in der Düngerformulierung zu entwickeln, Anbaumethoden z.B.

im Hinblick auf Bodenbearbeitung, Düngerausbringung und Dosierung zu optimieren sowie züchterische Anstrengungen auf eine bessere Nährstoffausnutzung der Pflanzen zu lenken. Moderne Methoden der Pflanzenzüchtung könnten z.B. dazu beitragen, die Pflanzenarchitektur so zu verändern, dass Nährstoffe besser aufgenommen oder verwertet werden können.

Für die industrielle Produktion eines Kilogramms mineralischen Stickstoffs wird Energie entsprechend etwa einem Liter Rohöl verbraucht. Deshalb ist die Verbesserung der Stickstoffnutzung durch Kulturpflanzen mit Hilfe von klassischen und gentechnischen Züchtungsmethoden ein prioritäres Ziel. Wesentlich ist darüber hinaus auch die Optimierung der Stickstoff-Fixierung bei Leguminosen vor allem im Hinblick auf ihre Bedeutung für die menschliche Ernährung (siehe auch Empfehlung 2a). Dies schließt die züchterische Weiterentwicklung der derzeitig angebauten Leguminosenarten mit ein. Zudem ist die Entwicklung von Konzepten zur Verbesserung der Nutzung von Stickstoff und Phosphor aus Wirtschaftsdüngern ein wichtiges Forschungsfeld, um den Nährstoffeinsatz in der Landwirtschaft nachhaltiger zu gestalten.

Bei Phosphor ist weltweit mittelfristig ein Versorgungsengpass zu erwarten (Cordell et al., 2009). Ein Schwerpunkt der Forschung sollte deshalb auf einer effizienten Rückgewinnung und Wiederverwendung von in Deutschland vorhandenen Sekundärrohstoffen liegen. Der vorbildhafte ressortübergreifende Förderschwerpunkt zum Phosphorrecycling ist weiter auszubauen und um weitere Sekundärrohstoffe (Wirtschaftsdünger, subhydrische Sedimente) zu erweitern. Augenmerk ist dabei auf weitestgehende Schadstofffreiheit zu legen, um Böden und Gewässer zu schützen. Die vorliegenden Gehaltsklassen als Basis von Düngeempfehlungen für Phosphor sind in Bezug auf moderne Pflanzensorten wissenschaftlich zu überprüfen.

Weitere Forschungsanstrengungen sind in der Züchtung besonders phosphateffizienter Pflanzensorten notwendig, die im Boden vorliegende schwer pflanzenverfügbare Nährstoffe mobilisieren, besser verwerten und mit weniger Phosphoreintrag mehr Ertrag liefern können. Dazu sollten auch Potenziale angepasster Mikroorganismen genutzt werden. In Kooperation mit den Tierwissenschaften ist auf eine bessere Verdaulichkeit der Phosphor-Speicherformen in Futtermitteln hinzuwirken. Dies ist durch entsprechende Futtermittelenzyme möglich. Diese werden über biotechnologische Verfahren hergestellt und dem Futter zugemischt oder, wie chinesische Wissenschaftler kürzlich für Mais gezeigt haben (Origin-Agritech, 2008), in situ in der Futtermittelpflanze erzeugt. Durch die gezielte Einführung eines Gens, das die Synthese von Phytase induziert, können Schweine und Geflügel den im Maisfutter enthaltenen Phosphoranteil besser verwerten.

Tiere unterscheiden sich in ihrem Vermögen zur Verwertung von Phosphor und anderen begrenzten Nährstoffen. Dies beeinflusst einerseits den Ressourcenbedarf und andererseits über die Exkremente der Tiere den Düngeranfall für die Pflanzen und die Umsetzungen in Böden. Daher bedarf es dringend tierwissenschaftlicher Forschungscluster, die eine Steigerung der Ressourceneffizienz durch Maßnahmen in der Züchtung und Ernährung ermöglichen und die in umfassendere Förderschwerpunkte zum Nährstoffrecycling eingebunden sind.

d) Genetische Ressourcen von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen sichern und effizient nutzen

Die genetische Diversität der Nutztierrassen und Kulturpflanzenarten sowie die Vielfalt der in der Natur vorkommenden Organismen sind eine wichtige Ressource für die Bioökonomie (RNE, 2008). Insbesondere die enorme Biodiversität naher Verwandter von Nutztierrassen und Kulturpflanzenarten stellt ein bislang kaum genutztes Potenzial dar. Zum einen kann dieser Genpool für die Züchtung von Rassen bzw. Sorten mit neuen Eigenschaften gezielt verwendet werden. Zum anderen ist der Genpool die Grundlage für eine Synthetische Biologie, insbesondere für die Konstruktion artifizieller Cell Factory Systems bzw. neuartiger Protoorganismen.

So spielen Enzyme und Stoffwechselwege, wie sie in der Natur z. B. in Archaebakterien vorkommen, für technische Verfahren eine immer größere Rolle. Eine umfassende Bestandsaufnahme genetischer Ressourcen ist daher notwendig, z. B. durch die systematische Erfassung von genomischen Daten aus verschiedenen Habitaten in Metagenombanken, in denen die Genome ganzer Populationen analysiert werden.

Neben genetischen Datenbanken ist auch der verstärkte Aufbau physischer Genbanken notwendig, die Probenmaterialien oder Samen der verschiedenen Spezies sammeln und erhalten. Die Sammlung und Erhaltung möglichst vieler Spezies ist unbedingte Voraussetzung zur späteren Nutzung der enormen Biodiversität. Diese Materialien sind genetisch und phänotypisch zu charakterisieren, so dass sie als Ausgangmaterialien z. B. für die Pflanzen- und Tierzüchtung und die Verfahren der Synthetischen Biologie zur Verfügung stehen (siehe auch Empfehlung 1d).

Die phänotypische Analyse erfasst quantitativ strukturelle und funktionelle Merkmale von Pflanzen und Tieren in Abhängigkeit von Umweltfaktoren. Neue, nicht-invasive Verfahren müssen entwickelt und eingesetzt werden, um in der Züchtung prädiktive Merkmale zu selektieren und die landwirtschaftliche Produktion so zu steuern, dass mehr Ertrag, eine bessere Pflanzen- und Tiergesundheit sowie eine effizientere Nutzung von Ressourcen erzielt werden. Diese Schlüsseltechnologie wird erhebliche Spin-off-Effekte haben und Entwicklungen in anderen Technologiebereichen in die Bioökonomie integrieren.

e) Land- und Forstwirtschaft bei der Anpassung an den Klimawandel unterstützen

Der Klimawandel wird erhebliche Auswirkungen auf die Land- und Forstwirtschaft sowie den Gartenbau haben. Gleichzeitig tragen diese Sektoren zur Emission, aber auch Sequestrierung von Treibhausgasen bei. Insbesondere die Rinderhaltung und der Nassreisanbau sind Hauptemittenten von Methan, während Lachgas vorwiegend bei mikrobiellen Umsetzungsprozessen von Stickstoffverbindungen aus Düngemitteln bzw. dem Leguminosenanbau in Böden entsteht.

Die weitere Optimierung der Produktionsbedingungen kann dazu beitragen, diese Emissionen zu vermindern. Steigerungen bei der Stickstoff-Effizienz von Pflanzen z. B. durch Fortschritte in der Pflanzenzüchtung können den Lachgas-Ausstoß je Produktionseinheit senken. Auch hinsichtlich der Verwertung von Nährstoffen aus organischen Düngern sind weitere Forschungsanstrengungen notwendig (siehe auch c).

Während die direkten Kohlendioxid-Emissionen aus der Landwirtschaft eher gering sind, kommen weltweit jedoch erhebliche Kohlendioxid-Freisetzungen durch Landnutzungsänderungen (Ausweitung der landwirtschaftlich genutzten Fläche auf Kosten von Wäldern etc.) und die dadurch bedingten Verluste an Biomasse und Humus hinzu (IAASTD, 2009). Maßnahmen sowohl technologischer als auch institutioneller Art sowie ökonomische Instrumente zur Anpassung und Vermeidung des Ausstoßes von klimarelevanten Gasen sind in enger Kooperation mit den betroffenen Ländern zu entwickeln. Waldnutzungskonzepte sind dabei auch im Hinblick auf die Erhaltung der Artenvielfalt dieser Ökosysteme von besonderer Bedeutung (siehe auch d).

Gleichzeitig leisten Land- und Forstwirtschaft im Rahmen ihrer Produktion einen Beitrag zum Klimaschutz. Beim Anbau von landwirtschaftlichen Kulturen entziehen die Pflanzen der Luft Kohlendioxid und setzen gleichzeitig Sauerstoff frei. Land- und forstwirtschaftlich genutzte Böden sowie die oberirdische Biomasse enthalten große Mengen an organisch gebundenem Kohlenstoff. Hier bestehen noch erhebliche Wissensdefizite hinsichtlich der technologischen, räumlichen, zeitlichen sowie quantitativen Bindung von Kohlenstoff aus Gründen des Klimaschutzes (siehe auch a).

Im Zusammenhang mit der prognostizierten Temperaturerhöhung und den geringer ausgeprägten Tag-Nacht-Temperaturwechseln sind die physiologischen Anforderungen bzw. das physiologische Leistungspotenzial der Nutztiere wissenschaftlich neu zu bewerten. Zu berücksichtigen sind dabei regional neu auftretende biotische (z. B.

Krankheitserreger) und abiotische Stressfaktoren sowie eine sich ändernde pflanzliche Futtergrundlage.

Durch die Zucht von gesunden, leistungsfähigen Tieren und ertragreicheren Pflanzen kann ein Beitrag zur weiteren Steigerung der Lebensmittelerzeugung ohne zusätzlichen bzw. bei vermindertem Flächenbedarf geleistet werden. Die Verbesserung der Ressourceneffizienz und die Minderung der umwelt- und klimarelevanten Ausscheidungen je Kilogramm essbares Protein führen zur Minderung der Treibhausgasemission. Dazu sind alle Subsysteme entlang der Prozesskette entsprechend zu optimieren.

f) Forschungsthemen

Die nachstehenden Forschungsthemen sind aus den Abschnitten der Empfehlung 3 zusammengefasst. In weiteren Arbeitsschritten wird der BioÖkonomieRat diese priorisieren und entsprechende Zeiträume für deren Umsetzung abstecken.

- Bodenqualität, Bodennutzung, Ökosystemdienstleistungen (Prioritätensetzung der Flächennutzung; nationales und internationales Regelwerk bei Land- und Wasserrechten; Weiterentwicklung der Agrartechnik; Monitoring und Datenlage verbessern; Bodenaspekte des ökologischen Landbaus)

- Wassernutzung, Wassereffizienz, Wasserqualität (standortangepasste Konzepte zur Wasserspeicherung und Bewässerung; agronomische Anpassungsmaßnahmen; Bodenmess- und Informationssysteme; Pflanzenzüchtung), biologische Ansätze zur Wasserreinigung im Gelände

- Gezielter Einsatz und Rückgewinnung von Nährstoffen (Wechselwirkungen von Pflanzenwurzeln, Boden und Mikroorganismen; Optimierung von Anbauverfahren und Düngung; Schließen von Stoffkreisläufen; Rückgewinnung insbesondere von Phosphor; Entwicklung von Pflanzensystemen, die ökologischen „Fußabdruck“ reduzieren, z. B. Phytase-Mais als Tierfutter)

- Genetische Ressourcen von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen sichern und effizient nutzen (Biodiversität; Cell Factory Systems; Systembiologie; Synthetische Biologie); Metagenombanken

- Anpassung an den Klimawandel (Pflanzen- und Tierzüchtung; klimaschonende Tierhaltung und Pflanzenproduktion; Wettervorhersage; agronomische Maßnahmen, u. a. Mischkulturen, Agroforstsysteme); Anpassung der Waldwirtschaft (REDD); C-Speicherung in Böden und Anreizmechanismen

- Ökonomik der Ressourcennutzung (Nutzungskonkurrenzen um Land und Wasser; „virtuelles Wasser“; Ökobilanzierung; institutionelle Regelungen zur Förderung von Innovationen (einschließlich kollektives Handeln bei der Nutzung von Wasser und Ökosystemdienstleistungen) sowie Anpassung durch Handeln

- Quantitative Analyse von Genotyp-Umwelt-Interaktion auf mechanistischer Ebene, im Hochdurchsatz und Anwendung im Feld (Zuchtgarten); Sensor- und Konzeptentwicklung; Aufbau des Deutschen Pflanzen Phänotypisierungs Netzwerks

Empfehlung 4:
Bioökonomie im System richtig aufstellen

Um die in den drei Forschungsfeldern genannten Themenbereiche effektiv bearbeiten und umsetzen zu können, sind vorhandene Strukturen und Rahmenbedingungen an die neuen Anforderungen anzupassen. Hierauf wurde bereits in den „Ersten Empfehlungen" des Rats hingewiesen (BÖR, 2009). Insbesondere die Forschungsförderung ist zu stärken und die Forschungsinfrastruktur weiter zu entwickeln, die internationale Vernetzung deutscher Forschung strategisch auszurichten und die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses zu verbessern. Zudem ist das Wissen der bioökonomischen Forschung verstärkt der Öffentlichkeit zu vermitteln.

a) Die öffentliche und private Forschungsinfrastruktur für Bioökonomie entwickeln, Netzwerke bilden, Forschungsförderung abstimmen und gemeinsam gestalten

Wenngleich die vorhandene Forschungslandschaft in Teilen von hoher Exzellenz geprägt ist, ist sie in vielen Bereichen häufig in universitäre und nichtuniversitäre Forschungsinstitute sowie Bundes- und Landesforschungsanstalten zersplittert. Forschung zur Bioökonomie findet in einer Vielzahl von wissenschaftlichen Fächern, Forschungseinrichtungen und Forschungsprogrammen sowie in der Privatwirtschaft statt. Zu den relevanten Wissenschaftsgebieten gehören vor allem Agrar-, Ernährungs-, Gartenbau- und Forstwissenschaften, Veterinärmedizin und Biologie sowie teilweise Pharmazie, Geowissenschaften, Chemie, sonstige Ingenieurswissenschaften, Wirtschafts-, Rechts- und Sozialwissenschaften, Psychologie, Mathematik und Informatik. Diese Vielzahl an beteiligten Fachrichtungen spiegelt sich in entsprechender Breite in den bestehenden Forschungseinrichtungen wider.

Mit Fragen der Produktion, Verarbeitung und Nutzung biologischer Ressourcen befassen sich ca. 100 Hochschulen. Die herausragende Bedeutung der Hochschulen für die Innovation im Bioökonomiebereich kommt auch in der hohen Zahl von Promotionen in den für die Bioökonomie relevanten Wissenschaften zum Ausdruck. Die Entwicklung der Anzahl an Promotionen in den bioökonomierelevanten Wissensgebieten im Ländervergleich unterstreicht den international beachtlichen Stand dieses Sektors in Deutschland (siehe Abbildung 8).

Etwa 50 Einrichtungen der vier nichtuniversitären Forschungsgemeinschaften, d.h. der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft deutscher Forschungszentren (HGF), der Wissensgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz (WGL), der Max-Planck-Gesellschaft (MPG) und der Fraunhofer-Gesellschaft (FhG), sowie Institute der Ressortforschung sind hier engagiert. Hervorzuheben sind die in der Regel gemeinsamen Berufungen von Hochschulen und nichtuniversitären Forschungseinrichtungen. Bei der HGF zählen dazu vor allem die Forschungszentren in Jülich, Potsdam, Karlsruhe, München und Leipzig, die sich mit Themen der Bio-, Klima- und Geowissenschaften, Gesundheit, Energie und Umwelt, Information, Schlüsseltechnologien, Biodiversität sowie Umwelt- und Biotechnologien beschäftigen. Institute der WGL, vorwiegend aus den Sektionen Lebens- und Umweltwissenschaften, stellen u.a. Forschungsinfrastrukturen bereit und erbringen forschungsbasierte Dienstleistungen.

Anwendungsorientierte Forschung und Arbeiten zu Querschnittsthemen werden hauptsächlich von Einrichtungen der FhG geleistet, während Institute der MPG insbesondere in den Biowissenschaften wesentliche Grundlagenforschung betreiben. Darüber hinaus unterhalten einige Bundesressorts bioökonomierelevante Forschungseinrichtungen. Dazu gehören z.B. im Geschäftsbereich des BMELV das Johann Heinrich von Thünen-Institut, das Friedrich-Löffler-Institut, das Julius Kühn-Institut und das Max Rubner-Institut.

Neben der öffentlich geförderten Forschung findet Forschung im Bereich Bioökonomie in erheblichem Umfang auch in der Privatwirtschaft statt. Industrielle Forschung und Entwicklung wird in Deutschland z.B. auf den Gebieten Landtechnik, Pflanzenzüchtung, Pflanzenschutz und Biotechnologie betrieben. Zwei der weltweit führenden Pflanzenschutzunternehmen mit Sitz in Deutschland, BASF und Bayer, weisen jährlich jeweils Forschungsaufwendungen von mehr als 1 Mrd. Euro auf (BASF, 2009; Bayer, 2009). Der Saatgutsektor mit weltweit tätigen und einer großen Zahl von regional bedeutenden mittelständischen Unternehmen hat mit 16 % des Umsatzes eine traditionell hohe Forschungsquote (BDP, 2010). Angesichts der großen volkswirtschaftlichen Bedeutung privater Forschung innerhalb der Bioökonomie ist auch zu fragen, ob bzw. wie die Effizienz und Effektivität in diesem Bereich insbesondere an den Schnittstellen zur öffentlichen Forschung erhöht werden kann. So genannte ungewöhnliche Allianzen und innovative Partnerschaften könnten dabei eine Rolle spielen. Dabei kommt der Bildung von Innovationsallianzen (vgl. auch die Hightech-Strategie; BMBF, 2006) zur Nutzung von Synergien im privaten und öffentlichen FuE-Bereich eine hohe Bedeutung zu.

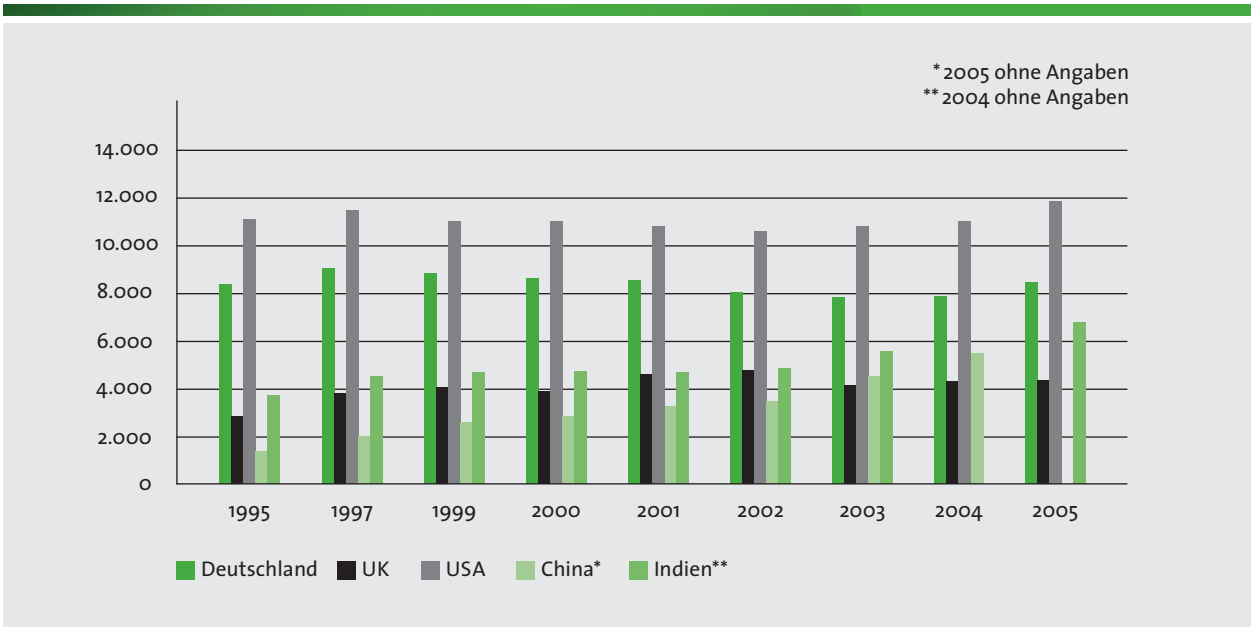


Abbildung 8: Promotionen in bioökonomierelevanten Wissenschaften 1995 bis 2005 (NSF, 2008) [5)]

Den Gedanken der Interdisziplinarität und der Vernetzung von privater und öffentlicher Forschung folgend, sind in den vergangenen Jahren Forschungsprojekte und -programme entstanden, die Vorbild für die wissenschaftliche und wirtschaftliche Vernetzung und den Aufbau von Exzellenzclustern sind. Dazu gehören beispielsweise GABI [6)] (Genomanalyse im biologischen System Pflanze), FUGATO (Funktionelle Genomanalyse im Tierischen Organismus), GenoMik (Genom-

5) Dazu zählen die Agrarwissenschaften, die Natur-, Bio- und Geowissenschaften sowie Atmosphären- und Meereswissenschaften (NSF, 2008).

6) Ab Oktober 2010 unter dem Namen: Pflanzenbiotechnologie.

forschung an Mikroorganismen) und das nationale Genomforschungsnetz (NGFN).

Auch die Förderung der Kompetenznetze in der Agrar- und Ernährungsforschung wie z.B. CROPSENSe, FOCUS, PHÄNOMICS und SYNBREED im Rahmenprogramm des BMBF „Biotechnologie – Chancen nutzen und gestalten“ ist hier zu nennen. Deutschland nimmt zudem mit dem Programm BioRegio europaweit eine Spitzenposition in der Förderung ganzer Regionen ein. So konnten sich in 25 Regionen Deutschlands Firmen ansiedeln, die durch intensiven Wissensaustausch marktfähige Produkte entwickeln.

Die Konkurrenzfähigkeit der deutschen Bioökonomieforschung muss sich indes an den entsprechenden Forschungsaktivitäten anderer Länder messen lassen. Als Indikator dafür mag der Trend in der internationalen Agrarforschung dienen. In diesem Bereich stehen in vielen Ländern die Zeichen auf Expansion (siehe Box).

Der Agrarbereich kann auch als ein Beispiel für Forschungsinvestitionen im privatwirtschaftlichen Sektor auf globaler Ebene herangezogen werden. Im Jahr 2007 investierten die elf größten multinationalen Unternehmen ca. 5,6 Mrd. US$ in Forschung und Entwicklung in den Bereichen Chemie, Saatgut, Tiergesundheit und Landmaschinen (Evenson und Pingali, 2007).

Um die Potenziale der existierenden Forschungslandschaft in Deutschland besser ausschöpfen zu können, sind strukturelle Anpassungen und Weiterentwicklungen notwendig. Dies gilt auch in besonderem Maße für die Forschungsförderung. Die Bundesministerien BMBF, BMELV, BMWi und BMU fördern jeweils aus ihren Forschungsetats eigene Forschungsprojekte, die man den wissenschaftlichen Handlungsfeldern der Bioökonomie zuordnen kann. Im internationalen Bereich fördert das BMZ seit langem die Zentren der internationalen Agrarforschung (CGIAR) sowie die Kooperation mit diesen in deutschen Forschungseinrichtungen und leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Bereitstellung öffentlicher Güter, insbesondere der Ernährungssicherung.

Nur eine stärker auf gemeinsame Ziele abgestimmte und an den bestehenden Herausforderungen orientierte Forschungsförderung wird dazu beitragen, neben der wissenschaftlichen Erkenntnis auch den wirtschaftlichen Erfolg zu fördern. Dazu ist auch eine Anpassung der bestehenden Förderstrukturen auf Basis einer auf diese Ziele ausgerichteten Analyse notwendig.

Der BioÖkonomieRat empfiehlt vor diesem Hintergrund die Einrichtung eines ressortübergreifenden nationalen Forschungsprogramms Bioökonomie, um auf Bundesseite eine gemeinsame Forschungsförderung zu ermöglichen. Diese Forschungsinitiative soll zwischen Wirtschaft und Wissenschaft unter Einbeziehung der

Forschungssysteme im Bioökonomiebereich – Viele Länder expandieren und stellen sich neu auf.

Die systematische Bioökonomie-Forschung steckt noch in den Anfängen. Indikativ für die Positionierung der Bioökonomieforschung ist die Agrar- und Biotechnologieforschung, für die mehr Mittel eingesetzt werden.

In China beispielsweise sind die öffentlichen Ausgaben für agrarwissenschaftliche FuE progressiv von 2,2 Mrd. $ im Jahre 2000 auf 3,5 Mrd. $ in 2006 angestiegen (Angabe jeweils in PPP Preisen für 2005). Darüber hinaus nahm die Zahl der Wissenschaftler in der Agrarwissenschaft in China zwischen 2000 und 2006 um fast 6.000 Köpfe auf mehr als 58.000 zu.

In Brasilien ist die Zahl der Wissenschaftler in der Agrarforschung im gleichen Zeitraum von etwa 4.700 auf fast 5.300 angewachsen. Die Zahl der brasilianischen Biotechnologieexperten ist zwischen 2003 und 2006 von 204 auf 462 gestiegen.

Dem Indian Council of Agricultural Research (ICAR), dem bedeutendsten Forschungsinstitut im Bereich Agrarwissenschaft in Indien, stehen erheblich mehr Mittel zur Verfügung. Dort sind mehr als die Hälfte der Wissenschaftler promoviert. Bei EMBRAPA, der größten brasilianischen Forschungseinrichtung im Agrarbereich, sind sogar 64 % der Beschäftigten promoviert.

Die Europäische Union hat 2009 eine „Joint Programming Initiative“ zu Agriculture, Food Security and Climate Change aufgelegt, um die Koordination über europäische Grenzen hinweg zu stärken. ›

Natur-, Ingenieurs- und Sozialwissenschaften angelegt sein.

Damit werden die Voraussetzungen geschaffen, die Forschungsförderung des Bundes zu bündeln und auf ein gemeinsames Ziel auszurichten. Dieses Forschungsprogramm sollte in eine übergeordnete Strategie Bioökonomie eingebettet und mit den anderen Strategien der Bundesregierung, z.B. zur Nachhaltigkeit oder Biodiversität, verzahnt werden. Auf diese Weise lassen sich die verschiedenen miteinander vernetzten Bereiche stärker koppeln, um damit größere Synergien zu schaffen.

In der Forschungsstrategie sind die bisherigen Kompetenzen, Stärken und Erfahrungen der Ressorts zu berücksichtigen und zielführend in die Forschungsstrategie zu integrieren. Bislang ist das Forschungsressort stark in der Grundlagenforschung engagiert, die Fachressorts dagegen in anwendungsorientierten Fragen. Eine Verknüpfung mit laufenden bioökonomierelevanten Forschungsprogrammen des Bundes ist anzustreben.

Dies kann jedoch nur ein erster Schritt sein. Nach der Einrichtung eines nationalen Forschungsprogramms ist anzustreben, auch auf der Ebene der nachgeordneten Bereiche eine stärkere Kooperation, z.B. in gemeinsamen themenbezogenen Ausschreibungen, zu erreichen. Durch eine verbesserte Abstimmung und gemeinsame ressortübergreifende Ausschreibungen lassen sich eine effiziente Verwendung von Haushaltsmitteln (Vermeidung der Finanzierung von Doppelforschung, ineffizienter Einsatz von Arbeitskapazitäten bei den Projektträgern) erreichen und die Sichtbarkeit Deutschlands auf europäischer und internationaler Ebene stärken.

Unberücksichtigt bleiben an dieser Stelle Initiativen zu einer stärkeren Kopplung von privater Forschung mit der Projektförderung des Bundes sowie die Integration von Länderaktivitäten. Dieses Thema soll in einer nächsten Stellungnahme des BioÖkonomie-Rats aufgegriffen werden.

> In den USA laufen derzeit landesweit ca. 60 Programme zur Forschung und Förderung von nachhaltiger Nahrungsmittelproduktion, Bioenergie und Klimawandel bei gleichzeitiger Wiederbelebung der agrarwissenschaftlichen Forschung an den Universitäten. Mit der Gründung des National Institute of Food and Agriculture (NIFA) als Einrichtung des Landwirtschaftsministeriums (USDA) haben die USA die agrarwissenschaftliche Forschung gebündelt. Allein dem NIFA stand im Jahr 2008 rund 1 Mrd. US $ für Forschungsausgaben zur Verfügung.
Eine zunehmende Zahl von internationalen Kooperationen und Forschungszentren zielt auf die Bewältigung der globalen Herausforderungen, vor allem der Welternährung, nachhaltiger Forstwirtschaft und des Klimawandels, ab. So plant die CGIAR eine Verdoppelung der Ausgaben von einer halben auf 1 Mrd. Dollar pro Jahr für die Forschung rund um die Verbesserung der Ernährungslage und die nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen besonders in Entwicklungsländern.

Quellen: CGIAR, 2009; CR, 2009; OECD, 2006; USDA, 2010

Ungewöhnliche Allianzen

Solche Allianzen können modellhaft an konkreten Produktentwicklungen eine Vorreiterfunktion darstellen, etwa in Form einer industrieübergreifenden Innovationsinitiative oder Innovationsallianz.
Ein Prototyp einer ungewöhnlichen Allianz von Unternehmen, die bislang die Synergien ihrer Forschung nicht nutzen konnten, da sie in ganz unterschiedlichen Branchen beheimatet sind, wurde über den Industrieverbund Weiße Biotechnologie (IWBio) gebildet. Zur Entwicklung und Herstellung von Biotensiden schlossen sich ein Hersteller von Futtermitteladditiven, ein Waschmittel- und Kosmetikkonzern und eine Reihe von Biotechnologieunternehmen, die auf Bioinformatik, Biokatalyse und Produktionsstammentwicklung spezialisiert sind, zusammen.
Ein weiteres Beispiel ist die Kooperation zwischen einem der größten europäischen Zuckerhersteller, einem führenden Unternehmen der Agrochemie, der Pharmaindustrie und mehr als zehn Biotechnologieunternehmen, die gemeinsam kosmetische Inhaltsstoffe, Probiotika und Biokatalysatoren entwickeln.

Quelle: IWBio, 2010

Hingewiesen sei jedoch auf die Deutsche AgrarForschungsAllianz, die in einem Bottom-up-Prozess im Bereich Agrarforschung verschiedene Institute aus Bund und Ländern zusammenführen will. Ziel der Allianz ist die Stärkung der deutschen Agrarforschung, um deren Sichtbarkeit national, europaweit und international zu erhöhen.

Systemübergreifende Aufgaben sind nur in fächer- und strukturübergreifender Zusammenarbeit zu lösen und in enger Kooperation mit Unternehmen umzusetzen. Es sind daher verstärkt themenspezifische Forschungsnetzwerke unter Beteiligung der Wirtschaft zu etablieren. Eine Möglichkeit dazu sind so genannte ungewöhnliche Allianzen (siehe Box S. 41).

Derartige Kooperationen von Unternehmen aus nicht-verwandten Branchen, nicht-überlappenden Produktportfolien, mit ganz unterschiedlichen Unternehmensgrößen und Geschäftsmodellen und unterschiedlicher Position in der Wertschöpfungskette sind dadurch gekennzeichnet, dass vor allem durch die privatwirtschaftlichen Partner erhebliche Eigenmittel eingebracht werden.

Forschungsförderung kann in diesen Prozess eingreifen und eine große Hebelwirkung erzielen, wenn die gesamte Wertschöpfungskette – von der Grundlagenforschung über die Produktentwicklung, Prozesstechnik und Produktion, einschließlich der Rahmenbedingungen bis hin zur Marktzulassung – technologieoffen und den Wettbewerb stimulierend unterstützt wird.

Eine frühzeitige Verknüpfung von technologischer und ökonomischer Expertise ist Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung von Forschungsergebnissen in die Praxis. Bereits bestehende erfolgreiche Strukturen sollten weiter ausgebaut und angrenzende Bereiche stärker als bislang integriert werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass eine projektbezogene Förderung nach dem Vorbild von z. B. GABI bzw. FUGATO den anfallenden Daueraufgaben dieser Projekte (z. B. Datenmanagement) nicht gerecht wird. Hier sind Kombinationslösungen von projektbezogener mit institutioneller Förderung ein geeigneter Weg. Eine Refinanzierung durch wirtschaftlich erfolgreiche Forschungsprojekte sollte geprüft werden.

Die Bildung weiterer Netzwerke kann sich an den europäischen Technologieplattformen orientieren. Neben den genannten Bereichen sind auch in der Bodenforschung und der Biotechnologie vorhandene Kapazitäten zu bündeln und disziplinübergreifend zu verknüpfen. Bezogen auf den Bereich Biotechnologie weisen Projekte wie das Chemisch-Biotechnologische Prozesszentrum Leuna (Bioraffinerie-Ansatz) oder die geplante Einrichtung eines Bioökonomiezentrums in Nordrhein-Westfalen in die richtige Richtung.

Ein weiterer Weg stärkerer Vernetzung ist die Bildung von Kompetenzzentren. Sie können sicherstellen, dass fachliche Expertise und wissenschaftliche Infrastrukturen aus den verschiedenen Disziplinen der Forschung und Entwicklung lokal gebündelt werden und bereits eine frühzeitige Einbindung von Wirtschaftsunternehmen erfolgt. Damit werden Forschung und Produktentwicklung miteinander verzahnt.

Für die erfolgreiche Durchführung themenspezifischer FuE-Programme können Technologieplattformen ein geeignetes Instrument darstellen, um den beteiligten Institutionen wissenschaftliche und technologische Grundlagen zur Verfügung zu stellen. Dies ist prioritär zu leisten in den Bereichen der Genomforschung, von Proteomics und Metabolomics, der Phänotypisierung sowie auf dem Feld der Bioinformatik. Letztere muss die Werkzeuge zur Auswertung, Verknüpfung und Nutzung der vielfältigen gewonnenen Daten entwickeln und bereitstellen.

b) Strategische Neuausrichtung bei internationalen Kooperationen vornehmen, internationale Vernetzung verbessern

Die Etablierung der Bioökonomie und der mit ihr verbundenen Forschung kann nicht allein auf nationaler Ebene erfolgen. Insbesondere wenn es um das Erreichen internationaler, übergeordneter Ziele geht, ist Deutschland aufgefordert, einen Beitrag zu leisten.

Um hier Schwerpunkte zukunftsorientiert setzen zu können, ist es notwendig, in einem ersten Schritt eine nationale strategische Neuausrichtung vorzunehmen und die eta-

blierte Kooperation mit dem international führenden Netzwerk der Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) vermehrt zu fördern. Dies schließt den europäischen Forschungsraum mit seinen gemeinschaftlichen Forschungsförderinstrumenten ein. Im Rahmen des Joint Programming kann eine europäische Schwerpunktsetzung in der Forschungsausrichtung erfolgen. In einem zweiten Schritt erfordert dies konkrete politische Maßnahmen, wie die Etablierung von internationalen Regelungen, z.B. zur Bodenbewirtschaftung und zum Schutz gegen Raubbau biologischer Ressourcen.

Aufgrund des weltweit stattfindenden Handels bzw. einer zunehmend länderübergreifenden Nutzung von Böden reichen ausschließlich nationale Regelungen nicht mehr aus, um langfristig die Produktivität der Böden weltweit auf etwa gleichem Niveau sicherzustellen. Daher ist eine Initiative auf internationaler Ebene zur Erarbeitung eines gemeinsamen verbindlichen Regelwerks mit dem Ziel eines zukunftsverantwortlichen Umgangs mit Böden durch die Staatengemeinschaft notwendig.

Darüber hinaus sind Investitionen in Forschung und Entwicklung zur Etablierung spezifischer, auf die Bedingungen von weniger produktiven Regionen der Erde zugeschnittenen Maßnahmen zur Steigerung der Erträge der Landwirtschaft notwendig. Dabei ist nicht nur ein Transfer von Wissen, sondern die Einbeziehung und Förderung lokaler Kompetenzen in bi- und multinationalen Forschungsnetzwerken erforderlich.

Mit der Umsetzung der entwickelten Maßnahmen wird ein Beitrag geleistet, um neue wirtschaftliche Bündnisse mit Schwellen- und Entwicklungsländern zu etablieren. Durch den Ausbau strategischer internationaler Partnerschaften, den Austausch in Forschung und Entwicklung sowie den zielgerichteten Technologieexport wird auch die Möglichkeit geschaffen, internationale Märkte zu bedienen. Wesentlich ist dabei die Entwicklung einer nationalen Strategie zur internationalen Forschungsförderung.

c) Rechtliche Rahmenbedingungen zukunftsorientiert anpassen, Innovationshürden abbauen

Die Weiterentwicklung der Bioökonomie am Wirtschaftsstandort Deutschland wird nur gelingen, wenn dies durch eine entsprechende rechtliche Rahmensetzung gestützt wird und vorhandene Innovationshürden abgebaut werden. Deshalb sind klare rechtliche Rahmenbedingungen Voraussetzung dafür, dass eine Weiterentwicklung, Vermarktung und Nutzung neuer biotechnologischer Verfahren und Produkte erfolgen kann. Dazu gehört auch der adäquate Schutz von geistigem Eigentum.

Im Bereich der Pflanzenzüchtung ist unter Beibehaltung des Artikels 53 EPÜ (Ausnahme von Pflanzensorten von der Patentierbarkeit) die Koexistenz von Patent- und Sortenschutz anzustreben, d.h. einerseits die Gewährleistung des Schutzes von technischen Erfindungen und andererseits der Schutz von Pflanzensorten durch den Sortenschutz.

Nachbauregelung

In Deutschland erlaubt das so genannte Landwirteprivileg, Erntegut bestimmter Pflanzenarten – wie beispielsweise Getreide oder Kartoffeln – wieder auszusäen. Dieses Landwirteprivileg gilt nur unter bestimmten Bedingungen, zu denen auch die Zahlung der so genannten Nachbaugebühr an den Züchter der Sorte gehört. Über die Entrichtung dieser Nachbaugebühr beteiligen sich die Landwirte an der Sicherung des Züchtungsfortschritts.
In der Praxis sehen Landwirte und Züchter Verbesserungsbedarf bei der Erhebung der Nachbaugebühr. Einer Vielzahl von Landwirten ist die Art und Weise der Erhebung zu detailliert und kompliziert, so dass sich eine namhafte Zahl von ihnen auch aus diesem Grund der Zahlungspflicht letztendlich entzieht. Den Züchtern ist die Nachbauregelung wiederum zu lückenhaft. Die Durchsetzung ihres Anspruchs auf die Nachbaugebühr scheitert oftmals an den vielfach nicht praxisgerechten Rechtsvorgaben. Aus der Unzufriedenheit der beiden Parteien leitet sich der Handlungsbedarf ab, die Erhebung der Nachbaugebühr im Interesse des langfristigen Züchtungsfortschritts einfacher und umfassender zu gestalten.

Als problematisch ist bislang die Regelung der Koexistenz der verschiedenen Anbauformen konventioneller Landwirtschaft, von Landwirtschaft unter Nutzung gentechnisch verbesserter Sorten und ökologischem Landbau anzusehen (SRU, 2004). Durch die seit Jahren ausstehende Entscheidung zu Saatgutschwellenwerten herrscht Rechtsunsicherheit mit erheblichen wirtschaftlichen Folgeschäden für Landwirte wie Züchter.

In Bezug auf die Zulassung für Import und Anbau von gentechnisch veränderten Kulturpflanzen sollten die Risiken der Nutzung und der Nicht-Nutzung bewertet werden und die abschließende Entscheidung auf wissenschaftlicher Grundlage länderübergreifend durch die EFSA erfolgen. Zur erfolgreichen Einführung neuer Verfahren und Produkte am Markt sind auch geeignete ökonomische und institutionelle Rahmenbedingungen eine wesentliche Voraussetzung. Diese gilt es frühzeitig bei Forschungs- und Entwicklungsprojekten in die Überlegungen einzubeziehen.

Investitionen in FuE setzen wettbewerbsfähige Rahmenbedingungen voraus. Dazu zählen insbesondere auch steuerliche und finanzielle Anreize. Im Vergleich zu einer großen Zahl von OECD-Ländern fehlt in Deutschland eine steuerliche Förderung von FuE-Ausgaben, z. B. durch Tax Credits; es fehlt die Unterstützung von Unternehmensneugründungen etwa durch Entlastung bei Sozialabgaben (Young Innovation Company-Status) oder durch zinsgünstige Anschubfinanzierung mit privatem oder öffentlichem Kapital.

Neue Modelle der Zusammenarbeit zwischen Forschung und Wirtschaft, wie die Bildung von Wertschöpfungsketten über die bekannten Märkte und Anwendungsgebiete hinaus, können die Entwicklung und Nutzung von neuartigen Produkten oder Dienstleistungen im Bereich der Industriellen Biotechnologie forcieren. Auch die Einrichtung von Technologieparks mit Pilot- und Demonstrationsanlagen ist für die Einführung von neuen Produkten und Verfahren am Markt insbesondere im internationalen Kontext notwendig. Dafür sind allerdings effektive erfolgsorientierte Controlling-Maßnahmen sinnvoll und notwendig.

Ergänzend zur Weiterentwicklung von Investitionsstrukturen ist die Initiierung einer Leitmarktinitiative für Deutschland zur Förderung von Forschung und Innovation zu prüfen. Biobasierte Produkte könnten als ein Leitmarkt der Zukunft angesehen werden und wären entsprechend zu fördern. Dazu gehören die Identifizierung von Hindernissen bei Markteinführung solcher Produkte sowie die Suche nach Möglichkeiten zu ihrer Überwindung. Damit soll ein Impuls für Innovation, Arbeitsplätze und neue, nachhaltige Produkte und Verfahren gegeben werden. Dies würde die Änderung bestehender hemmender Vorschriften einschließen. Vorbild könnte die entsprechende europäische Initiative sein.

Eine weitere Herausforderung besteht darin, die größtenteils noch sehr starre Trennung zwischen der landwirtschaftlichen und der forstwirtschaftlichen Produktion zu überwinden. Ein besonders augenfälliges Symbol dieser Trennung ist der so genannte NaWaRo-Bonus in der Bioenergieförderung, mit dem die landwirtschaftlich erzeugte Biomasse gegenüber der sonstigen Biomasse einen erheblichen Wettbewerbsvorteil erhält, obwohl diese Bevorzugung aus volkswirtschaftlicher Sicht nicht gerechtfertigt ist. Diese Ungleichbehandlung ist durch eine entsprechende Änderung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes aufzuheben.

Im internationalen Kontext ist es wichtig, einen internationalen, einheitlichen rechtlichen Rahmen für den Zugang zu den genetischen Ressourcen und den gerechten Vorteilsausgleich im Rahmen der Biodiversitätskonvention der Vereinten Nationen zu schaffen, der harmonisierte Bestimmungen im Hinblick auf die Aufbereitung, den Erwerb und die Nutzung genetischer Ressourcen enthält und weltweit auf diese Weise Orientierung und Rechtssicherheit bietet.

Es muss auch berücksichtigt werden, dass bereits existierende Regelungen zur Anwendung kommen, die für den täglich vielfach abzuwickelnden Normalfall auch für kleine und mittelständige Unternehmen ohne Erhöhung des administrativen Aufwandes zu erfüllen sind.

d) Bewertungssysteme und -kriterien für wissenschaftliche Leistungen anpassen, Strukturen zur Beurteilung der Wettbewerbsfähigkeit von Forschungsförderung im Bereich Bioökonomie etablieren

Gegenwärtig angewandte Bewertungssysteme von wissenschaftlichen Leistungen stellen wissenschaftliche Publikationen in meist grundlagenforschungsorientierten Zeitschriften mit hohem Impact Factor sehr in den Vordergrund. Dies hat zur Folge, dass nicht genügend Anreize für inter- und transdisziplinäre Forschung sowie den Wissenstransfer in die Praxis vorhanden sind. Damit werden wesentliche Elemente der Bioökonomie nicht ausreichend berücksichtigt. Evaluationskriterien für die Forschung im Bereich Bioökonomie sind diesen Besonderheiten anzupassen und entsprechend weiterzuentwickeln. Grundlagen für solche Bewertungsansätze liegen bereits in einer Reihe nichtuniversitärer Forschungseinrichtungen vor.

Um Forschung in zukunftsfähigen Bereichen gezielter fördern zu können, sind die Voraussetzungen zur Entwicklung von Zukunftsszenarien und zur Bewertung des Erfolges von Forschungsinhalten sowie -strukturen für den Bereich Bioökonomie zu entwickeln. Eine wichtige Voraussetzung dafür ist die Weiterentwicklung der Daten- und Informationsgrundlagen über fachspezifische Grenzen hinweg. Bioökonomieforschung ist auf Markt-Systeme zu fokussieren, die durch die Verknüpfung der Wertschöpfungsketten entstehen. Für ein besseres Verständnis der vernetzten Strukturen sollen Werkzeuge zur produktiven Entwicklung und Steuerung dieser Systeme realisiert werden.

e) Wissenschaftlichen Nachwuchs für die Bioökonomie gewinnen

Die Bioökonomie als umspannendes Handlungsfeld benötigt gut ausgebildete Nachwuchskräfte, die die Bereitschaft und die Fähigkeit zum systemischen Denken und Handeln mitbringen. Zur Ausbildung dieser Nachwuchskräfte sind zum einen die Tätigkeitsfelder der Bioökonomie frühzeitig als interessante Berufsfelder zu vermitteln, um geeignete Studenten und Auszubildende zu gewinnen. Zum anderen ist eine hohe Qualität in der Aus- und Weiterbildung zu gewährleisten.

Aufgrund des hohen Innovationspotenzials der Bioökonomie, das zur beständigen Weiterentwicklung der Technologien beiträgt, und aufgrund der Notwendigkeit des interdisziplinären Arbeitens steigt auch die Notwendigkeit von Weiterbildungsmaßnahmen. Daher ist sowohl in der Ausrichtung der Aus- als auch der Weiterbildung auf die Bedürfnisse der Bioökonomie eine gute Zugänglichkeit sowie eine hohe Qualität zu gewährleisten.

Bereits in den Schulen ist das Interesse für biologische, technische und ökonomische Inhalte zu wecken. Dringender Handlungsbedarf besteht dabei in der Anpassung der Lehreraus- und -fortbildung.

Zur Ausbildung von exzellentem Nachwuchs müssen Strukturen aufgebaut werden, die dem systemischen Charakter der Bioökonomie Rechnung tragen. Hier ist die Lehre an den Universitäten in besonderem Maße gefordert. Über Defizitanalysen sind Innovationspotenziale aufzuzeigen. Weiterhin ist bereits in einer frühen Phase das Erkennen und Fördern der besten Nachwuchskräfte zu ermöglichen. Die Ausbildung muss stärker interdisziplinär und praxisnaher ausgerichtet sein.

f) Kommunikation und Partizipation zu innovativer Forschung und Technologieentwicklung auf neue Basis stellen

Die Bioökonomie umfasst eine Vielzahl neuartiger Forschungs- und Technologiebereiche, die systemisch miteinander in Verbindung stehen. Die Vermittlung entsprechender Interdependenzen, die auch im Bereich der Energieversorgung, urbanen Mobilität und vielen anderen Zukunftsfeldern im globalen Maßstab an Bedeutung gewinnen, ist die wichtigste Prämisse hinsichtlich der Wahrnehmung der Bioökonomie in breiteren gesellschaftlichen Kreisen.

Überdies gibt es besonders kritisch diskutierte Teilbereiche, bei denen eine offene gesellschaftliche Diskussion zu unterstützen

ist. So kommt etwa den innovativen Verfahren der Pflanzenforschung bei der Lösung globaler Herausforderungen wie der Nahrungs- und Energieproduktionssteigerung eine wichtige Rolle zu. Diese Bedeutung entsprechend zu kommunizieren, stellt daher einen wichtigen Auftrag an die begleitende Forschungsförderung dar.

Im Gegensatz zur weitgehend skeptischen Beurteilung in Europa wird die Grüne Gentechnik in Nord- und Südamerika und in Fernost (China, Indien) positiv wahrgenommen. Eine Konsequenz daraus ist, dass die Produktentwicklung mit Hilfe der Grünen Gentechnik in und für Amerika und Asien mit großem Nachdruck vorangetrieben wird und Europa in größere Abhängigkeit führt. Dies gilt import- wie auch produktseitig. Bereits heute werden über 30 Mio. t Futtermittel aus GVO-Anbau von Europa importiert (EC, 2007). Dahingegen befasst sich die deutsche Forschung in diesem Bereich vor allem mit Sicherheitsaspekten. Weiße und Rote Biotechnologie haben sich mittlerweile in der öffentlichen Wahrnehmung etabliert und sind dort aufgrund der vielfältigen Möglichkeiten, besonders im Gesundheitsbereich, akzeptiert.

Die oben genannten Vorbehalte werden seit Jahren intensiv diskutiert. Die oftmals sehr rational vorgetragenen Argumentationslinien haben bislang zu keiner grundlegend veränderten Wahrnehmung in der breiten Öffentlichkeit geführt. Die Gründe hierfür sind komplex.

Zu konstatieren ist indes, dass die bislang eingeschlagenen Informationswege nicht ausgereicht haben, den Nutzen innovativer Pflanzenforschung zur Lösung der globalen Herausforderungen (Ernährungssicherheit, Klimawandel, Bedarf an regenerativer Energie) individuell erkennbar zu machen.

Eine Toleranz gegenüber diesen neuen Techniken, wie sie in anderen Regionen der Welt bzw. für andere Teile der Biotechnologie besteht, ist bisher nur in geringem Umfang in der deutschen Bevölkerung zu erkennen. Dies ist vor allem im Hinblick darauf, dass die mit dem Klimawandel verbundenen Adaptationsmaßnahmen mit herkömmlichen pflanzenbaulichen Methoden kaum in den notwendigen Zeiträumen zu bewerkstelligen sind, auch zum Gegenstand begleitender Kommunikation gegenüber der Öffentlichkeit zu machen (WWI, 2010).

Im Hinblick auf die sich rasant wandelnden Rahmenbedingungen und die heute nicht vollständig absehbaren zukünftigen Technologieanforderungen erscheint es umso notwendiger, sich sämtliche Technologiepfade offen zu halten, wie dies z. B. auch für den Bereich der Energieforschung gilt. Als eine wichtige übergreifende Prämisse der Bioökonomieforschung ist deshalb die prinzipielle Technologieoffenheit für den Standort Deutschland zu betonen. Dies schließt auch die Verfahren der modernen Pflanzenforschung ein, unter denen die Grüne Gentechnik nur eines – wenn auch das am intensivsten diskutierte – darstellt.

Im Bereich der Kommunikation sollten daher weitere, den geänderten globalen Rahmenbedingungen angepasste Forschungsanstrengungen zum Thema Biotechnologie erfolgen. Neue absehbar schwer vermittelbare Themenkomplexe wie die Synthetische Biologie sind hier einzubeziehen. In diesem Rahmen sind die bisherigen Kommunikationsstrategien zu untersuchen und die komplexen Gründe für die weitgehende Ablehnung zu klären. Dringend geboten erscheint in diesem Zusammenhang eine Anbindung an die wissenschaftlichen Akademien.

Um eine bessere Akzeptanz neuer Technologien zu erreichen, bedarf es einer Sensibilisierung der Verbraucher hin zu einem schonenden Umgang mit Ressourcen und dem möglichen Beitrag neuer Technologien in diesem Zusammenhang. Hierzu sind die notwendigen methodisch-didaktischen Voraussetzungen zu schaffen: beginnend bei Konzepten für Schüler und Lehrer, bis hin zu umfassenden Konzepten für Bürgerdialoge.

4. Zukünftige Aufgaben des BioÖkonomieRats

Die Bioökonomie ist ein neuer Wirtschaftssektor, der einerseits viele etablierte Branchen umfasst, andererseits auch solche integriert, die sich erst vor wenigen Jahren im biobasierten Wirtschaftsbereich etabliert haben. Verbindende Elemente der alten und neuen Branchen sind u. a. die Nutzung biologischer Systeme, der mit ihnen verbundenen Wissenschaftsdisziplinen und Querschnittstechnologien. Aufgrund der bereits mehrfach genannten globalen Herausforderungen sind jedoch neue Konzepte für eine noch stärkere Zusammenarbeit im Rahmen gemeinsamer Themenstellungen dringend geboten. Der BioÖkonomieRat hat im vorliegenden Gutachten dazu drei wichtige Forschungsfelder beschrieben und eine Empfehlung zu Strukturfragen gegeben.

Alle Empfehlungen sind zunächst auf Basis der Expertise einschlägiger Forschungsvertreter abgeleitet worden. Eine Validierung der Empfehlungen – auch zur Prüfung der Auswirkungen der Forschungsmaßnahmen auf den Wirtschaftssektor – mittels Modellierung wurde bislang nicht durchgeführt. Dies ist in anderen Bereichen des Forschungsmanagements (auch bereits in Teilsegmenten der Bioökonomie) ein durchaus anerkannter Standard (vgl. auch Kap. 2.1). Solche Modellierungen werden u. a. von der CGIAR (Beratungsgruppe für internationale Agrarforschung) durchgeführt. Anhand derer lassen sich bereits heute mögliche globale Entwicklungen durchspielen und ihre Konsequenzen und Risiken für die Verbraucher und die Wirtschaft abschätzen.

Analog dazu sind transparente Modellkomponenten für die deutsche Bioökonomie zu entwickeln, um daraus relevante Szenarien zu erstellen, die dann unabhängig zu bewerten sind. Damit wird es möglich sein, Lenkungswirkung in Richtung zukunftsfähiger Bereiche zu erzielen. Die dafür notwendigen Fakten, Zahlen und Daten liegen zurzeit noch nicht vor. Aus diesem Grund ist in einem ersten Schritt ein Konzept zu erarbeiten, aus dem hervorgeht, welche Kernbereiche die Bioökonomie umfasst und mit welchen Anteilen benachbarte Bereiche zur Bioökonomie zu rechnen sind.

In einem zweiten Schritt ist es notwendig, geeignete Beurteilungsgrundlagen zu schaffen. Dies ist nur mit einer ausreichenden Datenlage möglich. Noch beherrschen uneinheitliche, fragmentierte und somit dafür weitgehend nicht nutzbare Ergebnisse und Statistiken die Forschungslandschaft und den Wirtschaftssektor. Erst mittels vergleichbarer Werte werden die bioökonomischen Leistungen in einem System messbar, Forschungsziele priorisierbar und Forschungsprojekte definierbar. In diesem Zusammenhang wird der BioÖkonomieRat in seiner nächsten Expertise die in diesem Gutachten genannten Forschungsthemen priorisieren und entsprechende Zeitangaben für ihre Umsetzung formulieren. Gegebenenfalls ist ebenso eine einheitliche Methodensprache notwendig, um Indikatoren für das Nachjustieren des eingeleiteten Handelns zu schaffen.

Sollte die Bundesregierung dem Vorschlag in Empfehlung 4 folgen und ein nationales Programm zur Bioökonomieforschung umsetzen, ist aus Sicht des Rats eine unabhängige wissenschaftliche Begleitung nötig. Dies wäre eine wesentliche Voraussetzung für eine unabhängige Validierung mit den oben genannten Instrumenten. Nur mit einer solchen Erfolgskontrolle bliebe das System überprüfbar und dynamisch genug, um internationale Entwicklungen frühzeitig zu

erkennen und daraus für die deutsche biobasierte Forschung und Wirtschaft Konsequenzen ziehen zu können – sei es durch die Verlagerung von Schwerpunkten in der Forschung oder durch Investitionen in konkrete biobasierte Wirtschaftszweige.

Aufgrund des großen Umfanges des Themenkomplexes „Bioökonomie“ und der zur Verfügung stehenden Zeit konnten durchaus wesentliche Teilbereiche der Bioökonomieforschung noch nicht ausreichend beleuchtet werden. Dies betrifft sowohl die Sektoren der Biomasseproduktion (inkl. Fischerei und Aquakultur, Forstwissenschaften und Gartenbau) als auch die Nutzungssektoren Ernährung, energetische Nutzung sowie die Produktion pharmazeutisch wirksamer Präparate.

Besonders im Themenfeld Ernährung ist es notwendig zu untersuchen, wie Wertschöpfungsketten miteinander verknüpft werden können, um notwendige gesundheitliche Aspekte wirksam werden zu lassen und dem produzierenden Gewerbe gleichzeitig eine Zukunftssicherung zu bieten. Ernährung und Gesundheit sind unmittelbar gekoppelte Themenfelder. Vorhandene Erkenntnisse lassen schon heute präventive Maßnahmen hinsichtlich ernährungsassoziierter Krankheiten zu und können in den kommenden Jahren zunehmend an Bedeutung für gesundheitsfördernde Nahrungsmittel gewinnen.

Die strukturellen Hinweise des Gutachtens beschränken sich zunächst auf solche Bereiche, die über Maßnahmen der Bundesregierung zu beeinflussen sind. Jedoch verfügen auch die Länder über eine Vielzahl von Strukturen und Einrichtungen, die dem Themenfeld Bioökonomie zuzuordnen sind und in die Überlegungen zur Weiterentwicklung dieses Themenfeldes einbezogen werden sollten. Gleiches gilt für die private Forschung von Unternehmen. Auch die Verknüpfungen mit dem europäischen und internationalen Kontext sind in diese Überlegungen zu integrieren.

Ein wichtiger Aspekt in diesem Zusammenhang ist die umfangreiche Untersuchung zu Vor- und Nachteilen der verschiedenen Management- und Strukturmodelle zur Forschungsorganisation. Dafür bedarf es eines vielschichtigen und in die Zukunft gerichteten Managementmodells, aus dem heraus strategisch gehandelt werden kann und durch das richtungweisend und justierend auf die Entwicklung der Bioökonomie in Deutschland einzuwirken ist. Neben internationalen Aspekten sind auch die in Deutschland vorhandenen Länderstrukturen einzubeziehen.

Wesentliches Kennzeichen des Bioökonomiekonzeptes ist die starke fächer- und sektorübergreifende Zusammenarbeit. Deshalb ist es notwendig, die verschiedenen wissenschaftlichen Communities unter Einbezug der Wirtschaft zusammenzuführen, um damit zu dem gewünschten Mehrwert an Wissen zu gelangen.

Im Koalitionsvertrag 2009 wird darauf hingewiesen, dass der BioÖkonomieRat die Bundesregierung bei der Erarbeitung einer international wettbewerbsfähigen Strategie zu einer wissensbasierten Bioökonomie unterstützen soll. Der BioÖkonomieRat hält es für zielführend, dass zunächst eine Forschungsstrategie aufgelegt wird, deren Ergebnisse in eine Strategie für die Bioökonomie einfließen können. Die vorlaufenden Arbeiten zu einer Bioökonomie-Strategie sollten jedoch parallel und zeitnah begonnen werden.

Im Mittelpunkt der Strategie sollten gleichrangig die Produktion und die Nutzung von Biomasse sowie die entsprechenden biotechnologischen Verfahren stehen. In diesem Bereich existieren zahlreiche Konzepte: zur Optimierung der energetischen Nutzung, zum Ausbau und der innovativen stofflichen Nutzung, zur Verbesserung der Qualität für eine gesündere Ernährung von Mensch und Tier, zur Anpassung der Agrartechnik an die sich verändernden Klimabedingungen. Eine stärkere Nutzung biobasierter Produkte kann dazu beitragen, die Klimaziele sowie das Ziel „Bekämpfung von Hunger und Armut“ der UN-Millenniumsziele zu erreichen. Insbesondere die biotechnologischen Verfahren als Schlüsseltechnologien können hier absehbar wesentliche Beiträge leisten. Die verschiedenen beteiligten Industriebranchen sowie die Finanzwirtschaft in Verbindung mit Wissenschaft, Forschung und Politik sind hier gefordert. Der BioÖkonomieRat

hält es für bedenkenswert für die notwendige Koordination eine „Nationale Plattform Bioökonomie“ einzurichten.

In diesem Zusammenhang müssen insbesondere der internationale Wettbewerb und Partnerschaften verstärkt betrachtet werden. Der BioÖkonomieRat vertritt die Auffassung, dass sich deutsche Bioökonomie und Bioökonomieforschung stärker als bislang strategisch aufstellen sollten, um sich dann mit anderen globalen Akteuren stark zu vernetzen; sowohl zur Stärkung der eigenen Belange, als auch um gemeinsam globale, öffentliche Güter im bioökonomischen Bereich zu schützen. Eine Reihe von G20-Staaten hat bereits mit den ersten Positionierungen in diesem Bereich begonnen.

Mit einer Ausrichtung Deutschlands auf eine biobasierte Wirtschaft kann es gelingen, die Volkswirtschaft zu stärken, wirtschaftliche Impulse zu setzen, Arbeitsplätze zu schaffen und dabei im Sinne einer für alle Menschen lebenswerteren Welt zu wirken. Ziel ist, Wachstum zu generieren und die Wirkung aller technologischen Veränderungen im System jedoch zugleich auf das Prinzip der Nachhaltigkeit zu beziehen. Die damit verbundenen Chancen sind einer breiten Öffentlichkeit zu vermitteln.

Glossar

A

Agrarrohstoffe
Rohstoffe, die aus landwirtschaftlicher Produktion stammen und – je nach Art des Rohstoffes – für weiterführende Anwendungszwecke, z. B. im Nahrungs- und Futterbereich, in der Faserverarbeitung, als Baumaterialien oder Energieträger, verwendet werden.

Agroforstsysteme
Als Agroforstsysteme werden Formen der Landnutzung bezeichnet, bei denen Gehölze, wie z. B. Bäume und Sträucher, in streifenweiser oder räumlich gestreuter Anordnung mit landwirtschaftlichen Nutzpflanzen auf derselben Fläche kombiniert werden.

Aquakultur
Kontrollierte Aufzucht von aquatischen, also im Wasser lebenden Organismen, insbesondere Fischen, Muscheln, Krebsen und Algen.

Archaebakterien
Einfach gebaute Bakterien, die unter ungewöhnlichen Bedingungen, wie z. B. Hitze, niedriger ph-Wert, hohe Salzfracht, existieren können, wie sie vermutlich in der Frühzeit der Erdgeschichte geherrscht haben. Sie finden Verwendung in der Biotechnologie bei der Suche nach Enzymen oder Sekundärmetaboliten mit interessanten Eigenschaften.

B

Biobasierte Produkte
Als biobasiert werden alle aus Biomasse (agrarische und forstliche Pflanzen, Algen, marine Organismen und Bioabfall aus Haushalten, Tier- und Lebensmittelproduktion) erzeugten Produkte, mit Ausnahme von Lebens- und Futtermitteln, bezeichnet. Hierunter zählen Feinchemikalien, Pharmazeutika, Kosmetika, Biopolymere und Basischemikalien sowie auch hochwertige traditionelle biobasierte Produkte wie Zellstoff, Papier und Holzprodukte.

Biobatterien
Energiegewinnung durch Photosynthese mittels Übertragung auf technische Systeme.

Biodiversität
Variabilität lebender Organismen und ökologischer Komplexe, zu denen sie gehören. Sie umfasst die Vielfalt an Ökosystemen bzw. Lebensgemeinschaften, Lebensräumen und Landschaften sowie die in ihnen auftretende Artenvielfalt und die genetische Vielfalt innerhalb der verschiedenen Arten.

Bioinformatik
Ein computergestütztes Forschungsgebiet an der Schnittstelle zwischen Biologie und Informatik zur Analyse von biologischen Daten (z. B. Sequenzdaten, Strukturdaten, Omics-Daten).

Biokatalyse
Nutzung von Enzymen als biochemische Katalysatoren zur Initiierung und Steuerung einer Reaktion.

Biomasse
Gesamtmasse an organischem Material in einem definierten Ökosystem, die biochemisch produziert worden ist. Sie enthält die Masse aller Lebewesen, der abgestorbenen Organismen und die organischen Stoffwechselprodukte.

Bioökonomie
Ökonomie, die alle industriellen und wirtschaftlichen Sektoren und deren zugehörige Dienstleistungen umfasst, die biologische Ressourcen produzieren, ver- und bearbeiten oder in verschiedenen Formen nutzen.

Bioraffinerie
Betrieb, der nachwachsende Rohstoffe fraktioniert, raffiniert und veredelt.

Biotechnologie
Anwendung von Wissenschaft und Technik auf lebende Organismen, deren Teile, Produkte oder Modelle zwecks Veränderung von lebender oder nicht lebender Materie zur Herstellung von Gütern, Stoffen und Produkten, einschließlich der Wissenserweiterung und Bereitstellung von Dienstleistungen. Sie beinhaltet Technologien wie Gentechnik, Bioinformatik, Bioprozesstechnik etc.

Bio- und Lebenswissenschaften
Sammelbezeichnung für Wissenschaften, die sich mit Prozessen oder Strukturen von Lebewesen beschäftigen oder Prozessen, an denen Lebewesen beteiligt sind. Neben der Biologie umfassen sie auch verwandte Bereiche wie Medizin, Biomedizin, Biochemie, Molekularbiologie, Biophysik, Bioinformatik oder Biodiversitätsforschung.

C

Cell Factory Systems
Einsatz von lebenden Zellen oder Teilen von Zellen zur Produktion von ausgesuchten zellulären Substanzen.

G

Gen
Eine aus spezifischen Nucleotidsequenzen der DNA bestehende Einheit mit Erbinformation.

Genbank
Eine systematische Sammlung von DNA-Molekülen.

Genom
Das gesamte Erbgut eines Organismus.

Genomforschung
Forschung im Bereich der Genome.

Green-Growth-Strategie
Die Green-Growth-Strategie geht davon aus, dass "green" und "growth" Hand in Hand gehen können. Die Strategie wurde vom OECD-Ministerrat im Juni 2009 ins Leben gerufen, um zur wirtschaftlichen Erholung auf Basis einer nachhaltigen und sozialen Entwicklung beizutragen.

Grüne Gentechnik
Anwendung gentechnischer Verfahren, bei denen gezielt einzelne Gene oder Gensequenzen, auch artfremde Gene, in das Erbgut von Pflanzen übertragen werden.

H

Hochdurchsatz-Phänotypisierung
Phänotypisierung, die mit hohem Durchsatz angewendet wird.

I

Industrielle Biotechnologie
Industrielle und kommerzielle Anwendung von Enzymen und Mikroorganismen zur Herstellung von Stoffen und Produkten.

Innovation
Entwicklung und wirtschaftliche Umsetzung neuer Produkte, Methoden, Prozesse oder Verfahren am Markt.

Innovationsallianzen
Strategische Kooperation von Wissenschaft und Wirtschaft, mit Ausrichtung auf einen bestimmten Anwendungsbereich oder Zukunftsmarkt.

L

Leitmarktinitiative
Diese von der Europäischen Kommission 2006 ins Leben gerufene Initiative zielt darauf, die erste Anwendung technologischer Innovationen auf unterschiedlichen Märkten zu erleichtern. Dies soll vor allem durch die Entfernung bzw. Überwindung von Hemmnissen und durch die Einführung neuer Ideen

zur Erleichterung des Markteintritts geschehen, in Forschung und Technologie etwa bei der Setzung von Normen und Standards und auch in der öffentlichen Beschaffung. Die Erzeugung biobasierter Produkte ist einer der bisher identifizierten fünf Leitmärkte.

M

Marker Assisted Selection
Verfahren um mit Hilfe molekularer Marker auf Ebene der DNS auf eine bestimmte Eigenschaft einer Pflanze bzw. eines Tieres oder deren bzw. dessen Nachkommen zu selektieren.

Metabolom
Die gesamte Metabolitausstattung einer Zelle bzw. eines Gewebes.

Metabolomics
Erforschung des Metaboloms.

Metagenom
Gesamtheit der genomischen Information von Mikroorganismen eines bestimmten Standorts (z.B. des Bodens oder Meerwassers).

N

Nachwachsende Rohstoffe
Land- und forstwirtschaftlich erzeugte Produkte, die nicht im Nahrungsbereich verwendet werden. Sie können stofflich oder energetisch genutzt werden.

O

Öffentliche Güter
Güter, deren Nutzen der Allgemeinheit zu Gute kommt und die dadurch gekennzeichnet sind, dass niemand von ihrer Nutzung ausgeschlossen werden kann oder soll und dass sie zur gleichen Zeit von verschiedenen Individuen konsumiert werden können.

Ökosystemdienstleistungen
Eine Ökosystemdienstleistung (engl. ecosystem service) beschreibt eine Dienstleistung, die von der Natur erbracht wird, von Menschen genutzt werden kann und sich in der Regel monetär nicht direkt bewerten lässt. Beispiele für Ökosystemdienstleistungen sind das Bestäuben von Obstblüten durch Insekten, die Bereitstellung von Süß- und Trinkwasser durch Niederschlag und natürliche Filtration, die Verfügbarkeit von Fischen als Nahrungsmittel in aquatischen Ökosystemen oder die Bereitstellung von frischer Luft.

Omics-Technologien
Technologien, mit denen jeweils die Gesamtheit des Genoms (Genomics), des Proteinmusters (Proteomics) oder des Stoffwechselnetzwerks (Metabolomics) analysiert wird.

P

Pflanzen-Phänotypisierung
Quantitative Analyse von Schlüsselfunktionen und -strukturen pflanzlicher Systeme in ihrer Wechselwirkung mit der sich dynamisch ändernden Umwelt und der zugrunde liegenden physiologischen, molekularen und genetischen Mechanismen.

Phänotypisierung
Quantitative Analyse von Schlüsselfunktionen und -strukturen von Organismen und biologischen Systemen und der zugrunde liegenden physiologischen, molekularen und genetischen Mechanismen.

Phytase
Enzym, das Phytinsäure hydrolytisch abbaut und somit vorher gebundenes Phosphat freisetzt.

Plattformchemikalien
Chemikalien, aus denen sich ein Stammbaum wichtiger Industriechemikalien ableiten lässt.

Proteom
Die Gesamtheit aller in einer Zelle oder in einem Gewebe vorliegenden Proteine, abhängig von der zellulären Umgebung.

Proteomics
Die Erforschung des Proteoms.

Q

Querschnittstechnologie
Technologie, deren Anwendung sich nicht auf einen bestimmten Forschungsbereich beschränkt, sondern die über eine Vielzahl von Forschungsbereichen und Anwendungsfeldern hinweg Verwendung findet und diese miteinander in Verbindung setzt.

R

Ressourcen
Feste, flüssige und gasförmige Stoffe, die der Mensch wirtschaftlich nutzt.

Ressourceneffizienz
(Mengen-)Verhältnis von Produkten (Output) zu den dafür im Produktionsprozess eingesetzten Ressourcen, z. B. Rohstoffe oder Energie (Input).

S

Sekundärrohstoff
Wiederverwertetes Material aus gebrauchten Produkten und Produktionsabfall für den Einsatz als Rohstoff, mit Ausnahme des bei der Rohstoffherstellung entstehenden Abfalls.

Synthetische Biologie
Fachgebiet im Grenzbereich von Molekularbiologie, Organischer Chemie, Ingenieurwissenschaften, Nanobiotechnologie und Informationstechnik mit dem Ziel, biologische Systeme und Mikroorganismen mit Hilfe standardisierter Bausteine zu konstruieren.

Systembiologie
Biowissenschaft, die sich zum Ziel setzt, die komplexen und dynamisch ablaufenden biologischen Prozesse von Zellen oder Organismen in ihrer Gesamtheit zu verstehen.

T

Technologieplattform
Begriff für eine Technologie, die die Herstellung von Produkten oder Prozessen ermöglicht, welche aktuelle oder künftige Entwicklungen unterstützt.

Torrefizierung
Thermische Behandlung von Biomasse unter Luftabschluss bei relativ niedrigen Temperaturen von 250 bis 300 °C durch eine pyrolytische Zersetzung.

W

Wertschöpfung
In der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung erfasst die Wertschöpfung alle in einer Periode entstandenen Faktoreinkommen (Löhne, Gehälter, Zinsen, Mieten, Pachten, Vertriebsgewinne) und entspricht dem Volkseinkommen (Sozialprodukt). Im betrieblichen Sinne beinhaltet Wertschöpfung den Produktionswert je Periode, abzüglich der in dieser Periode von anderen Unternehmen empfangenen Vorleistungen.

Wertschöpfungskette
Der Weg eines Rohstoffs bis zum Endverbraucher (Beschaffung, Produktion, Verarbeitung und Absatz) unter Berücksichtigung der in jeder Stufe erfolgten Wertsteigerung. Mehrere Wertschöpfungsstufen stellen somit die Wertschöpfungskette dar.

Wissensbasiert
Eigenschaft, die auf den unterschiedlichsten Wissensgebieten und Technologien beruht, vor allem der Bio-, Nano-, Informations- und Kommunikationstechnologie, den Ergebnissen der modernen Ingenieurswissenschaften und den so genannten Cognitive Sciences.

Z

Zoonosen
Krankheiten und Infektionen, die auf natürliche Weise zwischen Mensch und anderen Wirbeltieren übertragen werden können.

Abkürzungsverzeichnis

BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BMZ	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
BÖR	BioÖkonomieRat
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CCU	Carbon Capture Utilization
CeBiTec	Center for Biotechnology
CGIAR	Consultative Group on International Agricultural Research
CO_2	Kohlenstoffdioxid
d. h.	das heißt
DIB	Deutsche Industrievereinigung Biotechnologie
DNA	Desoxyribonukleinsäure
EFSA	European Food Safety Authority
EMBRAPA	Brazilian Agricultural Research Corporation
EPÜ	Europäisches Patentübereinkommen
EU	Europäische Union
FhG	Fraunhofer Gesellschaft
FuE	Forschung und Entwicklung
FUGATO	Funktionelle Genomanalyse im Tierischen Organismus
GABI	Genomanalyse im biologischen System Pflanze
GenoMik	Genomforschung an Mikroorganismen
ggf.	gegebenenfalls
GMO	Genetically Modified Organism
GVO	Gentechnisch veränderter Organismus
Hg.	Herausgeber

HGF	Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft deutscher Forschungszentren
i. A.	im Auftrag
ICAR	Indian Council of Agricultural Research
ISI	Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung
IWBio	Industrieverbund Weiße Biotechnologie
IWBT	Industrielle Weiße Biotechnologie
Kap.	Kapitel
KMU	kleine und mittlere Unternehmen
Mio.	Millionen
MPG	Max-Planck-Gesellschaft
Mrd.	Milliarden
NaWaRo	Nachwachsende Rohstoffe
NGFN	Nationales Genomforschungsnetz
NIFA	National Institute of Food and Agriculture
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PPP	Purchasing Power Parity
REDD	Reducing Emissions from Deforestation and Degradation
t	Tonnen
u. a.	unter anderem
UK	United Kingdom
UN	United Nations
USA	United States of America
USDA	United States Department of Agriculture
US $	United-States-Dollar
vgl.	vergleiche
WBGU	Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen
WGL	Wissensgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz
z. B.	zum Beispiel

Quellenangaben

Bachmann, R.; Budde, F. und Riese, J. (2004): Die dritte Welle – Die Biotechnologie erobert die Chemieindustrie. Chemie Ingenieur Technik – CIT, 76(8), S. 1155–58.

BASF (2009): BASF Bericht 2009. BASF.

Bayer (2009): Geschäftsbericht 2009. Bayer.

Bd.-Reg. (2002): Perspektiven für Deutschland – Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. Bundesregierung.

Bd.-Reg. (2009): Waldbericht der Bundesregierung 2009. Bundesregierung.

BDP (2010): Pflanzenzüchter erkennen globale Verantwortung. Bundesverband Deutscher Pflanzenzüchter.

Bley, T. Hg. (2009): Biotechnologische Energieumwandlung – Gegenwärtige Situation, Chancen und künftiger Forschungsbedarf. acatech.

BMBF (2006): Die Hightech-Strategie für Deutschland. Bundesministerium für Bildung und Forschung.

BMBF (2010a): Biotechnologie 2020+. Bundesministerium für Bildung und Forschung: http://www.biotechnologie2020plus.de/.

BMBF (2010b): Die Deutsche Biotechnologie-Branche 2010. Bundesministerium für Bildung und Forschung/biotechnologie.de.

BMBF (2010c): Ideen, Innovationen, Wachstum. Die Hightech-Strategie 2020 für Deutschland. Bundesministerium für Bildung und Forschung.

BMU (2007): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

BÖR (2009): Kompetenzen bündeln, Rahmenbedingungen verbessern, internationale Partnerschaften eingehen – Erste Empfehlungen zum Forschungsfeld Bioökonomie in Deutschland. BioÖkonomieRat.

CGIAR (2009): Towards a Strategy and Results Framework for the CGIAR. Consultative Group on International Agricultural Research.

Cordell, D.; Drangert, J.-O. und White, S. (2009): The Story of Phosphorus: Global Food Security and Food for Thought. Global Environmental Change, 19(2), S. 292–305.

CR (2009): Inventory of Biotechnology Capacities – Argentinia – Brasil – Paraguay – Uruguay. Centro Redes.

DBank (2009): Lebensmittel – Eine Welt voller Spannung. Deutsche Bank.

DECHEMA (2009): Algenbiotechnologie – Bestandsaufnahme, Vision und strategische Weiterentwicklung. DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V.

EA (2005): Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment: Synthesis. Millennium Ecosystem Assessment.

EC (2006): Die Vorschläge der Kommission für das 7. Forschungsrahmenprogramm 2007 – 2013. European Commission – DG Research, E4 – Patermann, Christian.

EC (2007): Economic Impact of Unapproved GMOs on EU Feed Imports and Livestock Production. European Commission – DG Agriculture and Rural Development.

ECN (2006): Biorefinery – The Worldwide Status at the Beginning of 2006. Energy Research Centre of the Netherlands.

EU-Klems (2008): EU KLEMS Growth and Productivity Accounts: March 2008 Release. EU-Klems: http://www.euklems.net/euk08i.shtml.

Evans, A. (2009): The Feeding of the Nine Billion. Chatham House.

Evenson, R. E. und Pingali, P. L. Hg. (2007): Handbook of Agricultural Economics – Agricultural Development: Farmers, Farm Production and Farm Markets. Elsevier/North Holland.

EWG (2010): Abschätzung der jährlichen weltweiten Ausgaben für die Energieversorgung. EnergyWatchGroup.

FAO (2006a): The State of Food Insecurity in the World 2006. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO (2006b): World Agriculture: Towards 2030/2050. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO (2008): Current World Fertilizer Trends and Outlook to 2011/12. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO (2009a): How to Feed the World in 2050. Food and Agricultural Organization of the United Nations.

FAO (2009b): The State of Food Insecurity in the World. Food and Agricultural Organization of the United Nations.

Fraunhofer-ISI (2009): Potenzialanalyse der industriellen weißen Biotechnologie. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung i.A. BMBF.

Hüttl, R.; Born, H.; Eckelmann, W.; Frede, H.-G.; Fritz, R.; Hülsbergen, K.-J.; Isermeyer, F.; Makeschin, F.; Quinckhardt, M.; Schneider, B. U.; Seppelt, R.; Vahrenholt, F. und von Braun, J. (2010): Boden, Wasser und Landnutzung – Herausforderungen, Forschungs-, Technologie- und Handlungsbedarf. BioÖkonomieRat: http://www.biooekonomierat.de.

IAASTD (2009): Agriculture at a Crossroad – Global Report. International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development.

IFA (2009): Assesment of Fertilizer Use by Crop at the Global Level 2006/07–2007/08. International Fertilizer Industry Association.

IFPRI (2009): Climate Change – Impact on Agriculture and Costs of Adaptation. International Food Policy Research Institute.

IWBio (2010): Industrieinitiative zur Förderung der weißen Biotechnologie. Industrieverbund Weiße Biotechnologie e.V.: http://www.iwbio.org/.

Langeveld, J. W. A.; Dixon, J. und Jaworski, J. F. (2010): Development Perspectives of the Biobased Economy: A Review. Crop Science, 50, S. 142–51.

Mantau, U. (2009): Holzrohstoffbilanz Deutschland: Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung bis 2012. In: Seintsch, B. und Dieter, M. *Hg.*: Waldstrategie 2020. Johann Heinrich von Thünen-Institut.

Müller-Röber, B.; Bartmer, C.-A.; Büchting, A. J.; Daniel, H.; Kast, H.; Metzlaff, M.; Prüfer, D.; Schön, C.-C.; Schurr, U. und Treffenfeldt, W. (2010): Pflanzenforschung für eine nachhaltige Bioökonomie. Forschungs-, Technologie- und Handlungsbedarf BioÖkonomieRat: http://www.biooekonomierat.de.

NSF (2008): Science and Engineering Indicators 2008. National Science Foundation.

Nusser, M.; Soete, B. und Wydra, S. (2007): Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigungspotenziale der Biotechnologie in Deutschland. Hans-Böckler-Stiftung.

OECD (2006): The Bioeconomy to 2030. Organisation for Economic Co-operation and Development.

OECD (2009): OECD Biotechnology Statistics 2009. Organisation for Economic Co-operation and Development.

OECD/FAO (2008): Agricultural Outlook 2008–2017. Organisation for Economic Co-operation and Development / Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Origin-Agritech (2008): Origin Agritech Announces World's First Genetically Modified Phytase Corn. Origin-Agritech: http://www.originseed.com.cn/en/news/view.php?pid=22&id=567.

Phillips McDougall (2009a): AgriService. Phillips McDougall Crop Protection and Agricultural Biotechnology Consultants.

Phillips McDougall (2009b): Seed Service. Phillips McDougall Crop Protection and Agricultural Biotechnology Consultants.

RNE (2008): Schutz der Biodiversität heißt aktuell: Biomasse-Produktion nachhaltig machen. Rat für Nachhaltige Entwicklung.

Sc (2009): Reaping the Benefits: Science and the Sustainable Intensification of Global Agriculture. The Royal Society.

Scheffer, F. und Schachtschabel, P. (2010): Lehrbuch der Bodenkunde. Spektrum Akademischer Verlag.

Schwerin, M.; Balmann, A.; Baum, M.; Born, H.; Mettenleiter, T. C.; Patermann, C.; Preisinger, R.; Rodehutscord, M.; Schulz, C.; Swalve, H. und Taube, F. (2010): Herausforderungen für eine zukunftsfähige Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft. BioÖkonomieRat: http://www.biooekonomierat.de.

Specht, M. (2009): Anbau von Körnerleguminosen in Deutschland – Situation, limitierende Faktoren und Chancen. Journal für Kulturpflanzen, 61(9), S. 302–05.

SRU (2004): Koexistenz sichern: Zur Novellierung des Gentechnikgesetzes. Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen.

StatBA (2009): Produzierendes Gewerbe – Beschäftigte, Umsatz und Investitionen der Unternehmen und Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden. Statistisches Bundesamt.

Treffenfeldt, W.; Fischer, R.; Heiden, S.; Hirth, T.; Maurer, K.-H.; Müller-Röber, B.; Patermann, C.; Schäfer, T.; Schmid, A.; Sieden, C.; Weuster-Botz, D. und Zinke, H. (2010): Beitrag der Industriellen Biotechnologie zum wirtschaftlichen Wandel in Deutschland. BioÖkonomieRat: http://www.biooekonomierat.de.

UBA (2009): Nachhaltige Flächennutzung und nachwachsende Rohstoffe. Umweltbundesamt.

UFOP (2010): Eiweiß vom Acker. Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e. V.: http://www.ufop.de.

UN (2000): United Nations Millennium Declaration. United Nations.

UN (2008): World Population Prospects: The 2008 Revision Population Database. http://esa.un.org/unpp.

USDA (2010): National Institute of Food and Agriculture (NIFA). United States Department of Agriculture: http://www.csrees.usda.gov/.

VCI / DIB (2010): Statusbericht zu möglichen Potenzialen von Bioraffinerien für die Bereitstellung von Rohstoffen in Industrie und Forschung. Verband der Chemischen Industrie/ Deutsche Industrievereinigung Biotechnologie.

von Braun, J. (2008): Food and Financial Crises – Implications for Agriculture and the Poor. International Food Policy Research Institute.

von Braun, J. und Díaz-Bonilla, E. Hg. (2008): Globalization of Food and Agriculture and the Poor. Oxford University Press.

WBGU (2008): Welt im Wandel: Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung. Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen.

WHO (2002): Future Trends in Veterinary Public Health. World Health Organization.

WHO (2006): Obesity and Overweight. World Health Organization.

Wilbois, K.-P.; Kauer, R.; Fader, B.; Kienzle, J.; Haug, P.; Fritzsche-Martin, A.; Drescher, N.; Reiners, E. und Röhrig, P. (2009): Kupfer als Pflanzenschutzmittel unter besonderer Berücksichtigung des Ökologischen Landbaus. Journal für Kulturpflanzen, 61(4), S. 140–52.

WWI (2009): Mitigating Climate Change Through Food and Land Use. World Watch Institute.

WWI (2010): State of the World 2010 – Transforming Cultures From Consumerism to Sustainability. World Watch Institute.

Mitglieder des Forschungs- und Technologierats Bioökonomie

Prof. Dr. Dr. h.c. Reinhard F. Hüttl (Vorsitzender)
Wissenschaftlicher Vorstand des Helmholtz-Zentrums Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum, Präsident acatech, Professor für Bodenschutz und Rekultivierung an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus

Dr. Dr. h.c. Andreas J. Büchting (stellv. Vorsitzender)
Vorsitzender des Aufsichtsrats KWS SAAT AG

Prof. Dr. Bernd Müller-Röber (stellv. Vorsitzender)
Professor für Molekularbiologie, Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie und Universität Potsdam

Prof. Dr. Joachim von Braun (stellv. Vorsitzender)
Direktor am Zentrum für Entwicklungsforschung (ZEF), Bonn

Prof. Dr. Achim Bachem
Vorstandsvorsitzender des Forschungszentrums Jülich GmbH

Dr. Helmut Born
Generalsekretär des Deutschen Bauernverbands e. V.

Prof. Dr. Hannelore Daniel
Technische Universität München, Lehrstuhl für Ernährungsphysiologie

Prof. Dr. Utz-Hellmuth Felcht
Managing Director, One Equity Partners Europe, München, Mitglied des acatech Präsidiums

Prof. Dr. Thomas Hirth
Leiter des Fraunhofer-Instituts für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik und des Instituts für Grenzflächenverfahrenstechnik, Universität Stuttgart

Prof. Dr. Folkhard Isermeyer
Präsident des Johann Heinrich von Thünen-Instituts Braunschweig, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei

Dr. Stefan Marcinowski
Mitglied des Vorstands BASF SE, Vorsitzender des Vorstands der Deutschen Industrievereinigung Biotechnologie (DIB)

Prof. Dr. Dr. h.c. Thomas C. Mettenleiter
Präsident des Friedrich-Loeffler-Instituts Insel Riems, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit

Prof. Dr. Alfred Pühler
CeBiTec, Universität Bielefeld

Prof. Dr. Manfred Schwerin
Professor für Tierzucht, Universität Rostock und Vorstand des Leibniz-Instituts für Nutztierbiologie, Dummerstorf

Prof. Dr. Wiltrud Treffenfeldt
Direktorin für Bioprozessentwicklung, Dow AgroSciences LLC, Indianapolis, USA

Prof. Dr. Fritz Vahrenholt
Vorsitzender der Geschäftsführung RWE Innogy GmbH

Dr. Holger Zinke
Vorstandsvorsitzender BRAIN AG

Dr. Christian Patermann (ständiger Gast)
Berater für die wissensbasierte Bioökonomie des Landes Nordrhein-Westfalen

Prof. Dr. Alexander Zehnder (ständiger Gast)
Direktor des Water Research Institute der Universität Alberta, Edmonton, Kanada

Besonderer Dank gilt

dem Bundesministerium für Bildung und Forschung als Mittelgeber sowie acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften für die administrative Begleitung.

Die Arbeit des BioÖkonomieRats wurde durch eine Geschäftsstelle unterstützt:

Dr. Claus Gerhard Bannick
(Leiter der Geschäftsstelle)
Dr. Andrea George (wiss. Mitarbeiterin)
Katrin Gleisberg (wiss. Assistenz)
Nina Kuschniok (Öffentlichkeitsarbeit)
Dr. Katja Leicht (wiss. Mitarbeiterin)
Dr. Andreas Möller (Pressesprecher)
Petra Ortiz Arrebato (Assistenz)
Elke Witt (wiss. Mitarbeiterin)

Folgenden Studentinnen und Studenten wird für ihre Mitarbeit gedankt: Julian Braun, Adrian Luncke, Louisa von Köckritz, Ivo Voß

Impressum

Herausgeber
Forschungs- und Technologierat
Bioökonomie (BÖR)
© BÖR, Berlin (2010)

Konzept und Gestaltung
psz Kommunikation, Patric Imhof

Druck
BÜROPA Offsetdruck

ISBN 978-3-942044-00-4 (Druckausgabe)
ISBN 978-3-942044-01-1 (Online-Version)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie. Detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

BioÖkonomieRat

Geschäftsstelle des BioÖkonomieRats
Mauerstraße 79 Haus E • 10117 Berlin

Tel.: 030 206 309 690
Fax: 030 206 309 692

E-Mail: info@biooekonomierat.de
Internet: www.biooekonomierat.de